

Cahiers

Agricultures

AGENCE
UNIVERSITAIRE
DE LA FRANCOPHONIE

Quels nouveaux défis pour les agricultures irriguées ?

Coordinateurs : Jean-Yves Jamin,
Sami Bouarfa, Jean-Christophe Poussin

JL John Libbey
EUROTEXT



Volume 20 Numéro 1/2 pages 1 à 180 janvier-février/mars-avril 2011

Revue coéditée en partenariat par l'Agence universitaire de la Francophonie (AUF), l'Inra, le Cirad, l'IRD, la faculté universitaire de Gembloux (AgroBioTech), la Cidefa et les éditions John Libbey Eurotext.

Ce numéro a été coordonné par :

Jean-Yves Jamin

Sami Bouarfa

Jean-Christophe Poussin

(Unité mixte de recherche G-eau)

La publication de ce numéro thématique a reçu le soutien financier du Cemagref, du Cirad, et de l'IRD, ainsi que de l'Unité mixte de recherche (UMR) G-eau

Quels nouveaux défis pour les agricultures irriguées ?

New Challenges Facing Irrigated Farming?

Éditorial/Editorial

- 5** **Eau, alimentation et développement : s'adapter aux changements globaux**
Water, food and development: Adapting to global change
Henri Tardieu

Hommage/ Tribute

- 8** **Henri Tardieu (1946-2010)**
Sami Bouarfa, François Brelle, Thierry Rieu, Jean-Philippe Torterotot, Alain Vidal, Alain Villocel

Article introductif/ Introductory Article

- 10** **Les agricultures irriguées face à de nouveaux défis**
Irrigated agriculture facing new challenges
Jean-Yves Jamin, Sami Bouarfa, Jean-Christophe Poussin, Patrice Garin

Option/ Option

- 16** **Des destins croisés : regards sur 30 ans de recherches en grande hydraulique**
Crossed destinies: 30 years of research in large-scale irrigation systems
Marcel Kuper

L'innovation technique et l'amélioration des performances de l'agriculture irriguée/ Technical innovation and improving irrigated farming performance

- 24** **L'agriculture irriguée dans le Sahel ouest africain. Diversité des pratiques et des performances**
Irrigation in West-African Sahel. Diversity of practices and levels of performance
Bruno Barbier, Hervé Ouedraogo, Youssouf Dembélé, Hamma Yacouba, Boubacar Barry, Jean-Yves Jamin
- 34** **Dévoiler les réseaux locaux d'innovation dans les grands périmètres irrigués. Le développement des agrumes dans la plaine du Gharb au Maroc**
Revealing local innovation networks in large-scale irrigation schemes. Citrus development on the Gharb plain in Morocco
Zhour Bouzidi, El Hassan Abdellaoui, Nicolas Faysse, Jean-Paul Billaud, Marcel Kuper, Mostafa Errahj
- 40** **Quand les petites exploitations adoptent le goutte-à-goutte : initiatives locales et programmes étatiques dans le Gharb au Maroc**
When small-scale farms adopt drip irrigation: Local initiatives and state programs in the Gharb (Morocco)
Maya Benouniche, Marcel Kuper, Julie Poncet, Tarik Hartani, Ali Hamanni

John Libbey Eurotext Limited

127, av. de la République
92120 Montrouge, France
Tél. : (33) 01 46 73 06 60
Fax : (33) 01 40 84 09 99
e-mail : chantal.delooz@jle.com
http://www.jle.com

Directeur de la publication
Gilles Cahn

Rédacteur en chef
Jean-Pascal Pichot

Rédacteur en chef délégué
Didier Picard

Comité de rédaction

Didier Bazile (Santiago, Chili) ;
Nicolas Bricas (Montpellier) ;
Eduardo Chia (Montpellier) ;
Jean-Philippe Deguine (Saint-Denis, La Réunion) ;
Francis Delpeuch (Montpellier) ;
Pierre Gadal (Orsay) ;
Alexandre Ickowicz (Montpellier) ;
Jean-Yves Jamin (Montpellier) ;
Pierre Janin (Paris) ;
Jérôme Lazard (Montpellier) ;
Anne Mathieu (Thiverval-Grignon) ;
François Papy (Vanves) ;
Claude Pope de Valavielle (Thiverval-Grignon) ;
Christine Rawski (Montpellier) ;
Anne Rivière-Honegger (Lyon) ;
Jean Semal (Gembloux, Belgique) ;
Christine Silvy (Montpellier) ;
Mohamed Taher Sraïri (Rabat, Maroc) ;
Charles Vincent (Saint-Jean, Québec) ;
Nadine Zakhia-Rozis (Montpellier)

Comité scientifique

Présidents d'honneur
A. Conesa (Montpellier)
G. Gherzi (Montpellier)

Président
Bertrand Hervieu (Paris)

Ricardo Abramovay (São Paulo, Brésil) ;
André Charrier (Montpellier) ;
Guy Debailleul (Laval, Canada) ;
Benoît Dedieu (Clermont-Ferrand) ;
Thierry Doré (Paris) ;
Michel Griffon (Paris) ;
Bernard Hubert (Montpellier) ;
Rosa Issolah (Alger, Algérie) ;
Frédéric Landy (Paris) ;
Marcel Mazoyer (Paris) ;
Michel Petit (Paris) ;
Alain Ruellan (Montpellier) ;
Papa Abdoulaye Seck (Cotonou, Bénin) ;
Lamine Seiny Boukar (N'Djamena, Tchad) ;
Eric Tollens (Leuven, Belgique) ;
Jean-Philippe Tonneau (Montpellier)

- 48** **Différenciation des exploitations agricoles dans les montagnes du Nord du Vietnam : le rôle clé de l'accès à l'eau ?**
Farm household differentiation in upper-catchments of Northern Vietnam: The key role of access to water?
Damien Jourdain, Dang Dinh Quang, Tran Pham Van Cuong, Jean-Yves Jamin
- 60** **Accompagnement d'exploitations laitières pour mieux valoriser l'eau d'irrigation dans la plaine du Tadla au Maroc**
Supporting dairy farms by improving water productivity in the Tadla irrigation scheme (Morocco)
Mohamed Taher Sraïri, Marcel Kuper, Pierre-Yves Le Gal
- Les nouvelles formes de gestion de l'eau et du foncier au sein des périmètres irrigués / New forms of water and land management within irrigated schemes**
- 67** **Faut-il formaliser les règles de gestion de l'eau ? Une expérience dans le Haut Atlas**
Should water rules be formalized? An experiment in the High Atlas
Jeanne Riaux
- 73** **L'appropriation du modèle d'association d'usagers de l'eau par une communauté villageoise du Moyen Atlas au Maroc**
The appropriation of the water user association model by a community in the Middle Atlas region in Morocco
Lahssan Bekkari, Isabel Yopez del Castillo
- 78** **Gestion de l'irrigation dans les montagnes du Nord du Vietnam : vers une autonomie accrue des irrigants ?**
Irrigation water management in the Northern Mountains of Vietnam: Towards more autonomy?
Damien Jourdain, Aurélie Rakotofiringa, Dang Dinh Quang, Marie-Jeanne Valony, Romain Vidal, Jean-Yves Jamin
- 85** **Analyse des arrangements informels pour l'accès à l'eau souterraine sur les périmètres irrigués de la Mitidja (Algérie) et du Tadla (Maroc)**
Analysis of local arrangements to access groundwater in the Mitidja (Algeria) and Tadla (Morocco) irrigation schemes
Anhar Ammar Boudjellal, Younes Bekkar, Marcel Kuper, Mostafa Errahji, Ali Hammani, Tarik Hartani
- 92** **Quel comportement coopératif chez les irrigants ? L'économie expérimentale à l'épreuve du terrain**
What cooperative behaviour for farmers? Challenging experimental economics with field investigation
Mohamed Ali Bchir
- 97** **L'irrigation peut-elle se substituer aux cultures de décrue ? La dépression du lac Horo (Nord Mali)**
Can irrigation replace flood recession for crops? The Lake Horo depression (Northern Mali)
Amandine Adamczewski, Thomas Hertzog, Mireille Dosso, Philippe Jouve, Jean-Yves Jamin
- 105** **Un jeu de simulation pour préparer une gouvernance de l'eau : une expérience en Tunisie centrale**
A simulation game to prepare water governance: An experiment in Central Tunisia
Marjorie Le Bars M, Philippe Le Grasse, Laassad Albouchi, Jean-Christophe Pousain

Cahiers

Agricultures

Couverture
Twice Daily

À partir de photos fournies par :
Jean-Marc Leluc (exploitant agricole du Loiret, France) : relevé de compteur d'eau sur un forage individuel ; Francis Golaz (exploitant agricole du Loiret, France) : rampe d'aspersion mobile (« pivot ») dans la Beauce (France). Damien Jourdain (Cirad G-Eau) : rizières en terrasses dans les montagnes du nord du Viet Nam ; Hassan Quarouch (Institut des régions chaudes, IRC) : forage mécanique d'un puits tubulaire dans le Saïss (Maroc) ; creusement manuel d'un puits par des puisatiers au Maroc ; Jean-Yves Jamin (Cirad G-Eau) : zébus malgaches dans un périmètre irrigué du Lac Alaotra (Madagascar) ; labour d'une rizière avec un attelage de bœufs dans un périmètre irrigué du Lac Alaotra (Madagascar) ; repiquage du riz à l'Office du Niger (Mali) ; enfants se baignant dans un canal. Périmètre irrigué du nord du Viet Nam ; labour d'une rizière avec un motoculteur dans un périmètre irrigué du Lac Alaotra (Madagascar). Jean-Christophe Poussin (IRD G-Eau) : enfants dans une plaine inondée à Mopti (Mali) ; repiquage d'oignons dans un petit périmètre maraîcher du Burkina Faso.

Abonnements
NPAI/John Libbey
Service abonnements
39, rue Marcelin-Berthelot
93705 Drancy cedex
Tél. : 01 43 62 66 64
Fax : 01 72 33 55 05
<abonnements@jle.com>

6 numéros par an. France : 135 € TTC.
Voir tarifs complets sur la page d'abonnements
insérée dans ce numéro.

Préresse
Thomson Digital (Mauritius) Ltd, île Maurice

Impression
Corlet, Imprimeur, S.A.
Z.I. route de Vire
14110 Condé-sur-Noireau
N° 137694

Cahiers Agricultures est une revue à comité de lecture et facteur d'impact référencée dans les bases Agora, Agris, Agritrop, Biological Abstracts, Biosis Previews, CAB (Commonwealth Agricultural Bureaux), Current Contents®/Agriculture, Biology and Environmental Sciences (CC/AB&ES), Journal Citation Reports/Science Edition, Orchis, Pascal, Resagri, Science Citation Index Expanded (SciSearch®), Scopus.

ISSN (Cah Agric) : 1166-7699
ISSN (Cah Agric en ligne) : 1777-5949
Commission paritaire 0909 U 85390
Bimestriel (6 numéros par an)

Copyright © « Les Cahiers d'Études et de Recherches Francophones/Agricultures ».
Tous droits de reproduction par tous procédés réservés pour tous pays.

Index des annonceurs :
John Libbey Eurotext : 4° de couv.

Bulletin d'abonnement : 3° de couv.

Instructions aux auteurs : 2° de couv.

Contact marketing
Bérangère Brun

Secrétaire de rédaction
Chantal Delooz-Karageorgiadès

Secrétariat
Florence Sillé

Traduction
Donald White

112 Valeurs d'usage ou performances techniques : comment apprécier le rôle des petits barrages en Afrique subsaharienne ?

Use-value or performance: Towards a better understanding of small reservoirs in sub-Saharan Africa

Jean-Philippe Venot, Philippe Cecchi

118 Jeux de rôles comme objets frontières dans un conflit de partage de l'eau d'irrigation au Bhoutan

Role-playing games as boundary objects in an irrigation water sharing conflict in Bhutan

Jérôme Queste, François Bousquet, Tayan Raj Gurung, Guy Trébul

Les tensions autour de l'irrigation dans les territoires/ Tension surrounding irrigation in the regions

124 Évaluation en partenariat des stratégies d'irrigation en cas de restriction des prélèvements dans la nappe de Beauce (France)

Evaluation of irrigation strategies in partnership in the case of withdrawal limitations in the Beauce aquifer (France)

Sami Bouarfa, Laurent Brunel, Jacques Granier, Jean-Claude Mailhol, Sylvie Morardet, Pierre Ruelle

130 Des accords entre parties prenantes pour gérer l'impact des prélèvements agricoles individuels dans les nappes phréatiques ?

*Les enseignements de trois cas de gestion des pollutions diffuses
Agreements to manage individual agricultural groundwater withdrawals.
What lessons can be learned from three case studies of diffuse pollution management?*

Marielle Montginoul

136 L'agrobusiness à l'assaut des terres irriguées de l'Office du Niger (Mali)

Agro-business assailing irrigated lands in the Office du Niger area (Mali)

Florence Brondeau

144 Irrigation et pauvreté : le cas de l'Office du Niger au Mali

Irrigation and poverty: The case of the Office du Niger in Mali

Jean-François Béliers, Théa Hilhorst, Demba Kébé, Manda Sadio Keita, Souleymane Keita, Oumar Sanogo

150 Enjeux de la recomposition des exploitations agricoles collectives des grands périmètres irrigués en Algérie : le cas du Bas-Cheliff

*Transformation of collective farms of large irrigation schemes in Algeria.
Issues and options: The case of the Lower Cheliff*

Hichem Amichi, Gilles Bazin, Foued Chehat, Olivier Ducourtieux, Jean-Louis Fusillier, Tarik Hartani, Marcel Kuper

157 Faut-il subventionner la création de réserves d'eau pour l'irrigation ?

*Une approche par la modélisation microéconomique
Should the building of water reservoirs for irrigation be subsidized?*

An approach based on microeconomics

Sébastien Loubier, Jean-Christophe Poussin, Guy Gleyses, Owen Le Mat, Patrice Garin

168 L'agriculture sur Internet/Agriculture on the Internet

Agricultures irriguées : sélection de sites

Christine Silvy, Jean-Yves Jamin, Sami Bouarfa, Jean-Christophe Poussin

171 Analyses d'ouvrages/Book Reviews

180 Résumés de thèses/Theses

REMERCIEMENTS

Les auteurs et les coordonnateurs de ce numéro thématique adressent leurs remerciements aux évaluateurs des différents textes, qui ont permis de les améliorer et de les finaliser.

Jean-François Amen

Jean-Marie Attonaty

Olivia Aubriot

Bénédicte Augeard

Akiça Bahri

Rémi Barbier

Bernard Barraqué

Slimane Bedrani

Jean-François Bélières

Sami Bouarfa

Florence Brondeau

Marie-Hélène Chatelin

Jean-Paul Cheylan

Jean-Philippe Choisis

Jean-Charles Clanet

Patrick d'Aquino

Dao The Anh

William Daré

Jean-Pierre Darré

Michel Dulcire

Guillaume Duteurtre

Mostafa Errahj

Jean-Philippe Fontenelle

Christine Fourage

Mohamed Gafsi

Tarik Hartani

Jean-Yves Jamin

Delphine Leenhardt

Aït Mohamed Mahdi

Pascale Maïzi

Hubert Manichon

Jérôme Marie

Olivier Petit

Didier Picard

Jean-Pascal Pichot

Françoise Pommaret

Jean-Christophe Poussin

Daniel Renault

Dominique Rollin

Bruno Romagny

Anne Rozan

Thierry Ruf

Henri Tardieu

Jean-Philippe Tonneau

Alban Thomas

Gerrit van Vuren

Jean Verdier

Alain Vidal

Daniel Zimmer

Tous leurs remerciements vont aussi à la rédaction de la revue, et en particulier aux rédacteurs en chef, Jean-Pascal Pichot et Didier Picard, ainsi qu'à Chantal Delooz-Karageorgiadès, Christine Rauski, Florence Sillé et Christine Silyy.

Eau, alimentation et développement : s'adapter aux changements globaux

Henri Tardieu *

Président de l'Association française
pour l'eau, l'irrigation et le drainage (AFEID)

« Les résultats passés de la gestion de l'eau pour l'agriculture ont été mitigés. Il nous faut mieux intégrer la gestion de l'eau agricole, à l'amont dans la gestion des ressources en eau et à l'aval dans l'économie agricole. »

Voici la phrase essentielle de l'introduction du document « *Reengaging in Agricultural Water Management* » (Banque mondiale, 2006) qui marque le retour des grandes institutions internationales dans l'agriculture irriguée ou plus exactement dans la gestion de l'eau agricole. Le choix des mots est important car avec « gestion de l'eau agricole » on parle désormais du continuum agriculture pluviale-agriculture irriguée, affirmant ainsi la diversité des techniques pour sécuriser l'alimentation en eau des plantes ; l'agronomie et le génie rural sont réconciliés ! Mais à l'amont, il reste un long chemin pour rapprocher le monde de l'eau et le monde de l'agriculture. Le premier, dominé par les distributeurs d'eau potable et les hydroélectriciens, a longtemps ignoré le second, considéré au mieux pour les réserves d'eau qu'on pourrait prélever sur ses gaspillages. Façonné par la vision environnementale, le jugement majoritaire sur l'irrigation et sa part d'échec a été très sévère.

Le 5^e Forum mondial de l'eau tenu à Istanbul en mars 2009¹ a peut-être montré le chemin d'un rapprochement. En effet, avec la crise alimentaire

de 2008, les spécialistes de l'eau potable ont remis quelque peu leurs jugements précédents, redécouvrant la complexité des questions globales d'alimentation : les interactions spécifiques entre politiques publiques agricoles et de réduction de la pauvreté, la nécessaire conciliation de la productivité de la terre et de l'eau avec la conservation des milieux naturels – le concept d'agro-écosystèmes. On a redécouvert aussi cette question qui ne se pose pas pour l'eau potable : quel prix légitime pour les produits agricoles permettant aux agriculteurs de sécuriser, notamment, leur accès à l'eau sans appauvrir les urbains ?

L'équation alimentaire est assez simple. La population mondiale devrait se stabiliser autour de 9 milliards de personnes en 2050. D'ici là, un doublement de la production alimentaire est nécessaire pour suivre la croissance démographique et accompagner la diversification de l'alimentation. En outre, la production de biomasse, notamment agricole, est attendue pour remplacer un pétrole finissant. La croissance agricole future devrait se faire au Sud, car l'heure n'est plus au transfert des surplus du Nord. Cette croissance exige de puiser encore dans les ressources naturelles, l'eau et la terre en particulier ; elle exige aussi de revenir à des investissements massifs en agriculture. Le paysan africain pauvre produit aujourd'hui 1 000 fois moins que le paysan gascon ; il lui faut d'urgence se développer, pour vivre mais aussi pour nourrir les villes africaines. Les très gros investissements nécessaires ne peuvent

¹ <http://www.worldwaterforum5.org>

* Décédé en avril 2010, Henri Tardieu avait écrit cet éditorial juste avant sa disparition.

Tardieu H, 2011. Eau, alimentation et développement : s'adapter aux changements globaux. *Cah Agric* 20 : 5-7. doi : 10.1684/agr.2011.0478

s'accommoder de la baisse continue des prix agricoles dissuadant les agriculteurs de prendre des risques financiers au-delà de la survie de leurs propres familles.

Mais pendant ce temps, des *traders* fous se disputent des cargos de blé en papier, provoquant une hausse vertigineuse des prix ; plus grave, ils disqualifient la nécessaire croissance des prix agricoles. En effet, même si elle est douloureuse pour les pauvres des villes, une hausse des prix raisonnable et qui profite aux paysans pauvres est indispensable pour financer durablement la croissance dans les agricultures du Sud en respectant le climat et la biodiversité. Une agriculture plus productive, notamment grâce à la maîtrise de l'eau, permettrait de son côté de baisser les coûts de production.

Oui, il faudra beaucoup d'eau pour sécuriser l'alimentation mondiale. Pour faire simple, disons qu'il nous faut 20 fois plus d'eau pour manger que pour boire et se laver. Produire 1 kcal alimentaire nécessite à peu près 1 litre d'eau. Consommer 2 800 kcal par jour revient à utiliser 1 000 m³ d'eau par an ; mais cela varie fortement selon le régime alimentaire, puisque si produire 1 kg de céréales consomme 1,5 m³ d'eau, pour 1 kg de viande de bœuf, il en faut 15. L'équation alimentaire globale est aussi l'équation de l'eau². Nous avons débattu des liens entre l'eau et la production alimentaire au sein de la Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID) (Schultz *et al.*, 2009). Nous avons ainsi pu définir des priorités pour le futur, et en particulier la nécessaire intensification des agricultures à très faibles rendements, dont on sait qu'elles sont bien peu économes en eau. En effet, l'évaporation y pèse beaucoup plus que la transpiration, conduisant à de faibles productivités de l'eau. En portant l'effort sur ces agricultures extensives – disons moins de 2 t/ha en pluvial ou irrigué – on pourrait économiser d'énormes quantités d'eau. Cela correspond à des situations fréquentes en Afrique, là où l'eau disponible est actuellement peu valorisée. Sans céder au « *small is beautiful* », car des aménagements hydrauliques intenses en capital doivent être de taille suffi-

sante pour permettre une gestion professionnelle, il est possible de retrouver les chemins d'investissements appropriés par les communautés. C'est en tout cas ce que propose l'initiative AgWA « Agricultural Water for Africa »³ lancée sous l'égide du Nouveau partenariat pour le développement en Afrique (NEPAD) par les grandes institutions financières et de recherche. La pression internationale sur le thème de la perte globale de biodiversité conduit progressivement à réécrire l'équation alimentaire globale en diminuant le terme « extension des surfaces cultivées » au profit du terme « augmentation de la productivité ». Mais l'augmentation de productivité n'est probablement pas possible partout au rythme souhaitable. La condition est qu'il faudrait atteindre rapidement des rendements de céréales très élevés (10 t/ha pour le maïs, par exemple), ce qui signifie une très forte croissance, au moins aussi rapide que celle qui a été observée en Occident depuis les années 1960. De telles prouesses techniques ne peuvent s'envisager naturellement qu'avec une parfaite maîtrise de l'eau. Mais elles donnent aussi lieu à de fortes tensions foncières, désormais internationales. La location ou l'achat de terres à l'étranger est en effet une tendance qui s'est renforcée suite à la crise agricole de 2008. Avec le dérèglement récent du marché mondial des céréales, plusieurs pays ne veulent plus dépendre de l'importation pour nourrir leur population. Cette question devra conduire à une réflexion difficile, notamment pour l'Afrique : quelle capacité de négociation donner aux structures foncières traditionnelles ? Quelle contrepartie réelle pour le pays d'accueil en termes de droit au développement rural et à sa propre sécurité alimentaire ? La conférence de Copenhague de 2009 suivie de celle de Cancun en 2010 a encore augmenté la médiatisation du changement climatique. Ballotés entre catastrophisme et déni, nous devons faire confiance à la science et aux modèles pour décider rien moins que de changer notre façon de vivre. Ce n'est pas le lieu de discuter de la validité des consensus scientifiques, même si on peut noter que le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) admet son incapacité à

transformer les incertitudes en probabilités et à hiérarchiser les résultats des modèles de circulation globale existants (GIEC, 2007). Ils sont déclarés équiprobables, ce qui peut paraître un peu déroutant. Et pourtant, convenons que le changement climatique est en marche. Le constat de la baisse des pluies et des écoulements, confirmé par les résultats concordants des modèles, doit nous convaincre de la raréfaction de l'eau dans le Bassin méditerranéen, un fait d'autant plus inquiétant que la concurrence entre usages augmente aussi. Qu'il pleuve plus en Sibérie est une maigre consolation ! Ainsi la question de la disponibilité en eau pour l'agriculture doit être revue à l'aune de cette non-stationnarité de la ressource. Les programmes de recherche-développement au Maghreb – tels que le projet SIRMA – témoignent des douloureuses adaptations nécessaires et déjà en marche pour sauvegarder l'essentiel de l'agriculture sur la base d'une participation active de producteurs de mieux en mieux organisés pour relever les défis (Kuper et Bouarfa, 2009).

Cette organisation des producteurs par filière est nécessaire pour accéder aux marchés et bénéficier de la hausse espérée des prix agricoles, elle est aussi utile pour contrebalancer le désengagement des États qui, pour bénéficier de l'ouverture du marché mondial ou sous la pression des bailleurs de fonds, libéralisent leurs marchés agricoles. Les systèmes publics de soutien des prix intérieurs résisteront difficilement aux contraintes budgétaires croissantes. Les initiatives d'organisation par filières se développent à l'initiative du secteur privé ou du secteur associatif. Souvent timides dans beaucoup de pays, elles concernent parfois des échelles plus importantes, comme au Maroc, au Ghana, au Mali, ou au Sénégal, pour les filières lait, riz ou cultures maraîchères en zones irriguées. Mais les paysans pauvres, produisant peu ou pas de surplus restent encore en dehors de ces circuits. La lutte contre la pauvreté rurale nécessite aussi un accroissement de la dimension des exploitations et un accompagnement par une politique de développement rural.

L'organisation collective est aussi indispensable pour assurer la durabilité financière des services d'irrigation. Qu'il s'agisse des comités d'usagers efficaces dans les grands systèmes publics ou des associations d'usagers pour les

² <http://www.waterfootprint.org>

³ <http://www.agwaterforafrica.org/>

aménagements transférés, l'organisation des irrigants est indispensable pour développer une gestion professionnelle des équipements, contrepartie nécessaire et légitime de leur financement sur fonds publics. Cette organisation collective, qui souvent puise sa force dans une des organisations villageoises ou coopératives de filières existantes, devient essentielle quand l'eau est rare, qu'elle doit être partagée selon la valeur économique de l'eau allouée aux diverses cultures irriguées, ou même qu'elle doit être allouée à d'autres usages prioritaires. C'est souvent sur la question des eaux souterraines que la tension – et l'incompréhension – entre usages est la plus forte. S'agissant d'eaux cachées, même en France, les outils collectifs de régulation et de négociation n'ont pas fait les mêmes progrès que pour les eaux de surface, où les systèmes de quotas d'eau modulables et de tarifications incitatives spécifiques à l'agriculture irriguée assurent la résilience de la conservation de l'eau pour l'environnement. En Inde par exemple, l'accès des agriculteurs aux nappes phréatiques est politiquement protégé, même au risque de laisser en déshérence les grands canaux publics ou même en provoquant un dangereux abaissement des niveaux, car il a apporté une contribution essentielle à la croissance de la production agricole et à la lutte contre la pauvreté rurale. Quels outils de négociation et de régulation pour la gestion des eaux souterraines ? Voilà un sujet transversal qui n'est pas épuisé. En France, avec la mise en œuvre de la directive cadre européenne sur l'eau

(DCE), accélérée par le Grenelle de l'environnement, se présente l'opportunité de mobiliser les acteurs dans le domaine de l'eau (Medad, 2008). Les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et les programmes de mesures qui les accompagnent sont en cours d'approbation par les six comités de bassins. Ils comportent d'importants financements pour la lutte contre les pollutions diffuses et déclinent de nombreuses actions pour améliorer les pratiques agricoles. Le débat est vif sur l'efficacité environnementale de ces mesures, leur acceptabilité par les agriculteurs français, le bien-fondé de leur coût pour la collectivité nationale. Avec un peu de recul, on voit que, même s'il lui reste des progrès à accomplir, le modèle de l'exploitation familiale française hautement productive n'est pas loin de l'exploitation « écologiquement intensive » qui émerge dans les concepts internationaux. La France ne devrait pas persister – par précaution – dans un certain renoncement à la production agricole alors que nous avons l'un des meilleurs potentiels agricoles du monde et que nous constatons le fort impact du changement climatique sur nos voisins du Sud de la Méditerranée. Avec le savoir-faire accumulé par plusieurs générations de professionnels, des transferts et des adaptations de connaissances et de bonnes pratiques pourraient être utiles pour aider les producteurs agricoles du Sud à assurer durablement et à prix acceptable la sécurité alimentaire de leurs populations. La France a la chance d'accueillir à Marseille le 6^e Forum mondial de l'eau en 2012. Gageons que cela sera l'occa-

sion d'explicitier les enjeux complexes qui nouent l'eau, l'énergie et l'alimentation. C'est, entre autres, pour mieux comprendre ces enjeux qu'a été entrepris le rapprochement des quatre associations françaises du domaine de l'eau : l'Académie de l'eau, l'Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement (ASTEE), la Société hydrotechnique de France (SHF) et l'Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage, (AFEID, affiliée à la CIID). Cela devrait aussi aider à poser plus clairement les questions de recherches transversales et à participer activement aux controverses sur l'eau, qui font progresser la décision publique vers des solutions de long terme. Ce numéro thématique des *Cahiers Agricultures* contribuera sûrement à ces débats. ■

Références

- Banque mondiale, 2006. *Reengaging in agricultural water management, challenges and options*. Washington (DC) : World Bank. http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/DID_AWM.pdf.
- GIEC, 2007. *Changements climatiques 2007. Rapport de synthèse*. Genève : GIEC. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf.
- Kuper M, Bouarfa S, 2009. Irrigation management in North-Africa. *Irrig Drain* 58 (Special issue 3) : s231-369.
- Medad, 2008. Grenelle de l'environnement, Comité opérationnel n° 17 « Eau ». *Rapport au ministre d'État, ministre de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables présenté par le député André Flajolet*. Paris : Medad. <http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/084000506/0000.pdf>.
- Schultz B, Tardieu H, Vidal A, 2009. Role of water management for global food production and poverty alleviation. *Irrig Drain* 58 (Special issue 3) : s3-21.

Henri Tardieu (1946-2010)



Henri Tardieu nous a quittés le 2 avril 2010.

Passionné par l'eau et l'environnement, il était devenu Ingénieur du génie rural, des eaux et des forêts après avoir été l'un des plus jeunes diplômés de l'École polytechnique.

Originaire de la région parisienne, il commence sa carrière professionnelle dans le développement agricole au Sénégal et en Algérie. En 1974, il entre à la Compagnie d'aménagement des Coteaux de Gascogne (CACG) dont il deviendra directeur général en 1990 et qu'il quittera à sa retraite en 2007. Tout au long de ces années, il a contribué à la définition de la majorité des schémas d'aménagement hydraulique de bassin en Adour-Garonne, participé au développement de la gestion intégrée des associations syndicales autorisées (ASA) d'irrigation, lancé les commissions de concertation par rivière, dont celle du système Neste, et contribué à la définition et à la mise en œuvre des pratiques modernes d'une gestion quantitative de l'eau. C'est également dans le cadre de son mandat de directeur général qu'il accompagne l'insertion régionale de la CACG dans les collectivités locales. Depuis 2007, Henri Tardieu demeurait très impliqué dans les réflexions conduites au sein de sa région en tant que membre du comité de bassin Adour-Garonne, et depuis peu membre du Conseil économique et social régional de Midi-Pyrénées.

Sa profonde connaissance de l'agriculture irriguée et de l'aménagement des territoires du Sud-Ouest de la France a permis à Henri Tardieu de développer une vision originale de la gestion de l'eau fondée sur le partage et la solidarité. Tout au long de sa carrière, il a su la faire partager en France et à l'international en tant que président de l'Association française pour l'eau, l'irrigation et le drainage (AFEID) et de vice-président de la Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID).

Henri Tardieu avait à cœur que l'AFEID porte des messages forts sur l'eau et l'alimentation. Il a ainsi contribué à rapprocher l'AFEID de l'Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement, de la Société hydrotechnique de France et de l'Académie de l'eau, afin de développer des synergies pour leur assurer un plus grand rayonnement local, national, et international. Il participait activement à la définition de la position gouvernementale française lors des forums mondiaux de l'eau. Il soutenait aussi les initiatives de l'AFEID pour faire vivre le débat sur l'eau, l'agriculture et l'environnement dans les territoires français.

Au sein de la CIID, Henri Tardieu a été le maître d'œuvre de la réorganisation des activités techniques. Il y a également animé les réflexions sur le thème de la stratégie de gestion de l'eau par bassin hydrographique et ce, jusqu'à la dernière réunion à New Delhi en décembre 2009. Il a présidé l'équipe chargée de préparer un rapport sur la durabilité socio-économique des services fournis par les projets d'irrigation, de drainage et de maîtrise des crues, qui sert depuis plusieurs années de référence à la Banque mondiale. L'an dernier, il a contribué de manière remarquable à la prise de position de la CIID sur le thème « L'eau et la nourriture pour mettre fin à la pauvreté et la faim » au 5^e Forum mondial de l'eau à Istanbul.

Pour citer cet article : Bouarfa S, Brelle F, Rieu T, Torterotot JP, Vidal A, Villocel A, 2011. Henri Tardieu (1946-2010). *Cah Agric* 20 : 8-9. doi : 10.1684/agr.2011.0479

Hommage

Henri Tardieu était convaincu de l'importance de l'enseignement et de la recherche pour penser et construire les nouveaux paradigmes d'un secteur qui dépasse la vision de l'ingénieur, et dont la maîtrise constitue l'une des clés de la satisfaction des besoins alimentaires de l'humanité.

Henri Tardieu, enfin, était proche des jeunes et aimait enseigner. Depuis les années 1990, il donnait régulièrement des conférences à AgroParisTech, sur les équilibres à trouver entre agriculture irriguée et environnement. La base de ses cours reposait sur son métier exercé à la CACG, mais aussi sur ses nombreuses expertises internationales, dans lesquelles il trouvait les ressorts pour illustrer son propos et provoquer les étudiants au débat. Mais s'il est un projet qui suscita particulièrement son enthousiasme, c'est la mise en place d'un séminaire annuel sur la gestion de l'eau, ouvert aux doctorants du Nord comme du Sud, sous l'égide de l'AFEID et de l'unité mixte de recherche (UMR) G-Eau. Il s'y impliqua chaque année, dans la revue des présentations, et dans la présidence des ateliers ; il apportait alors au doctorant le regard du professionnel et de l'employeur sur les travaux et leur utilité sociale. Il trouvait là un complément indispensable, expliquait-il, aux comités de thèse, puis aux jurys auxquels il participait régulièrement.

Son charisme, ses compétences, sa curiosité intellectuelle et sa bonne humeur étaient unanimement appréciés, ce dont témoignent les très nombreux messages de peine, d'amitié et d'admiration de celles et ceux qui l'ont connu dans tous les cercles auxquels il participait, français et internationaux. ■

*Sami Bouarfa*¹
<sami.bouarfa@cemagref.fr>

*François Brelle*²
<francois.brelle@canal-de-provence.com>

*Thierry Rieu*³
<rieu@agroparistech.fr>

*Jean-Philippe Torterotot*⁴
<jean-philippe.torterotot@cemagref.fr>

*Alain Vidal*⁵
<a.vidal@cgiar.org>

*Alain Villocel*⁶
<a.villocel@cacg.fr>

¹Cemagref/UMR G-Eau

²Société du Canal de Provence

³AgroParisTech

⁴Cemagref

⁵CGIAR-CPWF

⁶Compagnie d'aménagement des Coteaux de Gascogne

Les agricultures irriguées face à de nouveaux défis

Jean-Yves Jamin¹
Sami Bouarfa²
Jean-Christophe Poussin³
Patrice Garin²

¹ Cirad
UMR G-Eau
73, rue Jean-François Breton
TA C-90/15
34398 Montpellier cedex 5
France
<jamin@cirad.fr>

² Cemagref
UMR G-Eau
365, rue Jean-François Breton
BP 5095
34196 Montpellier
France
<sami.bouarfa@cemagref.fr>
<patrice.garin@cemagref.fr>

³ IRD
UMR G-Eau
361, rue Jean-François Breton
BP 5095
34196 Montpellier cedex 05
France
<jean-christophe.poussin@ird.fr>

Résumé

L'irrigation concerne 18 % des terres cultivées et assure plus de 40 % de l'alimentation mondiale. Si la productivité à l'hectare de l'agriculture irriguée est plus élevée et plus régulière que celle de l'agriculture pluviale, l'irrigation est cependant plus contraignante à bien des égards : investissements élevés, charges de fonctionnement et de maintenance importantes, systèmes de cultures intensifs très dépendants des filières en amont (agrofournitures) et en aval (mise en marché), gestion collective souvent obligatoire, partage de l'eau devant être négocié avec les autres usagers. Ce numéro thématique fait état, de manière non exhaustive, des nouvelles problématiques de l'irrigation, des grandes évolutions en cours, de leurs enjeux et des problèmes qu'elles posent. À partir d'études de situations agraires localisées en Europe, en Asie, au Maghreb et en Afrique subsaharienne, trois grandes problématiques sont abordées : (i) l'innovation technique et l'amélioration des performances de l'agriculture irriguée ; (ii) les nouvelles formes de gestion de l'eau et des terres au sein des périmètres collectifs ; et (iii) les tensions autour de l'irrigation dans les territoires.

Mots clés : approches participatives ; eau ; gestion des ressources ; gouvernance ; innovation ; irrigation ; nappe souterraine ; système d'exploitation agricole.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

Irrigated agriculture facing new challenges

Irrigated agriculture covers 18% of cropped areas and produces 40% of world food. Its productivity per hectare is higher than rain-fed agriculture, but constraints are also more demanding: high investment, important running and maintenance costs, intensive cropping systems tightly dependent upon commercial chains, collective management often necessary, sharing water with other users. This special issue gives a non-exhaustive view of new irrigation problematics, current trends, opportunities, challenges and potential problems. Based on case studies in Europe, Asia, North and Sub-Saharan Africa, three main issues are discussed: (i) technical innovation and improvement of irrigation performance; (ii) new land and water management institutions; and (iii) tensions surrounding irrigation issues inside territories.

Key words: farming systems; governance; groundwater table; innovation; irrigation; participatory approaches; resource management; water.

Subjects: economy and rural development; natural resources and environment; water.

Les spécificités de l'irrigation

L'irrigation est probablement à l'origine de la structuration de nombreuses sociétés antiques (Weber, 1909 ; Francfort et Lecomte, 2002 ; Mouton, 2004) : la dimension nécessairement collective de la construction des ouvrages de captage et de transfert d'eau (avant la diffusion massive des pompes immergées), l'importance des investissements, mais aussi la concentration dans un espace restreint d'une très forte production, ont justifié un étroit contrôle politique, allant jusqu'au *despotisme oriental* de Wittfogel (1957). Ce contrôle a été relancé aux ^{xix}^e et ^{xx}^e siècles, lorsque des projets d'irrigation de grande ampleur ont mobilisé des fonds publics très importants et ont conduit à adapter les politiques économiques, sociales et foncières (Magasa, 1978 ; Gilmartin, 1994 ; Bernal, 1997 ; Wehr, 2004 ; Molle *et al.*, 2009). L'irrigation concernait environ 10 % des terres cultivées en 1960. Aujourd'hui, 18 % des terres sont irriguées (Siebert *et al.*, 2005) et produisent plus de 40 % de l'alimentation mondiale (OCDE, 2002). Si sa productivité à l'hectare est généralement plus élevée et plus régulière que celle de l'agriculture pluviale, l'agriculture irriguée est aussi plus contraignante à bien des égards.

1. Les infrastructures hydrauliques nécessitent des investissements élevés – 3 000 à 20 000 euros/ha – qui doivent être amortis sur le très long terme (20 à 50 ans) et qui font souvent appel à des fonds publics ;
2. Ces aménagements engendrent des charges de fonctionnement et de maintenance importantes ;
3. Le surcoût global qui en résulte n'est justifié qu'avec des systèmes de cultures plus intensifs, ce qui génère une dépendance accrue aux performances des filières en amont (agro-fournitures) et en aval (transformation et commercialisation des produits) ;
4. La gestion collective est obligatoire pour répartir l'eau et les charges entre bénéficiaires quand il s'agit de périmètres irrigués partagés (Ostrom et Ostrom, 1977 ; Ostrom, 1992) ;
5. Le partage, entre des usages en concurrence, de ce bien commun qu'est l'eau, impose une coordination problématique avec le reste de la société

afin d'éviter la surexploitation de la ressource (Hardin, 1968 ; Ostrom *et al.*, 1999) ; il faut aussi se prémunir des risques de pollution des eaux et des sols.

L'émergence de l'irrigation individuelle

Considérée dans les années 1960 et 1970 comme un des piliers de la révolution verte et placée au centre des politiques agricoles et hydrauliques, l'irrigation a connu une période de désintérêt à partir du milieu des années 1980 et au cours des deux décennies suivantes. États et bailleurs de fonds, déçus par les résultats mitigés fournis par l'agriculture irriguée au regard des importants fonds publics mobilisés, ont fortement réduit leurs investissements pour la création d'infrastructures hydrauliques et l'aménagement de nouvelles terres irrigables (Turrall *et al.*, 2010), que ce soit dans le cadre de grands aménagements ou de périmètres villageois. Ce désengagement a d'ailleurs touché tout le secteur agricole et s'est aussi traduit par une dérégulation économique. Cela a contribué à l'instabilité des prix et à la crise alimentaire de la fin des années 2000, même si celles-ci trouvent aussi des origines dans le fonctionnement des marchés mondiaux (Banque mondiale, 2008 ; Caron, 2008 ; Madramootoo et Fyles, 2010). Mais le recul des investissements publics dans les grands périmètres a été en partie compensé par une très forte expansion de l'irrigation individuelle. Les avancées technologiques sur les performances des pompes immergées offrent en effet aujourd'hui des possibilités inédites d'accès individuel à des eaux souterraines situées à plusieurs dizaines, voire centaines, de mètres de profondeur. L'irrigation individuelle s'est aussi développée au sein même des périmètres collectifs, en exploitant directement rivières et nappes, pour pallier l'absence d'interventions sur des réseaux collectifs défaillants ou inadaptés. Ce développement s'est fait en dérogation aux règles très strictes de gestion des réseaux, mais souvent avec l'autorisation tacite, voire formelle, des pouvoirs publics qui trouvaient là un moyen de contenter le secteur agricole à moins

dres frais. Cette innovation, qualifiée de « *groundwater revolution* » par Giordano et Villholth (2007) ou de « *groundwater economy* » par Shah (2007), est générale et sans précédent dans l'histoire de l'irrigation. Cette irrigation individuelle, devenue majoritaire en France (Gleyses et Rieu, 2004), concerne la moitié des superficies irriguées en Asie du Sud (Giordano et Villholth, 2007), l'une des régions les plus irriguées du monde ; elle est également très importante dans les pays du Maghreb (Kuper *et al.*, 2009).

Des perspectives contradictoires des politiques d'irrigation

À long terme, l'irrigation est soumise à deux évolutions, l'une favorable à son expansion, l'autre pouvant, au contraire, remettre en cause son importance.

D'un côté, la demande sociale vis-à-vis de l'irrigation pourrait s'accroître dans les régions où le changement climatique altérerait significativement les potentialités de l'agriculture pluviale. En effet, une augmentation des températures moyennes et une plus forte demande évaporative conjuguée, dans certaines régions, à un aléa pluviométrique plus important, fragiliseront la production agricole non irriguée. En outre, la croissance démographique, au moins jusqu'en 2050, et ses déséquilibres, généreront une progression constante de la demande de produits alimentaires. Cette croissance a pour conséquence directe l'augmentation de la demande en céréales et tubercules. À cet effet primaire, s'ajoute celui de la hausse du niveau de vie et de la demande en produits d'origine animale ; or, il faut 5 à 7 kg de céréales, soit environ 15 000 litres d'eau, pour produire 1 kg de viande de bœuf (<http://www.waterfootprint.org>). La consommation alimentaire mondiale moyenne journalière passerait ainsi de 3 000 kcal par personne aujourd'hui, à 3 600 kcal par personne en 2050 (Molden *et al.*, 2007 ; Paillard *et al.*, 2010). À la demande d'eau pour satisfaire la

production alimentaire viendront s'ajouter celles des populations urbaines et des activités industrielles en forte croissance dans les pays émergents.

A contrario, des contraintes économiques, sociales et environnementales freinent le développement de l'irrigation. L'expansion de l'irrigation se heurte en particulier aux réticences pour développer de nouveaux ouvrages de stockage, coûteux et perturbants pour le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Le cadre réglementaire européen et les réflexions écologiques citoyennes se rejoignent pour mettre en débat le niveau des dotations d'eau concédées à l'agriculture irriguée. C'est le cas en France dans le Sud-Ouest (Fernandez, 2009), en Beauce (Bouarfa *et al.*, 2011) ou en Charente (Granjou et Garin, 2005 ; Loubier *et al.*, 2011). Mais aussi dans les pays émergents (mobilisation contre les grands barrages en Chine, en Afrique, au Brésil ou en Inde), où ces préoccupations peuvent être portées par les gouvernements, les bailleurs de fonds, les populations locales ou les ONG, mais rarement avec les mêmes priorités (Caubet, 2002).

Les projections récentes ne prévoient donc qu'une faible extension des superficies irriguées pour atteindre, au plus, 18 à 20 % des terres cultivées à l'horizon 2050 (Turrall *et al.*, 2010 ; Paillard *et al.*, 2010). Les nouveaux aménagements concerneraient principalement l'Afrique subsaharienne où l'irrigation est encore relativement peu développée.

L'esprit de ce numéro thématique des *Cahiers Agricultures* est de faire état, de manière non exhaustive, des nouvelles problématiques de l'irrigation, de dégager les principales lignes de force des évolutions en cours, leurs enjeux mais aussi les problèmes qu'elles posent, à partir d'une palette d'études de cas. Ces exemples concernent différents types de systèmes irrigués, individuels ou collectifs, au sein de petits ou de grands aménagements hydrauliques, modernes ou traditionnels, gravitaires ou sous pression, dans des contextes socio-économiques et institutionnels variés, en Europe, en Asie, au Maghreb et en Afrique subsaharienne. Trois grandes problématiques sont abordées :

- l'innovation technique et l'amélioration de performances de l'agriculture irriguée ;

- les nouvelles formes de gestion de l'eau et des terres au sein des périmètres collectifs ;

- les tensions autour de l'irrigation dans les territoires.

L'innovation technique et l'amélioration des performances de l'agriculture irriguée

Longtemps promoteurs volontaristes du productivisme, les États n'en ont plus aujourd'hui les moyens, ni peut-être l'ambition. Tant au plan des moyens humains que financiers, ils ont de plus en plus de mal à assurer la diffusion des nouvelles techniques et à élaborer des mécanismes d'incitation efficaces. Depuis leur désengagement, les innovations individuelles se multiplient et les systèmes de cultures irrigués se diversifient. C'est particulièrement vrai en Afrique de l'Ouest, où les États ont très peu de moyens (Barbier *et al.*, 2011). Les réseaux socioprofessionnels des agriculteurs ont alors tendance à s'y substituer pour permettre la diffusion des innovations techniques. C'est ce que Bouzidi *et al.* (2011) et Benouniche *et al.* (2011) ont observé au Maghreb pour la diffusion du goutte-à-goutte. Pour intensifier leur production, pour améliorer l'usage de certains facteurs, notamment le travail, les agriculteurs adoptent, adaptent, voire imaginent, de nouvelles techniques ou cultures : ils innoveront. La diversité de pratiques qui en découle met en défaut les méthodes utilisées par les offices étatiques pour évaluer les performances des systèmes irrigués, d'autant que leur connaissance des diverses pratiques paysannes est souvent faible (Barbier *et al.*, 2011). La construction de typologies des pratiques est un moyen de rendre compte de cette diversité tout en la simplifiant (Bouarfa *et al.*, 2011 ; Jourdain *et al.*, 2011a ; Jourdain *et al.*, 2011b ; Le Bars *et al.*, 2011). L'évaluation de performances multicritères requiert de nouveaux indicateurs (Le Grusse *et al.*, 2009).

Les nouvelles formes de gestion de l'eau et du foncier au sein des périmètres irrigués

Les États ont été amenés, plans d'ajustement obligent, à abandonner une partie de leurs prérogatives en matière de gestion des périmètres publics collectifs. Ils ont donc transféré tout ou une partie des fonctions de gestion des infrastructures et de l'eau vers des associations d'usagers de l'eau (*water user associations*). Souvent créées pour l'occasion sur un modèle imposé, ces structures associatives sont peu à peu réappropriées par les agriculteurs et les autres acteurs des filières irriguées, et finalement elles se révèlent très diversifiées, comme cela a été montré tant au Maghreb (Bekkari et Yopez del Castillo, 2011 ; Riaux, 2011 ; Sraïri *et al.*, 2011) que dans des sociétés asiatiques post-collectivistes comme au Vietnam (Jourdain *et al.*, 2011b). Les périmètres publics voient aussi se développer en leur sein les pompes individuelles pour pallier les contraintes des réseaux collectifs. L'usage, faiblement régulé ou de manière informelle, de ces ressources (eau souterraine, eau de drainage) prend souvent le pas sur celui du réseau public. Au Maghreb, Ammar Boudjellal *et al.* (2011) montrent que le secteur irrigué informel est porteur d'innovations techniques même s'il peut aussi engendrer des risques environnementaux et sociaux, tandis que Bchir (2011) met en évidence un comportement coopératif plus élevé chez ces agriculteurs irrigués que ne le laissait présager un test classique en économie expérimentale. La libéralisation de l'accès à l'irrigation touche aussi le statut foncier des aménagements. Souvent, les États contrôlaient étroitement les transactions foncières sur les périmètres pour maîtriser la liste des ayants droit, surveiller le paiement des redevances ou pour imposer des cultures considérées comme stratégiques. On observe aujourd'hui l'émergence, ou la résurgence, de modes de faire-valoir indirect, comme la sous-location de terres irriguées, ou encore l'adaptation/le contournement/l'interprétation des lois pour s'approprier des terres. Mais

cette libéralisation peut menacer l'avenir des agriculteurs les plus pauvres, comme cela a été mis en évidence au Maghreb (Ammar Boudjellal *et al.*, 2011 ; Amichi *et al.*, 2011), en Asie du Sud-Est (Jourdain *et al.*, 2011a) ou en Afrique de l'Ouest (Bélières *et al.*, 2011 ; Brondeau, 2011).

Bien que souvent illicites, ces dynamiques d'accès individuel à l'eau et à la terre sont largement tolérées par les États et leurs représentants locaux. Ils ne sont pas le signe d'un désordre total, puisque d'autres formes d'organisation prennent localement le relais. Elles assurent la nécessaire coordination entre les acteurs qui partagent les mêmes ressources – eau et terre – et qui ont un même besoin de capital, ressource externe au système, pour valoriser les deux premières. Cela a pu être observé aussi bien en Asie (Jourdain *et al.*, 2011b) qu'en Afrique de l'Ouest (Adamczewski *et al.*, 2011 ; Venot et Cecchi, 2011) ou au Maghreb (Amichi *et al.*, 2011). Pour rendre compte de l'existence et du fonctionnement de ces dispositifs informels, voire aider à faire émerger des organisations collectives ou résoudre des conflits, les travaux de recherche font participer les acteurs en utilisant des méthodes fondées sur les jeux (jeux de rôles, simulations, économie expérimentale), comme l'ont fait Queste *et al.* (2011) en Asie, ou Bchir (2011) et Le Bars *et al.* (2011) au Maghreb.

Les tensions autour de l'irrigation dans les territoires

Le besoin vital d'eau domestique, le rôle central de l'eau dans le fonctionnement des écosystèmes, l'importance stratégique de cette ressource pour tous les secteurs d'activités (de l'agriculture irriguée au tourisme en passant par l'industrie, l'énergie hydroélectrique ou nucléaire), tout cela confère à l'eau un statut de bien public qui légitime un dispositif étatique de contrôle pour son accès et d'arbitrage entre ses usagers.

Or, la forte expansion de l'irrigation ces dernières décennies, notamment par les pompes individuelles en rivière et dans les nappes, s'est opérée

sans régulation effective ni contrôle de l'adéquation entre ces demandes croissantes et la disponibilité des ressources en eau. Ce constat vaut pour les pays du Sud comme pour les pays du Nord. En France, par exemple, l'obligation de comptage des prélèvements d'eau dans le milieu, inscrite dans la loi sur l'eau de 1992, n'a connu un début d'application qu'en 2007, et il existe encore des zones où les points de prélèvements agricoles ne sont pas tous déclarés. De conjoncturels les années sèches, les déficits entre la ressource disponible et la demande en eau, notamment agricole, sont devenus structurels dans de nombreuses régions (Montginoul, 2011). Les préoccupations environnementales de plus en plus prégnantes, et la répétition des situations problématiques pour satisfaire les besoins en eau domestique, obligent aujourd'hui à une remise en question des volumes importants alloués à l'irrigation. Deux types de réponses émergent. La première consiste à construire des règles collectives de partage de l'eau au sein du monde agricole pour adapter les systèmes de culture à une offre d'eau beaucoup plus restreinte (Bouarfa *et al.*, 2011). Pour la seconde, il s'agit de constituer des réserves pendant les périodes hivernales pluvieuses, qui seront utilisables en été pour l'irrigation, en substitution des prélèvements dans les nappes et cours d'eau. La légitimité du financement public de ces réserves de substitution, leur rentabilité et leur équité sont alors des questions explicitement posées (Loubier *et al.*, 2011).

De fortes tensions apparaissent aussi sur le foncier. Elles sont liées aux enjeux alimentaires mondiaux et à la plus-value accordée aux terres quand elles deviennent irrigables. Les exploitations familiales sont alors en concurrence pour la terre avec des investisseurs privés ou des États étrangers, comme au Mali (Bélières *et al.*, 2011 ; Brondeau, 2011). Le contexte est, de plus, parfois compliqué par une décollectivisation inachevée, comme en Algérie (Amichi *et al.*, 2011).

Quelles agricultures irriguées pour demain ?

Les infrastructures des aménagements créés au xx^e siècle ont été conçues par

des ingénieurs pour un modèle dirigiste et centralisé de mise en valeur (Kuper, 2011). La puissance publique y jouait un rôle majeur, tant dans la gestion de l'eau que dans le choix des productions et de leur commercialisation. Aujourd'hui, ce modèle est, pour tout ou partie, devenu obsolète : libéralisation des assolements et des filières, privatisation des usines de transformation, ouverture des marchés, évolutions foncières... La dégradation des réseaux, faute d'entretien (du fait du non-paiement des redevances ou de carences de gestion), et leur conception ancienne, souvent destinée à d'autres cultures (tour d'eau, irrigation gravitaire, planage des parcelles...), font qu'ils ne répondent fréquemment plus aux besoins actuels des agriculteurs. Ces carences sont pour partie palliées par des initiatives locales peu conventionnelles : développement des pompes individuelles, location – ou sous-location – des terres, équipement en goutte-à-goutte à partir de matériels d'occasion... Parce qu'actuellement peu encadrées et peu coordonnées, ces initiatives intéressantes sont porteuses de risques, par exemple en termes de surexploitation des ressources ou de déséquilibres sociaux.

Fortement affectés par les spéculations sur les marchés internationaux des produits agricoles, les États souhaitent reconquérir une plus grande souveraineté alimentaire, sans pour autant se lancer dans un encadrement direct de la production comme dans les années 1960-1970. Aujourd'hui, l'enjeu des nouvelles politiques agricoles et hydrauliques est d'encourager, les dynamiques locales portées par les agricultures familiales ou les petites entreprises privées. L'officialisation de ces dynamiques par des dispositions réglementaires adaptées ou des subventions reste en effet délicate, car les États sont peu enclins à renier leurs bases idéologiques et législatives et disposent de peu de moyens incitatifs. En outre, la prédominance actuelle du modèle de partenariat public-privé donne plus d'écoute aux chants des grands investisseurs privés et internationaux à la recherche de terres et d'eau. Ces chants sont dangereux, car cet accaparement foncier (*land grabbing*), dans un contexte où les ressources en terres, notamment celles qui sont irrigables, et en eau, sont déjà très

largement exploitées, ne peut se faire qu'au détriment d'autres formes d'agriculture. Le danger est d'autant plus grand que, dans bon nombre de pays du Sud, les capacités régulatrices de l'État sont aujourd'hui beaucoup plus faibles que par le passé. Mais c'est aussi le cas de pays du Nord, où le souci de garantir la libre entreprise reste, de fait, très présent dans les décisions publiques, malgré des discours très volontaires sur la sécurité alimentaire et la gestion des biens publics mondiaux. Les tensions internationales sur l'eau, la montée des préoccupations environnementales et la remise en cause de la part importante de l'eau que mobilise l'agriculture irriguée, poussent aussi à adopter des systèmes irrigués qui valorisent mieux l'eau. Au-delà du slogan « *more crop per drop* » repris par tous, il convient de s'interroger sur la faisabilité des changements que cela implique : capacité des petits agriculteurs à investir pour passer de l'irrigation gravitaire au goutte-à-goutte, ou possibilité d'opérer des changements de culture radicaux pour économiser l'eau. L'irrigation s'est développée en France avec l'expansion du maïs, parce qu'il y avait une forte demande émanant de l'élevage et de l'industrie. Au Sahel, la riziculture reste dominante dans l'irrigation, parce que le riz est devenu la base de l'alimentation des villes africaines de la région. Changer les assolements pour faire plus de place à des techniques et des cultures moins gourmandes en eau, impose aussi de revoir le financement, l'organisation et les débouchés de la production agricole.

Dans ce contexte, il appartient à la recherche de continuer à analyser les innovations multiples qui émergent dans les agricultures irriguées, à en évaluer le potentiel mais aussi les risques, au regard des enjeux de société sur le partage des ressources en eau et sur les questions de durabilité. Cela permettra de montrer qu'il existe des alternatives aux modèles de type partenariat public-privé, et surtout de préciser dans quelle mesure elles sont viables sur les plans sociaux, économiques et environnementaux. Cela pourra éclairer les arbitrages que devront faire les décideurs entre différentes utilisations possibles d'une eau de plus en plus disputée, mais aussi entre des options de souveraineté alimentaire et des options d'ouverture des marchés. ■

Références

- Adamczewski A, Hertzog T, Dosso M, Jouve P, Jamin JY, 2011. L'irrigation peut-elle se substituer aux cultures de décrue ? La dépression du lac Horo (Nord Mali). *Cah Agric* 20 : 97-104. doi: 10.1684/agr.2011.0469.
- Amichi H, Bazin G, Chehat F, Ducourtieux O, Fusillier JL, Hartani T, *et al.*, 2011. Enjeux de la reconstitution des exploitations agricoles collectives des grands périmètres irrigués en Algérie : le cas du Bas-Cheliff. *Cah Agric* 20 : 150-6. doi: 10.1684/agr.2010.0459.
- Ammar Boudjellal A, Bekkar Y, Kuper M, Errahj M, Hammani A, Hartani T, 2011. Analyse des arrangements informels pour l'accès à l'eau souterraine sur les périmètres irrigués de la Mitidja (Algérie) et du Tadla (Maroc). *Cah Agric* 20 : 85-91. doi: 10.1684/agr.2010.0458.
- Banque mondiale, 2008. *Rapport sur le développement dans le monde. L'agriculture au service du développement*. Washington (DC) : Banque mondiale.
- Barbier B, Ouedraogo H, Dembélé Y, Yacouba H, Barry B, Jamin JY, 2011. L'agriculture irriguée dans le Sahel ouest africain. Diversité des pratiques et des performances. *Cah Agric* 20 : 24-33. doi: 10.1684/agr.2011.0475.
- Bchir MA, 2011. Quel comportement coopératif chez les irrigants ? L'économie expérimentale à l'épreuve du terrain. *Cah Agric* 20 : 92-6. doi: 10.1684/agr.2011.0468.
- Bekkari L, Yezpe del Castillo I, 2011. L'appropriation du modèle d'association d'usagers de l'eau par une communauté villageoise du Moyen Atlas au Maroc. *Cah Agric* 20 : 73-7. doi: 10.1684/agr.2011.0474.
- Bélières JF, Hilhorst T, Kébé D, Keita MS, Keita S, Sanogo O, 2011. Irrigation et pauvreté : le cas de l'Office du Niger au Mali. *Cah Agric* 20 : 144-9. doi: 10.1684/agr.2011.0473.
- Benouniche M, Kuper M, Poncet J, Hartani T, Hammani A, 2011. Quand les petites exploitations adoptent le goutte-à-goutte : initiatives locales et programmes étatiques dans le Gharb au Maroc. *Cah Agric* 20 : 40-7. doi: 10.1684/agr.2011.0476.
- Bernal V, 1997. Colonial moral economy and the discipline of development: the Gezira scheme and "modern" Sudan. *Cult Anthropol* 12 : 447-79.
- Bouarfa S, Brunel L, Granier J, Mailhol JC, Morardet S, Ruelle P, 2011. Évaluation en partenariat des stratégies d'irrigation en cas de restriction des prélèvements dans la nappe de Beauce (France). *Cah Agric* 20 : 124-9. doi: 10.1684/agr.2010.0461.
- Bouzidi Z, Abdellaoui EH, Faysse N, Billaud JP, Kuper M, Errahj M, 2011. Dévoiler les réseaux locaux d'innovation dans les grands périmètres irrigués. Le développement des agrumes dans la plaine du Gharb au Maroc. *Cah Agric* 20 : 34-9. doi: 10.1684/agr.2011.0471.
- Brondeau F, 2011. L'agrobusiness à l'assaut des terres irriguées de l'Office du Niger (Mali). *Cah Agric* 20 : 136-43. doi: 10.1684/agr.2011.0472.
- Caron P, 2008. La crise alimentaire n'en cache pas une autre, agricole... Mais repenser l'agriculture devient plus que jamais une priorité ! *Cah Agric* 17 : 423-5.
- Caubet CG, 2002. L'impact des grands barrages. *Ecol Polit* 25 : 77-86.
- Fernandez S, 2009. *Si la Garonne avait voulu... Étude de l'étiologie déployée dans la gestion de l'eau de la Garonne, en explorant l'herméneutique sociale qui a déterminé sa construction*. Thèse AgroParisTech. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00466462/fr/>.
- Francfort HP, Lecomte O, 2002. Irrigation et société en Asie centrale des origines à l'époque achéménide. *Ann HSS* 3 : 625-63.
- Gilmartin D, 1994. Scientific empire and imperial science: colonialism and irrigation technology in the Indus basin. *J Asian Stud* 53 : 1127-49.
- Giordano M, Villholth KG, eds., 2007. *The Agricultural groundwater revolution: Opportunities and threats to development*. Wallingford (UK) ; Colombo (Sri Lanka) : CABI ; IWMI.
- Gleyses G, Rieu T, 2004. *L'irrigation en France. État des lieux 2000 et évolution*. Antony : Cemagref éditions.
- Granjou C, Garin P, 2005. Organiser la proximité entre usagers de l'eau : le cas de la gestion volumétrique dans le bassin de la Charente. *Développement durable et territoires*, dossier 7. <http://developpementdurable.revues.org/document.html?id=2694>.
- Hardin G, 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162 : 1243-8.
- Jourdain D, Quang DD, Cuong TPV, Jamin JY, 2011. Différenciation des exploitations agricoles dans les montagnes du Nord du Vietnam : le rôle clé de l'accès à l'eau ? *Cah Agric* 20 : 48-59. doi: 10.1684/agr.2011.0470.
- Jourdain D, Rakotofiringa A, Quang DD, Valony MJ, Vidal R, Jamin JY, 2011. Gestion de l'irrigation dans les montagnes du Nord du Vietnam : vers une autonomie accrue des irrigants ? *Cah Agric* 20 : 78-84. doi: 10.1684/agr.2010.0464.
- Kuper M, 2011. Des destins croisés : regards sur 30 ans de recherches en grande hydraulique. *Cah Agric* 20 : 16-23. doi: 10.1684/agr.2011.0467.
- Kuper M, Bouarfa S, Errahj M, Faysse N, Hammani A, Hartani T, *et al.*, 2009. A crop needs more than a drop: towards a new praxis in irrigation management in North Africa. *Irrig Drain* 58 : S231-9.
- Le Bars M, Le Grusse P, Albouchi L, Poussin JC, 2011. Un jeu de simulation pour préparer une gouvernance de l'eau : une expérience en Tunisie centrale. *Cah Agric* 20 : 105-11. doi: 10.1684/agr.2010.0463.
- Le Grusse P, Mailhol J, Bouaziz A, Zairi A, Raki M, Chabaca M, *et al.*, 2009. Indicators and framework for analysing the technical and economic performance of irrigation systems at farm level. *Irrig Drain* 58 : S307-19.
- Loubier S, Poussin JC, Gleyses G, Le Mat O, Garin P, 2011. Faut-il subventionner la création de réserves d'eau pour l'irrigation ? Une approche par la modélisation microéconomique. *Cah Agric* 20 : 157-64. doi: 10.1684/agr.2011.0484.
- Madramootoo CA, Fyles H, 2010. Irrigation in the context of today's global food crisis. *Irrig Drain* 59 : 40-52.
- Magasa A, 1978. *Papa commandant a jeté un grand filet devant nous. Les exploités des rives du Niger, 1902-1962*. Paris : Maspéro.
- Molden D, Frenken K, Barker R, de Fraiture C, Mati B, Svendsen M, Sadoff C, Finlayson CM, 2007.

Trends in water and agricultural development in water for food, water for life. London ; Colombo : Earthscan ; IWMI. <http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/>.

Molle F, Mollinga PP, Wester P, 2009. Hydraulic bureaucracies and the hydraulic mission: flows of water, flows of power. *Water Altern* 2 : 328-49.

Montginoul M, 2011. Des accords entre parties prenantes pour gérer l'impact des prélèvements agricoles individuels dans les nappes phréatiques ? Les enseignements de trois cas de gestion des pollutions diffuses. *Cah Agric* 20 : 130-5. doi: 10.1684/agr.2010.0466.

Mouton M, 2004. Irrigation et formation de la société antique dans les basses-terres du Yémen : un essai de modèle. *Syria* 81 : 81-104.

OCDE, 2002. *Transition to full-cost pricing of irrigation water for agriculture in OECD countries.* Paris : Organization for Economic Co-operation and Development. [http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocument/?doclanguage=en&cote=com/env/epoc/agr/ca\(2001\)62/final](http://www.oecd.org/officialdocuments/displaydocument/?doclanguage=en&cote=com/env/epoc/agr/ca(2001)62/final).

Ostrom E, 1992. *Crafting institutions for self-governing irrigation systems.* Oakland (USA) : ICS Press.

Ostrom E, Burger J, Field CB, Norgaard RB, Policansky D, 1999. Revisiting the commons: local lessons, global challenges. *Science* 284 : 278-82.

Ostrom V, Ostrom E, 1977. Public goods and public choices. In : Savas ES, ed. *Alternatives for delivering public services: toward improved performance.* Boulder (USA) : Westview Press.

Paillard S, Treyer S, Dorin B, eds., 2010. *Agrimonde. Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050.* Versailles : éditions Quae.

Queste J, Bousquet F, Gurung TR, Trébuil G, 2011. Jeux de rôles comme objets frontières dans un conflit de partage de l'eau d'irrigation au Bhoutan. *Cah Agric* 20 : 118-23. doi: 10.1684/agr.2010.0460.

Riaux J, 2011. Faut-il formaliser les règles de gestion de l'eau ? Une expérience dans le Haut Atlas. *Cah Agric* 20 : 67-72. doi: 10.1684/agr.2010.0465.

Shah T, 2007. The groundwater economy of South-Asia: An assessment of size, significance and socio-ecological impacts. In : Giordano M, Villholth KG, eds. *The agricultural groundwater revolution: Opportunities and threats to development.* Wallingford (UK) ; Colombo (Sri Lanka) : CABI ; IWMI.

Siebert S, Döll P, Hoogeveen J, Faures JM, Frenken K, Feick S, 2005. Development and validation of the global map of irrigation areas. *Hydrol Earth Syst Sci* 9 : 535-47.

Sraïri MT, Kuper M, Le Gal PY, 2011. Accompagnement d'exploitations laitières pour mieux valoriser l'eau d'irrigation dans la plaine du Tadla au Maroc. *Cah Agric* 20 : 60-6. doi: 10.1684/agr.2010.0462.

Turrall H, Svendsen M, Faures JM, 2010. Investing in irrigation: reviewing the past and looking to the future. *Agric Water Manage* 97 : 551-60.

Venot JP, Cecchi P, 2011. Valeurs d'usage ou performances techniques : comment apprécier le rôle des petits barrages en Afrique subsaharienne ? *Cah Agric* 20 : 112-7. doi: 10.1684/agr.2010.0457.

Weber M, 1909. *Économie et société dans l'antiquité.* Paris : La Découverte (traduction de 1998).

Wehr K, 2004. *America's fight over water: the environmental and political effects of large scale water systems.* New York : Routledge.

Wittfogel KA, 1957. *Le despotisme oriental : étude comparative du pouvoir total.* Paris : éditions de Minuit (traduction de 1977).

Des destins croisés : regards sur 30 ans de recherches en grande hydraulique

Marcel Kuper

Cirad
UMR G-eau
TA C-90/15
L'Hortus
73, rue JF Breton
34398 Montpellier cedex 5
France
<marcel.kuper@cirad.fr>

Résumé

La « grande hydraulique » fut un modèle scientifique et centralisateur d'aménagement par l'irrigation, conçu et géré par des corps d'ingénieurs bâtisseurs depuis la deuxième partie du XIX^e siècle. Traversant plusieurs crises, elle a constitué de ce fait un champ de recherche exceptionnel, inspirant une multitude d'écoles de pensée. Au cours des 30 dernières années, trois paradigmes forts fondés sur l'action prééminente de l'État, puis sur l'action collective, et plus récemment sur l'action individualiste et la régulation par le marché, ont fortement influencé les programmes de recherche mais aussi les politiques publiques sur l'irrigation. Si l'enrôlement de la recherche au service d'États aménageurs, ou de bailleurs de fonds, a été très marquant pour le domaine de l'irrigation, le propos pourrait être sans doute élargi à d'autres domaines (sciences agronomiques, par exemple) et à d'autres acteurs. La proximité croissante entre la recherche et la société constitue en même temps une opportunité pour une recherche vivante opérant dans un double souci de rigueur et de pertinence. Ceux-ci s'opposent au quotidien, mais peuvent se conjuguer dans le temps.

Mots clés : irrigation ; politique de la recherche ; système hydraulique.

Thèmes : eau ; méthodes et outils.

Abstract

Crossed destinies: 30 years of research in large-scale irrigation systems

Large-scale irrigation development is based on a scientific and civilizing model, designed and managed by engineers since the second half of the 19th century. Passing through several crises, it has fostered innovative research at numerous occasions. Three paradigms, based on State supremacy in public action, then on collective action, and later on individualistic action and market regulation, have guided research and influenced public action in irrigation systems over the past 30 years. These paradigms, to which science has contributed considerably, have changed the outlook of policy makers and donors on water management, but also influenced the research agenda and the vision of research itself. The results of this study, pertaining to irrigation systems but probably valid also for other fields of research, show that ever-increasing interactions between science and society often produce an unproductive tête-à-tête with main stream ideas, but are also an opportunity to continually renew action research with a critical view on development.

Key words: hydraulic systems; irrigation; research policies.

Subjects: tools and methods; water.

« Un dispositif technique, par exemple un réseau hydraulique, n'a de chance de bien fonctionner et donc d'être rentable sur la longue durée que si, paradoxalement, il a su rencontrer des sociétés locales assez fortes pour lui résister et par conséquent composer avec de l'épaisseur sociale »
(Marié et al., 1999)

La grande hydraulique : modèle scientifique et laboratoire de recherche

La grande hydraulique est venue à moi dès le début de mes études à Wageningen. Son école d'irrigation était alors partie prenante d'un nouveau paradigme de recherche en systèmes irrigués. Le paradigme de l'*irrigation management research*, mettant l'accent sur le rapport de l'homme à l'irrigation, s'est construit sur un constat de performances décevantes des grands périmètres irrigués (Coward, 1980). Il s'agissait d'une remise en cause du caractère hiérarchique et modernisateur d'un modèle d'action auquel la science avait tant contribué, et qui ne correspondait plus à l'air du temps. Ce paradigme est devenu ensuite un courant dominant dans la recherche en systèmes irrigués de la fin des années 1980, mais suscitait à l'époque débats, frictions et incertitudes, y compris à l'intérieur de l'Université (Diemer et Slabbers, 1992). Le modèle d'action dont relèvent les grands périmètres irrigués, et que j'appellerai ici « la grande hydraulique », fut conçu et mis en place à partir de la seconde partie du ^e^e siècle. Reprenant certains acquis techniques et organisationnels des anciens systèmes irrigués tout en voulant en corriger les défauts, la grande hydraulique fut avant tout un « modèle scientifique » et civilisateur d'inspiration coloniale, reposant sur des prouesses hydrauliques, conçu et développé par des corps d'ingénieurs (Pascon, 1977 ; Gilmartin, 1994 ; Kuper, 1997 ; Molle et al., 2009). Critiqués pour leurs performances économiques et les rapports problématiques entre bureaucratie hydraulique et paysannerie, les

grands périmètres ont traversé plusieurs crises existentielles. Ces crises ont fait de la grande hydraulique un champ de recherche privilégié. Levine (1977) proposait les grands périmètres irrigués comme « laboratoires de recherche » pour combler les lacunes dans les connaissances, et proposer et tester des solutions permettant d'améliorer leurs performances. Par son ampleur, son importance sociale et économique, la présence d'ingénieurs faisant le lien avec la recherche, mais surtout son modèle d'action controversé, la grande hydraulique a attiré de nombreux chercheurs, dont Elinor Ostrom (1992) est sans doute la plus connue.

L'objectif de cet article est d'analyser les différents courants de recherche en systèmes irrigués des 30 dernières années en relation avec la trajectoire mouvementée de la grande hydraulique. Je fais l'hypothèse que non seulement la science a contribué à construire son modèle d'action, mais qu'elle a, à son tour, contribué au renouveau de la recherche-action en tant que modèle de production de connaissances (Hatchuel, 2000). À travers ce récit, je souhaite illustrer la contextualisation croissante et réciproque de la science et de la société (Gibbons, 1999).

Cadre conceptuel

Le concept de « narratif », tel que défini par Röling et Maarleveld (1999), me semble particulièrement adapté pour expliquer les paradigmes qui ont orienté les recherches sur les grands périmètres irrigués et influencé son modèle d'action. Un narratif est une représentation sociale construite qui influence les représentations individuelles et l'imaginaire collectif, et qui a des implications dans l'action par un jeu herméneutique en double sens Röling et Maarleveld (1999). Tout narratif met ainsi en forme, structure et influence les modes d'actions, en même temps qu'il opère une reconfiguration du monde en produisant ou important des discours. On peut identifier trois types de narratifs :
– des narratifs construits autour du modèle de la suprématie de l'État et des choix publics, traduits en règles, lois, normes, et obligations ;

– des narratifs construits autour du potentiel que porte l'action collective au travers des mécanismes d'apprentissages sociaux ;

– des narratifs économiques et stratégiques construits autour de l'idée de la nature égoïste de l'être humain et de la régulation par le marché.

Les narratifs coexistent et les valeurs qui les sous-tendent (altruisme/égoïsme...) font partie du répertoire de tout un chacun. J'emploie volontiers la métaphore des poupées russes proposée par Röling et Maarleveld (1999) pour dévoiler progressivement, dans ce qui suit, la construction de trois paradigmes de recherche en systèmes irrigués, chacun porté par un des narratifs décrits. Pour cela, je mobiliserai mon parcours scientifique et humain au sein des systèmes irrigués de l'Indus (1991-1997), de la zone Office du Niger (1998-2002), et du Maghreb (2003-2010).

Émergence, apogée et déclin de la grande hydraulique comme modèle d'action : un narratif basé sur la suprématie de l'État

L'aménagement de la grande irrigation a été un axe central du développement économique et social dans de nombreux pays. Souvent opposé à la petite et moyenne hydraulique, la grande hydraulique pourrait être qualifiée de modèle d'action d'aménagement par l'irrigation, planifié et centralisateur, distingué par de grands équipements hydrauliques modernes, garantissant un service régulier de l'eau à des périmètres irrigués de grande taille (Bouderbala et al., 1984). Mais au-delà d'une certaine singularité hydraulique, la grande hydraulique est tout autant caractérisée par son ambition de maîtrise, voire même de domination, des facteurs de production (Pascon, 1977). Il s'agissait d'abord pour les États d'en obtenir les droits, à travers la promulgation de la domanialité publique des

eaux, l'immatriculation foncière pour apurer les terres de leurs droits antérieurs, et la mise en place d'un cadre légal pour la mise en valeur en mettant les paysans en position d'*usagers* soumis à autorité (Bouderbala *et al.*, 1984). Ensuite, il fallait concevoir et mettre en place les moyens techniques pour rendre ce modèle opérationnel. Il s'agissait de la régularisation hydraulique des eaux des rivières, du remembrement des terres et de l'installation d'agriculteurs sur des exploitations ni trop grandes (terriens absenteïstes) ni trop petites (ne permettant pas une exploitation moderne et rationnelle), et enfin d'un encadrement de proximité des agriculteurs pour une mise en valeur correspondant aux ambitions d'aménagement.

Dans l'Inde des *raj*, la mise en valeur de terres en friche était le fait d'une alliance moderne entre la science, le producteur intensif et l'État dans l'asservissement de la terre (Gilmartin, 2003). Le système irrigué du bassin de l'Indus – 16 millions d'hectares irrigués – illustre l'ampleur inédite des réalisations de grande hydraulique, mais aussi son caractère empirique : le modèle de la grande hydraulique était en perpétuelle évolution ; au fur et à mesure des difficultés rencontrées, des ingénieurs comme Kennedy, Lacey et Lindley durent réaliser des exploits en matière d'hydraulique (Kuper, 1997). En même temps, leurs travaux empiriques ont contribué à faire émerger l'hydraulique comme science à travers la conceptualisation d'un savoir ingénieur, enseigné dans les grandes écoles des empires coloniaux. Le meilleur exemple est peut-être constitué par le fameux « Roorkee College » en Inde, établi dès 1847 dans le cadre du « *Ganges Canal Scheme* », qui allait irriguer 310 000 hectares, et où on retrouve des ingénieurs comme Gerald Lacey, théorisant le concept du « régime » d'un canal alluvial pour diminuer la maintenance des canaux d'irrigation.

Des tensions vont vite apparaître entre l'Administration coloniale et les ingénieurs, protagonistes de l'alliance (Gilmartin, 1994). Tirailés entre les réalités politiques et locales et la planche à dessin, ils durent trouver de douloureux compromis pour la conception des périmètres. Ces compromis permettaient à l'Administration de ménager les élites rurales se prévalant de droits d'eau riverains

historiques, comme l'attestent les disparités des dotations en eau entre périmètres, et entre mailles hydrauliques au sein d'un même périmètre (Kuper, 1997 ; Habib, 2004). En même temps, et dans la limite des dotations, le département de l'Irrigation pouvait afficher des principes rationnels de conception et de gestion des périmètres (Kuper, 1997). Ceux-ci portaient sur la conception d'un système hydraulique permettant une distribution proportionnelle (en fonction d'une allocation d'eau/ha) et automatique de l'eau (peu d'interventions au quotidien), et la répartition équitable d'une quantité *a priori* insuffisante d'eau au plus grand nombre (notion de *protective irrigation* ; [Jurriens et Mollinga, 1996]) pour aménager de nouvelles terres. C'est par rapport à ces normes que les réseaux hydrauliques ont été conçus, et que la distribution de l'eau et les systèmes de culture ont été organisés. Pour l'ingénieur, ces normes constituaient alors un rempart pour écarter, ou du moins mieux négocier, toute intervention *politique* des élites rurales voulant s'affranchir des contraintes du réseau collectif.

Plus important encore était le contraste entre le producteur idéal imaginé et les exploitations familiales se retrouvant en grande hydraulique. Le problème, écrivait Préfol (1986) à propos du futur « irrigant » au Maroc dans les années 1940, « *était simple dans sa définition : faire d'un agriculteur occasionnel un agriculteur intensif* ». Mais, confondant « *oisiveté* » et « *liberté* », il ne pouvait pas « *souscrire de gaieté de cœur* » à l'avenir laborieux qui lui était promis. Si les politiques visaient le renforcement d'exploitations familiales viables, les conditions n'avaient pas été négociées avec les agriculteurs se retrouvant dans un « *réseau serré d'obligations* » (Bouderbala *et al.*, 1977). Leur adhésion au projet moderne était dès lors compromise. L'apparente incompatibilité entre l'agriculture familiale et la bureaucratie hydraulique va constituer un point de blocage et le *leitmotiv* de nombreuses recherches (Pascon, 1978 ; Coward, 1980 ; Lees, 1986).

L'Office du Niger fut établi en 1932, inspiré par les exploits hydrauliques réalisés en Inde (l'ingénieur E. Bélimé était à Pondichéry de 1907 à 1910) et au Soudan. Après un long et laborieux cheminement hydraulique et social, et bien des péripéties, 80 000 hectares

sont cultivés aujourd'hui par 20 000 familles. La lecture fouillée de l'histoire tourmentée de la zone Office par Schreyger (1984), et ses observations sur la lourdeur de l'appareil technique répandant *résignation* et *apathie* parmi les familles, font penser à l'hypothèse hydraulique de Wittfogel (1957) sur l'impasse des sociétés orientales et leurs bureaucraties hydrauliques, incapables d'intégrer le changement dans la durée (Vidal-Naquet, 1964).

Après les indépendances politiques, l'aménagement de la grande hydraulique fut relancée avec vigueur dans bien des pays (Molle *et al.*, 2009). Au Maroc, l'objectif d'un million d'hectares irrigués a structuré la politique agricole, suscitant des investissements lourds et un interventionnisme poussé durant les trois premières décennies suivant l'indépendance. L'État aménageur dirigeait la mobilisation et la distribution de l'eau, mais intervenait aussi dans les choix d'assolement, la conduite des exploitations agricoles, la transformation et la commercialisation des produits.

Partout, dans les années 1980, ce modèle fut soumis à de fortes perturbations par la libéralisation politique et économique. D'un mode de coordination hiérarchique, il fallait passer à des modes de coordination impliquant les *usagers* (Johnson *et al.*, 1995) et faisant intervenir les mécanismes du marché, du fait de la redéfinition du rôle de l'État, du démantèlement des filières intégrées et de la libéralisation des marchés agricoles. Les mutations des 30 dernières années ont fait évoluer le modèle de la grande hydraulique et brisé l'image d'un « *ordre implacable d'une autorité hors du commun qui serait à la source de la distribution de la vie* » (Pascon, 1978).

Dans un contexte de pénurie d'eau, le recours à l'eau des nappes souterraines par des forages privés, y compris à l'intérieur des périmètres, a aussi contribué au démantèlement de la grande hydraulique (Shah, 2009). Son *périmètre* n'est plus aussi net que dans le passé, et les agriculteurs ont acquis une certaine indépendance hydraulique. Cependant, ils continuent à exploiter, là où c'est possible, les deux ressources de façon conjuguée, et à bénéficier des infrastructures accompagnant la grande hydraulique (eau peu chère, réseau routier, proximité des services de l'État...). *A minima*, ils mettent en

location leurs terres pour bénéficier d'une rente (Imache *et al.*, 2010).

Malgré leur mort annoncée, les périmètres de grande hydraulique contiennent donc à accueillir des dizaines de millions de familles pratiquant, à leur façon, l'agriculture. Selon Lees (1986), les deux parties, paysans et bureaucratie, gèrent leur apparente incompatibilité par des arrangements informels pour obtenir une flexibilité opérationnelle et intégrer le changement. Ces arrangements permettent à un système de régulation rigide (règles standardisées et peu évolutives) de se perpétuer et aux irrigants de survivre au sein de tels périmètres. Détournant l'eau vers des cultures vivrières ou lucratives, installant des forages illicites, actifs sur des marchés fonciers informels, les agriculteurs ont construit de nouvelles agricultures irriguées très éloignées du modèle annoncé. C'est ainsi que se sont construites des dynamiques moins visibles et en partie en dehors des cadres de l'État, mais bien réelles. C'est particulièrement vrai pour les locataires informels de la Mitidja (Algérie), porteurs d'innovations et de dynamiques agricoles (Imache *et al.*, 2010). Qualifiées par certains de « *bricolages* », ces dynamiques informelles sont alors un objet de recherche passionnant si l'on veut porter un regard original sur la grande hydraulique. Appréhender ces dynamiques par rapport à des modèles de développement qui les ignorent demande beaucoup de doigté. Dans l'optique d'un regain d'intérêt pour l'agriculture irriguée, la question est donc bien de trouver les moyens de faire se rencontrer politiques publiques et coordinations locales informelles (Errahj *et al.*, 2009).

S'inspirer des systèmes irrigués communautaires pour mieux gérer la grande hydraulique : un narratif fondé sur l'action collective

Le livre collectif de Coward (1980), fruit de 25 ans de recherches sur

l'irrigation en Asie par l'université Cornell, a un retentissement fort dans la recherche sur la grande hydraulique. Coward soulève deux insuffisances dans la littérature sur l'organisation de l'irrigation.

D'une part, il regrette le manque de *perspective écologique* en sciences sociales. Cette perspective désigne la prise en compte de l'environnement physique – ou hydraulique pour les périmètres irrigués – dans le façonnage des institutions et l'organisation de l'irrigation. Le livre souligne la pertinence des enseignements (pour la grande hydraulique) qui peuvent être tirés de l'étude de l'organisation des systèmes gérés par des communautés d'irrigants. L'intérêt pour l'organisation des systèmes irrigués communautaires n'est pas nouveau (Geertz, 1959 ; Leach, 1959 ; Mollard, 2005), mais cette fois-ci l'appel de Coward sera clairement entendu et repris par Ostrom (1992) et par d'autres, qui ont théorisé différents modes de coordination à propos de la gestion de biens communs.

D'autre part, il regrette l'absence de la recherche-action pour concevoir et tester d'autres solutions organisationnelles et contribuer à la compréhension des interactions sociales dans les systèmes irrigués. Il a pressenti l'engouement qu'allait connaître le débat sur le transfert de la gestion de l'irrigation et la mise en place des associations d'usagers de l'eau agricole (AUEA ; Johnson *et al.*, 1995).

Le livre identifie des pistes de recherche, mais ambitionne surtout de mettre en débat le modèle d'action de la grande hydraulique et d'influencer l'objet même de la recherche. Levine (1977) développe le raisonnement de ce qui va devenir le paradigme de l'*irrigation management research* :

- les connaissances des relations sol-eau-plante dépassent de loin celles concernant le rapport de l'homme à l'irrigation ;
- les efficacités utilisées dans la conception des systèmes irrigués sous-estiment l'importance de la composante humaine dans l'usage de l'eau ;
- les objectifs et les critères d'efficacité de l'usage de l'eau diffèrent entre agriculteurs et ingénieurs ;
- des optima opérationnels entre acteurs sont à rechercher par la mise en place de mécanismes de *feed-back* et de réponse ;

– en conséquence, l'ingénieur devra identifier d'abord les *probabilités* et viser ensuite les *possibilités* d'un changement raisonnablement acceptable par les autres acteurs.

Il veut dire par là que les programmes de modernisation se veulent trop souvent en rupture radicale avec les pratiques existantes, considérant le changement uniquement d'un point de vue de l'efficacité de l'ingénieur. Celui-ci propose des solutions spécifiques pour les relations physiques, mais se limite à des solutions génériques dans le domaine social. Le résultat est l'introduction d'organisations de gestion de l'eau standardisées et inspirées par des modèles étrangers, vouées le plus souvent à l'échec.

Plusieurs collectifs de recherche ont relevé les défis posés, et les recherches impulsées deviennent le courant dominant en systèmes irrigués.

Il s'agit d'abord des travaux en économie institutionnelle, analysant les failles du modèle de Hardin (1968) sur le caractère inéluctable de la tragédie des communs. Ostrom (1992) montre que les systèmes communautaires, gérant des infrastructures hydrauliques parfois sommaires, disposent de systèmes de gestion très élaborés. Cette vision plus optimiste de la portée et de l'efficacité de l'action collective pour la gestion des ressources naturelles a influencé la réflexion de bon nombre de communautés scientifiques, dont témoigne le prix Nobel de 2009. Ses travaux ont également influencé les politiques publiques, encourageant la gestion participative de l'eau en grande hydraulique. Le revers de la médaille est une vision parfois idéaliste des systèmes communautaires (Boelens *et al.*, 2005), ignorant la complexité des communautés d'irrigants, supposées unies, solidaires et équitables. D'autres critiquent la dimension prescriptive des principes d'Ostrom, détournant l'attention des dynamiques organisationnelles et politiques (Mollinga, 2001). Cela plaide, il me semble, pour une lecture poppérienne des principes comme propositions *réfutables*, qui constituent alors une grille pertinente pour l'analyse des dynamiques de gouvernance des ressources naturelles (Popper, 1934).

Il s'agit ensuite de l'*International Irrigation Management Institute* (IIMI), dont la création en 1984 fut inspirée

par le paradigme de Levine. L'IIMI se focalise de 1985 à 1995 autant sur le renforcement des capacités des acteurs que sur la production de connaissances. La période de conception des systèmes irrigués étant révolue, les recherches portent surtout sur leur fonctionnement. À travers une recherche inductive partant d'études de cas de systèmes irrigués, cette école de pensée produit un grand nombre de connaissances empiriques. Les travaux sur le transfert de gestion, le financement, ou les performances de l'irrigation, alimentent les débats internationaux sur la grande hydraulique (Abernethy, 1986 ; Small et Carruthers, 1991 ; Johnson *et al.*, 1995). En même temps, les travaux de recherche-action de l'IIMI sont peu conceptualisés. Commandités par des bailleurs de fonds, qui exigent des impacts documentés dans des rapports, ils ne donnent pas toujours lieu à une capitalisation scientifique (Merrey, 1996). Mais je crois que c'est aussi lié à une conception de la recherche, qui s'installe progressivement, distinguant la recherche scientifique de la recherche-action. Merrey (1996) l'exprime clairement dans sa synthèse des travaux de l'IIMI de 1985 à 1995 : « *The topic of this book is research. Nevertheless, "capacity building" or "institutional strengthening" has been so important that some discussion is required.* » La recherche s'est ainsi privée d'une source inestimable pour faire évoluer concepts et théories, et chercheurs et acteurs restent dans une posture inconfortable de dialogue manqué (Korten, 1986). L'IIMI va prendre une posture plus scientifique et plus *globale* : ses clients ne sont plus les seuls gestionnaires de l'eau, mais de plus en plus une audience internationale de décideurs, bailleurs de fonds, et chercheurs (Merrey, 1996).

Il s'agit aussi de Chambers (1988). L'homme est un passionné (« *analysis without action is empty* ») qui fait remonter les réalités de terrain de douze ans de recherche en systèmes irrigués en Asie du Sud. Il se focalise sur la gestion de ces systèmes, car « *no profession, not even irrigation engineering, had the actual management of canal irrigation systems as the core of its professional training and concerns.* » Quand il termine son livre de référence, Chambers est déjà

actif dans ce qui va devenir une communauté de pratiques sur la recherche participative en milieu paysan (Bentley, 1994). Conçues pour se démarquer des travaux antérieurs en développement rural, ces démarches incorporent :

- des approches *bottom-up* ;
- le renforcement des pouvoirs de ceux qui avaient été jusque là marginalisés ;
- une méfiance vis-à-vis de l'État, favorisant l'action des ONG ;
- une *célébration* des connaissances locales.

Ces travaux ont été fortement critiqués. Le manque de conceptualisation de la *nouvelle orthodoxie* (Henkel et Stirrat, 2001) et les écueils de telles démarches (Mosse, 2001) peuvent transformer la participation en une forme de gouvernance, incorporant encore plus efficacement les acteurs dans le *projet moderne*.

Une autre école de pensée, dont je ferai connaissance plus tard, a cheminé au Maroc autour de Pascon (1980). Rejetant la domination de la science coloniale, et voulant dépasser un tête-à-tête infructueux, il propose un retour sur le terrain pour une réappropriation de la réalité marocaine et un renouvellement du questionnement scientifique (Bouderbala, 2007). Dans une période où le devenir des terres des colons, souvent situées en systèmes irrigués, fait débat (réforme agraire ou pas), le collectif est un des rares à aborder à la fois la question agraire (Bouderbala *et al.*, 1977) et la question hydraulique, théorisant pour la grande hydraulique le passage de « *l'eau du ciel à l'eau de l'État* » (Pascon, 1978). Le collectif va créer une école en sciences sociales au sein d'une école agronomique, pour élaborer des modèles d'action en milieu rural (Khatibi, 2002). Au-delà de la qualité de la formation et de la proximité de terrain, le problème est bien sûr la place de l'ingénieur dans la société (Pascon, 1980), l'idée étant de former des ingénieurs capables de trouver des interlocuteurs : « *L'ingénieur peut continuer à affirmer la valeur et la spécificité de son savoir à condition que les agriculteurs, organisés et regroupés, aient la possibilité d'affirmer le leur et donc d'entrer en conflit et en négociation avec lui.* » (Bouderbala, 1993)

Retour à la raison économique : un narratif fondé sur le marché

La productivité de l'eau n'est pas un concept nouveau quand Seckler devient directeur-général de l'IIMI en 1996. Chambers l'identifie déjà en 1980, dans une liste non exhaustive, comme un des objectifs de l'irrigation. Ce qui change, c'est la priorité donnée à cet objectif précis, (« *more crop per drop* »), qui va devenir un *leitmotiv*. Inspiré par une note d'orientation de la Banque mondiale (Easter *et al.*, 1993) et les débats sur la gestion intégrée des ressources en eau (GWP, 2000), Seckler (1996) définit le paradigme de l'IWMI en deux composantes. Premièrement, il adopte une approche *néoclassique* de l'efficacité, en remplaçant l'eau d'irrigation dans le cycle de l'eau ; pertes et efficacités à l'échelle locale influencent la disponibilité de l'eau à l'échelle globale. La *productivité de l'eau* sera raisonnée à l'échelle du bassin. Pour souligner la nouvelle orientation, l'institution change de nom pour devenir *International Water Management Institute* (IWMI).

Deuxièmement, il insiste sur de nouvelles techniques (satellites) pour observer, mesurer et analyser les écoulements de l'eau, et déterminer l'évapotranspiration des cultures, et donc, indirectement, les rendements. L'objectif était d'améliorer d'au moins 25 % en termes monétaires la productivité des systèmes irrigués dans le monde.

On l'aura compris, il y a une vraie rupture avec le paradigme de l'*irrigation management research*. Ce qui importe, ce ne sont plus les processus de gestion mais les performances d'un espace élargi (le bassin). La recherche privilégiera les analyses comparatives, utilisant un ensemble minimal d'indicateurs de performance (Merrey, 1996). Il n'y a pas de place pour les indicateurs internes (spécifiques à certains systèmes), ni pour des indicateurs d'impacts sociaux ou environnementaux (Merrey, 1996). L'homme n'est plus au centre de l'analyse, l'eau est dépolitisée, le chercheur s'éloigne

du terrain, l'environnement devient une externalité, la question agraire n'est plus une préoccupation, et les performances quantifiables sont prioritaires par rapport aux processus qualitatifs.

Seckler (1996) tient un discours ferme et veut provoquer le changement. Le message paraît clair : la recherche au centre, sur la base du nouveau paradigme de l'IWMI, pour améliorer la productivité mondiale de l'eau. Il faut attendre le livre de Kijne *et al.* (2003) pour nuancer le message et analyser les limites du concept de productivité de l'eau :

- sa définition dépend de l'échelle de l'analyse (Molden *et al.*, 2003) : conseiller l'agriculteur pour améliorer la productivité de l'eau ne demandera pas les mêmes termes dans le numérateur ni dans le dénominateur qu'en cas d'évaluation des politiques de l'eau à l'échelle d'un pays ;

- Barker *et al.* (2003) montrent les limites d'une approche partielle de la productivité de l'eau, la reliant à l'efficacité économique, la durabilité, les rendus sociaux (équité, droits d'eau) ;

- l'analyse devient compliquée quand elle dépasse la seule composante physique et s'adresse aux composantes économiques, car il faut donner des valeurs économiques à l'eau, aux coûts de production et aux externalités, sans parler de la valeur sociale de l'eau (Barker *et al.*, 2003) ;

- les fonctions de production, constituant l'ossature des analyses de la productivité de l'eau, sont difficiles à établir, la corrélation entre évapotranspiration et rendement des cultures étant souvent médiocre (Zwart et Bastiaanssen, 2004).

La productivité de l'eau dépend en effet d'une multitude de facteurs (pratiques d'irrigation et de culture, potentiel génétique des plantes, paramètres climatiques, pédologiques).

Kijne *et al.* concluent que le concept est polysémique, difficile à utiliser en dehors d'une interprétation strictement physique, et manipulé par différentes disciplines, chacune ayant ses propres interprétations de l'échelle et des objectifs de l'analyse, et des termes des indicateurs utilisés. Cependant, une fois que l'on a pris conscience des difficultés, l'approche de la productivité de l'eau peut être utile dans une situation donnée – définie

par une échelle d'analyse, un secteur spécifique ou un système de production, un périmètre spatial et temporel – pour explorer le potentiel d'amélioration de la productivité de l'eau et produire plus de matière sèche par volume d'eau (Le Gal *et al.*, 2009).

Dans les faits, la recherche de l'IWMI retrouve sa complexité et sa diversité de thématiques, car, selon Rijsberman (2006), l'amélioration de la productivité de l'eau implique *en réalité* la maximisation des services sociaux, économiques et écologiques à l'ensemble de la société. Il situe le changement de cap à la réunion du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI) en 2001 : « *This... marked the occasion where IWMI started arguing for a broader interpretation of water productivity than 'more crop per drop' alone.* » L'IWMI va renouer le dialogue avec d'autres collectifs de recherche à travers plusieurs initiatives de recherche, mettant le triptyque eau-alimentation-environnement au centre de l'analyse (Molden, 2007). Une fois éliminé le carcan du paradigme « *more crop per drop* » et renoué le dialogue avec le monde scientifique de l'eau, il s'ensuit une production scientifique assez diversifiée. Cette orientation sera néanmoins contestée par l'évaluation du CGIAR en 2008, pilotée par Easter qu'on retrouve ainsi, et qui reproche à l'IWMI d'avoir abandonné son focus scientifique, inaugurant une nouvelle crise existentielle.

Au-delà d'une histoire en trois temps d'un institut de recherche dans le domaine de l'eau, le cheminement scientifique me semble exemplaire par sa rapidité et la profondeur des revirements conceptuels, qui ailleurs, dans des institutions plus stabilisées, rencontrent plus de résistances, de débats, et sont moins marqués.

Pour une recherche vivante en systèmes irrigués

Ce récit montre la vivacité de la recherche en systèmes irrigués depuis plus de 30 ans, inspirant et questionnant des modèles de développement, tout en se nourrissant de probléma-

tiques de développement qui semblent exemplaires pour d'autres situations, d'autres objets. Ainsi, sur les décomptes de son modèle d'action, de nouvelles formes de recherches s'opèrent dorénavant en marge des grands périmètres irrigués, portant sur des situations aussi complexes, par exemple sur les nouvelles frontières de l'irrigation, explorées par des irrigants se procurant un accès, individuel ou collectif, à la nappe (Shah, 2009). L'ouverture des frontières conceptuelles de la grande hydraulique a encouragé la recherche à travailler sur des sujets d'intérêt fort pour la société (santé, environnement, eaux usées...), délaissant des sujets plus classiques tels que la relation entre l'État et les paysans. Il se peut qu'un quatrième narratif que subodorent Röling et Maarleveld (1999) soit en marche.

La lecture diachronique de 30 ans de recherches en systèmes irrigués me ramène à deux réflexions sur le cadre conceptuel de la recherche en systèmes irrigués.

D'un côté, les débats scientifiques sur l'eau ont débordé les murs des institutions de recherche pour pénétrer l'*agora* (Gibbons, 1999). En témoignent les débats sur la gestion participative de l'irrigation et la productivité de l'eau. Ces sujets sont devenus des *narratifs*, faits de perspectives, *Leitbilds*, métaphores, histoires, images, théories, slogans, axiomes, qui sont entrecroisés et de plus en plus partagés et qui influencent notre comportement (Röling et Maarleveld, 1999). Ces narratifs, construits en grande partie par la recherche, en étroite interaction avec les acteurs mondiaux de l'eau, changent non seulement le regard des décideurs et des bailleurs de fonds sur la gestion de l'eau, mais cela va à son tour influencer le contenu de la commande passée à la recherche et par la suite le regard de la recherche. La rapidité de l'élaboration, de la diffusion et de la transformation de tels narratifs a été rendue possible par une mondialisation de la recherche et une interconnexion des différents acteurs, par exemple dans les forums mondiaux de l'eau. Nous nous retrouvons, me semble-t-il, de plus en plus souvent dans un « *tête-à-tête pervers et improductif* » (Bouderbala, 2007), face aux courants dominants de la recherche et aux mots d'ordre des bailleurs de

fonds. C'est ainsi que je me suis retrouvé en 2004 à assurer la coordination scientifique d'un projet de recherche sur la productivité de l'eau en systèmes irrigués au Maghreb, dont le cadre logique était inspiré du « *more crop per drop* ». Récusant la simplicité du raisonnement et suivant l'intuition de Pascon, nous avons voulu dépasser ce paradigme et construire un narratif alternatif de l'action collective à travers une réappropriation du rural maghrébin (Kuper *et al.*, 2009a). Si l'enrôlement de la recherche au service d'États aménageurs, ou de bailleurs de fonds, a été particulièrement marquant pour le domaine de l'irrigation, le propos pourrait être sans doute élargi à d'autres domaines (sciences agronomiques, par exemple, chargées de la diffusion des modèles techniques issus des stations expérimentales) et à d'autres acteurs, y compris la société civile qui monte en puissance et a saisi l'intérêt d'une association avec la recherche.

De l'autre côté, l'expérience de la recherche en systèmes irrigués montre aussi l'intérêt que peuvent avoir science et société à s'ouvrir mutuellement leurs cuisines (Bourdieu, 2002). Callon (1999) rappelle que « *la science ne naît pas d'une prise de distance, ce mot d'ordre rabâché n'a aucun sens. Elle est engendrée par le double mouvement de la coopération et du transport* [c'est-à-dire de la généralisation des savoirs], *de l'attachement et du détachement* » [vis-à-vis des acteurs]. Le choix des acteurs auxquels s'attacher pour coconstruire une théorie des pratiques émergentes n'est pas chose aisée. Callon propose deux critères :

- le degré d'innovation montré par les acteurs et la charge théorique des interrogations portées par ces acteurs ;
- le niveau d'asymétrie créé par l'intervention, en favorisant par exemple l'émergence de nouvelles représentations.

Ces critères ont été très importants dans notre choix de travailler avec des leaders paysans au Maghreb (Kuper *et al.*, 2009a ; Kuper *et al.*, 2009b). Cela a contribué à un renouvellement du questionnement scientifique, mais aussi à la création d'une association nationale de ces leaders.

Mais encore faut-il pouvoir opérer un détachement des acteurs, à travers un travail de généralisation et de *mise en*

politique, y compris à travers la confrontation et la mise en débat des pratiques émergentes que nous avons théorisées (Callon, 1999). Cela nous ramène d'abord à des réflexions classiques en développement rural sur la tension entre le changement endogène et l'intervention extérieure, et ensuite au propos de Bouderbala (1993) sur la place de l'ingénieur, mais aussi du chercheur, dans la société. Mais Callon (1999) propose une autre solution, en mettant en symétrie l'attachement du chercheur aux acteurs pour faciliter leur détachement (émergence d'une nouvelle représentation, par exemple), pour ensuite opérer un détachement et une généralisation des savoirs quand les acteurs s'attachent ailleurs. Cette tension permanente et explicite entre une neutralité axiologique (*Wertfreiheit*) et un certain rapport aux valeurs (*Wertbeziehung*), selon les termes de Weber (Gendron, 1993), aide le chercheur à emprunter ces deux chemins dans un double souci de rigueur et de pertinence (Schön, 1983) à travers une *ascèse* qu'on pourrait qualifier de *scientifique*. C'est à travers la confrontation d'idées et de points de vue à la fois dans des communautés séculières et scientifiques que la recherche donnera le meilleur d'elle-même. ■

Remerciements

Je remercie Patrice Garin, Jean-Pascal Pichot et Margreet Zwartveen pour leurs commentaires judicieux sur des versions antérieures de l'article. Les opinions exprimées restent, bien sûr, de ma responsabilité.

Références

- Abernethy CL, 1986. *Performance measurement in canal water management*. ODI-IIMI Irrigation Management Network Paper 86. London : Overseas Development Institute.
- Barker R, Dawe D, Inocencio A, 2003. Economics of water productivity in managing water for agriculture. In : Kijne JW, Barker R, Molden D, eds. *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*. Wallingford (UK) : CAB International.
- Bentley JW, 1994. Facts, fantasies, and failures of farmer participatory research. *Agr Hum Values* 11 : 140-50.
- Boelens R, Zwartveen M, Roth D, 2005. Legal complexity in the analysis of water rights and water resources management. In : Roth D, Boelens R, Zwartveen M, eds. *Liquid relations: contested water rights and legal complexity*. Piscataway (New Jersey) : Rutgers University Press.
- Bouderbala N, Chraïbi M, Pascon P, 1977. La question agraire au Maroc 2. *Bulletin économique et social du Maroc* : 133-134.
- Bouderbala N, Chiche J, Herzenni A, Pascon P, 1984. La question hydraulique, petite et moyenne hydraulique au Maroc. Rabat (Maroc) : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II.
- Bouderbala N, 1993. Analyses et comptes-rendus. *Cah Etud Afr* 33 : 335-7.
- Bouderbala N, 2007. Souvenir de Paul. In : Akesbi N, Benatya D, Zagdouni L, Zouggar A, eds. *Hommage à Paul Pascon, devenir de la société rurale, développement économique et mobilisation sociale*. Rabat (Maroc) : Institut agronomique et vétérinaire Hassan II.
- Bourdieu P, 2002. *Questions de sociologie*. Collection Reprise. Paris : éditions de Minuit.
- Callon M, 1999. Ni intellectuel engagé, ni intellectuel dégagé : la double stratégie de l'attachement et du détachement. *Sociol Trav* 41 : 65-78.
- Chambers R, 1988. *Managing canal irrigation: practical analysis from South Asia*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Coward EW, 1980. *Irrigation and agricultural development in Asia*. Perspectives from the social sciences. Ithaca : Cornell University Press.
- Diemer G, Slabbers J, 1992. *Irrigators and engineers: essays in honour of Lucas Horst*. Amsterdam : Thesis publishers.
- Easter KW, Feder G, Le Moigne G, Duda AM, Forsyth E, 1993. Water resources management. World Bank Policy Paper. Washington (DC) : World Bank.
- Errahj M, Kuper M, Faysse N, Djebbara M, 2009. Finding a way to legality, local coordination modes and public policies in large-scale irrigation schemes in Algeria and Morocco. *Irrig Drain* 58 : 358-69.
- Geertz C, 1959. Form and variation in Balinese village structure. *Am Anthropol* 61 : 991-1012.
- Gendron P, 1993. La théologie comme science et la vocation de savant d'après Max Weber. *Laval Théol Philos* 49 : 215-22.
- Gibbons M, 1999. Science's new social contract with society. *Nature* 402 : 11-7.
- Gilmartin D, 1994. Scientific empire and imperial science: colonialism and irrigation technology in the Indus Basin. *J Asian Stud* 53 : 1127-49.
- Gilmartin D, 2003. Water and waste: nature, productivity and colonialism in the Indus Basin. *Econ Polit Weekly* 38 : 5057-65.
- GWP, 2000. *Integrated water resources management*. GWP Technical Advisory Committee, Background Paper 4. Stockholm : Global Water Partnership Secretariat.
- Habib Z, 2004. *Scope of reallocation of river waters for agriculture in the Indus Basin*. Thèse de doctorat Paris : École nationale de génie rural, des eaux et forêts.
- Hardin G, 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162 : 1243-8.
- Hatchuel A, 2000. Intervention research and the production of knowledge. In : Cerf M, ed. *Cow up a tree: knowing and learning for change in*

agriculture: case studies from industrialized countries. Paris : éditions Quae.

Henkel H, Stirrat R., 2001. Participation as a spiritual duty; empowerment as secular subjection. In : Cooke B, Kothari U, eds. *Participation, the new tyranny*. London : Zed Books.

Imache A, Hartani T, Bouarfa S, Kuper M, 2010. *La Mitidja, 20 ans après : réalités agricoles aux portes d'Alger*. Alger : Alpha Éditions.

Johnson SH, Vermillion DL, Sagardoy JA, 1995. *Irrigation Management Transfer: Selected papers from the International Conference on Irrigation Management Transfer, Wuhan, China, 20-24 Sept 1994*. Water Report 5. Rome; Colombo (Sri Lanka) : Food and Agriculture Organization; International Irrigation Management Institute.

Jurriëns M, Mollinga P, 1996. Scarcity by design: protective irrigation in India and Pakistan. *ICID Journal* 45 : 31-53.

Khatibi M, 2002. *Chemins de traverse, essais de sociologie*. Rabat : Éditions Okad.

Kijne JW, Barker R, Molden D, 2003. *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*. Wallingford (UK) : CAB International.

Korten FF, 1986. Making research relevant to action: a social learning perspective. In : IIMI, WECS. *Public intervention in farmer-managed irrigation systems*. Sri Lanka : Kandy.

Kuper M, 1997. *Irrigation management strategies for improved salinity and sodicity control*. PhD study, Wageningen (The Netherlands).

Kuper M, Bouarfa S, Errahj M, Faysse N, Hammani A, Hartani T, et al., 2009a. A crop needs more than a drop: towards a new praxis in irrigation management in North Africa. *Irrig Drain* 58 : 231-9.

Kuper M, Errahj M, Faysse N, Caron P, Djebbara M, Kemmoun H, 2009b. Autonomie et dépendance des irrigants en grande hydraulique, observations de l'action organisée au Maroc et en Algérie. *Nat Sci Soc* 17 : 248-56.

Leach ER, 1959. Hydraulic Society in Ceylon. *Past & Present* 15 : 2-26.

Lees SH, 1986. Coping with bureaucracy: survival strategies in irrigated agriculture. *Am Anthropol* 88 : 610-22.

Le Gal PY, Kuper M, Moulin CH, Sraïri MT, Rhouma A, 2009. Linking water saving and productivity to

agrofood supply chains: a synthesis from two North African cases. *Irrig Drain* 58 : 320-33.

Levine G, 1977. Management components in irrigation system design and operation. *Agr Admin* 4 : 37-48.

Marié M, Larcena D, Dérioz P, 1999. *Cultures, usages et stratégies de l'eau en Méditerranée occidentale, tensions, conflits et régulations*. Collection Villes et Entreprises. Paris : L'harmattan.

Merrey D, 1996. *Expanding the frontiers of irrigation management research: Results of research and development at IIMI, 1984 to 1995*. Colombo (Sri Lanka) : International Irrigation Management Institute.

Molden D, 2007. *Comprehensive assessment of water management in agriculture*. London : Earthscan.

Molden D, Murray-Rust H, Sakthivadivel R, Makin I, 2003. A water-productivity framework for understanding and action. In : Kijne JW, Barker R, Molden D, eds. *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*. Wallingford (UK) : CAB International.

Mollard E, 2005. « Recherches sur les arrosages chez les peuples anciens » de F.J. Jaubert de Passa (1846) : une histoire de la gouvernance avant l'avènement de la technocratie. In : Ruf T, Rivière-Honegger A, eds. *La gestion sociale de l'eau, concepts, méthodes et applications. Territoires en Mutations* (12) : 17-31.

Molle F, Mollinga PP, Wester P, 2009. Hydraulic bureaucracies and the hydraulic mission: flows of water, flows of power. *Water Alternatives* 2 : 328-49.

Mollinga PP, 2001. Water and politics: levels, rational choice and South Indian canal irrigation. *Futures* 33 : 733-52.

Mosse D, 2001. People's knowledge, participation and patronage: operations and representations in rural development. In : Cooke B, Kothari U, eds. *Participation, the new tyranny*. London : Zed Books.

Ostrom E, 1992. *Crafting institutions for self-governing irrigation systems*. San Francisco : Institute for contemporary studies.

Pascon P, 1977. *Le Haouz de Marrakech*. Rabat (Maroc) : Institut agronomique et vétérinaire Hassan II.

Pascon P, 1978. De l'eau du ciel à l'eau de l'État : psychosociologie de l'irrigation. *Hommes, Terre et Eaux* 8 : 3-10.

Pascon P, 1980. *Études rurales : idées et enquêtes sur la campagne marocaine*. Rabat : Société marocaine des éditeurs réunis.

Popper K, 1934. *Logik der Forschung*. (trad. The Logic of Scientific Discovery, 2002). Londres : Routledge.

Préfol P, 1986. *Prodiges de l'irrigation au Maroc, le développement exemplaire du Tadla 1936-1985*. Paris : Nouvelles Éditions Latines.

Rijsberman F, 2006. 'More Crop per Drop': realigning a research paradigm. In : Giordano MA, Rijsberman FR, Saleth RM, eds. *'More Crop per Drop': Revisiting a Research Paradigm. Results and synthesis of IWMI's research, 1996-2005*. Colombo (Sri Lanka) : IWMI.

Röling N, Maarleveld M, 1999. Facing strategic narratives: an argument for interactive effectiveness. *Agr Hum Values* 16 : 295-308.

Schön DA, 1983. *The reflective practitioner. how professionals think in action*. New York : Basic Books.

Schreyger E, 1984. L'Office du Niger au Mali : la problématique d'une grande entreprise agricole dans la zone du Sahel. Wiesbaden (Allemagne) : Franz Steiner Verlag.

Seckler D, 1996. *The IIMI Paradigm of Water Resource Management*. Annual report. Colombo (Sri Lanka) : International Irrigation Management Institute.

Shah T, 2009. *Taming the anarchy: groundwater governance in South Asia*. Washington (DC) : Resources for the Future Press.

Small LE, Carruthers ID, 1991. *Farmer-financed irrigation: the economics of reform*. Cambridge: Cambridge University Press.

Vidal-Naquet P, 1964. Histoire et idéologie: Karl Wittfogel et le concept de « mode de production asiatique ». *Ann Econ Soc Civil* 19 : 531-49.

Wittfogel KA, 1957. *Le despotisme oriental : étude comparative du pouvoir total*. Paris : éditions de Minuit (trad. de 1977).

Zwart SJ, Bastiaanssen WGM, 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. *Agr Water Manage* 69 : 115-33.

L'agriculture irriguée dans le Sahel ouest-africain

Diversité des pratiques et des performances

Bruno Barbier^{1,2,3}
Hervé Ouedraogo⁴
Youssof Dembélé⁵
Hamma Yacouba³
Boubacar Barry⁶
Jean-Yves Jamin²

¹ Cirad
UMR G-Eau
01 BP 596
Ouagadougou 01
Burkina Faso
<bbarbier@cirad.fr>

² Cirad
UMR G-Eau
73, rue Jean-François Breton
TA C-90/15
34398 Montpellier cedex 5
France
<jamin@cirad.fr>

³ 2iE
GVEA
01 BP 594
Ouagadougou 01
Burkina Faso
<hamma.yacouba@2ie-edu.org>

⁴ Arid
s/c 2iE
01 BP 594
Ouagadougou 01
Burkina Faso
<herve.ouedraogo@yahoo.fr>

⁵ Inera
04 BP 8645
Ouagadougou 04
Burkina Faso
<yldembele@yahoo.fr>

⁶ IWMI
PMB CT 112
Cantonments
Accra
Ghana
<b.barry@cgiar.org>

Résumé

En Afrique de l'Ouest sahélienne, l'irrigation des terres recouvre une grande diversité de systèmes techniques et de pratiques sociales. Nous donnons ici un aperçu des options techniques existantes (décrue, bas-fond aménagé, submersion libre ou contrôlée, contrôle total de l'eau, avec ou sans pompage, sur de grands et de petits périmètres) selon une typologie développée par des experts de cinq pays sahéliens. Les performances de ces différents systèmes sont très diverses et en constante évolution. Actuellement les décideurs relancent la grande irrigation en recourant aux investisseurs privés, nationaux ou étrangers. Ils relancent aussi la petite irrigation privée, considérée plus dynamique que les périmètres villageois. Partout, la raréfaction des ressources en eau et la compétition croissante entre usagers imposent au secteur agricole de mieux valoriser l'eau d'irrigation. Néanmoins cette contrainte sociale et politique sur l'utilisation de l'eau est encore peu prise en compte par les États qui effectuent des attributions foncières de grande envergure. Leur objectif prioritaire est en effet d'assurer à tout prix la sécurité alimentaire de leur population, de plus en plus urbaine.

Mots clés : gestion des eaux ; méthode d'irrigation ; Sahel.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; territoire, foncier, politique agricole et alimentaire.

Abstract

Irrigation in West-African Sahel. Diversity of practices and levels of performance

Irrigation in Sahelian West African countries covers a wide variety of systems and practices. In this paper, we discuss various technical and managerial options including free or controlled submersion, improved inland valleys, flood recession cropping, and full control in small and large irrigation schemes through a classification developed by national experts in five Sahelian countries. Governments are currently promoting two strategies. One is based on large schemes, with foreign or national private investment. The other is based on small private irrigation approaches. Water constraints are not very strongly taken into account, as the priority is to develop new schemes in order to reach food security for fast growing cities.

Keyword: irrigation methods; Sahel; water management.

Subjects: economy and rural development; territory, land use, agricultural and food production policy; water.

La production agricole des pays sahéliens ouest-africains est non seulement très variable d'une année à l'autre, mais aussi souvent insuffisante pour couvrir les

besoins alimentaires de leurs populations. Les importations de blé, riz, huile, lait et sucre sont massives (un million de tonnes de céréales sont importées chaque année par l'Afrique

Pour citer cet article : Barbier B, Ouedraogo H, Dembélé Y, Yacouba H, Barry B, Jamin JY, 2011. L'agriculture irriguée dans le Sahel ouest-africain. *Cah Agric* 20 : 24-33. doi : 10.1684/agr.2011.0475

Tirés à part : B. Barbier

de l'Ouest) et représentent des sorties monétaires de 3 milliards de dollars¹ (FAOSTAT, 2010). Même si les famines sont devenues exceptionnelles, l'insécurité alimentaire reste au cœur des discours politiques sur le Sahel depuis la crise alimentaire de 1972-1973. L'envolée des prix mondiaux en 2008-2009 a réactivé la priorité accordée à l'indépendance alimentaire (Janin, 2010). L'irrigation est considérée comme le meilleur moyen d'augmenter la production agricole tout en réduisant sa vulnérabilité à la variabilité climatique (Rosegrant et Cline, 2003 ; Diouf, 2008 ; Cilss, 2010). Alors que le développement des surfaces irriguées devrait être très faible dans la plupart des pays du monde dans les prochaines décennies, l'Afrique est le seul continent où les prévisionnistes pensent qu'elle devrait continuer à fortement progresser, du fait de la demande alimentaire croissante et d'un potentiel encore important (Paillard *et al.*, 2010 ; Turrall *et al.*, 2010). Toutefois, l'investissement pour l'irrigation est coûteux et sa durabilité incertaine du fait de problèmes importants de gestion et d'entretien des aménagements (Turrall *et al.*, 2010).

Dans le Sahel ouest-africain, les formes d'irrigation sont multiples, en termes de taille des bassins irrigués, de maîtrise de l'eau, de saisonnalité ou de mode de gestion. On observe aussi une grande diversité de pratiques, de coûts et de performances. Décideurs et bailleurs de fonds s'interrogent sur le type et la taille des aménagements à promouvoir (petite ou grande irrigation), leur mode de gestion (collectif ou individuel) ou les cultures à favoriser (riziculture ou diversification). Cette réflexion s'inscrit dans un contexte de raréfaction de l'eau, de concurrence croissante entre usages agricoles et non agricoles et d'émergence d'un souci de protection des zones humides naturelles (Zwarts *et al.*, 2005 ; ABN, 2007 ; Lemoalle et de Condappa, 2009 ; Venot et Cecchi, 2011).

Après un bref historique de l'irrigation au Sahel, nous présentons ici la diversité des systèmes irrigués actuels et donnons un aperçu de leurs coûts et de leurs performances.

Des irrigations anciennes mais un développement récent

L'apparition d'une riziculture utilisant la crue du Niger remonte à 1 500 ans av. J-C (Portères, 1950). Des techniques d'irrigation existent en effet depuis des siècles dans les oasis sahariennes, les polders du lac Tchad, les *ouadis* du Tchad et du Niger ou les rizières des mangroves sénégalaises, d'où elles ont essayé pour créer les rizicultures américaines (Carney, 2001 ; Carney, 2003). Dans les vallées du Sénégal et du Niger, l'irrigation avec maîtrise de l'eau sur de grandes surfaces (*tableau 1*) est apparue au début du xx^e siècle. La France cherchait à y cultiver du coton pour l'exportation, puis aussi du riz, suite aux famines liées aux sécheresses de 1902-1903 et 1913-1914. Cette forme d'irrigation ne fut pas proposée comme une amélioration des systèmes agraires existants : l'Administration coloniale l'imposa à leur place aux paysans, autochtones ou déplacés (Jamin, 1994).

Les années 1930 virent l'aménagement des casiers irrigués du fleuve Sénégal et de l'Office du Niger. Des cuvettes furent aménagées pour la riziculture en submersion contrôlée le long du Niger (Mopti, Ségou, Tillabéri), du Logone et du Chari. Les polders traditionnels du lac Tchad furent endigués. Après la seconde guerre mondiale, les aménagements reprirent : casiers de Bongor et Yagoua sur les rives tchadiennes et camerounaises du Logone, passage au pompage pour sécuriser l'irrigation au Sénégal (Guillaume, 1960 ; Boutillier *et al.*, 1962), début du développement de l'irrigation dans le nord du Nigeria (Barbier et Thompson, 1998).

Les indépendances entraînèrent une relance de la grande irrigation pour essayer de garantir l'approvisionnement en riz de capitales en extension rapide. Avec les épisodes de sécheresse des années 1970 et 1980, les périmètres irrigués villageois (PIV) se sont développés pour assurer la

survie locale, même si les coûts liés à l'irrigation rendaient illusoire une irrigation dédiée à l'autoconsommation, sauf quand des revenus migratoires permettaient de les prendre en charge. Les petits barrages et les aménagements de bas-fonds se sont multipliés (Payen et Gillet, 2007). Les grands aménagements ont aussi profité de cette dynamique, qui a poussé à leur réhabilitation et à leur extension, y compris dans des régions jusque-là peu aménagées comme le nord du Nigeria (Diemer et van der Laan, 1987 ; Shettima, 1997 ; Barbier et Thompson, 1998).

Le mouvement de libéralisation économique des années 1990 s'est traduit par une révision drastique des lettres de mission des sociétés d'État chargées de l'irrigation. Auparavant omnipotentes (aménagement, foncier, irrigation, transformation et commercialisation, crédit, etc.), elles doivent transférer de nombreuses fonctions aux paysans et voient leur rôle limité à la gestion des grands ouvrages (Jamin *et al.*, 2005). Parallèlement, les petits périmètres maraîchers privés se sont multipliés, comme au Burkina Faso (Lemoalle et de Condappa, 2009). L'arrivée du secteur privé dans la grande irrigation a été plus tardive : même si certains grands périmètres privés datent des années 1970 (Compagnie sucrière sénégalaise par exemple), l'acquisition massive de très grandes surfaces irrigables par des capitaux privés, nationaux ou étrangers, ne s'est développée qu'après la crise alimentaire de 2007-2008 (Brondeau, 2011).

Des modalités d'irrigation variées

Afin de ramener la forte diversité héritée de l'histoire à quelques cas simples et comparables, l'Association régionale de l'irrigation et du drainage en Afrique de l'Ouest et du Centre (ARID, 2004), a proposé une typologie des systèmes irrigués pour cinq pays sahéliens : Burkina Faso, Mali, Mauritanie, Niger et Sénégal. En combinant des critères d'investissement, de gestion, de maîtrise de l'eau et de taille, elle différencie 9 types de systèmes (*tableaux 1 et 2*). Parmi les systèmes en maîtrise totale de l'eau (MTE), la

¹ FAOSTAT, 2010. <http://faostat.fao.org/>

Tableau 1. Description de différents types de systèmes irrigués en Afrique de l'Ouest sahélienne.

Table 1. Description of several types of irrigated systems in the Sahel.

Type de système	Caractéristiques
Périmètre irrigué public grand ou moyen	Superficie de plus de 100 hectares, irriguée depuis une ressource abondante (fleuve, retenue, lac), par pompage ou dérivation. Réseau de surface, riziculture dominante, mais petits espaces de diversification.
Périmètre irrigué villageois public	Quelques dizaines d'hectares, attribués à de nombreux petits agriculteurs. Irrigation depuis une rivière ou une retenue, par pompage ou dérivation. Riziculture dominante, complétée par décrue et/ou pluvial. Quelques puits ou forages en oasis ou en horticulture.
Petit périmètre irrigué communautaire	Quelques dizaines d'hectares, aménagés sommairement à faible coût. Irrigation par pompage, par dérivation, ou par branchement sur des ouvrages d'État (barrages au Burkina Faso, grands réseaux au Sénégal ou à l'Office du Niger). Riziculture dominante.
Petit périmètre irrigué individuel	Souvent inférieurs à 1 hectare. Petit agriculteur périurbain ou proche d'une route. Pompage individuel, souvent manuel, dans une retenue, une rivière ou une nappe peu profonde. Évolution possible vers des petites motopompes et l'irrigation localisée.
Petit ou moyen périmètre irrigué commercial	Quelques dizaines d'hectares, aménagés avec des capitaux d'origine non agricole (fonctionnaire, homme d'affaires, migrant). Ouvriers salariés. Émergence d'irrigation sous-pression, avec aspersion ou goutte-à-goutte, pour une économie de main-d'œuvre.
Grand périmètre irrigué agro-industriel	1 000 à 20 000 hectares. Firma agro-industrielle, à capitaux nationaux ou étrangers. Production à haute valeur transformée sur place (canne à sucre, tomate industrielle, fruits/légumes exportés). Irrigation depuis un fleuve. Techniques sophistiquées : planage guidé au laser, aspersion, goutte-à-goutte, serres. Main-d'œuvre très qualifiée.
Submersion contrôlée en bord de fleuve	Aménagement sommaire de cuvettes en bord de fleuve. Riz flottants ou à paille longue au Mali (Ségou, Mopti) et en Guinée (Kankan). Cultures tributaires de la pluie en début de cycle, puis de la crue (qui doit coïncider avec la croissance des plantes).
Bas-fonds en submersion contrôlée	Quelques dizaines d'hectares. Aménagement simple, prise au fil de l'eau ou seuil déversant. Riziculture en saison des pluies. En zones plus sèches, épandage des crues par digue filtrante pour apport d'eau de complément aux cultures pluviales (sorgho, maïs). Nappe utilisable en saison sèche pour du maraîchage (puisard).
Décrue	Zone de battement de fleuve, lac ou retenue. Cultures (sorgho, maïs) ou pâturages (bourgoutières) soumis au cycle crue-décrue (eau stockée dans le sol et remontées capillaires). Décrue parfois contrôlée par barrage (Mauritanie) ou endiguement (lacs du Mali).

typologie distingue les grands périmètres d'initiative publique et les petits périmètres, d'initiative publique, communautaire, ou individuelle. Au sein des périmètres privés agro-industriels, elle distingue aussi les petits des grands. La taille et le mode de financement de l'aménagement conditionnent en effet beaucoup son fonctionnement. Parmi les systèmes à maîtrise partielle de l'eau (MPE), elle distingue la submersion contrôlée, les bas-fonds aménagés, et la décrue, contrôlée ou libre. Du fait de l'absence de maîtrise, même partielle, de l'eau, la submersion libre n'est pas incluse dans cette typologie malgré son importance dans la vallée du Niger (Gallais, 1984 ; Marie *et al.*, 2007).

Si ces différents systèmes ont été décrits depuis longtemps (Guillaume, 1960 ; Boutillier, 1962), on connaît mal l'importance des surfaces concernées par les systèmes traditionnels, l'irrigation informelle ou les petits aménagements de bas-fonds (Payen et Gillet, 2007). De plus, les surfaces cultivées au sein des aménagements en MPE varient fortement d'une année à l'autre en fonction des crues. Même au sein des aménagements en MTE, il est souvent difficile de savoir quelles sont les surfaces réellement exploitées aux différentes saisons (Raes *et al.*, 1994). L'Association régionale pour l'irrigation et le drainage (ARID, 2004) a tenté d'estimer ces surfaces à dire d'experts (tableau 2 et figure 1).

En termes de superficie, les systèmes de décrue et de submersion contrôlée dominant. Les cultures de décrue sont très pratiquées dans la boucle du Niger et sur les deux rives du Sénégal, même si les sécheresses, puis la régulation par les barrages, ont réduit les crues et donc les surfaces inondées cultivables en décrue. La submersion contrôlée est essentiellement pratiquée le long du Niger, dans son cours supérieur en Guinée et au Mali, et dans son delta intérieur. Mais elle existe aussi dans une multitude de petits bas-fonds répartis dans tout le Sahel (Windmeijer *et al.*, 2002 ; Venot et Cecchi, 2011). Dans la sous-région, l'irrigation en MTE représente moins de 1 % des terres cultivées (Frenken, 2005 ; Aquastat,

Tableau 2. Caractéristiques des différents types de systèmes irrigués au Sahel (ARID, 2004).

Table 2. Characteristics of the different types of irrigated systems in the Sahel (ARID, 2004).

Type de système	Investissement	Gestion	Maîtrise de l'eau	Spéculation	Main-d'œuvre
Périmètre irrigué public grand ou moyen	État/bailleur	OP + État	Totale	Riz, polyculture	Familiale + salariée
Périmètre irrigué villageois public	État/bailleur/ONG	OP	Totale	Riz, céréales, polyculture	Familiale
Petit périmètre irrigué communautaire	Groupe d'exploitants	OP	Totale	Riz, céréales, polyculture	Familiale
Petit périmètre irrigué individuel	Exploitant individuel	Exploitant	Totale	Céréales, fruits, maraîchage	Familiale
Petit ou moyen périmètre irrigué commercial	Entrepreneur particulier	Salarié	Totale	Riz, fruit, maraîchage	Salariée
Grand périmètre irrigué agro-industriel	Firme agro-industrielle	Salarié	Totale	Canne, fruits, maraîchage	Salariée
Submersion contrôlée en bord de fleuve	État/bailleur/ONG	OP + État	Partielle	Riz	Familiale
Bas-fonds en submersion contrôlée	État/bailleur/ONG	OP (+ État)	Partielle	Riz, pomme de terre, oignon	Familial
Décru	Exploitant individuel	Exploitant	Partielle	Sorgho, riz, fourrages	Familial

OP : organisation paysanne ; ONG : organisation non gouvernementale.

2010). Les aménagements (et donc les investissements) se concentrent au Mali, avec près de 100 000 hectares pour l'Office du Niger (Keita *et al.*, 2002 ; ABN, 2007), et dans la vallée du Sénégal (Raes *et al.*, 1994). Les quelques grands périmètres agro-industriels privés sont des casiers sucriers (Faire Dupaigre *et al.*, 2004). Mais les acquisitions de grandes surfaces irrigables par certains pays manquant de terres se développent depuis peu, notamment dans la zone de l'Office du Niger (Brondeau, 2011).

La petite irrigation en MTE est en développement rapide partout (ARID, 2004). Depuis le gel des investissements publics dans les années 1990, les individus et les communautés ont étendu eux-mêmes les surfaces, notamment dans les zones périurbaines (Payen et Gillet, 2007). Les investissements réalisés par des urbains aisés s'accroissent et provoquent parfois des conflits fonciers avec les villageois (Ouedraogo, 2003).

On observe de fortes différences de développement de l'irrigation selon

les pays. Le Mali a, de loin, les plus grandes surfaces irriguées de la sous-région ; il promeut le passage de la submersion libre à un contrôle partiel ou total de l'eau, tout en maintenant un appui aux rizières pluviales et de bas-fonds (République du Mali, 2008 ; République du Mali, 2009). Le Burkina Faso, qui n'a pas d'aussi grands fleuves, a construit environ 1 700 petits barrages (contre 800 au Mali), mais qui sont encore peu utilisés pour l'irrigation (République du Burkina Faso, 2008 ; Venot et Cecchi, 2011). L'aménagement des bas-fonds concerne surtout les zones méridionales, à climat plus soudanien, du Burkina Faso, du Mali et du Sénégal (Windmeijer *et al.*, 2002). En irrigation par pompage, le Sénégal a d'abord privilégié les grands et les petits périmètres publics (Diemer et van der Laan, 1987), même si le casier sucrier privé de la CSS s'est installé dès le début des années 1970 ; depuis le milieu des années 2000, il a mis en place, dans le delta, un partenariat public-privé, qui prend plus la forme d'une coexistence que d'un réel parte-

nariat (Seck, 2009). Dans un contexte social très spécifique et conflictuel, la Mauritanie a favorisé, dès le milieu des années 1980, le développement de grands périmètres privés dans le delta, la moyenne vallée restant plutôt occupée par des périmètres publics (Schmitz, 1993 ; Haefele *et al.*, 2001). Le Niger a encouragé des formes très variées de petits périmètres, individuels ou collectifs, périurbains ou oasiens, dans les vallées fossiles ou sur le fleuve Niger, exploitant ainsi ses différents types de ressources (République du Niger 2008 ; ARID, 2004).

L'Autorité du bassin du Niger (ABN, 2007) envisage des plans ambitieux d'expansion des surfaces irriguées. La surface rizicole en MTE pourrait quadrupler, en hivernage et en saison sèche ; le maraîchage et la canne à sucre devraient aussi se développer. Avec les projets de nouveaux barrages hydroélectriques, la régulation du fleuve écrêtera les crues et soutiendra l'étiage ; les surfaces cultivées en décrue ou en submersion libre devraient alors régresser, tandis que l'irrigation pourrait

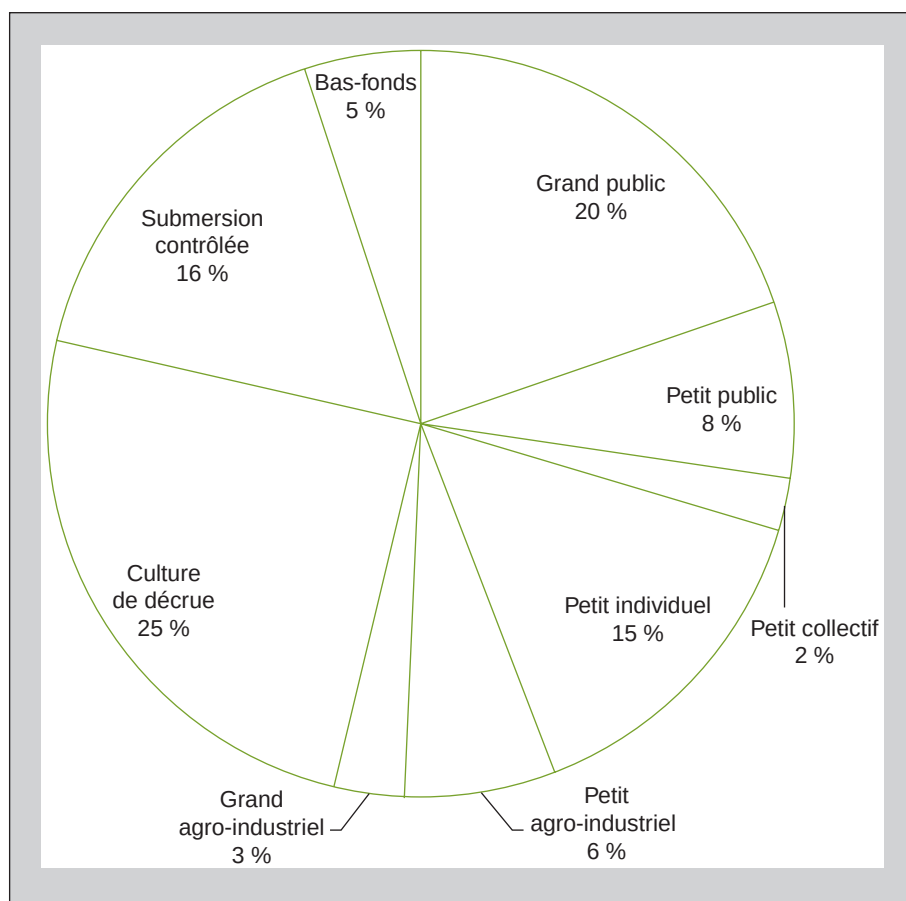


Figure 1. Part des surfaces des différents systèmes d'irrigation au Sahel (ARID, 2004).

Figure 1. Proportion of irrigation systems areas in the Sahel (ARID, 2004).

encore se développer en saison sèche (Zwarts *et al.*, 2005). On assisterait ainsi, pour le fleuve Niger, à un transfert de potentiel productif, à l'intérieur même du Mali, du delta vif vers l'Office du Niger. Toutefois, le développement de l'irrigation dans ce pays a aussi des conséquences internationales importantes : d'une part, il dépend en partie des aménagements qui seront faits en amont, en Guinée ; d'autre part, il aura un impact, en aval, sur la disponibilité en eau pour le Niger et le Nigeria, qui s'en sont inquiétés. Même si, pour l'instant, l'ABN donne encore peu lieu à des affrontements ouverts entre les différents États intéressés, l'exemple de l'Organisation pour la mise en valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) montre que les enjeux sur l'irrigation et l'hydroélectricité peuvent amener certains États à faire pression pour limiter le développement de leurs voisins. Or, la région compte 25 cours d'eau transfrontaliers (Niasse, 2004).

Performances techniques et économiques

On dispose de nombreuses données (rendements, coûts de production, revenus, etc.) sur la riziculture en MTE (IIMI, 1997 ; Sally, 1997 ; Ducrot *et al.*, 2002 ; Rigourd *et al.*, 2002 ; ARID, 2004 ; IPTRID, 2004 ; Frenken, 2005 ; Inocencio *et al.*, 2007 ; Bélières, 2011). Les performances sont très variables selon les casiers (*tableau 3*) ; elles sont souvent inférieures aux prévisions des études de faisabilité et les taux de rentabilité interne restent modestes (ABN, 2007). En termes agronomiques, le degré de maîtrise de l'eau influence fortement le rendement des rizières (*tableau 3*). Il est difficile de dépasser 2,5 t/ha de paddy en MPE alors qu'en MTE, les

rendements peuvent dépasser 5 t/ha/culture, avec une double culture dans certains casiers. Les paysans bénéficiant d'une bonne maîtrise de l'eau ont ainsi notablement amélioré leurs rendements ces dernières années (IPTRID, 2004 ; Inocencio, 2007), notamment à l'Office du Niger où le rendement du riz est passé de 1,5-2 t/ha en 1985 à 5-6 t/ha en 2000, avec une double culture sur une partie des surfaces (Bonneval *et al.*, 2002). Mais ces progrès sont souvent très liés aux conditions locales : politiques publiques, projets, etc. Les causes les plus fréquentes de ces progrès sont la fonctionnalité des aménagements, l'apprentissage progressif de l'irrigation, une meilleure commercialisation et/ou organisation des producteurs (Abernethy et Sally, 1999 ; Legoupil *et al.*, 1999 ; Bonneval *et al.*, 2002 ; Bethemont, 2003 ; IPTRID, 2004 ; Poussin *et al.*, 2005).

Les revenus des paysans en MTE, qui ne prennent en général pas en compte l'amortissement des aménagements, sont plus élevés que ceux obtenus en pluvial dans les mêmes zones. L'irrigation constitue donc un moyen efficace pour réduire la pauvreté, même si, de fait, les systèmes d'activité paysans associent très souvent plusieurs systèmes de culture (irrigué, pluvial, décrue), élevage et activités extra-agricoles, notamment migratoires (Coulibaly *et al.*, 2006 ; Vidal *et al.*, 2006 ; Dillon, 2008 ; Nkonya *et al.*, 2008 ; Adamczewski *et al.*, 2011 ; Bélières *et al.*, 2011).

Augmenter les performances techniques des cultures irriguées reste encore possible, puisqu'en riziculture le potentiel est supérieur à 8 t/ha. D'ailleurs, un nombre croissant de riziculteurs récolte plus de 7 t/ha de paddy (IPTRID, 2004). Les auteurs s'accordent pour dire qu'il n'y a pas de solution technique standard, mais plutôt une synergie entre avancées techniques, organisationnelles et sociales (Abernethy et Sally, 1999 ; Legoupil *et al.*, 1999 ; Poussin et Boivin, 2002 ; Poussin *et al.*, 2005 ; Vandersypen *et al.*, 2006). Le manque d'expérience des irrigants en matière d'organisation des groupements d'irrigation, de distribution de l'eau, d'entretien des infrastructures, d'approvisionnement en matériels et en intrants ou de commercialisation, reste un frein puissant. Il est en partie dû au transfert, assez brutal et sans concertation, de

Tableau 3. Quelques performances technico-économiques des 9 types de systèmes irrigués.

Table 3. Some levels of performance of the 9 irrigated systems.

Type de système	Investissement (F CFA/ha)	Rendements paddy (t/ha) (1)	Prélèvements bruts m ³ /ha/campagne (2)	Productivité de l'eau (kg paddy/m ³) (rapport 1/2)
Office du Niger hivernage	> 5 000 000	5 à 6	25 000	0,20
Office du Niger saison sèche		4 à 5	87 000	0,08
Petits périmètres publics	< 2 000 000	3 à 5	13 000	0,23 à 0,38
Périmètres irrigués villageois	< 500 000	5,5	?	?
Petits périmètres privés Mali	± 2 000 000	5.5	?	?
Submersion contrôlée Mopti	400 000 à 600 000	0,8 à 2,5	5 400	0,15 à 0,46
Submersion contrôlée Ségou		0,8 à 2,5	9 000	0,08 à 0,27
Bas-fonds	< 1 000 000	0,5 à 2	6 000	0,25

Source : ARID, 2004 ; ABN, 2007 ; Vandersypen *et al.*, 2006. 655, 96 F CFA = 1 euro.

responsabilités depuis les sociétés d'État vers les producteurs (Abernethy et Sally, 1999 ; Jamin *et al.*, 2005). Si, à l'Office du Niger ce transfert est plutôt considéré comme un succès (Bonneval, 2002 ; Coulibaly *et al.*, 2006), il s'est ailleurs révélé décevant, comme dans la vallée du Sourou (Bethemont *et al.*, 2003), et reste souvent problématique pour la gestion de l'eau, même à l'Office du Niger (Vandersypen *et al.*, 2008). Le renforcement des compétences des producteurs dans les différentes fonctions que requiert l'irrigation reste à développer (Legoupil *et al.*, 1999 ; Compaoré *et al.*, 2002 ; Vidal *et al.*, 2006). Les difficultés de gestion des périmètres collectifs, mais aussi la recherche de nouveaux investisseurs, poussent les bailleurs de fonds et les pays à privilégier l'irrigation individuelle ou agro-industrielle (Banque mondiale, 2009 ; Brondeau, 2011). En submersion contrôlée, les performances sont mitigées (République du Mali, 2009), même si l'utilisation croissante de barrages seuils ou de motopompes permet de corriger les faibles crues. Grâce à cette meilleure maîtrise de l'eau, la production agricole pourrait être concentrée sur une surface plus réduite en préservant ainsi les pâturages et la biodiversité en bordures des fleuves et des bas-fonds. Les pâturages inondés, par exemple les bourgoutières, peuvent produire 20 à 30 t/ha de matière sèche

d'excellent fourrage, ce qui, en termes énergétiques, correspond à une performance supérieure à celle de la riziculture inondée (Marie *et al.*, 2007). En termes économiques, la compétitivité de la riziculture irriguée est l'objet de nombreux débats (Faivre Dupaigre *et al.*, 2004). Si les faibles taxes à l'importation dans la zone de l'Union économique et monétaire ouest-africaine (UEMOA) et la surévaluation du franc CFA (arrimé à l'euro) pénalisent la production rizicole locale, les évolutions inquiétantes du marché mondial poussent les pays sahéliens à rechercher la sécurité alimentaire. Celle-ci est quasiment atteinte au Mali, où la riziculture irriguée profite de l'absence de coûts de pompage et de coûts de mécanisation peu élevés (en raison du choix historique, favorisé par l'enclavement, de la traction animale et de la fabrication locale des outils), ainsi que des coûts d'acheminement élevés du riz importé depuis les ports de Dakar et Abidjan. Elle est plus difficile à atteindre ailleurs, notamment au Sénégal où il y a pourtant peu d'alternatives à la culture irriguée pour répondre localement à la demande urbaine en riz.

Même si le riz est de loin la culture irriguée la plus répandue, les autres cultures irriguées (de diversification par rapport au riz) progressent. Mais, à l'exception de la canne à sucre, elles

échappent largement aux statistiques, parce qu'elles ne concernent souvent que de petites surfaces. De plus, elles sont fréquemment entreprises par les jeunes et les femmes, et pas seulement par les chefs de famille qui sont en général les seuls considérés comme agriculteurs par les organisations professionnelles et l'Administration. Enfin, le suivi agricole dans les pays sahéliens concerne essentiellement les céréales – stratégiques pour leur sécurité alimentaire et dont les offices de développement contrôlaient autrefois étroitement la commercialisation – ainsi que les cultures industrielles comme le coton.

L'arboriculture fruitière se développe partout dans les bas-fonds (Ahmadi et Teme, 1998), mais plus sous la forme de plantations de bordure de bas-fonds que de grands vergers irrigués. La canne à sucre est cultivée en régie par de grandes entreprises maintenant toutes privatisées, au Mali, au Sénégal et au Burkina Faso. Mais elle consomme beaucoup d'eau, en particulier en saison sèche. Elle est aussi peu compétitive au niveau mondial (Faivre Dupaigre *et al.*, 2004), ce qui menace une agro-industrie fortement pourvoyeuse d'emplois salariés. Cela amène les États à protéger leur marché. Le différentiel de prix avec le marché mondial entraîne alors un important commerce transfrontalier illégal, par exemple entre la Mauritanie et le

Sénégal. La canne à sucre connaît ces dernières années un regain d'intérêt, du fait de grands projets de production de bioéthanol, en particulier au Mali, mais leur intérêt économique, écologique et social est fortement discuté (Brondeau, 2011).

L'avenir du maraîchage irrigué apparaît plus prometteur, puisque l'urbanisation des pays sahéliens et de leurs voisins côtiers augmente fortement la demande (Direction générale des prévisions et des statistiques agricoles [DGPSA], 2004 ; Faivre Dupaigre *et al.*, 2004). Bien que pratiqué en saison sèche, il nécessite moins d'eau que la riziculture ; il génère des revenus importants, améliore l'état nutritionnel des familles et fait vivre un grand nombre d'intermédiaires, notamment des femmes (Direction générale des prévisions et des statistiques agricoles [DGPSA], 2004). Cependant, les marchés sont régulièrement saturés car la demande reste limitée et les légumes sont difficiles à conserver et fragiles à transporter sur de longues distances, à l'exception des oignons et de la pomme de terre qui font ainsi l'objet d'exportations vers les pays côtiers du golfe de Guinée, dont le climat est moins favorable à ces productions. La main-d'œuvre nécessaire et le coût des cultures (semences, engrais, produits phytosanitaires) sont aussi pénalisants. Le maraîchage, qui devrait se développer à moyen terme avec l'urbanisation, reste donc une solution encore limitée en termes de surfaces. C'est un secteur à risque pour les paysans du fait de la saturation des marchés locaux et des entraves à la libre circulation des marchandises, accentuées par les passages de frontières, qui sont la cause de fortes fluctuations de prix (Rigourd *et al.*, 2002).

Les problèmes de transport expliquent aussi que les périmètres irrigués sahéliens, souvent éloignés des grandes villes, n'aient pas vu se développer une production laitière intensive reposant sur des fourrages irrigués, comme cela a été le cas au Maroc (Sraïri *et al.*, 2011). Ils ont en revanche permis, à travers la disponibilité de sous-produits comme la paille et le son de riz, la survie (dans les années 1983-1984), puis le développement, d'un élevage d'embouche et d'une production laitière à commercialisation locale (Duteurtre *et al.*, 2010).

À plus ou moins court terme, l'augmentation du prix mondial de l'énergie se répercutera sur le coût des pompes, thermiques ou électriques. Dans un premier temps, les interconnexions en cours entre pays sahéliens et pays côtiers devraient permettre aux premiers de bénéficier de ressources énergétiques moins coûteuses, comme le gaz naturel. Mais ces énergies fossiles s'épuiseront à moyen terme. Les nouveaux barrages hydroélectriques programmés devraient pouvoir fournir de l'énergie à meilleur marché. Ils sont utilisés en priorité pour alimenter les grandes villes, mais on constate aussi que le pompage s'électrifie dans les périmètres irrigués dès que cela est possible. L'électricité d'origine solaire, qui pourrait être utilisée pour les petites stations de pompage isolées, l'est encore très peu, malgré un potentiel naturel élevé, du fait de coûts d'investissement hors de portée des acteurs locaux et d'une fiabilité encore faible en conditions difficiles (Betaleb, 2004).

Performances sociales et durabilité

Les performances des périmètres irrigués ne peuvent pas être uniquement jugées en termes techniques et économiques. Nous avons choisi quelques indicateurs qui permettent aussi d'illustrer le niveau de participation sociale, de dynamique de développement et de durabilité des différents types d'irrigation (*tableau 4*). Les périmètres en MTE nécessitent une forte participation et coordination des usagers pour gérer un calendrier d'irrigation et assurer l'entretien des canaux. Assurer cette gestion est plus facile sur les périmètres individuels. Les périmètres en MPE nécessitent moins d'entretien et aucun tour d'eau ; ils requièrent donc peu ou pas d'action collective.

La durabilité de certains aménagements est problématique : faute d'entretien courant suffisant, grands ou petits aménagements en MTE doivent être régulièrement réhabilités. Néanmoins, la taille influence cet entretien car, pour les grands aménagements, les gestionnaires le confient souvent à des entreprises. Les aménagements en MPE, proches des cours

d'eau, sont vulnérables aux risques de dégâts provoqués par les crues. De même, les aménagements de bas-fonds, encore moins élaborés, sont vulnérables aux aléas naturels.

Pour que l'irrigation soit durable, il ne faut pas qu'elle engendre de dégradation à l'environnement et, en premier lieu, aux sols. En effet, les plus grands dangers, communs à la plupart des zones arides, sont la salinisation et l'alcalinisation des sols (Umali, 1993). Ces risques concernent ainsi aussi bien de grands aménagements comme ceux de l'Office du Niger et du delta du Sénégal, que des périmètres de taille plus modeste comme ceux situés au Niger (Poussin et Boivin, 2002 ; Marlet et N'Diaye, 2002 ; Barbiero *et al.*, 2005). Une solution est d'améliorer le drainage pour évacuer les sels. Mais cela impose d'aménager un réseau de drainage fonctionnel, voire d'installer une station d'exhaure lorsque l'irrigation est gravitaire. Les petits périmètres ne sont pas épargnés par ce type de problème, même s'ils sont souvent situés sur des sols de bourrelet de berge ou de terrasse, plus filtrants (Marlet *et al.*, 1996).

Les impacts de l'irrigation sur les zones humides naturelles constituent un autre problème environnemental de plus en plus sensible. En effet, les systèmes en MPE occupent les cuvettes humides et les transforment radicalement. En revanche, les petits périmètres en MTE sont situés le plus souvent en bordure des cuvettes et ont donc moins d'impact. Les barrages construits pour réguler les fleuves inondent des zones humides en amont et diminuent l'amplitude des crues en aval. Mais ces barrages ayant le plus souvent la production hydroélectrique comme fonction principale et prioritaire, on ne peut rendre l'irrigation seule responsable de leurs impacts environnementaux.

Enfin, les différents aménagements hydroagricoles sont également porteurs de risques sanitaires puisqu'ils favorisent la prolifération de vecteurs de diverses maladies (paludisme, schistosomiase, etc.). En contrepartie, l'irrigation engendre une amélioration du niveau de vie, ce qui permet de limiter ces risques à condition de mettre en œuvre des programmes de lutte adaptés au nouveau contexte irrigué (Audibert et Etard, 2002 ; Parent *et al.*, 2002 ; Boelee *et al.*, 2009), dont

Tableau 4. Évaluation qualitative à dire d'experts d'indicateurs sociaux et de durabilité pour différents systèmes irrigués au Sahel.

Table 4. Expert-based qualitative evaluation of social and sustainability indicators for different irrigated systems in the Sahel.

Type de système	Participation des usagers	Dynamique actuelle	Durabilité infrastructures	Problèmes de sols	Impact zones humides	Ravageurs
Périmètre irrigué public grand ou moyen	+	++	-	+	+	++
Périmètre irrigué villageois public	++	+	-	=	++	++
Petit périmètre irrigué communautaire	++	=	+	=	++	++
Petit périmètre irrigué individuel	++	++	++	=	+	++
Petit ou moyen périmètre irrigué commercial	++	++	++	=	+	++
Grand périmètre irrigué agro-industriel	++	++	=	=	++	++
Décrue	=	-	-	=	=	++
Submersion contrôlée en bord de fleuve	+	-	-	=	++	+
Bas-fonds en submersion contrôlée	+	++	=	+	++	+

++ : très important ; + : important ; = moyen ; - : faible ; - : très faible.

l'impact environnemental doit aussi être pris en compte.

Conclusion

Les systèmes irrigués du Sahel recouvrent un ensemble très varié de pratiques d'aménagement et de mise en valeur. Avec les évolutions climatiques et les aménagements en cours, les formes de maîtrise de l'eau les plus coûteuses en investissement, en intrants et en travail vont être favorisées, tandis que les valorisations traditionnelles de l'eau, plus extensives, devraient continuer à reculer. Si le choix de la riziculture, fortement consommatrice d'eau, a souvent été critiqué, les solutions alternatives restent cependant limitées en termes de marchés. Seul le maraîchage de saison sèche a pris une part significative en termes de revenus et d'emploi, mais il ne couvre encore que de petites surfaces et les marchés sont encore étroits et soumis à des difficultés de transport importantes. La canne à sucre et les biocarburants font l'objet

de grands projets, mais peu se sont concrétisés pour l'instant : entre effets d'annonce, accaparement des terres et jeux politiques, leur concrétisation dans une production effective reste problématique.

L'avenir des systèmes irrigués sahéliens est encore incertain, mais de grandes lignes se dessinent. Les grands périmètres connaissent de nouvelles évolutions, notamment au Sénégal et au Mali, avec le développement de l'agro-industrie. Les petits périmètres privés sont aussi en pleine extension, spontanément et avec l'appui des gouvernements et de la Banque mondiale (Sonou et Abéric, 2010). Les modèles à faible maîtrise de l'eau régressent partout : la culture de décrue est peu à peu remplacée par des formes d'irrigation ; l'irrigation en maîtrise partielle de l'eau en bordure des fleuves stagne ou régresse. En revanche, la culture des bas-fonds se développe fortement, surtout dans les zones de savanes, aussi bien en hivernage (riziculture inondée) qu'en saison sèche (maraîchage sur nappe).

Les choix futurs d'aménagements hydrauliques sont surtout guidés par

des considérations non agricoles, comme les besoins urgents de la sous-région en énergie. La régulation des débits opérée par les barrages hydroélectriques de Manantali sur le Sénégal et de Sélingué sur le Niger, se renforcera et favorisera l'extension de l'irrigation en saison sèche. Elle va aussi contribuer à faire reculer les cultures et les pâturages de décrue, déjà affectés par les évolutions climatiques. La nature et l'importance des investissements dans l'irrigation annoncés par certains pays vont être déterminantes : orientation vers des cultures énergétiques (bioéthanol à partir de la canne à sucre, pourghère) ou vers des cultures alimentaires, et dans ce dernier cas, destinées au marché local ou à la sécurité alimentaire des pays investisseurs ?

L'avenir de l'irrigation au Sahel sera d'abord porté par les dynamiques rurales, car les agricultures familiales assurent encore la quasi-totalité de la production céréalière et maraîchère irriguée. Mais il va aussi être déterminé par de puissants changements en cours : forte croissance urbaine induisant des demandes alimentaires en

augmentation rapide et qui évolue vers une plus grande consommation de fruits, de légumes et de produits animaux – lait et viande (Paillard et al., 2010) ; déficits énergétiques très importants poussant à l'aménagement et à la régulation des fleuves (Niasse, 2004) ; acquisitions foncières massives par de grandes sociétés privées et des États étrangers (Brondeau, 2011) ; et enfin changements climatiques, dont l'orientation pluviométrique reste très incertaine au Sahel, où les très fortes irrégularités interannuelles sont difficilement prévues par les modèles (Hulme et al., 2001), tandis que le recul de la végétation arborée au profit des cultures augmente les volumes écoulés et la précocité des crues (Mahé, 2006). La capacité des petits paysans, disposant d'un capital très faible, à maintenir et développer leur activité irriguée dans ce contexte, favorable en termes de marchés mais de plus en plus concurrentiel et risqué, dépendra en grande partie des politiques agricoles, énergétiques et foncières que mettront en œuvre leurs gouvernements, mais aussi des moyens financiers que les grandes institutions internationales (gouvernementales et non gouvernementales) pourront mobiliser pour permettre à ces politiques de rester orientées, au moins en partie, vers les petits paysans et les différentes formes d'irrigation qu'ils pratiquent. ■

Références

- Abernethy CL, Sally MH, 1999. Experiences of some government-sponsored organisations of irrigators in Niger and Burkina Faso, West Africa. In : Abernethy CL, Heim F, eds. *Irrigators' organisations : Government actions towards effective irrigators' organisations*. Feldafing (Germany) : German Foundation for International Development.
- ABN, 2007. *Élaboration du Plan d'Action de Développement Durable. Phase 2 : schéma directeur d'aménagement et de gestion*. Niamey : ABN. http://www.cru-bn.org/ml/dossiers/A%20Pages%20de%204543_PADD_Phase%202_FR_v2.pdf.
- Adamczewski A, Hertzog T, Dosso M, Jouve P, Jamin JY, 2011. L'irrigation peut-elle se substituer aux cultures de décrue ? La dépression du lac Horo (Nord Mali). *Cah Agric* 20 : 97-104. doi : 10.1684/agr.2011.0469.
- Ahmadi N, Teme B, eds, 1998. *Aménagement et mise en valeur des bas-fonds au Mali. Bilan et perspectives nationales, intérêt pour la zone de savane ouest-africaine*. Actes du séminaire de Sikasso, Mali, 21-25 octobre 1996. Montpellier : Cirad éditions.
- Aquastat, 2010. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/indexfra.stm>.
- ARID, 2004. *Typologie des systèmes irrigués en Afrique de l'Ouest sahélienne*. Projet Appia.
- Ouagadougou : ARID. http://www.arid-afrique.org/IMG/pdf/Typologie_des_systemes_irrigues_AO_.pdf.
- Audibert M, Etard JF, 2002. Bénéfices économiques d'un investissement en santé au Mali. *Cah Agric* 11 : 75-80.
- Barbier EB, Thompson JR, 1998. The value of water: floodplain versus large-scale irrigation benefits in Northern Nigeria. *Ambio* 27 : 434-40.
- Barbiero L, Mohamedou AO, Roger L, Furian S, Aventurier A, Rémy JC, et al., 2005. The origin of vertisols and their relationship to acid sulfate soils in the Senegal valley. *Catena* 59 : 93-116.
- Bélières JF, Hilhorst T, Kébé D, Keita MS, Keita S, Sanogo O, 2011. Irrigation et pauvreté : le cas de l'Office du Niger au Mali. *Cah Agric* 20 : 144-9. doi : 10.1684/agr.2011.0473.
- Betaleb N, 2004. L'électrification rurale décentralisée dans le Sud. *Vertigo* 5. <http://vertigo.revues.org/3910>.
- Bethemont J, Faggi P, Zoungana T, 2003. *La vallée du Sourou, Genèse d'un territoire hydraulique dans l'Afrique soudano-sahélienne*. Paris : L'Harmattan.
- Boelee E, Cecchi P, Kone A, 2009. *Health impacts of small reservoirs in Burkina Faso*. IWMI Working Paper 136. Colombo (Sri Lanka) : IWMI.
- Bonneval P, Kuper M, Tonneau JP, 2002. *L'Office du Niger grenier à riz du Mali : Succès économiques, transitions culturelles et politiques de développement*. Montpellier ; Paris : Cirad éditions ; Karthala.
- Boutillier JL, Cantrelle P, Causse J, Laurent C, N'Doye T, 1962. *La moyenne vallée du Sénégal. Etude socio-économique*. Paris : PUF.
- Brondeau F, 2011. L'agrobusiness à l'assaut des terres irriguées de l'Office du Niger (Mali). *Cah Agric* 20 : 136-43. doi : 10.1684/agr.2011.0472.
- Carney JA, 2001. *Black rice : the African origins of rice cultivation in the Americas*. Cambridge (Massachusetts) : Harvard University Press.
- Carney JA, 2003. The African antecedents of Uncle Ben in U.S. rice history. *Journal of Historical Geography* 29 : 1-21.
- CILSS, 2010. *Déclaration des chefs d'État et de gouvernement du CILSS relative à la coalition mondiale sur l'eau au Sahel*. N'Djamena. http://www.cilss.bf/IMG/pdf/declaration_cetat.pdf.
- Compaoré ML, Blanchet B, Rigourd C, Hermiteau I, 2002. Vers une professionnalisation des fonctions hydrauliques des périmètres irrigués en Afrique de l'Ouest. *Sud Sciences et Technologies* (28) : 28-40.
- Coulibaly YM, Bélières JF, Koné Y, 2006. Les exploitations agricoles familiales du périmètre irrigué de l'Office du Niger au Mali : évolutions et perspectives. *Cah Agric* 15 : 562-9. doi : 10.1684/agr.2006.0024.
- Direction générale des prévisions et des statistiques agricoles (DGPSA), 2004. *Formulation d'une méthodologie pour l'enquête maraîchère au Burkina Faso. Campagne 2004-2006*. Ouagadougou : ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources halieutiques. http://www.insd.bf/fr/IMG/pdf/Enquete_maraichere_2004-2007.pdf.
- Diemer G, van der Laan E, 1987. *L'irrigation au Sahel*. Paris ; Wageningen : Karthala ; CTA.
- Dillon A, 2008. *Access to irrigation and the escape from poverty. Evidence from Northern Mali*. IFPRI Discussion Paper 782. Washington (DC) : IFPRI. <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/ifpridp00782.pdf>.
- Diouf J, 2008. Discours d'ouverture de la conférence « L'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique : les défis du changement climatique », Syrte (Libye), 15-17 décembre 2008. <http://www.fao.org/news/story/fr/item/8954/icode/>.
- Ducrot R, Zaslavsky J, Magassa H, 2002. Dynamismes et contraintes du développement de la petite irrigation, cas du delta intérieur du Niger. In : Orange D, Arfi R, Kuper M, Morant P, Poncet Y, eds. *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones tropicales inondables*. Paris : IRD éditions.
- Duteurtre G, Alary V, Ancey V, Corniaux C, Dieye PN, Gautier D, Ninot O, Vatin F, 2010. Accès aux marchés et développement de l'élevage en Afrique : la construction sociale des liens marchands. Quatrième journées Sciences sociales SFER-INRA-CIRAD, Rennes, 9-10 décembre 2010. <http://www.sfer.asso.fr/content/download/3696/32875/file/B4%20-%20Duteurtre%20et%20al%20final.pdf>.
- Faivre Dupaigre B, Baris P, Liagre L, 2004. *Étude sur la compétitivité des filières agricoles dans l'espace UEMOA*. Ouagadougou : UEMOA.
- Frenken K, ed, 2005. *L'irrigation en Afrique en chiffres. Enquête Aquastat 2005*. Rome : FAO.
- Gallais J, 1984. *Hommes du Sahel, espace-temps et pouvoir, le delta intérieur du Niger*. Paris : Flammarion.
- Guillaume M, 1960. Les aménagements hydro-agricoles de riziculture et de culture de décrue dans la vallée du Niger. *Agro Trop* 15 : 73-91, 133-187, 273-319, 390-413.
- Haefele SM, Wopereis MCS, Donovan C, Maubuisson J, 2001. Improving the productivity and profitability of irrigated rice production in Mauritania. *Europ J Agronomy* 14 : 181-96.
- Hulme M, Doherty R, Ngara T, New M, Lister D, 2001. African climate change : 1900-2100. *Clim Res* 17 : 145-68.
- IIMI, 1997. *Projet management de l'irrigation au Niger : rapport final de synthèse*. Niamey : IIMI. <http://publications.iwmi.org/pdf/H05369.pdf>.
- Inocencio A, Kikuchi M, Tonosaki M, Maruyama A, Merrey D, Sally H, et al., 2007. *Costs and performance of irrigation projects : a comparison of sub-Saharan Africa and other developing regions*. IWMI Research Report 109. Colombo (Sri Lanka) : IWMI.
- IPTRID, 2004. *Identification et diffusion de bonnes pratiques sur les périmètres irrigués en Afrique de l'Ouest*. Rome : FAO.
- Jamin JY, 1994. *De la norme à la diversité : l'intensification rizicole face à la diversité paysanne dans les périmètres irrigués de l'Office du Niger*. Thèse de doctorat, Paris, INA-PG. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00408411/fr/>.
- Jamin JY, Bisson P, Fusillier JL, Kuper M, Maraoux F, Perret S, et al., 2005. La participation des usagers à la gestion de l'irrigation : des mots d'ordre aux réalités dans les pays du Sud. Colloque Irrigation et développement durable, 2005-05-19, Paris. *Les colloques de l'Académie d'agriculture de France* 91 : 65-83.
- Janin P, 2010. La lutte contre l'insécurité alimentaire au Sahel : permanence des questionnements et évolution des approches. *Cah Agric* 19 : 177-84. doi : 10.1684/agr.2010.0393.

- Keïta N, Bélières JF, Sidibé, 2002. Extension de la zone aménagée de l'Office du Niger : exploitation rationnelle et durable des ressources naturelles au service d'un enjeu national de développement. In : Orange D, Arfi R, Kuper M, Morant P, Poncet Y, eds. *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones tropicales inondables*. Paris : IRD éditions.
- Legoupil JC, Dancette P, Maïga IM, N'Diaye KM, 1999. *Pour un développement durable de l'agriculture irriguée dans la zone soudano-sahélienne : synthèse des résultats du pôle régional de recherche sur les systèmes irrigués*. Dakar (Sénégal) : PSI/ CORAF.
- Lemoalle J, de Condappa D, 2009. *Atlas de l'eau du bassin de la Volta*. Colombo ; Marseille : CPWF ; IRD éditions.
- Mahé G, 2006. The impact of land-use/land-cover change and climate variability on the hydrology of the Sahel. In : Demuth S, Gustard A, Planos E, Scatena F, Servat E, eds. *Climate variability and change – Hydrological impacts*. Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference. Publ. AISH 308. Wallingford (Great Britain) : AISH.
- Marie J, Morant P, N'Djim H, eds, 2007. *Avenir du fleuve Niger*. Paris : IRD éditions.
- Marlet S, N'Diaye MK, 2002. La fertilité des sols. Des risques d'alcalinisation liés à l'irrigation et aux pratiques culturales. In : Kuper M, Tonneau JP, Bonneval, eds. *L'Office du Niger, grenier à riz du Mali : succès économiques, transitions culturelles et politiques de développement*. Montpellier : Cirad éditions.
- Marlet S, Vallès V, Barbiero L, 1996. Field study and simulation of geochemical mechanisms of soil alkalization in the sahelian zone of Niger. *Arid Soil Research and Rehabilitation* (10) : 243-56.
- Niasse M, 2004. Prévenir les conflits et promouvoir la coopération dans la gestion des fleuves transfrontaliers en Afrique de l'Ouest. *VertigO* 5. <http://vertigo.revues.org/3979>.
- Nkonya E, Philip D, Mogues T, 2008. *From the ground up : Impacts of a Pro-poor community-driven development project in Nigeria*. Discussion Paper 756. Washington (DC) : IFPRI.
- Ouedraogo M, 2003. *Les nouveaux acteurs et la promotion des activités agro-sylvopastorales dans le sud du Burkina Faso : Faux départ ou inexpérience ?* Issue paper. Londres : IIED.
- Paillard S, Treyer S, Dorin B, eds, 2010. *Agrimonde. Scénarios et défis pour nourrir le monde en 2050*. Versailles : éditions Quae.
- Parent G, Poda JN, Zagré NM, de Plaen R, Courade G, 2002. Irrigation, santé et sécurité alimentaire en Afrique : quels liens ? *Cah Agric* 11 : 9-15.
- Payen J, Gillet V, 2007. *L'irrigation informelle en Afrique de l'Ouest. Une solution ou un problème ?* Issue paper. Rome : IPTRID.
- Poussin JC, Boivin P, 2002. Performances des systèmes rizicoles irrigués sahéliens. *Cah Agric* 11 : 65-73.
- Poussin JC, Diallo Y, Legoupil JC, Sow A, 2005. Increase in rice productivity in the Senegal River valley due to improved collective management of irrigation schemes. *Agron Sustain Dev* 25 : 225-36.
- Raes D, Sy B, Feyen J, 1994. Water use in rice schemes in the Senegal River Delta and Valley. *Irrigation and Drainage Systems* 9 : 117-28.
- République du Burkina Faso, 2008. *Rapport national d'investissement. Burkina Faso*. Conférence sur l'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique : les défis du changement climatique, Syrte (Libye), 15-17 décembre 2008. <http://www.sirtewaterandenergy.org/docs/reports/BurkinaFaso-Rapport2.pdf>.
- République du Mali, 2009. *Bilan de la campagne agricoles de l'initiative riz (2008-2009). Synthèse*. Bamako : Primature. http://www.primature.gov.ml/images/bilan_initiative_riz_synthese.doc.
- République du Mali, 2008. *Rapport national d'investissement. Mali*. Conférence sur l'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique : les défis du changement climatique, Syrte (Libye), 15-17 décembre 2008. <http://www.sirtewaterandenergy.org/docs/reports/Mali-Rapport2.pdf>.
- République du Niger, 2008. *Rapport national d'investissement. Niger*. Conférence sur l'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique : les défis du changement climatique, Syrte (Libye), 15-17 décembre 2008. <http://www.sirtewaterandenergy.org/docs/reports/Niger-Rapport2.pdf>.
- Rigourd C, Hermiteau I, Nepveu de Villemarceau A, Vidal A, 2002. La riziculture irriguée en Afrique sahélienne : rompre avec le pessimisme. *Cah Agric* 11 : 59-59.
- Rosegrant MW, Cline SA, 2003. Global food security : challenges and policies. *Science* 302 : 1917-9.
- Sally H, 1997. *Améliorer les performances des périmètres irrigués*. Actes du Séminaire régional du projet Management de l'irrigation au Burkina Faso. Ouagadougou ; Colombo : IIMI, 1997.
- Schmitz J, 1993. Anthropologie des conflits fonciers et hydropolitiques du fleuve Sénégal (1975-1991). *Cah Sci Hum* 29 : 591-623.
- Seck SM, 2009. Changements institutionnels et difficultés de développement hydroagricole dans le Delta du fleuve Sénégal : nouvelles dynamiques et recompositions autour de l'irrigation. In : Dansero E, Luzzati ES, Seck M, eds. *Organisations paysannes et développement local : leçons à partir du cas du Delta du fleuve Sénégal*. Torino (Italia) : L'Harmattan Italia.
- Shettima KA, 1997. Ecology, identity, developmentalism and displacement in northern Nigeria. *Journal of Asian and African Studies* 32 : 66-80.
- Sonou M, Abric S, 2010. Capitalisation d'expériences sur le développement de la petite irrigation privée pour des productions à haute valeur ajoutée en Afrique de l'Ouest. Arnhem (Pays-Bas) : Practica ; Banque mondiale. <http://www.practica.org/wp-content/uploads/services/publications/Background%20documents/small%20scale%20irrigation%20study%20world%20bank/SSI%20study%20Rapport%20final%20-%20-%20SA310810.pdf>.
- Sraïri MT, Kuper M, Le Gal PY, 2011. Accompagnement d'exploitations laitières pour mieux valoriser l'eau d'irrigation dans la plaine du Tadla au Maroc. *Cah Agric* 20 : 60-6. doi : 10.1684/agr.2010.0462.
- Turrall H, Svendsen M, Faures JM, 2010. Investing in agriculture : reviewing the past and looking to the future. *Agr Water Manage* 97 : 551-60.
- Umali DL, 1993. *Irrigation-induced salinity : a growing problem for development and the environment*. World Bank Techn Paper 215. Washington (DC) : World Bank.
- Vandersypen K, Bengaly K, Keita ACT, Sidibé S, Raes D, Jamin JY, 2006. Irrigation performance at the tertiary level in the rice schemes of the Office du Niger (Mali) : Adequate water delivery through over-supply. *Agr Water Manage* 83 : 144-52.
- Vandersypen K, Bastiaens L, Traoré A, Diakon B, Raes D, Jamin JY, 2006. Irrigation performance at the tertiary level in the rice schemes of the Office du Niger (Mali) : Adequate water delivery through over-supply. *Agr Water Manage* 83 : 144-52.
- Venot JP, Cecchi P, 2011. Valeurs d'usage ou performances techniques : comment apprécier le rôle des petits barrages en Afrique subsaharienne ? *Cah Agric* 20 : 112-7. doi : 10.1684/agr.2010.0457.
- Vidal A, Préfol B, Tardieu H, Fernandez S, Platey J, Darghouth S, 2006. Public-private partnership in irrigation and drainage : the need for a professional third party between farmers and government. In : Perret S, Farolfi S, Hassan R. *Water governance for sustainable development*. Londres : Earthscan.
- Windmeijer PN, Dugué MJ, Jamin JY, van de Giesen N, 2002. *Présentation des caractéristiques hydrologiques de la mise en valeur des bas-fonds*. Bouaké : ADRAO.
- Zwarts L, van Beukering P, Kone B, Wymenga E, 2005. *Le Niger, une artère vitale : gestion efficace de l'eau dans le bassin du Haut Niger*. Totnes (UK) : NHBS.

Dévoiler les réseaux locaux d'innovation dans les grands périmètres irrigués

Le développement des agrumes dans la plaine du Gharb au Maroc

Zhour Bouzidi^{1,2}
El Hassan Abdellaoui¹
Nicolas Faysse^{1,3}
Jean-Paul Billaud²
Marcel Kuper^{3,4}
Mostafa Errahj¹

¹ École nationale d'agriculture de Meknès
BP S/40
Meknès 50000
Maroc
<zhour_bouzidi@yahoo.fr>
<elhassane@aol.com>
<nicolas.faysse@cirad.fr>
<merrahj@gmail.com>

² Université Paris Ouest Nanterre
La Défense
LADYSS
200, avenue de la République
92001 Nanterre cedex
France
<billaud@u-paris10.fr>

³ Cirad
UMR G-eau
TA C-90/15
L'Hortus
73, rue JF Breton
34398 Montpellier cedex 5
France
<kuper@cirad.fr>

⁴ IAV Hassan II
Département de l'eau et des infrastructures
BP 6202
1, rue Allal Al Fassi
Madinat Al Irfane
10101 Rabat
Maroc

Résumé

Au Maroc, le développement et la diffusion des innovations techniques dans les grands périmètres irrigués ont longtemps été conçus comme relevant nécessairement de politiques dirigistes, ce qui a masqué les initiatives locales des agriculteurs. Une analyse des réseaux locaux de dialogue et des pratiques de coordination des acteurs a été effectuée, dans le cas de l'introduction des agrumes par les agriculteurs d'une coopérative de la réforme agraire, dans le périmètre irrigué du Gharb. Ces réseaux et ces pratiques sont apparus comme moteurs d'une innovation autour de laquelle se cristallisent des enjeux à la fois techniques et sociaux, mais aussi de construction identitaire. La mise en évidence de ces dynamiques ouvre des pistes pour renouveler les méthodes d'appui aux agriculteurs et plus généralement aux communautés rurales.

Mots clés : innovation ; Maroc ; périmètre irrigué ; réseau.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; territoire, foncier, politique agricole et alimentaire.

Abstract

Revealing local innovation networks in large-scale irrigation schemes. Citrus development on the Gharb plain in Morocco

The design and diffusion of technical innovations in large-scale irrigation schemes in Morocco have generally been understood as necessarily stemming from centralized public policies. This situation tends to mask farmers' local initiatives. We analyzed local networks for innovation and coordination practices among local actors, in the case of the introduction of citrus plantations in an agrarian reform cooperative of the Gharb irrigation scheme. These networks and practices appeared as the motor for innovation around which revolved social and technical stakes and an issue of identity construction. Revealing these dynamics provides guidance for renewing the approaches to support farmers and more generally rural communities.

Key words: innovation; irrigation schemes; Morocco; networks.

Subjects: economy and rural development; territory, land use, agricultural and food production policy; water.

Dans de nombreux pays en développement, les agricultures familiales sont appelées à innover et à améliorer leurs pratiques pour s'adapter au contexte de

désengagement des États et de concurrence croissante sur les marchés agricoles. Le « transfert » du progrès technique pour moderniser les exploitations agricoles a longtemps fait partie des priorités

Pour citer cet article : Bouzidi Z, Abdellaoui EH, Faysse N, Billaud JP, Kuper M, Errahj M, 2011. Dévoiler les réseaux locaux d'innovation dans les grands périmètres irrigués. *Cah Agric* 20 : 34-9. doi : 10.1684/agr.2011.0471

Tirés à part : Z. Bouzidi

assignées à l'État. Une telle ambition fut particulièrement problématique dans les zones où la gestion centralisée de la production agricole a contribué à fragiliser les solidarités traditionnelles et les capacités des agriculteurs à agir collectivement (Putnam, 1995).

Entre les années 1960 et 1990, l'État marocain a largement piloté le développement rural en lui consacrant des moyens conséquents et en adoptant un mode de gestion interventionniste. Un intérêt particulier fut accordé aux grands aménagements hydro-agricoles, considérés comme les piliers du développement agricole national (Akesbi *et al.*, 2008). Des dispositifs techniques et institutionnels fortement structurés ont donc été mis en place pour promouvoir un progrès technique susceptible d'accroître rapidement la production agricole. Par leur taille, la complexité de leur gestion et surtout leur forte exigence en coordination centralisée, les aménagements laissaient peu de place aux communautés locales, considérées comme « bénéficiaires » plutôt que partenaires dans la prise de décision (Errahj *et al.*, 2009). Si ce constat concerne tous les grands périmètres irrigués, il est plus manifeste dans le Gharb où de grands investissements ont été réalisés (114 000 hectares sont actuellement équipés) et où l'intervention de l'État marocain a été la plus forte (Le Coz, 1964).

Dans le Gharb, après plusieurs décennies d'expérience, les déceptions marquent aujourd'hui le discours de tous les acteurs. En effet, les performances enregistrées sont largement en deçà des prévisions effectuées lors des phases d'investissement : intensification faible, taux d'irrigation insatisfaisant, endettement des exploitants (Akesbi *et al.*, 2008). Une certaine « apathie » ou un certain « attentisme » des paysans, associés notamment à l'échec des organisations professionnelles agricoles créées par l'État (Errahj *et al.*, 2009), figurent au nombre des raisons souvent avancées pour expliquer de tels dysfonctionnements.

Ces grands périmètres sont gérés par des offices régionaux de mise en valeur agricole, en charge de la gestion de l'eau et de l'appui au secteur agricole. Après la mise en place des aménagements, les agriculteurs des secteurs équipés étaient astreints à pratiquer les cultures choisies par les offices

(canne à sucre, betterave, riz). À partir des années 1990, du fait de contraintes budgétaires, ces offices ont grandement réduit leurs activités d'appui au développement agricole et les assolements sont devenus libres. L'État ne joue donc plus un rôle central dans les systèmes d'innovations qui se mettent en place, de plus en plus, dans le cadre de réseaux d'innovation plus « horizontaux ». Dans le périmètre du Gharb, Poncet *et al.* (2010) soulignent que, même pendant la phase d'innovation planifiée, les services de vulgarisation n'étaient pas les seuls intermédiaires dans la circulation des savoirs et connaissances. Les agriculteurs ont, en effet, constamment su mettre en place de nombreuses innovations locales en mobilisant différents réseaux (voisinage, experts locaux...). Ces réseaux peuvent se constituer de façon ponctuelle, par exemple pour le passage à l'irrigation localisée ou pour l'introduction de nouvelles cultures. Dans cet article, nous analysons la nature et le rôle des réseaux d'innovation associés au développement de la culture des agrumes au sein d'une coopérative issue de la réforme agraire et située dans le Gharb. L'objectif est de caractériser ces réseaux (morphologie, facteurs d'émergence, motivations) de façon à saisir, au-delà des projets individuels, dans quelle mesure ceux-ci constituent des « catalyseurs » pour la production de connaissances et d'innovations locales et présentent des opportunités d'action collective pour le développement agricole ou social.

Cadre d'analyse

Réseaux et innovation en milieu rural

Les études sur les réseaux mettent en évidence le rôle des relations sociales dans les dynamiques d'innovation au sein des communautés professionnelles (Degenne et Forsé, 2004). En France, Darré (1996) montre que le changement des pratiques agricoles passe par des réseaux de dialogue professionnel entre agriculteurs qui constituent des espaces sociaux de production de connaissances et d'innovations ne se limitant pas à des rapports d'influence. La théorie de « l'acteur réseau » pré-

sente l'innovation comme un mécanisme complexe fondé sur un réseau où les inventeurs mobilisent des alliés, des intérêts alignés ou enrôlés et des objets autour d'une idée ou d'une technique nouvelle contribuant à la construction d'un réseau sociotechnique (Callon, 1986). Cette analyse de réseaux est appliquée dans de nombreuses études traitant des dynamiques d'innovation : par exemple, pour l'étude des apprentissages techniques (Chiffolleau, 2005), pour la mise en œuvre de changements institutionnels (Cross *et al.*, 2002) ou pour appréhender la complexité des motivations et les effets induits par l'innovation dans le cas de l'introduction de l'arboriculture dans un village du Haut-Atlas au Maroc (Mahdi, 1993). Nous suivons ici la démarche d'Akrich *et al.* (1988) qui traitent l'innovation comme une construction collective qui, pour être reprise, doit intéresser des acteurs de plus en plus nombreux et s'insérer dans un réseau d'acteurs qui la soutiennent. C'est ainsi que nous tenterons d'élucider, non pas le processus de diffusion de l'innovation ni les caractéristiques de ses leaders et intermédiaires (Poncet *et al.*, 2010), mais plutôt la nature des réseaux au sein desquels s'est opéré l'intéressement autour de l'innovation, et d'en saisir les implications dans le contexte local.

Méthodologie

La coopérative étudiée est située à l'est de la plaine du Gharb (*figure 1*). Le Gharb est l'une des régions du Maroc ayant connu, dans le cadre de la réforme agraire, une importante redistribution du foncier des anciens colons au profit de petits agriculteurs et de paysans sans terre. Pour favoriser la productivité des terres attribuées, les bénéficiaires des distributions ont été regroupés en coopératives. Les lots attribués sont déclarés, en vertu de la loi, impartageables (afin d'éviter tout morcellement ultérieur), inaliénables (sauf au profit de l'État) et insaisissables. Ainsi, au décès de l'attributaire initial, un seul de ses héritiers prend possession du lot, à charge pour lui d'indemniser les autres cohéritiers. Un agent de l'Administration était désigné comme directeur pour assurer l'encadrement, le suivi et le règlement des litiges entre les attributaires

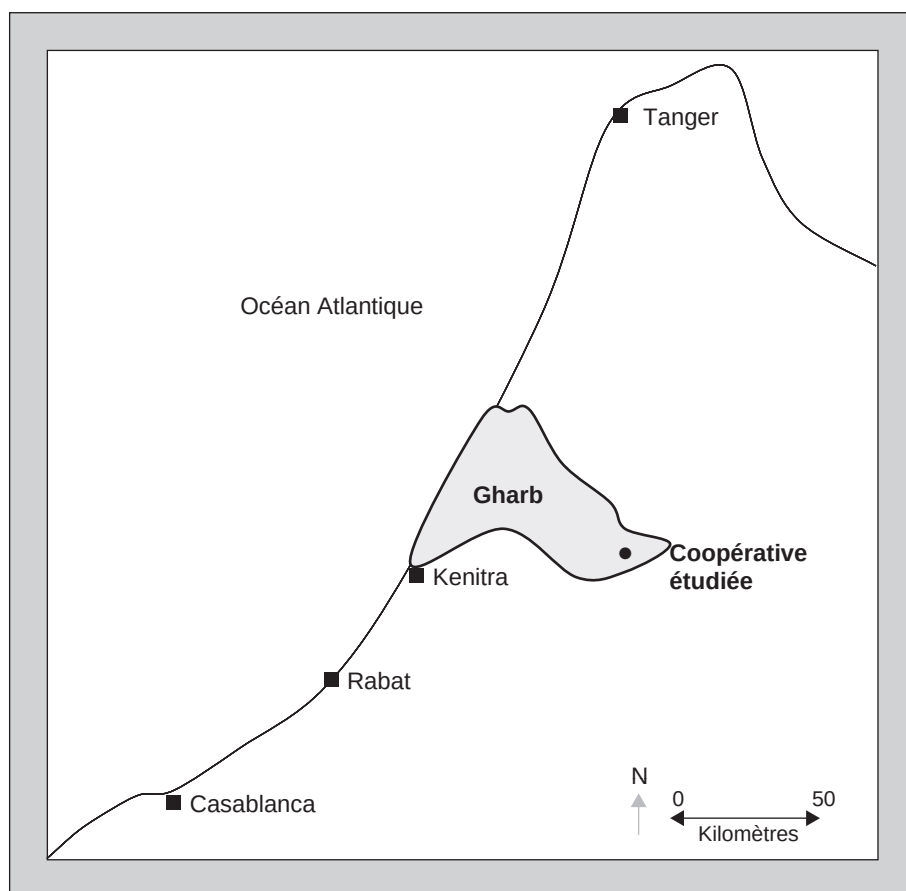


Figure 1. Localisation de la coopérative étudiée.

Figure 1. Location of the cooperative studied.

des coopératives relevant de sa responsabilité. Suite au désengagement de l'État, le rôle du directeur fut considérablement réduit, avant son retrait définitif à partir de 2006.

C'est dans ce cadre que la coopérative étudiée a été créée en 1971, suite à l'attribution de terres à 32 petits paysans et ouvriers agricoles. Ces attributaires ont été amenés à occuper une zone de résidence commune et à exploiter une superficie de 160 hectares divisée en 4 blocs d'irrigation adjacents et répartie en lots de 5 hectares pour chaque attributaire. Un bloc est constitué par un ensemble de parcelles contiguës desservies par le même canal tertiaire et regroupe, dans le cas de cette coopérative, les attributaires issus des mêmes villages. Ces nouveaux attributaires devaient habiter et cultiver à proximité de villageois plus anciennement implantés. Lors de la création de la coopérative, le système

de production fut essentiellement basé sur la canne à sucre, imposée par l'État au début des aménagements. Une partie de la superficie était réservée aux céréales et aux fourrages, pour entretenir un élevage bovin laitier. Ce système n'a quasiment pas changé jusqu'en 2007, lorsque les plantations d'agrumes ont été introduites par les attributaires. Cette initiative fut prise dans un contexte où, depuis 2006, la culture des agrumes connaissait une large diffusion au sein de l'agriculture familiale du Gharb, alors qu'auparavant elle était limitée aux grandes exploitations.

Pour identifier la nature du réseau de dialogue autour des agrumes, nous avons suivi le protocole communément utilisé pour l'analyse des réseaux (Degenne et Forsé, 2004). Chaque membre de la coopérative a été invité à répondre à la question générale : « Avec qui discutez-vous fréquemment

des agrumes et autour de quels aspects ? »

L'agriculteur cite ses relations avec ses voisins et éventuellement avec des personnes ou organisations extérieures. Pour saisir les logiques d'action, les contextes sociaux et les pratiques de coordination au sein du réseau, nous avons été amenés à observer et à suivre les pratiques agricoles. Cette entrée a été capitale pour gagner la confiance des agriculteurs, accéder à des informations peu accessibles comme la fréquence des discussions autour des agrumes et appréhender la complexité des motivations associées à l'innovation. Une analyse des « récits de pratiques » d'une dizaine d'attributaires et de leurs fils, choisis de façon à représenter autant que possible la variabilité des situations existantes (âge, village d'origine, niveau d'instruction, statut avant l'attribution des terres), fut aussi effectuée pour examiner l'histoire, les motivations et les coordinations liées à l'innovation. Le « récit de pratiques » est un outil qui permet de saisir les interactions entre les pratiques et les systèmes sociaux au sein desquels elles s'inscrivent et qu'elles contribuent à reproduire ou à transformer (Bertaux, 2005).

Résultats

Les réseaux d'innovation : une entrée pour saisir la profondeur des dynamiques sociotechniques

Les premières plantations d'agrumes remontent à 1996, lorsque trois attributaires motivés par leur maîtrise de la conduite technique des arbres et par la proximité du fleuve Sebou décidèrent d'introduire des agrumes. Deux semaines plus tard, les jeunes plantations furent arrachées par les agriculteurs d'un village voisin opposés à ces plantations. La raison avancée par ces opposants était que les arbres constituent un marqueur d'enracinement et d'appropriation de terrains appartenant historiquement à leur collectivité ethnique originaire de cette zone. Les lots de la réforme agraire demeuraient à leurs yeux sous la tutelle de l'État tant que les attributaires n'avaient pas reçu officiellement les titres fonciers leur

conférant le statut de propriétaires. Le conflit entre les deux parties a mobilisé tous les attributaires et s'est traduit par des dégâts matériels (arbres arrachés, tracteurs et paille brûlés...) chez l'ensemble des attributaires et des peines d'emprisonnement pour une soixantaine de personnes parmi les opposants. L'idée fut donc abandonnée par crainte que la même histoire ne se reproduise. En 2007, quatre ans après la mise en place de subventions pour la plantation d'agrumes dans le cadre de la politique d'encouragement de l'arboriculture, les attributaires reprirent progressivement les plantations, sans réaction des voisins qui jugèrent peu utile et risqué de se mobiliser. En 2009, une vingtaine d'attributaires de cette coopérative introduisirent les agrumes, sur une partie (2,5 hectares) ou sur la totalité (5 hectares) de chaque lot.

L'introduction des agrumes a profondément changé les systèmes de production. Les attributaires sont désormais à la recherche d'informations et de conseils pour affiner leurs pratiques sur ces nouvelles cultures. L'analyse du réseau de dialogue (*figure 2*) montre que la discussion autour des agrumes est socialement répartie en grappes (A, B, C, D) qui correspondent aux groupes ayant introduit successivement les agrumes entre 2007 (grappe A) et 2009 (grappes C et D). Chaque grappe rassemble les attributaires d'un même bloc d'irrigation. Outre les rela-

tions de dialogue technique (variétés, cultures intercalaires, dose d'irrigation et engrais), des relations d'enrôlement, au sens de la théorie de « l'acteur-réseau » (Callon, 1986), s'établissent entre, d'une part, les attributaires qui ont déjà planté des agrumes ou qui en ont l'intention, et, d'autre part, ceux qui hésitent encore. C'est par exemple le cas de l'agriculteur C4 avec ses voisins du bloc C. Par ailleurs, le développement des agrumes a eu pour effet la constitution d'un réseau externe d'échange d'informations techniques impliquant le voisinage, les revendeurs de plants, les négociants et les grandes fermes agrumicoles. En revanche, le recours à l'office de mise en valeur agricole se limite à l'irrigation et aux procédures d'accès aux subventions, ce qui dénote une restructuration des rapports à l'État.

Vers de nouveaux processus de coordination et de construction identitaire

L'analyse du réseau fait apparaître non seulement une relation entre les agriculteurs qui décident de s'engager dans le changement, mais aussi une relation les associant à un même objet (les agrumes) et à un même espace irrigué (le bloc). En effet, loin de constituer une simple maille hydraulique ou géographique, le bloc représente un espace social et un objet

technique qui rendent tangibles des liens d'interaction et d'interdépendance renforcés par des origines communes et un partage des opportunités et des contraintes de production. À l'échelle du bloc, une certaine organisation collective s'était d'ailleurs déjà instaurée entre les attributaires pour gérer l'irrigation (curage des canaux, tours d'eau). Les nouvelles coordinations autour des agrumes viennent s'ajouter à ces coopérations techniques liées à l'irrigation. Les attributaires partagent le coût du gardiennage des arbres, parviennent même à convaincre ceux qui n'ont pas encore planté d'en payer une partie, choisissent ensemble le même revendeur de plants, se déplacent en groupe pour effectuer les procédures administratives et discutent de la possibilité d'installer des haies. Conscients de l'ampleur du changement entrepris, ils débattent de la mise en place de nouvelles formes de coordination pour anticiper d'éventuels risques. Ainsi, l'idée d'installer un forage collectif pour sécuriser l'accès à l'eau est souvent discutée. Les attributaires prévoient aussi de prendre en charge l'entretien des pistes, tâche vue par le passé comme relevant de la responsabilité de l'État. Par ailleurs, si la rentabilité et les subventions constituent les motivations les plus saillantes de l'introduction de la culture des agrumes, les « récits de pratiques » ont révélé d'autres incitations – d'ordre foncier, économique et professionnel – moins perceptibles *a priori*.

Aux yeux de certains attributaires, planter des arbres constitue un moyen de s'approprier des terrains, sujet de litige avec les autochtones car ces terrains sont perçus comme appartenant encore à l'État tant que la procédure d'attribution des titres fonciers n'est pas terminée : « *Les agrumes valorisent la terre, ils vont nous permettre de nous l'approprier. On n'aura plus besoin du titre foncier, notre titre, c'est désormais les agrumes, on pourra faire le forage et améliorer notre niveau de vie.* » (fils d'attribuaire, 30 ans). La plantation d'arbres s'apparente ainsi à l'affirmation de droits sur la terre mise en valeur et symbolise une volonté de rompre la dépendance vis-à-vis de l'État, en arrachant les anciennes cultures imposées.

Les coordinations envisagées cristallisent pour les jeunes, particulièrement

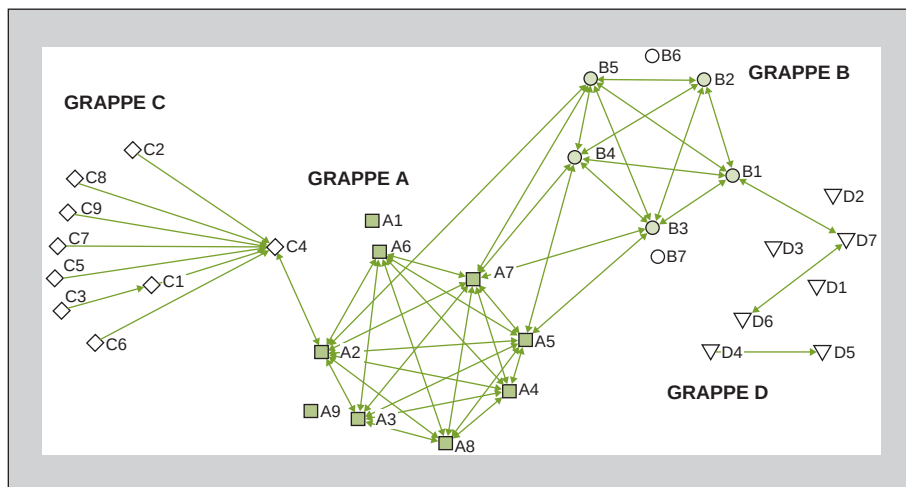


Figure 2. Réseau d'innovation, au sein des membres de la coopérative, lié à la production d'agrumes.

Figure 2. Innovation network among cooperative members about citrus production.

■ attributaires du bloc A ; ● attributaires du bloc B ; ◇ attributaires du bloc C ; ▽ attributaires du bloc D ; A3 ↔ A7 : relation de dialogue technique et de coordination entre l'attribuaire A3 et l'attribuaire A7.

intéressés par ce changement, une ambition de se projeter dans le modèle des grandes exploitations et de concrétiser des motivations d'ordre plutôt économique : « *Dès que les 45 ha du bloc seront plantés, on installera les baies, le forage, on aménagera les pistes, le paysage va complètement changer et nous aurons une belle grande ferme.* » (fils d'attributaire, 32 ans). Ces jeunes sont porteurs de nouvelles idées et se montrent conscients des enjeux liés au développement agricole local : « *Les agrumes sont largement plus rentables que la canne à sucre, ça consomme moins d'eau, en plus l'État les encourage vu les problèmes de raréfaction de l'eau et de changement climatique.* » (fils d'attributaire, diplômé, 33 ans).

Enfin, le développement des agrumes met en évidence des motivations professionnelles. La réhabilitation du savoir-faire technique, acquis lors d'une expérience antérieure de travail dans des fermes agrumicoles ou par l'appartenance de certains attributaires à des régions de production d'agrumes, illustre ce type de motivations : « *J'étais un spécialiste de la taille d'agrumes, je sais bien que la vigueur de l'arbre n'est pas un critère d'une bonne production, mais il faut éliminer les gourmands de façon à ce que tous les rameaux fructifères soient bien exposés au soleil ; mes chefs (à l'époque où j'étais ouvrier) reconnaissaient bien mon savoir-faire dans ce domaine.* » (attributaire, 70 ans). Ces motivations sont révélatrices de la construction d'identités territoriales, économiques et professionnelles. L'analyse de réseaux permet ainsi non seulement de repérer les coordinations privilégiées autour de certains objets ou enjeux, mais aussi de révéler les processus de construction identitaire en cours sur un territoire où le rôle de l'État a été considérablement réduit.

Enseignements et conclusion

Les réseaux d'innovation : un outil de dévoilement des dynamiques locales

Dans les grands périmètres irrigués du Maroc, les dynamiques locales sont

rarement visibles, car les analyses se sont généralement focalisées sur la mise en œuvre des politiques publiques d'un État omniprésent lors de la période 1960-1990 (Errahj *et al.*, 2009). L'entrée par les réseaux d'innovation s'avère pertinente pour rendre compte des capacités d'adaptation des agriculteurs face aux déterminants structurels et environnementaux auxquels ils sont confrontés (Chauveau *et al.*, 1999). Dans le cas présenté, les dynamiques repérées illustrent la capacité collective des agriculteurs à composer avec une pluralité de transformations et d'incertitudes liées tant au désengagement de l'État qu'à l'insécurité foncière et ainsi à jouer le rôle de précurseurs de l'innovation (Poncet *et al.*, 2010). L'innovation est pensée par le collectif local avec une influence indirecte de l'extérieur (subvention à l'achat des plants). Elle est ensuite discutée entre « pairs » de statuts homogènes et de ressources équivalentes, exerçant les mêmes activités sous les mêmes conditions (Darré, 1996) avec une forte implication des jeunes, tandis que les leaders traditionnels sont peu représentés. Les attributaires témoignent ainsi d'un engagement collectif pour le développement d'une nouvelle activité non lancée par l'État. Par ailleurs, ces initiatives locales sont porteuses de valeurs humaines, de structures sociales et économiques ; en elles s'expriment « le savoir, le geste et le nom des agriculteurs » (Sabourin *et al.*, 2005). Les réseaux identifiés constituent donc un marqueur important de la construction d'une identité commune et révèlent une dimension structurante pour le collectif. Les attributaires utilisent le « nous » plutôt que le « je » pour faire référence à leur histoire et aux projets qu'ils mettent en œuvre, qui répondent à des intérêts individuels (rentabilité, appropriation) mais qui présentent aussi une dimension collective (pistes, haies, forages). L'analyse micro-sociale des réseaux locaux est ainsi capitale dans la compréhension des processus d'innovation.

Quelle reconnaissance pour ces dynamiques ?

L'analyse des réseaux sociaux associée à un suivi des pratiques et des

réécits d'acteurs a permis de « *rendre visibles des relations sociales invisibles* » (Cross *et al.*, 2002) en soulignant la complexité des liens sociaux et la diversité des dynamiques sociotechniques intervenant dans le processus d'innovation (Mahdi, 1993). En milieu agricole, cette approche, en amenant à distinguer de nouvelles coordinations et de nouveaux profils d'innovateurs, ouvre des pistes opérationnelles pour repenser l'innovation et renouveler le regard qui lui est associé. Cela passerait d'abord par un regain d'intérêt pour les recherches fondées sur l'analyse de réseaux (Chiffolleau, 2005). Ensuite, les innovations locales devraient être mieux considérées dans les évaluations des périmètres irrigués qui demeurent focalisées sur les résultats *ex-post* des investissements selon des schémas préconçus méconnaissant les dynamiques émergentes. Dans le cas présenté, l'innovation se traduit par la réactivation de liens forts au niveau communautaire et sert de référence pour d'autres agriculteurs familiaux. Ces initiatives locales jouent donc le rôle d'intermédiaires entre pairs (Klerkx *et al.*, 2009) ; en dépit de leur caractère informel, ces intermédiaires sont essentiels dans les processus d'innovation (Poncet *et al.*, 2010). Ces réseaux gagneraient en vigueur en renforçant les liens avec un environnement plus large : marché, intermédiaires... (Klerkx *et al.*, 2010). Enfin, l'appui à ces initiatives pourrait renforcer la capacité d'innovation et d'action autonome des agriculteurs familiaux, assurer la reproduction et la pérennisation des innovations (Sabourin *et al.*, 2005) et aider les agriculteurs familiaux à jouer un rôle dans la coordination et la négociation à des niveaux supérieurs à celui de la communauté (Imache *et al.*, 2009). La question de la constitution d'un tissu social et économique capable d'accompagner les acteurs pour s'investir à des échelles plus larges qu'actuellement (Akrich *et al.*, 1988) est à explorer, ainsi que la nécessité d'assurer une flexibilité des systèmes techniques et institutionnels au-delà des cadres technocratiques centrés sur les agriculteurs « les plus performants » (Darré, 1999). La planification du développement au niveau de la région comme à des niveaux plus locaux, devrait ainsi être repensée de façon à accompagner la réflexion des collectifs locaux et à légitimer leurs projets. ■

Remerciements

Nous remercions le projet SIRMA (Économies d'eau dans les systèmes irrigués au Maghreb (www.eau-sirma.net) pour l'appui à la réalisation de ce travail.

Nos remerciements s'adressent aussi à Thierry Ruf pour sa relecture d'une version antérieure de l'article.

Références

Akesbi N, Benatya D, El Aoufi N. 2008. *L'agriculture marocaine à l'épreuve de la libéralisation*. Rabat : Economie Critique.

Akrich M, Callon M, Latour B, 1988. A quoi tient le succès des innovations ? L'art de l'intéressement. Gérer et comprendre. *Ann Mines* 11 : 4-17.

Bertaux D, 2005. *L'enquête et ses méthodes : le récit de vie*. Paris : Armand Colin.

Callon M, 1986. Éléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie

de Saint-Brieuc. *L'Année Sociologique* ; (36) : 169-208.

Chauveau JP, Cormier-Salem MC, Mollard E, 1999. *L'innovation en agriculture. Questions de méthodes et terrain d'observation*. Paris : IRD éditions.

Chiffolleau Y, 2005. Learning about innovation through networks : the development of environment-friendly viticulture. *Technovation* 25 : 1193-4.

Cross R, Borgatti SP, Parker A, 2002. Making invisible work visible : using social network analysis to support strategic collaboration. *Calif Manage Rev* 44 : 25-46.

Darré JP, 1996. L'invention des pratiques dans l'agriculture. Paris : Karthala.

Darré JP, 1999. La production de connaissance dans les groupes locaux d'agriculteurs. In : Chauveau JP, Cormier-Salem MC, Mollard E, eds. *L'innovation en agriculture. Questions de méthodes et terrain d'observation*. Paris : IRD éditions.

Degenne A, Forsé M, 2004. *Les réseaux sociaux*. Paris : Armand Colin.

Errahj M, Kuper M, Faysse N, Djebara M, 2009. Finding a way to legality, local coordination modes and public policies in large-scale irrigation schemes in Algeria and Morocco. *Irrig and Drain* 58 : 358-69.

Imache A, Dionnet M, Bouarfa S, Jamin JY, Hartani T, Kuper M, Le Goulven P, 2009. « Scénariologie participative » : une démarche d'apprentissage social pour appréhender l'avenir de l'agriculture irriguée dans la Mitidja (Algérie). *Cah Agric* 18 : 417-24. doi: 10.1684/agr.2009.0324.

Klerkx L, Hall A, Leeuwis C, 2009. Strengthening agricultural innovation capacity : Are innovation brokers the answer ? *IJARGE* 8 : 409-38.

Klerkx L, Aarts N, Leeuwis C, 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems : The interactions between innovation networks and their environment. *Agr Syst* 103 : 390-400.

Le Coz J, 1964. *Le Gharb : fellahs et colons*. Rabat : Imframmar.

Mahdi M, 1993. Innovation et système social. *Options méditerranéennes* 2 : 17-30.

Poncet J, Kuper M, Chiche J, 2010. Wandering off the paths of planned innovation : The role of formal and informal intermediaries in a large-scale irrigation scheme in Morocco. *Agr Syst* 103 : 171-9.

Putnam R, 1995. Bowling alone: America's declining social capital. *J Democr* 6 : 65-78.

Sabourin E, Duque G, Diniz PCO, Olivera MSL, Granchamp LF, 2005. Reconnaissance publique des acteurs collectifs de l'agriculture familiale au Nordeste. *Cah Agric* 14 : 111-5.

Quand les petites exploitations adoptent le goutte-à-goutte : initiatives locales et programmes étatiques dans le Gharb (Maroc)

Maya Benouniche^{1,2,3}
Marcel Kuper^{1,2}
Julie Poncet³
Tarik Hartani³
Ali Hammani²

¹ Cirad
UMR G-eau
TA C-90/15
L'Hortus
73, rue JF Breton
34398 Montpellier cedex 5
France
<maya.benouniche@cirad.fr>
<marcel.kuper@cirad.fr>
<poncetjulie@yahoo.fr>

² IAV Hassan II
Madinat Al Irfane
10101 Rabat
Maroc
<a.hammani@iav.ac.ma>

³ Ensa
École nationale supérieure agronomique
Hassan-Badi 16200 Alger
Algérie
<t.hartani@ensa.dz>

Résumé

Les petites exploitations agricoles adoptent souvent des systèmes d'irrigation en goutte-à-goutte simplifiés, à faible coût, au lieu des systèmes sophistiqués promus conventionnellement. Nous étudions ici les processus d'adoption du goutte-à-goutte à travers des initiatives locales ou des programmes étatiques dans les exploitations du Gharb au Maroc. On distingue trois types d'installations : celles qui sont conformes aux normes internationales, subventionnées par l'État, dans les grandes exploitations ; celles qui sont réalisées à partir de l'expertise locale, plus simples, moins coûteuses, dans les petites exploitations maraîchères ; et celles qui sont réalisées à partir d'un matériel d'occasion, à faible coût et très mobiles, utilisées sur de petites parcelles dispersées. Ces deux derniers systèmes sont installés par des intermédiaires informels. Nous montrons que les dynamiques issues des initiatives locales et étatiques se croisent et se renforcent. Si ce sont les grands exploitants qui ont impulsé la diffusion du goutte-à-goutte conforme, ce sont les programmes étatiques qui ont conforté ce développement en attirant les investisseurs à travers les subventions. Ces grands exploitants sont aussi à l'origine du développement du goutte-à-goutte par des initiatives locales, en ayant permis la multiplication d'intermédiaires. Enfin, en transformant le goutte-à-goutte, les initiatives locales ont permis de déconstruire l'objet de l'innovation et ainsi de le reconstruire en l'adaptant à différents contextes, multipliant les possibilités d'adoption par le plus grand nombre.

Mots clés : économie de l'eau ; innovation ; irrigation localisée ; Maroc.

Thèmes : eau ; économie et développement rural.

Abstract

When small-scale farms adopt drip irrigation: Local initiatives and state programs in the Gharb (Morocco)

Small-scale farmers often adopt simplified and low-cost drip irrigation systems rather than the sophisticated systems promoted conventionally. We studied different drip irrigation systems in small-scale farms in the Gharb (Morocco), equipped through state-driven or local initiatives. The first 'high-tech' system, promoted by state subsidy programs, concerns large commercial farms, but does not reach small-scale farmers. The second system is based on local expertise. Simpler and less expensive, it concerns small-scale horticultural farms. The third is a low-cost system with second-hand mobile equipment for small plots. Small-scale farmers prefer the latter two systems, installed by informal intermediaries, because of their low cost, simpler and more flexible procedures, and rapid return on investment. We show that the dynamics of local initiatives and state programs are mutually reinforcing. The large farmers initiated the diffusion of high-tech drip irrigation, which was later consolidated by the state subsidy program. The same farmers were also at the origin of

Pour citer cet article : Benouniche M, Kuper M, Poncet J, Hartani T, Hammani A, 2011. Quand les petites exploitations adoptent le goutte-à-goutte : initiatives locales et programmes étatiques dans le Gharb (Maroc). *Cah Agric* 20 : 40-7. doi : 10.1684/agr.2011.0476

Tirés à part : M. Benouniche

the diffusion of low-cost drip irrigation through local initiatives, by training informal innovation intermediaries. Finally, the local initiatives have allowed deconstructing the innovation object as well as its adaptation to different contexts, making it accessible to a wide range of farmers.

Key words: innovation; localized irrigation; Morocco; water saving.

Subjects: economy and rural development; water.

Aujourd'hui, les agriculteurs adoptent de plus en plus le goutte-à-goutte pour améliorer leur quotidien dans un contexte de pénurie d'eau. Deux logiques d'adoption de ce mode d'irrigation s'opposent selon Shah et Keller (2002) : la première fondée sur un équipement coûteux, correspondant à une agriculture à haute valeur ajoutée, développée par de grandes exploitations ; et une deuxième, reposant sur un équipement plus sommaire, moins performant, mais adapté aux moyens des petits agriculteurs, accessible à travers de nombreux processus informels. Ces auteurs constatent que les petits agriculteurs n'arrivent pas à adopter un système conforme aux normes internationales, le coût de l'installation et le risque d'échec étant trop élevés.

Au Maroc, on observe aussi ces deux logiques. Les programmes de subvention à l'installation du goutte-à-goutte, mis en place par l'État pour aider la modernisation de l'agriculture et réduire les consommations d'eau, ont concerné essentiellement les grandes exploitations, capables de cofinancer leur projet et de gérer des procédures parfois complexes (Bekkar *et al.*, 2007). Dans les zones aménagées, l'État propose aux petites exploitations une reconversion collective pour diminuer le coût d'investissement. Ces projets collectifs, qui en sont à leurs débuts, concernent la reconversion à l'échelle d'un secteur hydraulique, soit plusieurs exploitations. Cette reconversion introduit une complexité de gestion supplémentaire (dimension collective, matériel sophistiqué). Face à cette situation, Poncet (2010) a mis en évidence un grand nombre d'initiatives locales informelles d'installation du goutte-à-goutte à bas coût par de petits exploitants. Ces derniers font peu appel aux intermédiaires officiels

(services de l'État, sociétés agréées), leur préférant des intermédiaires informels tels que les ouvriers des grandes exploitations, des voisins, ou de petits bureaux d'études locaux (Poncet *et al.*, 2010). Les intermédiaires sont définis comme des personnes ou des institutions qui apportent un appui au processus d'innovation en procurant information, connaissances, conseil, capital, ou en agissant comme médiateurs (Howell, 2006).

Selon Schumpeter (1911), une innovation est une « *invention qui a réussi, ou qui a rencontré des utilisateurs* ». L'adoption des innovations ne peut avoir lieu sans réunir les facteurs susceptibles d'enrôler les acteurs par la création d'un environnement socio-technique approprié (Akrich *et al.*, 1988). Les processus d'innovation commencent souvent par une période de perte de maîtrise, que les acteurs récupèrent en construisant les connaissances nécessaires à la conduite des nouvelles pratiques (Darré, 1996). Ils s'approprient à leur manière des systèmes techniques, qui évoluent par rapport aux systèmes établis par les concepteurs.

Dans cet article, nous examinons les différents types d'installations techniques d'irrigation au goutte-à-goutte existant dans les petites exploitations du Gharb au Maroc. À partir de là, nous analysons les processus par lesquels les agriculteurs se sont équipés à travers des programmes étatiques et des initiatives locales. Nous posons l'hypothèse que ces deux dynamiques, étatique et locale, se croisent et se renforcent mutuellement. À travers l'étude des différentes installations techniques, des intermédiaires impliqués dans ces processus et des motivations des agriculteurs pour l'adoption du goutte-à-goutte, nous nous interrogeons sur la pertinence des processus

actuels de subvention autour du goutte-à-goutte.

Méthode

Pour étudier les conditions d'adoption du goutte-à-goutte, nous avons choisi de travailler dans la région du Gharb (nord-ouest du Maroc), où cette technique s'est fortement développée depuis les années 1990. On peut y distinguer deux zones, où les trajectoires d'adoption sont bien différentes.

La zone côtière est une *zone non aménagée* par l'État. Le goutte-à-goutte s'y est développé avec l'arrivée d'investisseurs espagnols dès les années 1990. La zone est caractérisée par des sols sableux, un climat tempéré et une nappe peu profonde de bonne qualité, utilisée pour l'irrigation et permettant la production de cultures à haute valeur ajoutée (banane, fraise, maraîchage). Des infrastructures agro-industrielles (stations de stockage et de conditionnement) se sont développées pour ces filières. En 2009, la superficie équipée en irrigation localisée, subventionnée ou non, était de l'ordre de 27 000 hectares dans cette zone, selon l'Administration agricole.

Dans la *zone aménagée* (rive droite du périmètre irrigué du Gharb), l'eau provient du réseau collectif étatique, progressivement mis en place depuis le début des années 1980. Certains secteurs sont aménagés pour une irrigation gravitaire, d'autres pour une irrigation sous pression pour l'aspersion. Le réseau est géré par une structure d'État, l'Office régional de mise en valeur agricole du Gharb (ORMVAG). Les cultures industrielles (canne à sucre, betterave à sucre, riz), les fourrages, le tournesol et les céréales dominent. Des usines de

transformation (sucreries) sont implantées dans la zone. Au plan foncier, une partie des agriculteurs a été installée dans le cadre de la réforme agraire, au sein de coopératives regroupant 20 à 30 agriculteurs, censés travailler de façon indivise les terres – 5 à 15 hectares par attributaire – qui leur avaient été allouées. L'encadrement par l'État y est très fort. Le goutte-à-goutte a été adopté plus tardivement dans la zone aménagée que dans la zone non aménagée par l'État, à travers des processus informels d'abord, puis plus largement suivant une procédure officielle. En 2009, la superficie équipée en goutte-à-goutte y était de 3 770 hectares. Récemment, un projet pilote de reconversion collective a été impulsé par l'État dans trois coopératives de la réforme agraire, suivant les orientations du Programme national d'économie d'eau en irrigation, qui incite à la reconversion collective pour les petites exploitations agricoles. Le projet est proposé par l'ORMVAG en collaboration avec l'industrie sucrière, qui veut inciter les agriculteurs à cultiver la canne à sucre.

De précédents travaux de notre équipe autour des processus d'adoption du goutte-à-goutte dans le Gharb (Poncet, 2010) ont permis :

- d'identifier les différentes trajectoires d'adoption et les intermédiaires impliqués ;
- d'établir une typologie des installations d'irrigation au goutte-à-goutte, en distinguant les initiatives étatiques et locales. Sur cette base, nous avons analysé les démarches de mise en place de chaque type d'installation, par des entretiens réalisés auprès de personnes ressources (agents de l'Office et ingénieurs conseil) et de 40 agriculteurs, choisis en fonction de la taille de l'exploitation et du type d'installation adopté. Une grille d'analyse a servi à structurer ces enquêtes à partir des principaux composants du système technique, des processus d'installation, et des motivations pour la mise en place des systèmes issus d'initiatives locales et des programmes étatiques.

En suivant cette grille d'analyse, nous allons d'abord présenter les installations issues d'initiatives locales, puis celles réalisées dans le cadre du programme étatique. Ensuite, nous allons analyser comment ces deux

dynamiques se croisent et se renforcent, suivant notre hypothèse centrale. Enfin, nous terminons par une discussion-conclusion pour mettre en débat les conditions d'adoption du goutte-à-goutte par les petites exploitations agricoles et réfléchir à la pertinence des processus actuels de subvention autour du goutte-à-goutte.

Résultats

Installations issues d'initiatives locales

Les investisseurs espagnols de la zone côtière ont joué un rôle important dans la diffusion du goutte-à-goutte dans les années 1990, en formant sur leurs exploitations des gérants et des ouvriers agricoles venant des villages voisins. Motivés par l'expérience acquise,

ces gérants se sont installés à leur compte pour réaliser des cultures à forte valeur ajoutée (bananes, fraises, maraîchage), irriguées au goutte-à-goutte (figure 1). À leur tour, ils ont formé de nouveaux ouvriers agricoles sur leurs exploitations.

À partir de 1995, les ouvriers des grandes fermes adoptent à leur tour le goutte-à-goutte sur leurs propres exploitations. Disposant de petites superficies et de peu de moyens, ils l'ont adapté à leur situation, utilisant du matériel d'occasion, parfois récupéré sur les fermes espagnoles. Leur expérience a encouragé d'autres petits agriculteurs à mettre en place le goutte-à-goutte pour faire du maraîchage.

On peut distinguer trois types d'installations (figure 1) :

1. *Les installations conformes aux normes internationales*, reprises par le ministère de l'Agriculture dans le

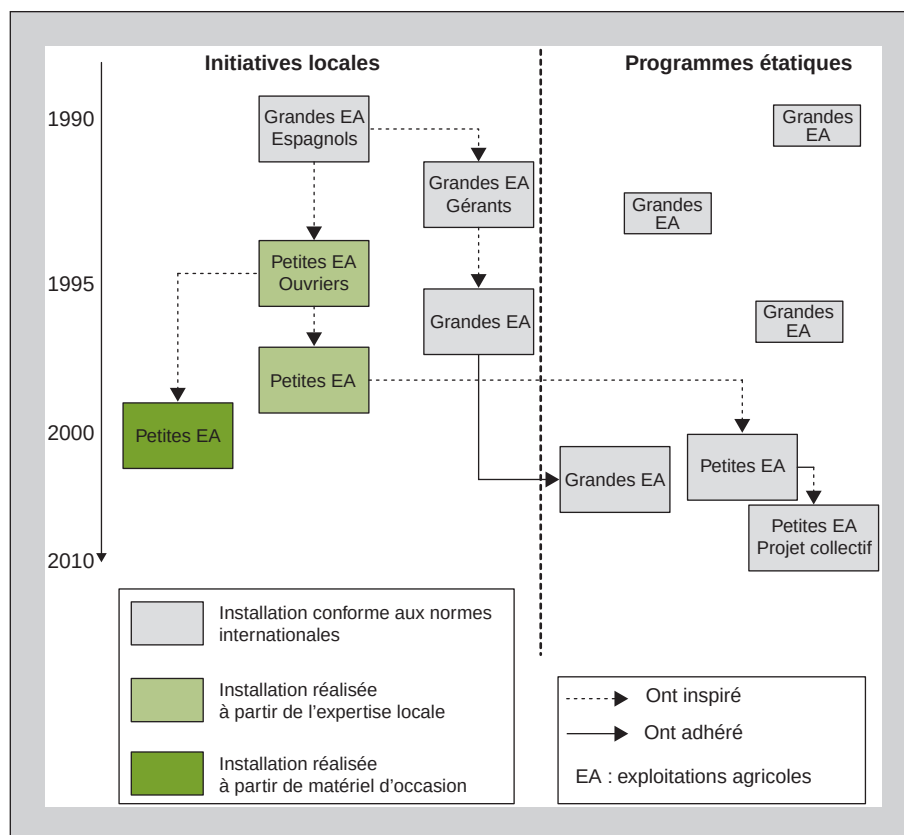


Figure 1. Développement des installations de goutte-à-goutte à travers les programmes étatiques et les initiatives locales dans le Gharb.

Figure 1. Development of different drip irrigation systems in state programs and through local initiative in the Gharb.

programme national d'économie d'eau, comportent tous les composants du système goutte-à-goutte d'origine : une station de captage, un bassin de stockage, une station de filtration, une station de fertigation (pour mélanger l'engrais à l'eau d'irrigation) et des équipements à la parcelle. Elles concernent surtout les grandes fermes orientées vers des cultures à haute valeur ajoutée. On trouve ces installations en zone non aménagée, et plus récemment dans la zone aménagée, grâce aux programmes de subvention. Des sociétés agréées par l'État venant d'Agadir se sont installées dans la zone non aménagée, attirées par, et en appui à, cette dynamique. La motivation des grands exploitants pour installer le goutte-à-goutte est d'assurer un contrôle de la qualité de la production par la maîtrise de l'irrigation et de la fertigation. La majorité de ces installations en zone côtière n'ont pas été subventionnées. Cependant, depuis 2006, la simplification de l'accès à la subvention tend à inverser la tendance. L'adoption ne se fait hors programme étatique qu'en cas de problème pour fournir les pièces constitutives du dossier (titre foncier, autorisation de pompage). Une installation conforme aux normes coûte environ 3 500 à 3 700 euros/ha sans bassin et 5 000 euros/ha avec bassin.

2. Les installations réalisées à partir de l'expertise locale inspirées des installations conformes ; elles plus simples, moins coûteuses et desservent de petites superficies maraîchères, inférieures à 5 hectares. Elles comportent une station de captage, une station simplifiée de fertigation, et des équipements à la parcelle. Le plus souvent ces installations n'ont ni bassin de stockage, ni filtration, les agriculteurs estimant la qualité de l'eau souterraine suffisante pour se passer de filtration, même si cela peut écourter la durée de vie de l'équipement à la parcelle (2 ans), car il se bouche plus vite. Les installations sont réalisées par les gérants et ouvriers des grandes fermes de la zone côtière, ou par des sociétés locales, installées sur les marchés hebdomadaires où les agriculteurs s'approvisionnent. Les motivations des agriculteurs étudiés qui adoptent ce type d'installation, sont la facilité de la conduite de l'irrigation, une meilleure utilisation des engrais grâce à la fertigation, et une économie

de main-d'œuvre. Des marchés spécialisés dans la vente de matériel neuf de goutte-à-goutte et des sociétés locales, spécialisées dans la réalisation des installations, mais pas nécessairement agréées par l'État, sont apparus. Les premiers temps, les installations à expertise locale étaient relativement coûteuses (2 000 euros/ha), mais les prix ont baissé (1 000 euros/ha) du fait du développement des marchés de matériel de goutte-à-goutte.

3. Les installations réalisées à partir d'un matériel d'occasion, plus récentes, qui utilisent ce matériel sur des exploitations maraîchères ayant de petites parcelles (souvent inférieures à 2 hectares) dispersées. Ces installations comportent une station de captage, une station simplifiée de fertigation, et des équipements à la parcelle qui sont d'occasion. Ces équipements et les motopompes sont mobiles et tournent entre les parcelles. Les ouvriers embauchés pour la mise en place du système sont des agriculteurs ayant des installations à expertise locale. L'installation du goutte-à-goutte sur ces exploitations est motivée par la disponibilité de matériel à faible coût sur le marché d'occasion (300 à 400 euros/ha), la conduite facile de l'irrigation et de la fertigation (doses, répartition et périodes d'apport), et l'économie de main-d'œuvre. Ce type d'installation se rencontre uniquement dans la zone non aménagée.

La diffusion du goutte-à-goutte hors zone aménagée s'est majoritairement réalisée en dehors de l'intervention de l'État. Les installations techniques se révèlent très différentes de celles qui sont préconisées dans les cahiers des charges des procédures de subvention (installations incomplètes, mobiles, matériel d'occasion). Les intermédiaires impliqués sont majoritairement informels (ouvriers, voisins, bureaux d'études locaux non agréés), les transactions se font de manière orale, et les agriculteurs n'ont pas besoin d'avancer d'argent pour leurs équipements (paiement à la récolte). Seuls les ouvriers embauchés pour l'installation initiale sont payés en début de campagne (10 à 20 euros seulement). De plus, les interactions ne se limitent pas à la conception et à la réalisation des installations, ces experts locaux fidélisent leur clientèle en la conseillant tout au long de la campagne sur

les calendriers de culture, d'irrigation et de fertigation, et sur l'entretien (visite d'exploitation, discussion le jour du souk...).

Programmes étatiques : une aide financière mais aussi un accès à l'expertise et au matériel de qualité

La reconversion individuelle subventionnée reste limitée aux grandes exploitations

Avant 1996, les premières subventions ne portaient que sur certains éléments des installations ou sur l'aide à l'importation de matériel. Depuis, les taux de subvention ont été régulièrement augmentés : de 10-30 % du coût de l'installation en 1996, ils sont montés à 30-40 % en 2002, ont été relevés à 60 % en 2006, puis à 80-100 % en 2010. Parallèlement, les conditions d'accès à la subvention ont été simplifiées par la création d'un guichet unique. La subvention est conditionnée par une conception et une réalisation du projet par des sociétés agréées, permettant aux agriculteurs de bénéficier d'une expertise pour la conception du projet de goutte-à-goutte et d'accéder à du matériel homologué de bonne qualité. Le programme national d'économie d'eau en irrigation de 2007 vise, à l'horizon 2020, la reconversion de 550 000 hectares en irrigation localisée.

Jusqu'à présent, les subventions accordées dans le Gharb concernent essentiellement les grandes exploitations ; c'est aussi le cas ailleurs au Maroc (Bekkar *et al.*, 2007). En 2009, le montant des subventions accordées aux exploitations équipant une superficie supérieure à 10 hectares (39 dossiers sur 69) était de 4,7 millions d'euros, soit 94 % du montant total des subventions accordées durant l'année dans toute la région du Gharb. Seuls 12 dossiers ont concerné des superficies inférieures à 5 hectares. Habités aux procédures administratives, les grands exploitants constituent plus facilement les dossiers de subvention. Il faut en effet fournir de nombreux documents, dont certains sont difficiles à obtenir (autorisation de pompage, titre foncier). Habités à établir des contrats oraux (marchés

informels de la terre et de l'eau), les petits exploitants perçoivent le recours aux documents écrits comme une procédure lourde et chronophage ; il faut de plus faire appel à quelqu'un d'instruit et se déplacer dans les diverses administrations. Il y a une certaine réticence, voire une « peur », vis-à-vis des papiers, pour des agriculteurs qui font la relation entre papiers, sanctions et impôts. Les petites exploitations qui obtiennent des subventions, ont souvent des liens avec l'Administration et savent mobiliser ses agents pour surmonter les difficultés procédurales. Enfin, les grands exploitants négocient plus facilement avec les sociétés la réalisation d'études techniques à coût zéro et disposent de moyens pour préfinancer la mise en place du système ou obtiennent des facilités de paiement de ces sociétés. On distingue trois périodes dans le développement du goutte-à-goutte subventionné (figure 2). La première est une *période d'expérimentations* (1986-1996), durant laquelle on passe de 2 à 70 dossiers de subvention par an. Entre 1986 et 1992, un nombre important de dossiers est lié

à l'installation de petites superficies de bananeraies, en zone non aménagée. Dans la zone aménagée, il s'agit essentiellement de grandes exploitations, équipant une partie seulement de leur surface (2-3 hectares). La technique est alors nouvelle, les agriculteurs ne prennent pas de risques. La baisse du nombre de dossiers en 1997 et 1998 est liée à la mise en place de nouvelles procédures et au temps nécessaire pour instruire les dossiers. Vient ensuite une *période d'adoption du goutte-à-goutte* par les grandes exploitations (1999-2006). Durant cette période, le nombre de dossiers reste stable, mais les superficies équipées augmentent (10-15 hectares par dossier), les agriculteurs étant encouragés par la réussite des premières expériences dans la région. Après une nouvelle baisse momentanée en 2007, expliquée aussi par la mise en place de nouvelles procédures, commence, à partir de 2008, une *période d'investissement massif* des grandes exploitations, qui équipent en irrigation au goutte-à-goutte la totalité de leurs parcelles. L'arrivée de nombreux investisseurs privés,

suite à la concession des terres du domaine privé de l'État, explique aussi cette hausse.

Dans la zone aménagée, et en dehors des grandes exploitations, les premières reconversions au goutte-à-goutte ont lieu au sein d'une coopérative issue de la réforme agraire. En 2005, un agriculteur, en lien avec un ancien gérant d'une exploitation espagnole, a réalisé une installation avec expertise locale pour produire des melons. L'absence de titre foncier individuel et l'endettement de la coopérative auquel il appartient, ainsi que la réticence de l'Administration à encourager la multiplication de petits bassins, l'ont empêché d'obtenir la subvention. Cependant, assuré de l'approvisionnement en eau, cet agriculteur a franchi le pas de l'adoption du goutte-à-goutte sur une partie de son exploitation, sans subvention. L'année suivante, les bons rendements obtenus pour le melon l'ont poussé à reconverter l'ensemble de ses parcelles. La réussite de cet agriculteur a montré que le succès du goutte-à-goutte en zone côtière était à portée de main des agriculteurs de la zone aménagée, incitant d'autres agriculteurs de la coopérative à adopter le goutte-à-goutte pour pratiquer le maraîchage. Ce succès a alors décidé l'Administration à aider les agriculteurs à obtenir des subventions individuelles. Lors de l'extension de son installation, le premier agriculteur a pu lui aussi formuler une nouvelle demande de subvention, qui a été acceptée.

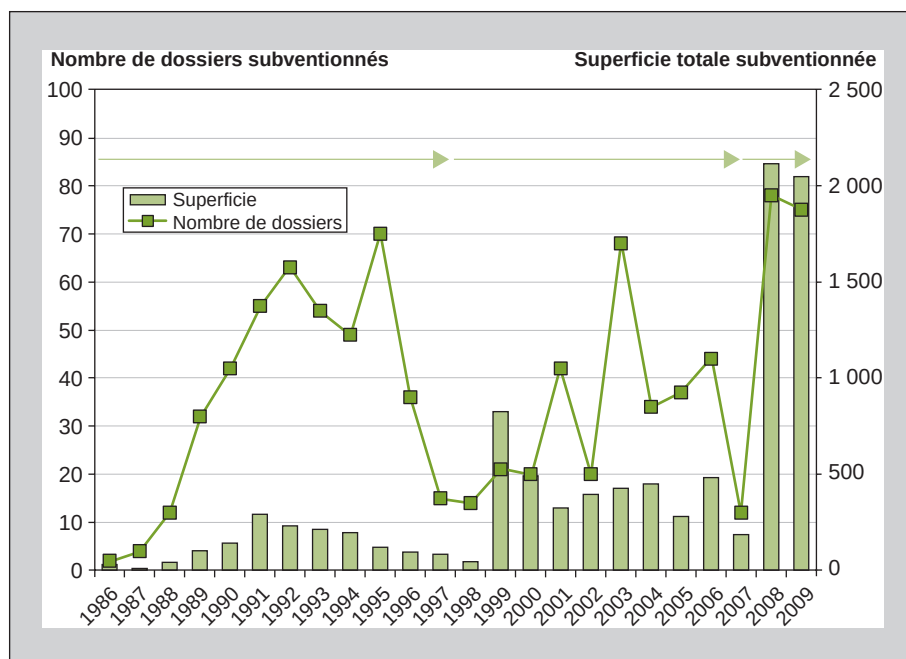


Figure 2. Superficies équipées en irrigation au goutte-à-goutte et nombre de dossiers de subvention dans le Gharb entre 1986 et 2009

Figure 2. Surface area equipped in drip irrigation and number of subsidies granted in the Gharb between 1986 and 2009.

Source : Office régional de mise en valeur agricole du Gharb (ORMVAG).

Reconversion collective : une conception sous forte impulsion de l'État, peu adaptée aux petites exploitations

Trois coopératives (436 hectares) de la zone aménagée ont été concernées par un projet pilote de reconversion collective de l'aspersion vers le goutte-à-goutte. Le projet a été proposé par l'Administration dès 2003, suite aux plaintes des agriculteurs concernant la dégradation du matériel d'irrigation existant et le coût élevé de l'eau. Le projet sera finalement mis en œuvre en 2007, une fois que les attributaires de ces coopératives eurent estimé réunies les conditions nécessaires :

- l'implication de l'industrie sucrière pour assurer un débouché commercial

(canne à sucre) et pour financer la part non subventionnée ;

- la connaissance préalable de la technique acquise grâce à leurs liens avec la zone côtière (liens familiaux, fonciers, ou professionnels) ;

- le constat de la réussite de projets de reconversion individuelle dans une coopérative voisine.

L'installation, très complète, du matériel de pointe, est branchée sur les bornes collectives sous pression, précédemment destinées à l'aspersion. Elle comporte une station de tête collective et des stations individuelles de filtration et de fertigation pour chaque exploitation. Ces agriculteurs ont bénéficié de plusieurs expertises professionnelles :

- les services d'une société agréée pour l'installation du système ;

- un ingénieur de la sucrerie pour le suivi de la culture et de l'irrigation ;

- des agents de l'Office pour la formation des fils d'agriculteurs, jugés plus aptes à assimiler la nouvelle technique que leurs parents.

Les motivations des agriculteurs étaient avant tout d'accéder au statut jugé favorable des agriculteurs de la zone côtière, au moyen d'une agriculture à plus haute valeur ajoutée (maraîchage, notamment), irriguée au goutte-à-goutte. Ils ont dû accepter la proposition de la sucrerie (produire de la canne à sucre), car elle permettait des facilités de paiement pour l'investissement et diminuait les risques du fait du débouché assuré à la production.

La société chargée de la mise en place du système avait conçu le système collectif du goutte-à-goutte pour que les agriculteurs puissent irriguer, tous en même temps, une partie de leurs parcelles. Trouvant la technique d'irrigation chronophage (10 vannes à manipuler toutes les 90 minutes, pour 2 hectares) et l'installation inadéquate par rapport à leurs attentes, les agriculteurs ont mis en place des arrangements, en se relayant pour irriguer leurs parcelles mais aussi celles d'autres agriculteurs de la coopérative, et ainsi diminuer leur présence sur la parcelle. Ils ont aussi réduit le nombre de vannes, pour une irrigation plus aisée. Ils ont ainsi adapté l'installation avec une pratique d'irrigation différente de celle qui avait été proposée au début du projet, tout en maintenant une organisation collective.

Des initiatives locales et des programmes étatiques qui se croisent et se renforcent

Trois processus d'adoption coexistent dans le Gharb : un processus d'initiative locale et deux processus encadrés par l'État. Ces trois processus se sont fortement influencés les uns les autres.

Les premiers investisseurs ayant adopté le goutte-à-goutte après l'installation des Espagnols ont bénéficié de subventions, dans le cadre du processus de reconversion individuelle subventionnée. Ces exploitants, comme les Espagnols, en ayant recours à de la main-d'œuvre locale pour l'irrigation, ont contribué à la diffusion de connaissances sur le goutte-à-goutte et donc à la diffusion de cette technique, dans le cadre de processus d'adoption relevant de l'initiative locale. Les intermédiaires de ces processus relevant de l'initiative locale sont issus de la dynamique de ces exploitations, que ce soient les gérants, les ouvriers, ou les sociétés locales qui se sont installées dans la zone côtière, attirées par cette nouvelle dynamique. Le matériel d'irrigation lui-même circule entre les grandes exploitations subventionnées et les autres, à travers la revente de matériels d'occasion.

Lors de la diffusion du goutte-à-goutte par les initiatives locales, l'innovation se transforme (adaptation aux conditions locales et aux nouvelles cultures). Il y a production de nouveaux savoirs locaux autour du goutte-à-goutte, et l'équipement devient moins cher et plus mobile. Cette transformation de la technique du goutte-à-goutte permet aussi de « désacraliser » l'innovation et de la rendre accessible à de nouveaux agriculteurs : le goutte-à-goutte n'est pas réservé à la production de fraises, ni aux grandes exploitations.

En zone aménagée, les agriculteurs entretiennent des liens avec la zone côtière : certains ont de la famille et ont travaillé chez des parents comme ouvriers agricoles, d'autres y ont loué leurs services aux grandes fermes et ont développé des réseaux d'amitié avec des gérants. Les agriculteurs des coopératives de la réforme agraire du secteur gravitaire mobilisent leurs liens avec ces intermédiaires informels pour élaborer leurs projets de recon-

version et en préciser la conception technique. Cependant, au moment de la réalisation de l'installation, ils ont recours aux intermédiaires officiels, de façon à pouvoir obtenir l'autorisation de creuser un bassin et avoir accès aux subventions. Les premières exploitations reconverties n'ayant pas réussi à obtenir des subventions, nous observons alors une nouvelle transformation de l'innovation : les installations techniques de goutte-à-goutte sont complètes, mais elles comportent des éléments copiés sur les installations faites avec l'expertise locale, comme des stations de fertigation réduites à un simple bidon. Par la suite, ces exploitations ont servi de modèles pour d'autres agriculteurs voisins, ainsi que pour l'Office, qui y a organisé de nombreuses visites. Nous pouvons considérer que ces exploitations sont à la charnière entre les initiatives locales, dont elles s'inspirent et sur lesquelles elles s'appuient, et les initiatives étatiques, qu'elles inspirent à leur tour.

Les reconversions collectives dans les secteurs d'irrigation par aspersion sont aussi issues d'initiatives locales. Comme pour les agriculteurs des secteurs gravitaires, les liens avec la zone côtière ont été déterminants pour prendre la décision de se reconverter en goutte-à-goutte. Les reconversions individuelles voisines du secteur d'irrigation gravitaire ont aussi motivé les agriculteurs leaders du projet pour faire appel à l'Administration et à la sucrerie, de façon à pouvoir lever aussi les contraintes financières et techniques et ainsi convaincre l'ensemble des agriculteurs des coopératives concernées.

Depuis sa réalisation, le projet fait des émules, d'autres agriculteurs actuellement en aspersion ou en gravitaire souhaitent adopter le goutte-à-goutte pour produire de la canne à sucre. Nous assistons à une sorte de combinaison technique des expériences individuelles du secteur gravitaire, et collectives du secteur en aspersion. De petits agriculteurs en gravitaire souhaitent entreprendre une reconversion collective au goutte-à-goutte en installant un bassin collectif, tandis que des agriculteurs disposant d'une borne d'aspersion pour leur seule exploitation souhaitent effectuer une reconversion individuelle, mais en s'inspirant du schéma technique

proposé aux membres des coopératives en asperion.

Enfin, suite à la mise en place de nouveau taux de subvention (100 % pour les exploitations de moins de 5 hectares), il est possible que nous puissions observer dans l'avenir un rétroeffet des initiatives étatiques vers les initiatives locales, avec la mise à niveau technique des premières installations de la zone côtière.

Discussion et conclusion : conditions d'adoption du goutte-à-goutte dans les petites exploitations

Nous avons montré que les dynamiques issues des initiatives locales et étatiques se croisent et se renforcent mutuellement. De ces influences, nous pouvons tirer des leçons pour améliorer les conditions d'adoption du goutte-à-goutte par les petites exploitations.

De manière générale, tous les agriculteurs ont recours à des experts, à des conseillers, pour monter leur projet, le réaliser et utiliser le goutte-à-goutte. Si les intermédiaires informels interviennent tant dans les processus d'adoption des petites exploitations du secteur aménagé, c'est que leur rôle ne se limite pas à la constitution du dossier de subvention et à la réalisation des travaux. Ces intermédiaires sont aussi disponibles lors de la formulation du projet, de sa conception, de sa réalisation, puis de son fonctionnement.

En zone côtière, les petits agriculteurs n'ont pas recours aux intermédiaires officiels. Mais ils ne se passent pas pour autant d'expertise. Ici, les experts sont locaux, accessibles géographiquement, socialement et financièrement. Mais ils ne sont pas directement issus des initiatives locales, ils sont issus de la dynamique impulsée par des investisseurs non propriétaires de la terre, qui ont une forte mobilité foncière (contrats de location) et qui font évoluer leurs formes d'exploitation au gré des initiatives étatiques (subvention et non-imposition des productions agricoles) ; on retrouve

ici un type d'exploitants qu'Olivier de Sardan (1995) appelle les rentiers du développement. Reconnaître, appuyer et encadrer ces intermédiaires informels dans les programmes de subvention permettrait à la fois de faciliter les échanges entre ces intermédiaires et les petits agriculteurs dont ils sont les interlocuteurs habituels, mais aussi de contrôler la qualité des services rendus.

La transformation de l'innovation au cours du temps, que Darré (1996) avait analysé, se retrouve ici : cette transformation, lancée majoritairement par les initiatives privées, a permis à d'autres agriculteurs, mais aussi à l'Administration d'envisager le goutte-à-goutte comme étant adaptable à diverses situations (taille des parcelles, ressources en eau, capital disponible, types de cultures irriguées, zone aménagée par l'État ou non). Une première étape a été franchie dans les programmes étatiques en concevant des reconversions collectives, mais aussi en relevant les taux de subvention pour les exploitations de moins de 5 hectares. Cependant, cela n'a pas remis en question les normes techniques établies dans les cahiers des charges, perçues par les petits agriculteurs comme des contraintes à la fois financières et techniques.

Les installations utilisant l'expertise locale ou mobilisant du matériel d'occasion, permettent à des agriculteurs aux ressources financières limitées d'avoir accès au goutte-à-goutte. Dans une étude au Népal, Von Westarp *et al.* (2004) montrent, que, dans des conditions locales d'utilisation par des petits agriculteurs, le goutte-à-goutte à faible coût permet en fait d'obtenir des rendements en maraîchage équivalents, voire supérieurs, au goutte-à-goutte conventionnel. En conséquence, Shah et Keller (2002) invitent à revoir la conception technique du goutte-à-goutte pour l'adapter aux conditions des petites exploitations. Dans les programmes étatiques de subvention, cela pourrait se traduire par des kits technologiques inspirés des systèmes à initiative locale (plus simples, mobiles, moins coûteux et pouvant être rentabilisés plus rapidement). Les conditions d'adoption du goutte-à-goutte par les petits exploitants en seraient grandement améliorées.

La solution collective telle qu'elle a été mise en œuvre dans le projet pilote ne

s'étant pas appuyée sur les expériences locales et informelles, s'est révélée peu adaptée aux conditions d'exploitation des agriculteurs. Cependant, ce projet a permis aux petits exploitants, et notamment aux fils d'agriculteurs, d'expérimenter le goutte-à-goutte. En modifiant le dispositif hydraulique et en mettant en place de nouvelles règles de gestion, ceux-ci pourraient constituer des porte-parole (Akrich *et al.*, 1988) à même de tirer les leçons du projet collectif, en complément des leçons tirées des expériences locales informelles. Ces porte-parole, représentant les petites exploitations en interaction avec les structures de l'État et le secteur privé, pourraient faire évoluer les programmes étatiques, en permettant de les adapter aux conditions d'exploitation des petits agriculteurs.

L'État, à travers son programme de subvention, veut encourager les économies d'eau et l'intensification des cultures, par la modernisation des systèmes d'irrigation. De leur côté, les agriculteurs adoptant le goutte-à-goutte visent l'amélioration de leurs rendements, l'adoption de cultures à plus haute valeur ajoutée et des économies de main-d'œuvre. Le dialogue entre l'État et les agriculteurs autour des objectifs d'économie et de valorisation de l'eau se limite aujourd'hui à une discussion sur le dispositif technique – *hardware* (Smits, 2002) –, et cela principalement avec les grands agriculteurs. Le fonctionnement à long terme des installations d'irrigation au goutte-à-goutte est laissé à la discrétion des exploitants, ignorant ainsi la nécessité d'accompagner les exploitants et les intermédiaires, en renforçant les savoir-faire (*software*) et l'organisation autour de l'innovation (*orgware*), qui eux se développent jusqu'à présent de manière informelle. Remettre les économies d'eau au centre du dialogue, demandera la formulation de politiques de l'irrigation plus centrées sur les ressources humaines. ■

Références

Akrich M, Callon M, Latour B, 1988. À quoi tient le succès des innovations ? 2 : Le choix des porte-parole. Gérer et comprendre. *Ann Mines* 12 : 14-29.

Bekkar Y, Kuper M, Hammani A, Dionnet M, Eliamani A, 2007. Reconversion vers des systèmes

d'irrigation localisée au Maroc : quels enseignements pour l'agriculture familiale ? *Hommes, Terre Eaux* 137 : 7-20.

Darré JP, 1996. *L'invention des pratiques dans l'agriculture. Vulgarisation et production locale de connaissance*. Paris : Karthala.

Howell J, 2006. Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Res Policy* 35 : 715-28.

Olivier de Sardan JP, 1995. *Anthropologie et développement. Essai en socioanthropologie du changement social*. Paris : APAD ; Karthala.

Poncet J, Kuper M, Chiche J, 2010. Wandering off the paths of planned innovation: the role of formal

and informal intermediaries in a large scale irrigation scheme in Morocco. *Agricultural Systems* 103 : 171-9.

Poncet J, 2010. *Les intermédiaires en grande hydraulique. Le cas du périmètre irrigué du Gharb, Maroc*. Symposium Innovation et développement durable dans l'agriculture et l'agroalimentaire, 28 juin-1er juillet 2010, Montpellier, France. http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/51/25/24/PDF/Poncet_les_intermediaires.pdf.

Schumpeter JA, 1911. *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. Paris : Dalloz.

Shah T, Keller J, 2002. Micro-irrigation and the poor: a marketing challenge in smallholder irrigation

development. In: Sally H, Abernethy CL, eds. *Regional Seminar on Private Sector Participation and Irrigation Expansion in Sub-Saharan Africa, Accra, Ghana, 22-26 October 2001*. Colombo (Sri Lanka) : IWMI ; FAO ; ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation.

Smits R, 2002. Innovation studies in the 21st century: questions from a user's perspective. *Technol Forecast Soc* 69 : 861-83.

Von Westarp S, Chieng S, Schreier H, 2004. A comparison between low-cost drip irrigation, conventional drip irrigation, and hand watering in Nepal. *Agricultural Water Management* 64 : 143-60.

Différenciation des exploitations agricoles dans les montagnes du Nord du Vietnam : le rôle clé de l'accès à l'eau ?

Damien Jourdain^{1,2,3}
Dang Dinh Quang⁴
Tran Pham Van Cuong⁵
Jean-Yves Jamin²

¹ Cirad
102, Bldg 2G
Van Phuc Diplomatic Compound
298 Kim Ma
Hanoi
Vietnam
<damien.jourdain@cirad.fr>

² Cirad
UMR G-Eau
73, rue Jean-François Breton
TA C-90/15
34398 Montpellier cedex 5
France
<jamin@cirad.fr>

³ IRRI
Los Baños
Laguna
Philippines

⁴ NOMAFSI
Phu Ho
Vietnam
<quangdd60@yahoo.com>

⁵ TUEBA
Thainguyen City
Vietnam
<ngocantra@yahoo.com>

Résumé

Dans les montagnes du Nord du Vietnam, la décollectivisation, la libéralisation des marchés et la limitation de l'accès aux terres forestières ont eu un impact important sur les stratégies des ménages agricoles. Ces zones sont caractérisées par une grande diversité des situations socio-économiques des ménages. Une enquête a été réalisée auprès de 120 ménages d'un district montagneux pour identifier les principaux facteurs de différenciation des exploitations et les différentes stratégies de production. La différenciation des exploitations agricoles est analysée à partir d'une typologie fondée sur les facteurs de production (eau, terres de différentes qualités), l'intégration au marché et les opportunités de travail extérieur. Parmi ces variables, l'accès à l'eau ressort comme un facteur important de différenciation des exploitations. Une décomposition des différents types d'accès à l'eau (disponibilité de l'eau durant 1 ou 2 saisons de culture, accès individuel ou collectif) permet de montrer qu'au-delà d'une redistribution apparemment égalitaire des terres lors de la décollectivisation, l'accès à l'eau est aujourd'hui très inégal. Il en résulte une sous-utilisation des ressources en eau par certains ménages, alors que d'autres, faute d'accès à l'eau, sont contraints d'augmenter les surfaces en riz pluvial sur les terres de pentes. Une répartition différente de l'accès à l'eau, *via* de nouveaux canaux ou de nouvelles règles d'allocation, pourrait permettre d'améliorer les conditions de vie des ménages les moins favorisés et éventuellement de diminuer les problèmes de surexploitation des terres de pentes.

Mots clés : accès à la terre ; aménagement de bassin versant ; conservation de l'eau ; irrigation ; typologie ; Vietnam.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; systèmes agraires ; territoire, foncier, politique agricole et alimentaire.

Abstract

Farm household differentiation in upper-catchments of Northern Vietnam: The key role of access to water?

In mountainous areas of Northern Vietnam, the redistribution of land use rights, market liberalization, and new forestry policies have had important impacts on the strategies of agricultural households. Upper-catchments of these areas are characterized by a great diversity in socio-economic conditions. A questionnaire survey was carried out with 120 households living in a mountainous district of Yen Bai province to identify the major differentiating factors of farms and the major livelihood strategies. The paper builds upon a typology based on production factors (water, land of different qualities), market integration, and off-farm activities. Among these variables, access to water appears to be a major factor in the differentiation of farms. A breakdown of the different types of access to water (water available during 1 or 2 cropping seasons, individual vs. collective) shows that beyond a seemingly egalitarian distribution of land during de-collectivization, access to water is now very unequal. Some households are under-using their water resources, while others who lack access to water are forced to use their sloping land for rainfed rice

Pour citer cet article : Jourdain D, Quang DD, Cuong TPV, Jamin JY, 2011. Différenciation des exploitations agricoles dans les montagnes du Nord du Vietnam : le rôle clé de l'accès à l'eau ? *Cah Agric* 20 : 48-59. doi : 10.1684/agr.2011.0470

Tirés à part : D. Jourdain

cultivation. A different distribution of access to water, through new infrastructures or new allocation rules, could improve the living conditions of the less advantaged households and possibly reduce the problem of overexploitation of sloping lands.

Key words: irrigation; land access; typology; Vietnam; watershed management; water conservation.

Subjects: economy and rural development; farming systems; territory, land use, agricultural and food production policy; water.

Le Vietnam est souvent pris comme l'exemple d'une politique de libéralisation réussie. De fait, le retour à l'agriculture familiale, la libéralisation des marchés et les restrictions à l'exploitation des forêts ont eu un impact important sur les stratégies des ménages agricoles. Dans les montagnes du Nord, de nombreux ménages ont augmenté leur production de riz irrigué grâce à l'ajout d'un cycle de production au printemps ou à l'utilisation accrue d'intrants chimiques. Cela a permis de diminuer fortement la riziculture pluviale sur les terres de pentes, sur lesquelles des activités nouvelles ont pu être développées (cultures destinées à la vente, élevage, etc.). Les productions et les revenus des ménages ont augmenté et la pauvreté a reculé (Minot et Goletti, 2000 ; Niimi *et al.*, 2004).

Cependant, ce modèle de transition repose implicitement sur un accès des ménages agricoles à des rizières irriguées, prérequis nécessaire à l'intensification.

Les montagnes du Nord peuvent être divisées en trois zones « topo-ethniques » qui forment des « paysages culturels » différenciés (Tran, 2003).

Les *zones basses*, généralement des fonds de vallées, sont mieux arrosées, bénéficient de températures moins froides et sont bien connectées aux marchés ; elles sont généralement peuplées depuis de nombreux siècles par les ethnies Tay, Muong et Thai, qui cultivent principalement le riz irrigué au sein de périmètres collectifs.

Les *zones hautes* sont plus difficiles d'accès, l'eau y est rare et les températures froides constituent un frein aux cultures d'hiver ; elles sont souvent occupées par des peuples montagnards tels les H'Mongs et les Dao, arrivés plus récemment au Vietnam. Les activités agricoles principales sont le maïs, le riz pluvial et le petit élevage.

Certains ménages ont également construit des terrasses rizicoles sur les pentes.

Les *zones moyennes*, intermédiaires, peuvent être peuplées d'ethnies spécifiques ou de groupes qui habitent également les zones hautes, en particulier les Dao. Leurs systèmes de production composites (Lam *et al.*, 2004) combinent souvent la production de riz dans des bas-fonds aménagés en rizières irriguées et des cultures pluviales (riz, maïs, manioc) entrecoupées de jachères longues sur les pentes.

Cependant, cette répartition spatiale initiale des groupes ethniques et des systèmes de production a été bouleversée, à partir des années 1960, par la création des coopératives de production, les programmes de sédentarisation et les migrations organisées des habitants des deltas. Pour un temps, ces populations d'origines diverses ont été intégrées dans les mêmes structures collectives. L'habitat a été concentré dans les altitudes basses ou moyennes et les conditions de vie des différentes populations ont donc été

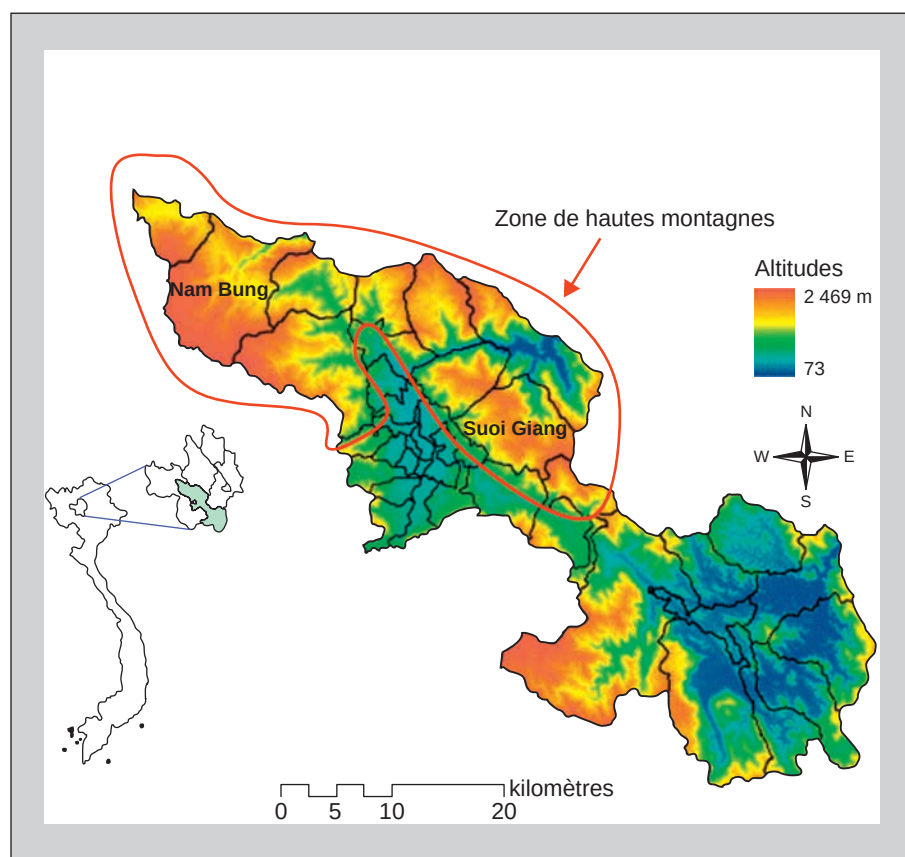


Figure 1. Le district de Van Chan.

Figure 1. Van Chan District.

uniformisées. L'État, au travers de ses coopératives, a favorisé le développement de la riziculture irriguée afin de réduire les cultures itinérantes, par la création ou l'amélioration des structures hydrauliques dans les zones basses (construction de barrages, amélioration des canaux d'amenées, etc.). Avec la loi foncière de 1993, les rizières ont été redistribuées aux ménages pour une durée de 20 ans. Malgré une volonté égalitariste affichée, les ressources productives (terre, accès à l'eau) ont parfois été redistribuées de manière inégale (Castella et Quang, 2002 ; Sikor, 2001). Notre hypothèse est que cette redistribution inégale des ressources productives, notamment des terres irriguées, est à l'origine d'une forte différenciation des exploitations agricoles.

Une enquête a donc été réalisée dans un district agricole de montagne pour analyser la diversité des systèmes de production et répondre à deux interrogations : la répartition actuelle de l'accès aux ressources productives peut-elle être considérée comme égalitaire au sein des communautés

villageoises ? Si cette répartition est inégalitaire, quels ont été les modes d'adaptation des ménages ayant des accès différenciés à l'eau dans ces zones ?

Matériel et méthode

Zone d'étude et échantillonnage

Le district de Van Chan est un district de montagne de la province de Yen Bai, caractéristique du Nord-Ouest vietnamien. L'étude a été menée dans la zone agro-écologique des hautes montagnes (altitude moyenne 840 m) où 76 % de la superficie présente des pentes supérieures à 15 % (figure 1). Cette zone, au climat rythmé par le régime des moussons, présente deux saisons principales et deux intersaisons de courte durée (figure 2). De janvier à mars, l'hiver froid, humide et couvert, est caractérisé par une pluviométrie faible et la persistance de crachins. L'été, de mai

à octobre, est très chaud et concentre 80 % des pluies de l'année sur 5 mois. Entre ces deux saisons principales se glissent deux intersaisons peu pluvieuses, avec un ensoleillement fort et une humidité relative faible.

Une part importante de la production agricole du district provient de la culture du riz irrigué dans les fonds de vallée, qui ne couvrent pourtant que 3 % du territoire du district. Le district est également un gros producteur de thé. Les autres cultures importantes sont le maïs et le manioc, cultivés sur les pentes. La culture du riz pluvial, fortement découragée par les autorités (et pour laquelle les statistiques sont donc douteuses), est encore très présente dans certaines communes du district. Enfin, certaines communautés ont développé des productions spécialisées, comme la cardamome pour les Dao.

Les ethnies minoritaires au niveau du pays représentent ici deux tiers de la population. Dans chaque commune, plusieurs groupes ethniques sont présents, mais chaque village est en général composé d'une seule ethnie. Les ménages interrogés ont été sélectionnés en trois étapes successives. Dans un premier temps, deux communes ont été choisies pour leur accès contrasté aux marchés : Nam Bung (isolée) et Suoi Giang (plus proche du chef-lieu). Dans un deuxième temps, un petit bassin-versant a été sélectionné dans chaque commune. Dans la première, le bassin de Sai Luong (SL) (21° 45' ; 104° 20') contient deux villages Dao situés à une altitude de 720 m ; dans la seconde, le bassin de Pang Cang (PC) (21° 37' ; 104° 35') contient trois villages H'Mong situés à des altitudes de 850 à 900 m. Ces deux bassins ont des ratios rizières irriguées sur cultures pluviales très différents, et typiques des zones moyennes et hautes décrites précédemment. SL contient un bas-fond de 30 hectares de rizières, alors que PC ne possède pas de bas-fonds. Les agriculteurs de PC ont donc aménagé des terrasses le long des pentes. Dans un troisième temps, 60 ménages ont été tirés au hasard dans chacun des bassins-versants (30 % de la population). Les chefs des ménages retenus ont été interviewés en 2007 à l'aide d'un questionnaire semi-fermé. Les informations collectées faisaient référence à l'année culturale 2006.

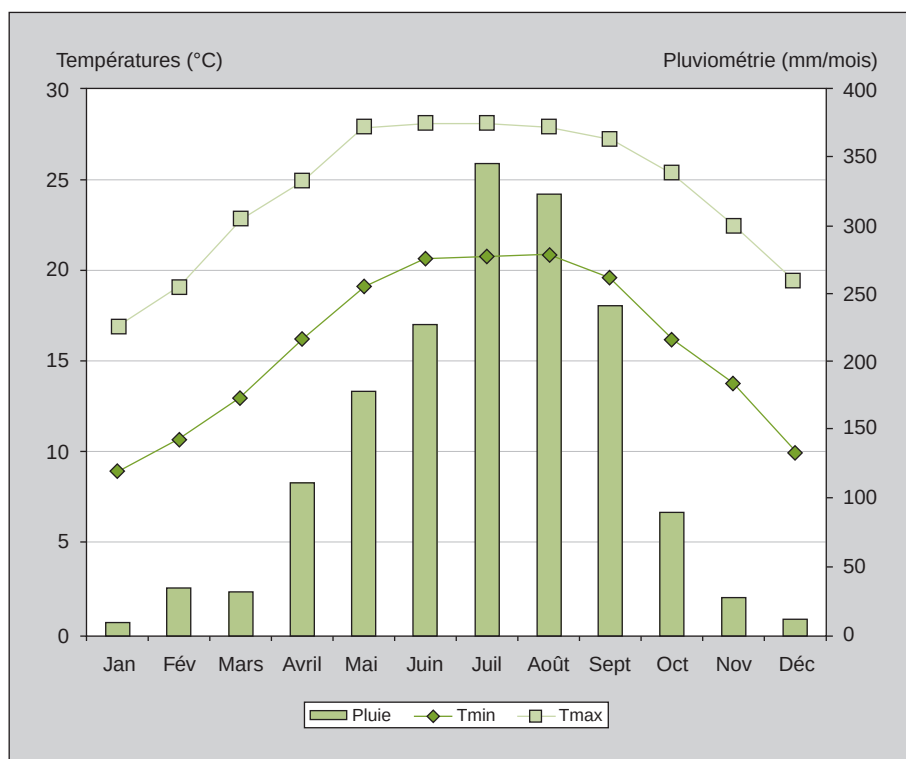


Figure 2. Températures et précipitations dans le district de Van Chan.

Figure 2. Temperatures and rainfall in Van Chan district.

Données extraites de WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005) au point 21° 43' N, 100° 24' E).

Identification et caractérisation des groupes

La diversité des exploitations agricoles a été analysée à partir des facteurs de production (qualité des terres et de l'accès à l'eau, capital physique et humain) et d'indicateurs de participation aux marchés des produits agricoles et du travail. Nous avons également intégré des variables de superficie reflétant l'accès à l'eau et le niveau de contrôle des ménages sur l'eau d'irrigation : superficies irrigables au printemps et en été. Une première analyse en composantes principales (ACP) sur l'ensemble des variables quantitatives nous a permis de retenir les variables les plus discriminantes (*tableau 1*).

Nous avons ensuite réalisé une classification ascendante hiérarchique (avec liens de Ward) sur ces variables centrées et réduites. Le nombre de groupes a été déterminé à l'aide de l'indice de silhouette (Rousseeuw, 1987) et par visualisation des groupes dans les espaces factoriels d'une ACP effectuée avec les variables du *tableau 1*. Nous avons ensuite interprété les groupes typologiques à l'aide d'une analyse détaillée d'un ensemble plus large de variables décrivant ces ménages (*tableau 2*).

Structure des revenus par types de ménage

Les coefficients techniques liés à l'élevage, aux cultures et aux travaux de collecte de produits forestiers – temps et calendriers de travaux, besoins en traction et en intrants, productions, prix des intrants et des produits – ainsi que le volume et les revenus des activités extra-agricoles, ont été évalués par des enquêtes conduites auprès de ménages du district durant l'année 2009 (Jourdain *et al.*, 2010). Nous avons ensuite calculé les revenus de ces ménages représentatifs pour évaluer les revenus moyens découlant des différentes stratégies identifiées (*tableau 3*). Le revenu monétaire net du ménage est la somme des rentrées monétaires provenant de la vente des produits agricoles et du travail familial à l'extérieur de l'exploitation, de laquelle on soustrait les coûts monétaires des intrants et de la main-d'œuvre extérieure employée. Le revenu total

Tableau 1. Variables retenues pour la typologie des exploitations.

Table 1. Variables used for farm typology.

Nom de la variable	Description
Variables principales	
TAIL	Taille du ménage
RIZIERE	Superficie en rizières (installées dans les zones de bas-fonds)
TERRA	Superficie en terrasses (installées dans les zones de pentes)
EAUPRINT	Superficie irrigable au printemps (rizières et terrasses irrigables au printemps)
EAUETE	Superficie irrigable en été (rizières et terrasses irrigables en été)
PLATCUM	Superficie cumulée des terres planes (RIZIERE + TERR)
SUPCUMTET	Superficie cumulée par personne (= (EAUPRINT + EAUETE + TERPEN) / TAIL)
RPOT	Production potentielle de riz par personne = (RIZIERE x 3 t/ha/saison + TERRA x 1,5 t/ha/saison + TERPEN x 0,2 t/ha/an) / TAIL
ETABLI	Date d'installation du ménage en tant que ménage indépendant et autonome
PEREN	Superficie en cultures pérennes
THE	Superficie en thé
TREXT	Personnes travaillant à l'extérieur (homme-année)
EDU	% adultes ayant terminé les études primaires
Variables supplémentaires	
AGE	Âge du chef de ménage
MOTO	Nombre de motos possédées par le ménage
TV	Nombre de télévisions possédées par le ménage
TERPEN	Superficies en terres de pentes
PR_RPLUV	Proportion des terres de pentes cultivées en riz pluvial

net du ménage est le revenu monétaire du ménage duquel on soustrait la valeur des intra-consommations (produits de l'exploitation réutilisés pour d'autres productions, valorisés au prix du marché), et auquel on ajoute les autoconsommations (produits de l'exploitation consommés directement par le ménage, valorisés au prix du marché).

Nous avons constaté que les productions animales ne représentaient qu'une part marginale des revenus, et nous ne les avons donc pas incluses ici. Ce faisant, il est possible que certains bénéfices des productions animales, comme la valeur de la traction ou la valeur d'épargne du cheptel, aient été sous-estimés. Enfin, nous avons calculé les revenus par tête

Tableau 2. Statistiques comparées des groupes typologiques.

Table 2. Typological groups.

	PEPT	PERT	TERUPL	TERLAB	OFFW	RRIZ
Ménage et ses activités						
Taille du ménage	4,9 ^{ac}	4,1 ^a	5,8 ^c	8,4 ^b	10,0 ^b	6,0 ^c
Nb adultes	2,8 ^{ac}	2,3 ^a	3,8 ^c	6,0 ^b	6,6 ^b	3,6 ^c
Adultes ayant terminé le primaire (%)	0,2 ^c	0,8 ^a	0,5 ^b	0,3 ^{bc}	0,5 ^{bc}	0,3 ^{bc}
Travail extérieur (année-homme)	0,3 ^a	0,2 ^a	0,4 ^a	0,5 ^a	2,2 ^b	0,5 ^a
Établi en	1997 ^a	1997 ^a	1993 ^a	1976 ^b	1973 ^b	1993 ^a
Âge du chef de ménage	35,0 ^a	32,6 ^a	42,9 ^{ab}	53,3 ^b	54,6 ^b	41,9 ^{ab}
% prod. manioc vendue	14,3 ^a	35,3 ^a	20,6 ^a	26,4 ^a	0,0 ^a	11,4 ^a
% prod. maïs vendue	11,1 ^b	42,5 ^a	27,5 ^{ab}	32,1 ^{ab}	0,0 ^{ab}	18,9 ^{ab}
Production potentielle en riz (kg/pers/an) (cf. <i>tableau 1</i>)	84,8 ^c	281,8 ^{ab}	367,6 ^a	159,4 ^c	97,5 ^c	273,5 ^b
Proportion des terres de pentes avec riz pluvial (%)	34,7 ^b	29,6 ^{ab}	20,7 ^a	27,6 ^{ab}	59,7 ^b	23,9 ^a
Accès à l'eau et à la terre						
Superficie totale	62,5	275,7 ^a	218,6 ^{abc}	241,6 ^{ab}	102,1 ^{bcd}	137,6 ^{cd}
Superficie irriguée	2,7	3,7 ^a	3,6 ^a	2,3 ^a	15,6 ^b	26,3 ^c
Superficie terrasses	3,9	5,3 ^a	33,6	17,6 ^b	7,1 ^{ab}	0,9 ^a
Superficie pentes	56	266,7 ^a	181,4 ^{ab}	221,7 ^a	79,4 ^{bc}	110,4 ^{bc}
Superficie irrigable au printemps	0,3	1,4 ^{ab}	12,8 ^c	6,5 ^{abc}	2 ^{abc}	9,5 ^{bc}
Superficie irrigable en été	6,3	8,6 ^a	36,8 ^c	19,9 ^b	22,7 ^b	26 ^b
Superficie en riz irrigué de printemps	0,2	1,4 ^a	8,8 ^b	4,3 ^{ab}	1 ^a	4,4 ^{ab}
Superficie en riz pluvial	19,9	71,6 ^a	39,4 ^{ab}	39,4 ^{ab}	45,9 ^{ab}	28,1 ^{ab}
Superficie en manioc	4,7	26,6 ^a	11,8 ^{ab}	15,7 ^{ab}	4,9 ^{ab}	7,9 ^b
Superficie en cultures pérennes	13,7	28,5 ^a	75,9 ^b	2,9 ^a	4,9 ^a	16,3 ^a
Superficie en thé	10,9	99,3 ^a	28,4 ^b	118,1 ^a	0 ^b	45,3 ^b
Ratios						
Superficie cumulée (printemps + été) par personne	12,8	66,9 ^a	44,9 ^b	31,7 ^{bc}	10,4 ^c	25,3 ^{bc}
Superficie plane cumulée par personne	1,4	2,4 ^a	9,3 ^b	3,2 ^a	2,4 ^a	6,1 ^c

Des lettres ^{abcd} différentes indiquent des différences significatives de moyenne par le test HSD de Tukey (95 %) ; toutes les superficies sont exprimées en ares ; PEPT : pauvres en eau et en terres de pentes ; PERT : pauvres en eau, riches en terres de pentes ; TERUPL : riches en terrasses irrigables ; TERLAB : riches en terres et en travail, pauvres en eau ; OFFW : travail extérieur ; RRIZ : riches en rizières de bas-fonds.

Tableau 3. Revenus simulés des ménages représentatifs de chaque groupe typologique.

Table 3. Simulated revenues of farms representatives of their typological group.

	PEPT	PERT	TERUPL	TERLAB	OFFW	RRIZ
Revenu monétaire net du ménage (million VND/an)	7,9	17,9	39,6	38,0	33,5	35,6
% travail extérieur dans le revenu monétaire (%)	76	34	29	47	80	33
% vente de produits dans le revenu monétaire (%)	24	66	71	53	20	67
Revenu total net du ménage (millions de VND/an)	14,0	24,7	44,5	44,5	39,1	40,4
Revenu net monétaire (PPA/tête/jour)	0,9	1,61	2,97	2,14	2,15	2,67
Revenu total net (PPA/tête/jour)	1,57	2,22	3,34	2,50	2,51	3,03

VND : Dong vietnamiens ; 1 euro = 22 000 VND en 2008 ; PPA = parité de pouvoir d'achat ; 1 PPA = 6 100 VND (source : World Economic Outlook Database, October 2008).

PEPT : pauvres en eau et en terres de pentes ; PERT : pauvres en eau, riches en terres de pentes ; TERUPL : riches en terrasses irrigables ; TERLAB : riches en terres et en travail, pauvres en eau ; OFFW : travail extérieur ; RRIZ : riches en rizières de bas-fonds.

et par jour et les avons exprimés en parité de pouvoir d'achat ou PPA (Deaton et Heston, 2010), unité qui permet de faciliter les comparaisons avec les standards internationaux de pauvreté en s'affranchissant des problèmes de change entre monnaies (*tableau 3*).

Résultats

Six groupes typologiques marqués

Les caractéristiques générales des ménages examinés et de leurs exploitations agricoles sont présentées pour chaque bassin-versant dans le *tableau 4*.

À l'aide de l'indice de silhouette, nous avons retenu une répartition en six groupes typologiques. L'ACP donne une bonne discrimination visuelle des corrélations entre variables constitutives des axes (*figures 3 et 4*) et des groupes typologiques (*figures 5 et 6*). La lecture des 4 premiers axes (72 % de la variabilité) permet une première identification des différentes stratégies des ménages en fonction de leurs ressources. Le premier axe (30 % de la variabilité) oppose les variables d'accès à l'irrigation (PLATCUM, EAUETE et EAUPRINT) à la date d'installation (ETABLI) et à la proportion des terres de pentes cultivées avec du riz pluvial (PR_RPLUV). L'accès aux ressources en eau est donc un facteur très discriminant. Cela met aussi en évidence que

les ménages récemment établis sont moins bien lotis en terres irrigables. Enfin, cela montre que les ménages n'ayant pas accès à l'eau ont une proportion importante de leurs terres de pentes cultivées en riz pluvial ; ces ménages cherchent avant tout leur autosuffisance en riz : si la production de riz irrigué n'est pas suffisante, les terres de pentes sont plus fortement mobilisées pour le riz pluvial.

Le deuxième axe (20 % de la variabilité) oppose principalement les variables TAIL et TREXT aux variables THE, ETABLI et SUPCUMTET. La taille des ménages (donc le nombre de travailleurs) et la disponibilité des terres par bouche à nourrir conditionnent donc deux stratégies différentes, l'une fondée sur le développement du travail hors de l'exploitation agricole, et l'autre, quand les terres de pentes sont importantes, fondée sur la culture du thé, elle aussi exigeante en main-d'œuvre. Ces deux stratégies opposées caractérisent l'axe 2.

L'axe 3 (12 % de la variabilité) oppose RIZIERE et ETABLI à TERRA et THE. Les ménages plus anciens – installés dans les années 1970-1980 – disposent d'une superficie importante de rizières de bas-fonds. Les ménages établis plus récemment (dans les années 1990) ont moins accès aux bas-fonds et développent deux stratégies : l'une passe par l'aménagement de terrasses sur leurs terres de pentes, et l'autre par le développement du thé. Ces deux dernières stratégies sont opposées sur l'axe 4 (10 % de la variabilité), montrant leur complémentarité.

Caractérisation des groupes

Une fois les types identifiés, nous pouvons analyser les caractéristiques de chaque groupe typologique (*tableau 2*).

Pauvres en eau et en terres de pentes (PEPT)

Les ménages PEPT sont les plus mal dotés en ressources productives et en capital humain (peu d'adultes, niveau d'éducation le plus faible).

Installés récemment, ils ne contrôlent que peu de terres (62 ares/ménage), qui sont essentiellement situées sur les pentes. Leurs terres sont largement utilisées pour la production de riz pluvial, donc avec un temps de jachère court. Du fait des jachères courtes, les ménages constatent souvent que la fertilité des sols décroît et que le temps de travail dédié à la culture du riz est plus important. En effet, en l'absence d'herbicides, le contrôle des mauvaises herbes demande des temps de travaux de plus en plus importants (Husson *et al.*, 2004).

La main-d'œuvre étant limitée et mobilisée pour la production de riz pluvial, ces ménages travaillent peu à l'extérieur. Cependant, le travail extérieur représente une part importante du revenu monétaire du ménage et est absolument vital pour le fonctionnement de ces exploitations (*tableau 4*). En effet, ne pouvant être autosuffisants avec leur faible production, ces ménages sont contraints d'acheter une partie de leur consommation alimentaire sur le marché.

Tableau 4. Caractéristiques générales des ménages et de leurs exploitations agricoles.

Table 4. General characteristics of households and their holdings.

	Nam Bung	Suoi Giang	Signification statistique
Ménage et ses activités			
Taille du ménage	6,5	5,3	***
Nb. adultes	4,1	3,2	**
Adultes ayant terminé le primaire (%)	0,3	0,4	
Travail extérieur (année-homme)	0,7	0,3	***
Établi en	1990	1993	
Âge du chef de ménage	43,5	37,9	**
% prod manioc vendue	0,0	35,9	***
% prod maïs vendue	2,5	39,6	***
Production potentielle en riz (kg/pers/an) (cf. <i>tableau 1</i>)	151,0	248,3	***
Proportion des terres de pentes avec riz pluvial	37,8	23,5	***
Accès à l'eau et à la terre			
Superficie totale	89,0	218,4	***
Superficie irriguée	11,2	5,5	**
Superficie en terrasses	8,9	10,4	
Superficie en pentes	68,8	202,5	***
Superficie irrigable au printemps	4,4	5,5	
Superficie irrigable en été	19,9	15,3	
Superficie en riz irrigué de printemps	2,6	3,3	
Superficie en riz pluvial	25,8	45,3	**
Superficie en manioc	3,3	18,1	***
Superficie en cultures pérennes	25,7	21,0	
Superficie en thé	1,9	87,6	***
Ratios			
Superficie agricole par personne	13,8	43,7	***
Superficie cumulée (printemps + été) par personne	14,5	44,6	***
Superficie plane cumulée par personne	3,7	4,1	

Seuils pour l'analyse de variance: * $P < 0,1$; ** $P < 0,05$; *** $P < 0,01$; les superficies sont exprimées en ares.

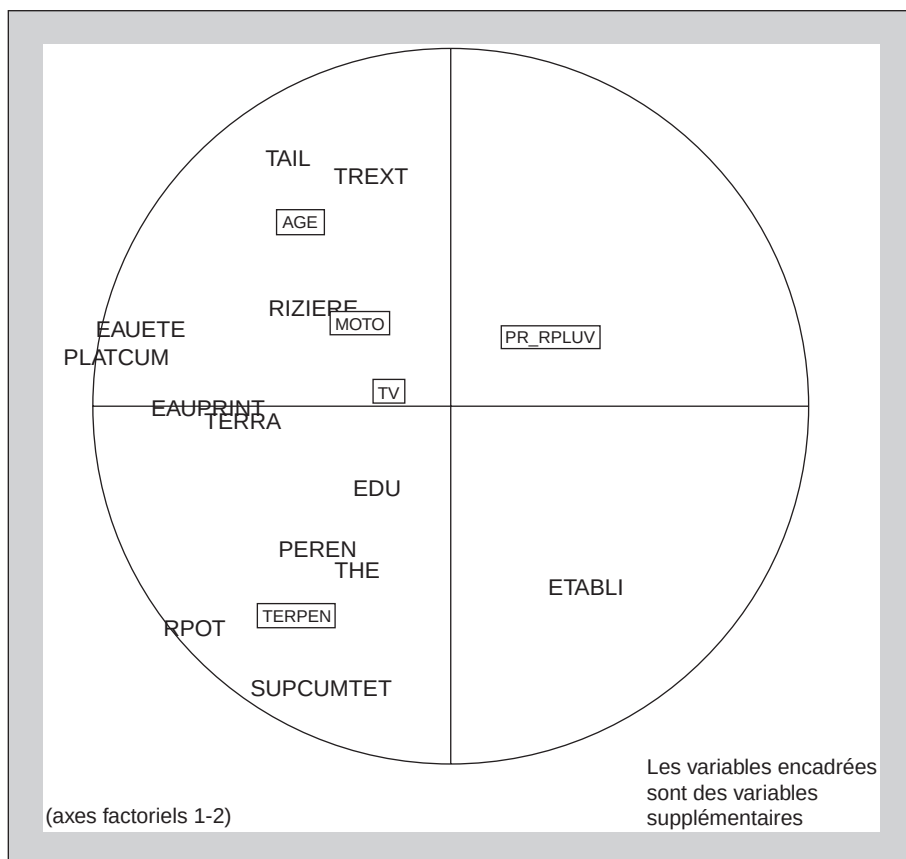


Figure 3. Représentation des variables sur les axes 1 et 2.

Figure 3. Projection of variables on factorial axes 1 and 2. Les sigles des variables sont expliqués dans le tableau 1.

Enfin, du fait des faibles surfaces, ils ne peuvent développer de cultures pérennes. Ces ménages semblent donc pris dans un cercle vicieux de dégradation des ressources et de diminution progressive de la productivité du travail et de la terre. Leurs revenus sont, de loin, les plus faibles.

Pauvres en eau, riches en terres de pentes (PERT)

Les ménages PERT ont un accès très limité à l'irrigation mais ils ont des superficies importantes en terres de pentes. Une part importante de ces terres est dédiée à la culture extensive de thé *shan* (4 coupes par an, pas d'intrants). Ils maintiennent la culture du riz pluvial, mais ils compensent leur faible accès à l'eau par le développement de cultures dont une partie importante est destinée au marché (thé, maïs, manioc). L'accès

au marché et l'abondance relative en terres permettent de s'affranchir du faible accès à l'eau et d'obtenir des revenus intermédiaires, sans dépendre des opportunités de travail extérieur. Leurs revenus sont cependant inférieurs à ceux des ménages qui disposent d'un meilleur accès à l'eau.

Riches en terrasses irrigables (TERUPL)

Les ménages TERUPL sont installés depuis une quinzaine d'années, et sont donc un peu plus âgés que les ménages PEPT et PERT. Avec une part d'adultes plus importante, ils ont eu le temps d'implanter des terrasses irriguées sur leurs terres de pentes. De plus, installés les premiers, ils ont eu accès à des terres plus proches des sources ou des petits cours d'eau, ce qui a facilité l'aménagement de leurs terrasses.

La superficie des terres recevant de l'eau au printemps est importante, ils ont donc la superficie irriguée potentielle (cumul annuel printemps + été) la plus importante par bouche à nourrir. Mais ce potentiel est sous-utilisé car seulement 60 % des terres irrigables au printemps sont effectivement utilisées à cette saison.

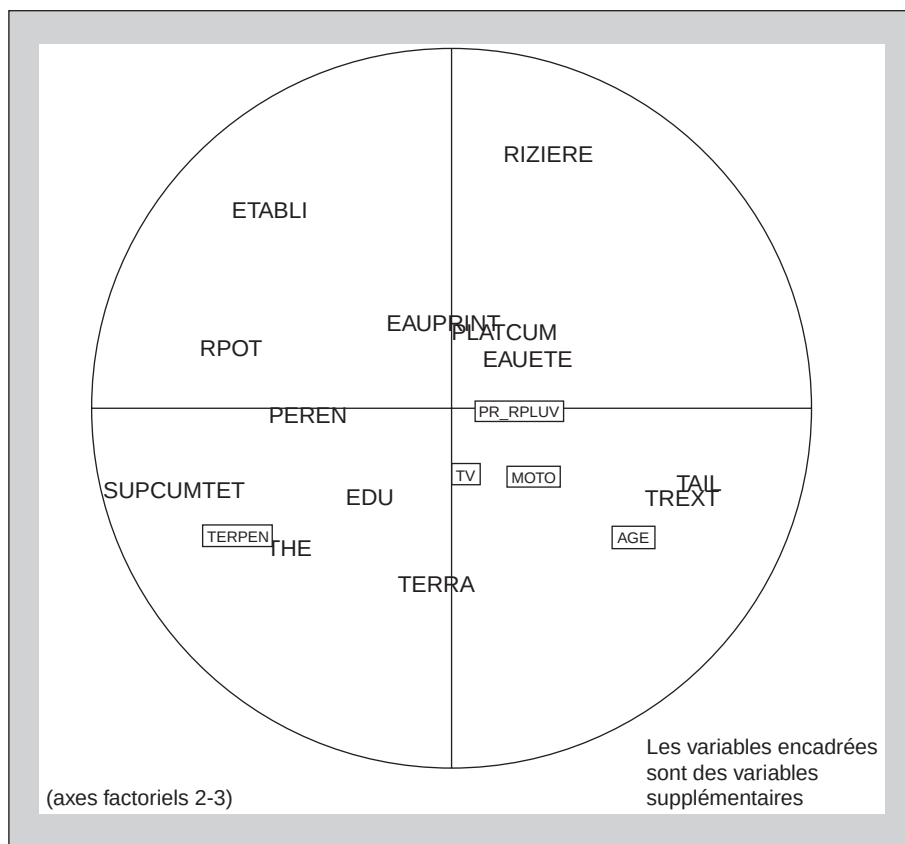
L'autosuffisance alimentaire (production par tête la plus forte de tous les groupes), acquise grâce au riz irrigué, permet à ces ménages de diversifier leurs productions vers des cultures autres que vivrières : les pentes sont donc surtout utilisées pour des cultures commerciales, qu'il s'agisse de cultures annuelles comme le maïs ou le manioc, ou de cultures pérennes comme le thé.

Riches en terres et en travail, pauvres en eau (TERLAB)

Les ménages TERLAB sont de grands ménages installés depuis de nombreuses années. Ne possédant pas de bas-fonds, ils ont aménagé une superficie importante de terrasses sur les pentes. Cependant, seul un tiers des terrasses construites reçoit de l'eau au printemps ; la superficie annuelle cumulée des cultures de printemps et des cultures d'été reste donc faible par tête. Par ailleurs, la forte main-d'œuvre disponible permet de dégager un temps important pour la production de thé sur l'exploitation et pour du travail extérieur.

Travail extérieur (OFFW)

Bien que bien dotés en terres irrigables, les ménages OFFW ne disposent que d'une faible superficie irrigable cumulée par personne. En effet, d'une part, leurs terres irrigables sont surtout des terrasses construites récemment qui sont irriguées à partir de cours d'eau qui s'assèchent au printemps ; d'autre part, ce sont des ménages de grande taille (installés depuis de nombreuses années). Du fait du nombre important de travailleurs, ils ont développé deux stratégies : l'installation de nouvelles terrasses sur les pentes et surtout le travail extérieur, particulièrement important pour ce groupe.



Riches en eau et bas-fonds (RRIZ)

Les ménages RRIZ sont caractérisés par une superficie importante de rizières de bas-fonds et une superficie de terres alimentées en eau dès le printemps plus importante que les autres groupes. Ce groupe, comme les ménages TERUPL, sous-utilise cette eau : seulement 50 % des terres irrigables au printemps sont cultivées en riz. Déjà autosuffisants en riz avec une seule culture par an, ils n'ont que peu d'incitation à valoriser l'eau de printemps, car la collecte des produits forestiers, en particulier le bambou, et la culture de la cardamome, sont susceptibles d'apporter plus de revenus que la production rizicole, sans ajouter de contraintes fortes sur le calendrier de travail.

Les pentes sont surtout utilisées pour les cultures annuelles mises en grande partie sur le marché (maïs, manioc) et des cultures pérennes ; le riz pluvial est présent mais peu important.

Différenciation des revenus

Les revenus nets générés par les six types de ménages varient du simple au triple (tableau 4).

Les ménages RRIZ valorisent leur accès à l'eau par une production intensive de riz irrigué. Bien que disposant d'une main-d'œuvre importante, ils restent essentiellement des ménages riziculteurs.

Les ménages ayant des revenus élevés malgré des superficies irriguées faibles (TERUPL, TERLAB, OFFW), ont utilisé deux stratégies alternatives de génération de revenus. D'une part, ils ont intensifié l'utilisation de leurs terres par la construction de terrasses irriguées et l'introduction d'un second cycle de riz, quand cela était possible. Cela leur permet à la fois d'atteindre l'autosuffisance en riz et de développer des cultures commerciales sur les pentes (thé, maïs, manioc). D'autre part, les ménages suffisamment dotés en main-d'œuvre vendent leur travail.

Le travail extérieur représente toujours plus d'un tiers des revenus des ménages.

Enfin, les ménages PEPT sont les plus pauvres. Du fait qu'ils sont récemment établis, la faible dotation en terres de leurs exploitations les rend peu viables s'ils n'augmentent pas leurs superficies (défriche de nouvelles parcelles). Cette stratégie, traditionnellement utilisée par les jeunes ménages, est maintenant rendue très difficile par l'interdiction de nouvelles défriches. Il leur faudrait donc pouvoir intensifier l'utilisation de leurs terres, notamment par l'aménagement de nouvelles terrasses. Sans cela, ces ménages resteront fortement dépendants du travail à l'extérieur. Actuellement, bien que la quantité de travail vendue soit faible, elle représente plus de 75 % des revenus monétaires de ces ménages.

Seuls deux groupes (PERT et OFFW) sont spécifiques d'une seule commune (tableau 5). Le groupe PERT est d'ailleurs assez proche du groupe PEPT et ne s'en distingue que par les superficies en terres de pentes, l'espace agricole disponible par habitant étant plus important à Suoi Giang. La différenciation ethnique traditionnelle des stratégies des ménages présentée en introduction tend à s'estomper. Aujourd'hui, ces stratégies semblent avoir surtout des fondements structurels (superficie de l'exploitation, disponibilité en main-d'œuvre, accès à l'eau) et être liées aux opportunités de marché. On retrouve ici des résultats observés ailleurs dans le Nord du Vietnam (Castella *et al.*, 2004).

Discussion

Un tiers des ménages appartiennent à la catégorie la plus pauvre (tableau 3). C'est cette catégorie qui devrait retenir aujourd'hui l'attention des gouvernants. Leur statut est très proche de ce que l'on qualifierait ailleurs de « paysans sans terres » (Ravallion et van de Walle, 2008 ; He *et al.*, 2009). Cependant, l'importance de ce groupe n'est pas, ici, liée à la création d'un nouveau marché de la terre, comme cela a été observé dans les deltas du Vietnam (Ravallion et van de Walle, 2008), mais à la fermeture de l'accès à l'espace forestier, qui limite l'expansion géographique des communautés.

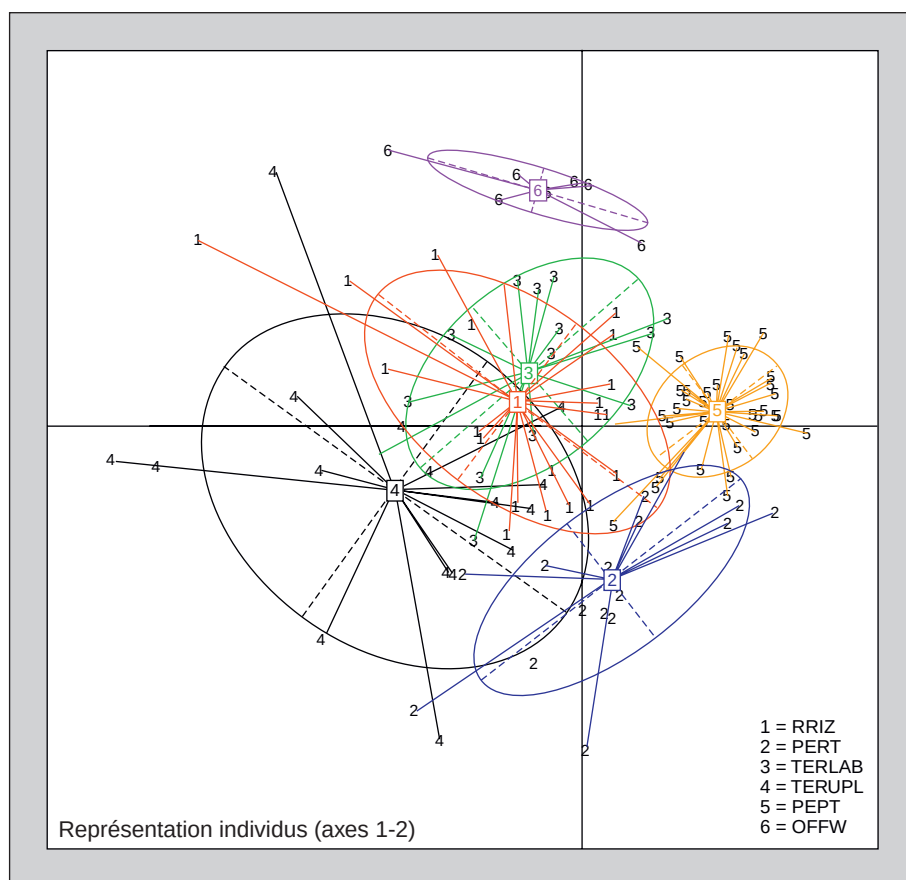


Figure 5. Représentation des individus sur les axes 1 et 2.

Figure 5. Projection of farms on factorial axes 1 and 2.

PEPT : pauvres en eau et en terres de pentes ; PERT : pauvres en eau, riches en terre de pentes ; TERUPL : riches en terrasses irrigables ; TERLAB : riches en terres et en travail, pauvres en eau ; OFFW : travail extérieur ; RRIZ : riches en rizières de bas-fonds.

De plus, une forte migration vers les villes n'a pas été observée ici, comme cela a pu l'être en Chine. Cela semble provenir des faibles salaires attendus (savoir-faire peu valorisables dans les villes pour ces ethnies minoritaires), du peu d'opportunités dans les villes moyennes proches et d'une limitation des migrations campagnes-capital par les autorités. L'unique option, à ce stade, reste donc l'intensification de l'usage des terres par les paysans. Mais, ici comme ailleurs, la diminution de la proportion des terres en jachère au profit de cultures annuelles ne permet pas au système d'être durable sur le long terme avec les techniques actuellement utilisées (Bruun *et al.*, 2006). La construction de terrasses, une des stratégies adoptée par les ménages dans les 15 dernières années, est conforme à l'évolution longue des systèmes agricoles tropicaux (Ruthenberg,

1980). Si l'on ne veut pas créer une nouvelle population de paysans sans terres, augmenter le potentiel productif de ces terrasses, permettant ainsi la réduction de l'espace nécessaire à l'agriculture vivrière, devrait d'ailleurs venir en complément des politiques de protection des zones forestières comme cela a été argumenté au Laos pour des agro-écosystèmes proches (Pandey, 2006). Cependant, en l'absence de marché important pour les cultures sèches, l'augmentation de la productivité de la terre n'est vraiment assurée que si ces terrasses peuvent être irriguées pour la riziculture, en hiver et au printemps. Les règles d'accès aux sources et de distribution de l'eau entre les ménages seront donc importantes pour déterminer la viabilité de cette option pour les ménages nouvellement installés. Par ailleurs, le coût d'aménagement de nouvelles

terrasses augmente, car les sources d'eau mobilisables sont de plus en plus éloignées et difficiles d'accès, donc de plus en plus coûteuses à capter et à transporter. Dans ce cadre, il est intéressant de constater l'émergence d'initiatives collectives d'aménagement de terrasses ces dernières années, ce qui contraste avec les premiers aménagements qui étaient toujours entrepris par un seul ménage.

Conclusion

La construction d'une typologie des exploitations agricoles reposant sur des critères de structure de l'exploitation et les différents actifs des ménages, nous a permis de montrer que l'accès à l'eau et sa maîtrise sont très inégaux et constituent des facteurs importants de différenciation des exploitations. Seuls un tiers des ménages contrôlent des superficies importantes de rizières de bas-fonds ou de terrasses ayant un bon accès à l'eau, alors que les autres contrôlent des superficies très faibles de terres irrigables, ou des terres pour lesquelles l'accès à l'eau est problématique au printemps. Ces inégalités ont été en grande partie induites par la redistribution inégalitaire des terres lors de la dernière réforme foncière (Jourdain *et al.*, 2011). Pour y faire face, les ménages ayant un faible accès à l'eau ont pu adopter trois stratégies :

1. L'aménagement de terrasses sur les pentes pour permettre l'intensification de la riziculture ;
2. L'aménagement de plantations de thé ;
3. Le travail à l'extérieur, quand il y avait des emplois disponibles.

Cependant, une part importante de la population n'a pas pu saisir ces différentes opportunités et se retrouve maintenant en situation de pauvreté. Deux pistes, complémentaires, sont envisageables pour tenter d'améliorer la situation. D'une part, il serait utile de faire un travail sur la gestion de l'eau avec les communautés villageoises. On pourrait ainsi discuter d'améliorations des infrastructures pour permettre à plus de ménages de bénéficier d'eau au printemps. En effet, nombre de paysans ne peuvent produire au printemps car ils n'ont pas d'accès direct à l'eau, mais doivent l'obtenir à

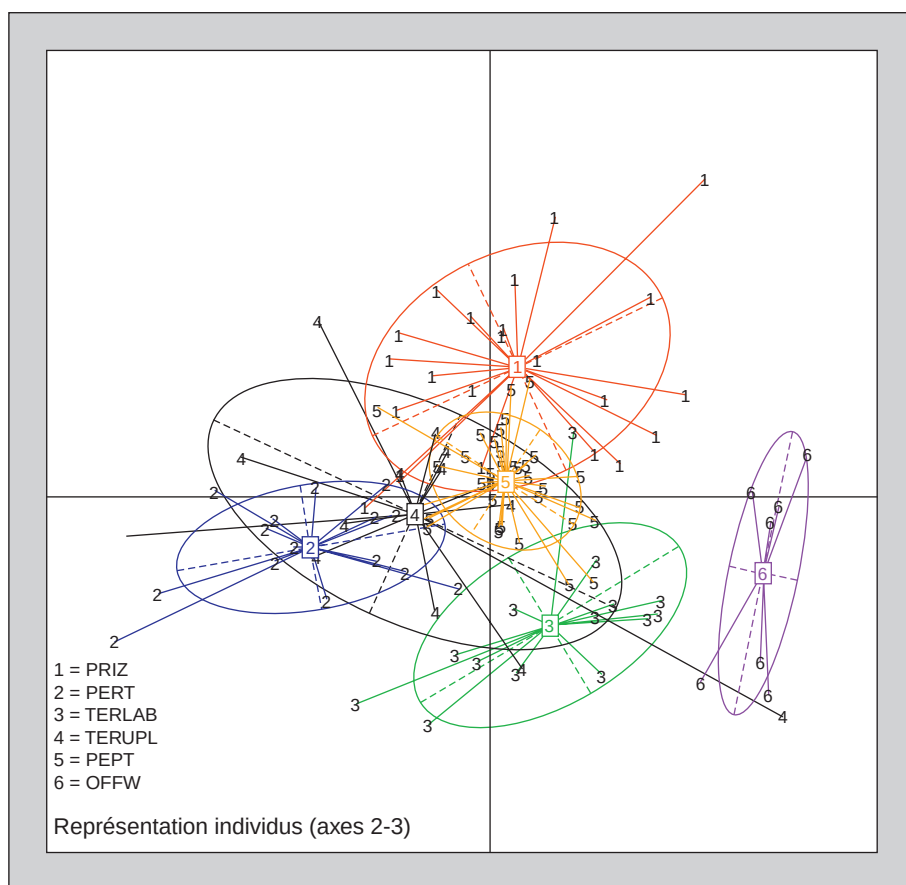


Figure 6. Représentation des individus sur les axes 2 et 3.

Figure 6. Projection of farms on factorial axes 2 and 3.

PEPT : pauvres en eau et en terres de pentes ; PERT : pauvres en eau, riches en terres de pentes ; TERUPL : riches en terrasses irrigables ; TERLAB : riches en terres et en travail, pauvres en eau ; OFFW : travail extérieur ; RRIZ : riches en rizières de bas-fonds.

travers les parcelles de paysans non désireux de cultiver à cette saison ; l'acheminement direct de l'eau à leurs parcelles éviterait de bloquer les souhaits de cultiver au printemps de certains producteurs. On pourrait aussi mettre en discussion l'élabora-

tion et l'adoption de règles nouvelles, comme cela existe dans certains villages des communes voisines, où des règles locales obligent à louer ses terres irrigables au printemps, si l'on ne veut pas les mettre en culture soi-même. Pour les ménages n'ayant pas

d'accès à l'eau au printemps, on pourrait étudier l'introduction, sur les terrasses, de cultures sèches comme le soja ou l'arachide ; cela leur permettrait d'améliorer leur production alimentaire et leurs revenus, pour autant qu'il existe des opportunités durables de marché.

Dans un contexte où beaucoup de décisions ont été imposées aux acteurs de façon uniforme, sans prendre en compte toute la diversité des situations que notre étude a mise en exergue, il sera important que des solutions techniques et institutionnelles du type de celles que nous pouvons proposer soient construites et affinées avec les paysans, d'une part, et l'Administration, d'autre part. Leur mise en œuvre effective dépendra donc non seulement de leur pertinence pour tel ou tel groupe d'exploitations, mais aussi de la capacité des différents acteurs (c'est-à-dire les différents types de paysans, mais aussi l'Administration, encore très présente dans les villages), à engager un dialogue sur la gestion concertée des terres et de l'eau, sujet sensible dans un contexte post-collectivisation où la priorité peut être plutôt aux solutions individuelles. L'importance accordée par le Gouvernement à la lutte contre la pauvreté dans cette zone d'une part, et l'émergence de nouvelles formes d'organisation de l'irrigation, émanant des paysans eux-mêmes (Jourdain *et al.*, 2011), d'autre part, donne à penser qu'il existe actuellement des opportunités pour ce type d'initiatives. ■

Références

Bruun TB, Mertz O, Elberling B, 2006. Linking yields of upland rice in shifting cultivation to fallow length and soil properties. *Agr Ecosyst Environ* 113 : 139-49.

Castella JC, Quang DD, 2002. *Doi Moi in the Mountains. Land use changes and farmers' livelihood strategies in Bac Kan Province, Viet Nam*. Hanoi: The Agricultural Publishing House.

Castella JC, Hoa TQ, Husson O, Nam VH, Quang DD, 2004. Appartenance ethnique, accès aux ressources foncières, et stratégies paysannes dans une zone de montagne du Vietnam. *Cah Agric* 13 : 403-11.

Deaton A, Heston A, 2010. Understanding PPPs and PPP-Based National Accounts. *American Economic Journal: Macroeconomics* 2 : 1-35.

He S, Liu Y, Webster C, Wu F, 2009. Property rights redistribution, entitlement failure and the impoverishment of landless farmers in China. *Urban Stud* 46 : 1925.

Tableau 5. Répartition des groupes typologiques entre les deux communes.

Table 5. Distribution of typological groups between the two communes.

	PEPT	PERT	TERUPL	TERLAB	OFFW	RRIZ	Total
Nam Bung	24	0	7	4	7	13	55
Suoi Giang	13	16	9	10	0	9	57
Total (%)	33	14	14	13	6	20	112

PEPT : pauvre en eau et en terres de pente ; PERT : pauvre en eau, riche en terre de pente ; TERUPL : riche en terrasses irrigables ; TERLAB : riche en terre et en travail, pauvre en eau ; OFFW : travail extérieur ; RRIZ : riche en rizières de bas-fonds.

- Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int J Climatol* 25 : 1965-78.
- Husson O, Castella JC, Tuan HD, Naudin K, 2004. Diagnostic agronomique des facteurs limitant le rendement du riz pluvial de montagne dans le nord du Vietnam. *Cah Agric* 13 : 421-8.
- Jourdain D, Boere E, Quang DD, van den Berg M, Thanh CP, Tai DA, 2010. *Water for Forest: Potential impact of alternative land set-aside programs at village and farm levels in the mountainous areas of Vietnam*. Contributed Paper prepared for presentation at the international symposium "Sustainable Land Use and Rural Development in Mountainous Regions of Southeast Asia", Hanoi 21-23 July 2010. <http://www.uni-hohenheim.de/sfb564/uplands2010/papers/191.pdf>.
- Jourdain D, Rakotofiringa A, Quang DD, Valony MJ, Vidal R, Jamin JY, 2011. Gestion de l'irrigation dans les montagnes du Nord du Vietnam : vers une autonomie accrue des irrigants ? *Cah Agric* 20 : 78-84. doi: 10.1684/agr.2010.0464.
- Lam NT, Patanothai A, Rambo A T, 2004. Recent changes in the composite swidden farming system of a Da Bac Tay ethnic minority community in Vietnam's northern mountain region. *Southeast Asian Studies* 42 : 273-93.
- Minot N, Goletti F, 2000. *Rice market liberalization and poverty in Vietnam*. IFPRI Research Report No. 114. Washington (DC): International Food Policy Research Institute.
- Niimi Y, Vasudeva-Dutta P, Winters LA, 2004. Storm in a rice bowl: Rice reform and poverty in Vietnam in the 1990s. *J Asia Pac Econ* 9 : 170-90.
- Pandey S, 2006. *Land degradation in sloping uplands: Economic drivers and strategies for promoting sustainable land use*. 2nd International Conference on Sustainable Sloping Lands and Watershed Management: Linking research to strengthen upland policies and practices, Luang Prabang, Lao PDR, 12-15/12/2006. Vientiane (Laos): NAFRI. http://www.nafri.org.la/document/SSLWM/ch5_07_sushil.pdf.
- Ravallion M, van de Walle D, 2008. Does rising landlessness signal success or failure for Vietnam's agrarian transition? *J Dev Econ* 87 : 191-209.
- Rousseeuw PJ, 1987. Silhouettes - a graphical aid to the interpretation and validation of cluster-analysis. *J Comput Appl Math* 20 : 53-65.
- Ruthenberg H, 1980. *Farming systems in the Tropics*. Oxford: Oxford University Press.
- Sikor T, 2001. Agrarian differentiation in post-socialist societies: evidence from three upland villages in North-Western Vietnam. *Dev Change* 32 : 923-49.
- Tran DV, 2003. Culture, environment, and farming systems in Vietnam's northern mountain region. *Southeast Asian Studies* 41 : 180-205.

Accompagnement d'exploitations laitières pour mieux valoriser l'eau d'irrigation dans la plaine du Tadla au Maroc

Mohamed Taher Sraïri¹
Marcel Kuper^{2,3}
Pierre-Yves Le Gal⁴

¹ IAV Hassan II
Département des productions
et biotechnologies animales
BP 6202
1, Rue Allal Al Fassi
Madinat Al Irfane
10101 Rabat
Maroc
<mt.srairi@iav.ac.ma>

² Cirad
UMR G-EAU
73, rue JF Breton
34398 Montpellier
France
<marcel.kuper@cirad.fr>

³ IAV Hassan II
Département de l'eau et des infrastructures
BP 6202
1, Rue Allal Al Fassi
Madinat Al Irfane
10101 Rabat
Maroc

⁴ Cirad
UMR Innovation
34398 Montpellier
France
<pierre-yves.le_gall@cirad.fr>

Résumé

Une recherche-intervention a été conduite dans le bassin laitier adossé au périmètre irrigué du Tadla au Maroc. L'objectif initial était d'évaluer les performances techniques et économiques des exploitations laitières et la valorisation de l'eau par la production bovine. Il s'agissait ensuite d'identifier des voies d'amélioration de ces performances, en se fondant sur une interaction instrumentée entre agriculteurs et chercheurs. Un appui zootechnique reposant sur l'évaluation en continu du statut productif du cheptel laitier et des ressources fourragères disponibles a été instauré auprès d'un échantillon de 10 éleveurs. En parallèle, un outil simulant les conséquences de nouvelles options de production sur l'évolution des exploitations a été conçu. Dans cette étude, chaque kilo de lait produit a nécessité en moyenne 1,8 m³ d'eau, tandis que 10,6 m³ d'eau étaient utilisés pour produire un kilo de poids vif bovin. La valorisation économique de l'eau était en moyenne de 0,07 euro/m³ pour le lait et de 0,24 euro/m³ pour la viande. Le recours aux calculs de rations équilibrées a permis d'augmenter sensiblement la production laitière des vaches. Ces travaux montrent que la valorisation d'une eau rare pourrait être significativement améliorée *via* la production bovine, par l'amélioration des pratiques agricoles (choix des fourrages et itinéraires techniques adaptés, irrigation en goutte-à-goutte, races laitières spécialisées...) et une maîtrise accrue du rationnement des vaches. Les conditions de prise en charge de telles démarches d'intervention par des services d'appui aux éleveurs sont discutées, dans le contexte actuel du désengagement des pouvoirs publics.

Mots clés : aide technique ; élevage ; exploitation laitière ; Maroc ; valorisation de l'eau.

Thèmes : eau ; production animales.

Abstract

Supporting dairy farms by improving water productivity in the Tadla irrigation scheme (Morocco)

A research intervention was conducted in the dairy supply chain of the Tadla irrigation scheme in Morocco. The main objective was to assess water productivity through dual purpose herds (milk and meat) and to identify ways of improving it through better fodder yields and cattle rearing practices. An intervention method was tested. It relied on technical support for 10 cattle farmers. A regular evaluation of diets distributed to lactating cows was undertaken. In cases of nutritive insufficiencies or imbalances in relation to cows' potential milk yield requirements, an adequate supplementation was proposed and its effects on milk productivity assessed. In addition, a simulation tool was designed and tested with farmers to determine the effects of strategic changes (substitution of crossbreeds by pure Holstein cows, replacement of alfalfa by maize silage, introduction of drip irrigation) on their overall performance. The field study revealed that some 1.8 cubic meters of water were necessary for 1 kg of milk, whereas a volume of 10.6 cubic meters of water was needed for a kg of cattle live weight gain. The economic values of water productivity were 0.07 € and 0.24 € per cubic meter of water, respectively, for milk and live weight gain. The use of balanced diets made it

Pour citer cet article : Sraïri MT, Kuper M, Le Gal PY, 2011. Accompagnement d'exploitations laitières pour mieux valoriser l'eau d'irrigation dans la plaine du Tadla au Maroc. *Cah Agric* 20 : 60-6. doi : 10.1684/agr.2010.0462

Tirés à part : M.T. Sraïri

possible to increase the average milk yield per cow. The results indicated that water productivity through irrigated cattle farming may be significantly improved by enhancing cropping and cattle rearing practices. This implies that on-farm extension services have to be improved to test such intervention tools at a larger scale.

Key words: animal husbandry; dairy farms; Morocco; technical aid; water productivity.

Subjects: animal productions; water.

L'évaluation et l'amélioration de la valorisation de l'eau d'irrigation par l'élevage bovin laitier à l'échelle de l'exploitation agricole amènent à considérer la chaîne de fonctions de production allant des consommations hydriques à la biomasse fourragère récoltée et finalement aux quantités de lait et de viande produites (Le Gal *et al.*, 2007). L'analyse de la variabilité des performances de cette chaîne, en fonction des types d'exploitations agricoles et des pratiques des éleveurs, permet d'identifier des voies d'intervention mobilisant l'ensemble des disciplines impliquées (hydraulique, agronomie, zootechnie et économie). Cela peut ensuite mener à l'instauration de processus d'accompagnement des éleveurs afin de les aider à remédier aux lacunes techniques diagnostiquées.

Au Maroc, où prévaut une situation de « pauvreté en eau » (Blinda et Thivet, 2009), une gestion rigoureuse de cette ressource et des effets des stress hydriques sur le développement humain est nécessaire. Du fait de sécheresses récurrentes, l'irrigation demeure le moyen privilégié pour sécuriser les productions agricoles. Or les niveaux actuels de consommation d'eau dans les grands périmètres irrigués au sud de la Méditerranée ne sont pas soutenables, car ils entraînent une surexploitation croissante des ressources souterraines (Iglesias *et al.*, 2007). Par ailleurs, les évolutions récentes des cours internationaux des matières agricoles ont montré la fragilité d'un approvisionnement alimentaire trop fortement dépendant des importations. Dans les pays tempérés du Nord où les ruminants consomment surtout des fourrages pluviaux, le changement climatique amène à raisonner la localisation des élevages (Gilibert, 1992). Plus au sud, où l'eau est plus rare, son utilisation pour la production bovine demande une plus grande attention

encore. En effet, l'eau est vitale pour cette activité : au Maroc, 60 % du lait et 30 % de la viande proviennent de grands aménagements hydrauliques, où la production des fourrages nécessite des dotations importantes (20 % et plus des volumes totaux).

L'accompagnement des agriculteurs dans un processus d'amélioration de la valorisation de l'eau par la production bovine repose sur une interaction instrumentée (Moison, 1984) entre éleveurs et chercheurs. Elle vise, pour les premiers, à dynamiser leurs processus d'apprentissage et leurs capacités de réflexion prospective et, pour les seconds, à mieux comprendre les logiques, contraintes et marges de manœuvre possibles. Cet article relate une expérience conduite dans des coopératives marocaines de collecte laitière situées dans le périmètre irrigué du Tadla (centre-est du Maroc). Cette expérience illustre un processus allant du diagnostic à l'intervention auprès d'un échantillon d'exploitations d'élevage bovin valorisant l'eau de manière très variable. Dans cet échantillon, des ajustements des apports alimentaires aux vaches laitières ont été effectués en continu pour améliorer les performances du système d'élevage et la valorisation de l'eau. Le contexte et la démarche sont présentés dans une première partie. Les résultats obtenus en termes de valorisation de l'eau par l'élevage et les effets des méthodes et outils mis en œuvre sont ensuite rapportés avant d'être discutés.

Contexte et démarche

Le réseau hydraulique du périmètre irrigué du Tadla (98 000 hectares) situé au sud-est de la ville de Casablanca est géré par l'Office régional de mise en valeur agricole du Tadla (ORMVAT). Les termes de la valorisation de l'eau

par les bovins et les voies d'amélioration ne se déclinent pas de la même manière pour les éleveurs, les coopératives de collecte, l'industrie laitière et l'ORMVAT. En effet, l'industrie n'est pas directement concernée par l'usage de l'eau, mais la production laitière (*via* les fourrages) est en concurrence avec d'autres productions irriguées. L'ORMVAT tente d'intervenir en promouvant des cultures et technologies économes (irrigation localisée), et en s'appuyant sur la tarification et les subventions. L'agriculteur est sensible à la rareté de l'eau et à son coût, qui est proportionnel au volume consommé. Ses choix de culture, ses pratiques et ses performances techniques et économiques ont un effet direct sur la valorisation de l'eau (Le Gal *et al.*, 2009).

Dans ce contexte, une recherche-intervention (Hatchuel et Molet, 1986) a été conduite de 2004 à 2009 sur la base d'un diagnostic préalable de la valorisation de l'eau par l'élevage bovin dans six exploitations familiales conventionnelles de la région (moins de 5 hectares), n'ayant pas accès à l'eau souterraine. Le protocole comprenait les mesures suivantes : volumes d'eau utilisés sur les parcelles fourragères, biomasse produite, consommations d'aliments et d'eau respectivement pour la production de lait et de viande et coûts de production. L'analyse prenait aussi en considération les prix « départ ferme » pour le lait et le poids vif des bovins : 0,27 et 2,40 euros/kg respectivement. À cet égard, le prix du lait « départ ferme » n'ayant pas évolué depuis 1992, de nombreux éleveurs ont été amenés à accorder un intérêt croissant à la production de viande, en dépit des caractéristiques de leurs bovins de races laitières – Holstein importée et croisés avec des races locales (Sraïri *et al.*, 2009).

Suite à ce diagnostic, deux interventions ont été menées pour améliorer les performances des élevages et la valorisation de l'eau. La première a

consisté à former les éleveurs à mieux maîtriser l'alimentation du troupeau de vaches laitières par l'usage du rationnement. Des expérimentations impliquant dix exploitations volontaires ont été entreprises. Les effets d'une alimentation équilibrée des femelles laitières ont été discutés avec l'ensemble des éleveurs adhérent aux coopératives de collecte. La méthode reposait sur une évaluation à intervalles de trois semaines des rations distribuées aux vaches et de leurs effets sur leur productivité. Un outil de calcul des rations a été conçu à cet effet sur tableur Excel[®] (*tableau 1*) avec les fourrages et concentrés locaux, dont les valeurs nutritives ont été trouvées dans des tables alimentaires adaptées (Guessous, 1991). L'adéquation des apports des rations utilisées avec le potentiel de production laitière instantané, issu de la conjonction entre le stade physiologique moyen du trou-

peau et son potentiel génétique (Faverdin *et al.*, 2007) a ensuite été évaluée. En cas de niveaux de production limités par rapport au potentiel, des rations équilibrées ont été proposées aux éleveurs et leurs effets visualisés

Le second type d'intervention visait à aider les éleveurs à évaluer *ex ante* les conséquences de modifications stratégiques de leur système d'élevage sur ses performances techniques et économiques : l'orientation de la production vers le lait ou la viande, l'évolution de l'assolement fourrager, l'investissement dans l'irrigation localisée, etc. L'intervention s'est fondée sur l'utilisation d'un autre outil conçu sur tableur et représentant les différentes composantes de l'exploitation :

– l'offre alimentaire liée à l'assolement fourrager, à la conduite des cultures fourragères (y compris leur consommation en eau) et à l'achat d'aliments ;

– la demande alimentaire du troupeau liée à sa taille, à son type génétique et à son mode de conduite (reproduction et allotement) ;
– et la nature des rations distribuées aux différents lots d'animaux le long de l'année.

L'outil a ainsi plus une finalité d'aide à la réflexion prospective que de prédiction de l'avenir des exploitations. Pour franchir cette étape, une validation par des données plus solides issues des exploitations est nécessaire. En mettant en regard demande (liée aux effectifs et au génotype des vaches ainsi qu'aux rythmes de vêlage projetés) et offre alimentaires *via* les rations proposées, l'outil permet de calculer des productions laitières mensuelle et annuelle attendues, une production de viande commercialisée, ainsi que les indicateurs économiques nécessaires à l'évaluation de chaque scénario, dont la valorisation de l'eau.

Tableau 1. Exemple d'évaluation de rations distribuées aux vaches laitières (extrait de la feuille Excel[®]).

Table 1. An example of the assessment of the dietary rations used for dairy cows (from Excel[®] sheet).

	Matière alimentaire	kg/ vache/j	MS (g/kg)	kg MS/ vache/j	UFL/ kg	UFL totales	PDIE/kg brut	PDIE totaux	PDIN/kg brut	PDIN totaux
Ration de base	Foin de luzerne ordinaire	4,25	950	4,04	0,67	2,85	86	365	89	378
	Luzerne verte « floraison »	23,00	200	4,60	0,20	4,60	31	713	35	805
Concentrés	Son de blé	0,65	880	0,57	0,73	0,47	74	48	92	60
	Pulpes sèches de betterave	1,00	890	0,89	0,98	0,98	81	81	61	61
	Aliment composé	0,85	930	0,79	0,88	0,75	84	71	84	71
Total ration distribuée		-	10,89	-	9,65	-	1 278	-	1 375	
Besoins d'entretien ^a					4,74		373		373	
Production permise par la ration (kg de lait) ^b		-	-	-	11,2	-	18,9	-	20,8	

NB : en vert gras les valeurs à saisir par l'utilisateur caractérisant la ration simulée ; le calcul des productions permises par les apports énergétiques et azotés permet de déceler d'éventuels déséquilibres dans la ration ; la comparaison entre la production potentielle (calculée par ailleurs en fonction du potentiel génétique de la vache et de son stade moyen de lactation) et la production permise de la ration permet de déceler des problèmes de sur- ou sous-alimentation de l'animal.

MS : matière sèche ; UFL : unité fourragère lait ; PDIN : protéine digestible dans l'Intestin lorsque l'énergie est le facteur limitant de la synthèse microbienne.

^a besoins d'entretien pour une vache de type croisé (Holstein x locale) de poids vif 550 kg.

^b une fois les besoins d'entretien de la vache satisfaits.

Résultats et discussion

Diagnostic de la valorisation de l'eau par les productions bovines

Dans les six exploitations étudiées, la luzerne était la principale culture fourragère (*tableau 2*). Elle nécessitait en moyenne quelque 11 830 m³ d'eau par hectare et par an pour un rendement moyen en biomasse de 5,7 tonnes de matière sèche par hectare (MS/ha).

À l'image de la luzerne, les rendements moyens en fourrage du bersim, du maïs et de l'orge étaient également inférieurs au potentiel de ces cultures. Ces performances limitées étaient surtout dues aux restrictions hydriques et aux pratiques culturales sous-optimales, induisant une faible disponibilité en fourrages par hectare, dont les effets étaient exacerbés par une forte charge animale (plus de 2,4 vaches laitières par hectare de culture fourragère). Par conséquent, les performances moyennes d'élevage se sont avérées relative-

ment faibles : 2 070 kg de lait livrés par vache et 233 kg de gain de poids annuels pour sa descendance. Les volumes d'eau sous forme virtuelle (achats d'aliments) consommés ont varié entre 420 et 2 630 m³ par vache laitière et 0 et 2 480 m³ par bovin en croissance.

Au final, chaque kg de lait a nécessité en moyenne 1,8 m³ d'eau (les valeurs varient entre 1,1 et 2,1 m³). Cette valeur est calculée sur la base des volumes d'eau nécessaires pour produire (sur l'exploitation ou ailleurs) tous les types

Tableau 2. Principales caractéristiques des exploitations étudiées.

Table 2. Main characteristics of the studied farms.

Exploitation	1	2	3	4	5	6	Moy.
Surface agricole utile (ha)	5,0	6,3	6,5	1,4	1,6	1,8	3,8
Surface fourragère (ha)	2,7	3,4	2,6	0,8	0,8	1,0	1,9
Luzerne	2,0	2,0	2,2	0,8	0,8	1,0	1,5
Bersim	0,5	0,7	0,4	-	-	-	0,3
Maïs	0,2	-	-	-	-	-	-
Orge	-	0,6	-	-	-	-	0,1
Vaches laitières	6,5	7,0	6,4	2,0	2,0	3,0	4,5
Animaux en croissance	5	7	6	2	2	3	4,2
Charge bovine (vaches/ha de surface fourragère)	2,4	2,1	2,4	2,4	2,5	3,0	2,4
Stratégie lait (L), viande (V) ou mixte (M)	M	M	M	L	V	V	-

Tableau 3. Valorisation physique et économique de l'eau en produits bovins.

Table 3. Physical and economic values of water productivity through cattle farming.

Exploitations		1	2	3	4	5	6
Lait	Lait total produit (kg)	14 820	11 900	13 312	6 800	3 800	4 950
	Eau totale (réelle + virtuelle) utilisée (m ³)	31 170	25 950	22 200	7 750	5 740	8 970
	Valorisation de l'eau (m ³ /kg)	2,1	2,2	1,7	1,1	1,5	1,8
	Valorisation économique (euros/m ³)	0,02	0,03	0,08	0,14	0,09	0,09
Viande	Gain de poids total (kg)	2 100	1 740	1 760	430	712	1 290
	Eau totale (réelle + virtuelle) utilisée (m ³)	19 710	22 500	9 980	3 820	6 720	10 800
	Valorisation de l'eau (m ³ /kg)	9,4	12,4	5,6	8,9	9,4	8,4
	Valorisation économique (euros/m ³)	0,21	0,14	0,37	0,26	0,24	0,24

de fourrages et de concentrés consommés uniquement par les vaches laitières. Elle est très supérieure aux résultats obtenus par Armstrong (2004) en Australie (1 m^3 d'eau/kg de lait), mais elle est proche des valeurs observées dans le même périmètre irrigué du Tadla ($1,5 \text{ m}^3$ d'eau/kg de lait) lors d'une étude qui ne tenait pas compte de l'eau virtuelle (Sraïri *et al.*, 2008). Le gain d'un kg de poids vif bovin a nécessité en moyenne $10,6 \text{ m}^3$ d'eau (entre $5,6$ et $12,4 \text{ m}^3$) (tableau 3), soit l'équivalent de $19,2 \text{ m}^3$ d'eau par kg de carcasse, ce qui est supérieur aux $15,5 \text{ m}^3$ rapportés par Chapagain et Hoekstra (2004) comme indicateur de l'empreinte hydrique pour produire 1 kg de viande bovine. Les résultats montrent aussi que les exploitations de petite taille obtiennent les meilleures valorisations de l'eau par l'élevage. Cela pourrait s'expliquer par l'attention soutenue qu'elles prêtent aux cultures et à l'élevage.

La valorisation économique de l'eau était en moyenne de $0,07 \text{ euro/m}^3$ pour le lait et de $0,24 \text{ euro/m}^3$ pour la viande. Cet important écart entre lait et viande, malgré des valorisations physiques inverses, s'explique par les différences de marges brutes pour ces deux produits. La viande procure plus de flexibilité par des ventes d'animaux au moment opportun pour l'exploitation, tandis que le prix du lait n'est pas négociable. Néanmoins, l'activité laitière demeure indispensable pour générer de jeunes bovins destinés à l'engraissement, et aussi en raison de son rôle dans la trésorerie des ménages (revenus réguliers) ainsi que dans l'accès aux services des coopératives de collecte.

Du diagnostic à l'accompagnement des éleveurs

Vers une maîtrise individuelle du rationnement

Des propositions d'amélioration du rationnement ont été formulées à partir de l'étude des performances de valorisation de l'eau par l'élevage bovin. Le niveau d'adéquation entre les apports en nutriments des rations (incluant une éventuelle complémentation) et les besoins optimaux des vaches a ainsi fait l'objet d'un suivi

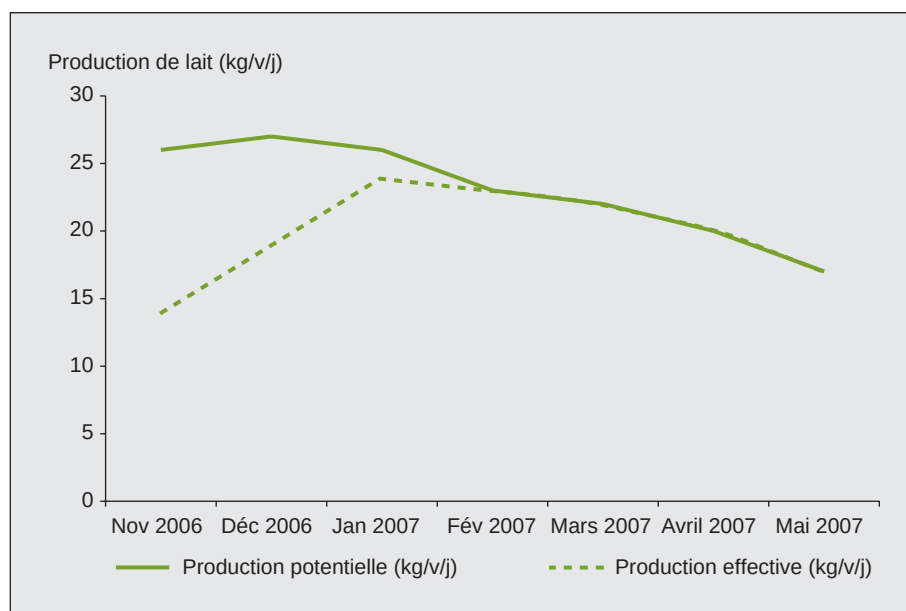


Figure 1. Effet de rations équilibrées par rapport au potentiel sur l'amélioration du rendement laitier dans un troupeau de 17 vaches Holstein.

Figure 1. Effect on milk output improvement of balancing rations according to the potential for a herd of 17 Holstein cows.

détaillé. Les résultats obtenus sur un laps de temps de six mois ont montré que les troupeaux constitués de vaches de race Holstein réagissaient plus rapidement que ceux de type croisé. Le calage de la lactation

effective des vaches de race Holstein avec leurs courbes potentielles ($6\,000 \text{ kg}$ de lait par an) a été obtenu en moins de trois mois (figure 1), alors qu'il a fallu au moins cinq mois avec des vaches de type croisé (figure 2).

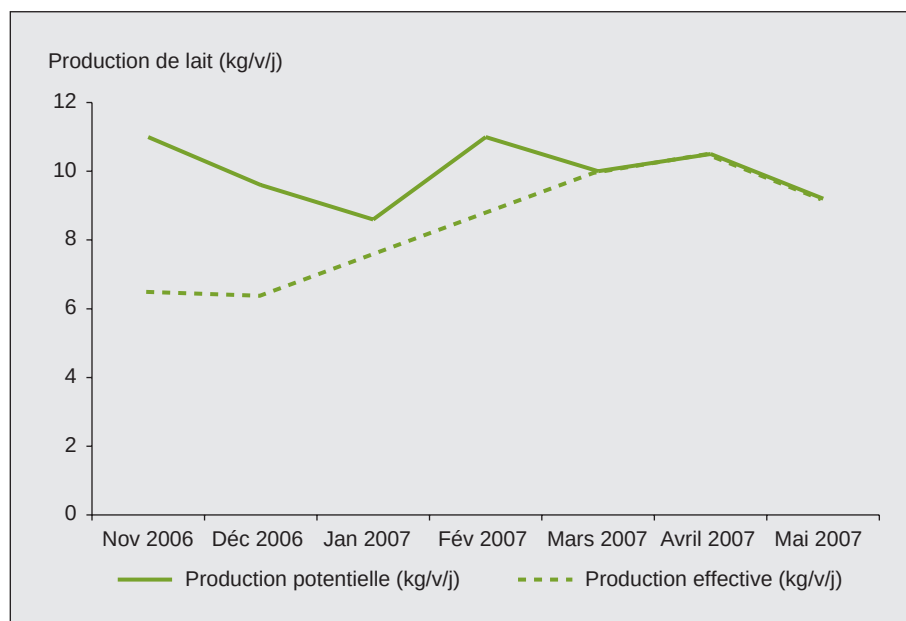


Figure 2. Effet de rations équilibrées par rapport au potentiel sur l'amélioration du rendement laitier dans un troupeau de 6 vaches de type croisé.

Figure 2. Effect on milk output improvement of balancing rations according to the potential for a herd of 6 cross-bred cows.

Ces résultats confirmaient les augmentations substantielles de productivité dans les élevages qui adhéraient à la méthode d'intervention testée. La réponse plus rapide des vaches de type Holstein était liée à leurs meilleures capacités laitières, puisqu'elles utilisent plus efficacement que d'autres races les nutriments de la ration (Delaby *et al.*, 2009).

Un suivi zootechnique, ciblé sur les exploitations s'engageant dans un processus d'intensification laitière et étendu à tout un bassin de collecte, aurait donc un impact significatif sur la valorisation de l'eau et les revenus des opérateurs de la chaîne d'approvisionnement, à l'instar de ce que rapportent Bayemi *et al.* (2009) au Cameroun. Mais l'identification des acteurs susceptibles de prendre en charge cet appui technique demeure incertaine, dans un contexte où les services

étatiques traditionnels se désengagent (Kidd *et al.*, 2000) et où les organisations professionnelles tardent à prendre le relais.

Accompagner les réflexions stratégiques des éleveurs

Différents scénarios d'accompagnement des éleveurs dans le choix d'alternatives de production ont été testés, depuis la substitution de vaches de type croisé par des Holstein, meilleures laitières, jusqu'au remplacement de la luzerne irriguée en gravitaire par un maïs-ensilage conduit en goutte-à-goutte. Les effets de ces scénarios sur les performances techniques et économiques des exploitations ont été évalués par simulation (tableau 4). On constate l'effet positif marqué de l'introduction

du maïs-ensilage sur la valorisation de l'eau, si les autres aspects techniques inhérents à l'adoption de ce système fourrager sont maîtrisés (fertilisation, traitements phytosanitaires, complémentarité protéique, etc.). Toutefois, cette proposition technique engendre une baisse du revenu des agriculteurs liée aux coûts supplémentaires de production (Le Gal *et al.*, 2009), ce qui explique le maintien de la luzerne irriguée. L'outil de simulation stratégique permet ainsi de replacer des objectifs et résultats partiels dans une vision d'ensemble. Cette expérience a confirmé l'intérêt pédagogique de la modélisation (David, 2002) pour :

- faire réfléchir les producteurs sur les différents processus techniques mis en œuvre dans leurs exploitations ;
- montrer l'intérêt relatif du maïs-ensilage en complément de la luzerne, par rapport à la fois à la ressource en

Tableau 4. Effets de différents scénarios simulés sur la valorisation de l'eau par l'élevage.

Table 4. Effects of various simulated scenarios on water productivity through cattle farming.

	Situation initiale	Scénario n° 1 ^a	Scénario n° 2 ^b
<i>Surface fourragère (ha)</i>			
Luzerne	1,4	1,4	0,8
Orge	0,5	0,5	0,3
Maïs	0,0	0,0	0,8
<i>Troupeau de vaches laitières</i>			
Nombre de vaches	2	2	2
Rendement laitier annuel (kg/vache/an)	2 820	5 040	5 240
Volumes d'eau nécessaires (m ³ /an)	38 500	37 500	25 850
Production de fourrages (euros/vache/an)	705	751	157
Achat d'aliments (euros/vache/an)	45	513	252
<i>Produits bovins (euros/vache/an)</i>			
Lait	707	1 326	1 316
Gain de poids	893	1 250	1 250
Total	1 600	2 576	2 566
<i>Marge brute annuelle (euros/vache)</i>	850	1 312	2 157
<i>Marge brute annuelle totale (euros/troupeau)</i>	1 700	2 624	4 314
<i>Valorisation de l'eau (euros/m³)</i>	0,04	0,07	0,17

^a Productivité laitière accrue—même sole fourragère mais remplacement des vaches de type croisé par des vaches Holstein alimentées selon leur potentiel.

^b Économie d'eau et productivité laitière accrue—substitution partielle de la sole luzernière par du maïs destiné à l'ensilage et remplacement des vaches croisées par des Holstein.

eau et à l'alimentation des bovins, et les retombées de rations équilibrées sur la productivité laitière et les revenus agricoles ;

– la nécessité d'un suivi des exploitations pour disposer d'indicateurs de gestion (ration, productivité...). Au final, c'est l'évaluation quantitative des conséquences des scénarios, en termes de tendances et non de prédictions uniquement, qui a le plus retenu l'attention des agriculteurs.

Conclusion

Cette recherche-intervention a permis de susciter l'intérêt des opérateurs du secteur laitier dans le périmètre irrigué du Tadla sur la question cruciale de la valorisation de l'eau par les productions bovines, et sur les moyens de l'améliorer. Alors que les différents acteurs en présence s'intéressaient jusqu'ici aux usages de l'eau sous l'angle de leurs intérêts respectifs, la mise en place d'un partenariat les associant à l'équipe de recherche a permis de présenter une démarche globale incluant les études à entreprendre et les résultats escomptés en termes d'actions à planifier. Ce processus aura été facilité par un contexte dominé par des épisodes de sécheresse répétés et par la flambée des prix des matières premières agricoles. Le diagnostic conduit en concertation avec les opérateurs locaux a permis de préciser les performances techniques et économiques de la valorisation de l'eau par l'élevage bovin. Bien que peu fréquemment présenté dans la littérature, ce type d'évaluation est d'autant plus intéressant qu'il peut être couplé à une phase d'accompagnement/appui des acteurs.

La méthode d'accompagnement, testée ici sur un échantillon restreint, a principalement fait appel à des outils de simulation. Ceux-ci étaient conçus :
– pour répondre aux questions et thèmes techniques d'intérêt majeur pour les éleveurs ;
– pour être facilement utilisables par des techniciens qui leur viendraient en appui.

Cet objectif a justifié l'utilisation d'un logiciel informatique courant (tableur),

commodé d'utilisation dans cette phase d'expérimentation mais dont l'ergonomie devrait évoluer en cas d'utilisation à grande échelle. Certaines contraintes, liées au partenariat avec les acteurs, ont été rencontrées, notamment le désengagement en cours de route de certains opérateurs, en fonction du moindre intérêt qu'ils portaient aux travaux réalisés. Ainsi, l'étude sur la qualité du lait livré s'est arrêtée après la phase de diagnostic, car les améliorations proposées n'intéressaient dans l'immédiat ni les coopératives de collecte ni la laiterie. Notre objectif de tester la démarche à plus grande échelle n'a pas pu être atteint dans la durée du projet, en partie à cause du désengagement des structures publiques d'appui aux éleveurs. Fortes de leur proximité avec les producteurs, les coopératives de collecte pourraient, sous certaines conditions, assumer ce rôle d'appui. Enfin, une meilleure coordination entre les différents maillons de la chaîne allant de la fourniture d'eau jusqu'au lait collecté, voire transformé, est essentielle pour l'économie et la valorisation de l'eau par l'élevage bovin et pour les revenus qu'il génère. L'ensemble des opérateurs de la filière (éleveurs, coopératives de collecte, industriels laitiers, gestionnaire du périmètre, fournisseurs de services et d'intrants) devraient y réfléchir ensemble. ■

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du projet SIRMA (économie d'eau en Systèmes Irrigués au Maghreb) financé par le ministère français des Affaires étrangères et européennes. Les auteurs remercient les opérateurs de la filière lait au Tadla ainsi que l'ORMVAT pour leur implication dans ce travail. Ils remercient également les évaluateurs de la revue *Cahiers Agricultures* dont les remarques ont permis d'améliorer le manuscrit.

Références

Armstrong DP, 2004. Water-use efficiency and profitability on an irrigated dairy farm in Northern Victoria: a case study. *Austr J Exp Agr* 44 : 137-44. doi: 10.1071/EA02123.

Bayemi PH, Webb EC, Ndambi A, Ntam F, Chinda V, 2009. Impact of management interventions on smallholder dairy farms on the western highlands of Cameroon. *Trop Anim Health Prod* 41 : 907-12. doi: 10.1007/s11250-008-9278-3.

Blinda M, Thivet G, 2009. Ressources et demandes en eau en Méditerranée : situation et perspectives. *Secheresse* 20 : 9-16. doi: 10.1684/sec.2009.0162.

Chapagain AK, Hoekstra AY, 2004. *Water footprints of nations*. Value of water research report series no 16. Delft (The Netherlands) : UNESCO-IHE.

David A, 2002. Décision, conception et recherche en sciences de gestion. *Revue Française de Gestion* 139 : 173-85.

Delaby L, Faverdin P, Michel G, Disenhaus C, Peyraud JL, 2009. Effect of feeding strategies on performances and their evolution during lactation of Holstein and Normande dairy cows. *Animal* 3 : 891-905. doi: 10.1017/S1751731109004212.

Faverdin P, Delagarde R, Delaby L, Meschy F, 2007. Alimentation des vaches laitières. In: INRA, ed.. *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. Versailles (France): éditions Quae.

Gilbert J, 1992. Économie de l'eau en élevage. Vers un choix plus régionalisé des espèces fourragères ? *Cah Agric* 1 : 180-8.

Guessous F, 1991. *Production fourragère et systèmes animaux*. Rabat (Maroc) : Actes Éditions ; Institut agronomique et vétérinaire Hassan II.

Iglesias A, Garrote L, Flores F, Moneo M, 2007. Challenges to manage the risk of water scarcity and climate change in the Mediterranean. *Water Res Manag* 21 : 775-88. doi: 10.1007/s11269-006-9111-6.

Hatchuel A, Molet H, 1986. Rational modelling in understanding human decision making: about two case studies. *Europ J Op Res* 24 : 178-86.

Kidd AD, Lamers JPA, Ficarella PP, Hoffman V, 2000. Privatising agricultural extension: caveat emptor. *J Rural Stud* 16 : 95-102.

Le Gal PY, Kuper M, Moulin CH, Puillet L, Sraïri MT, 2007. Dispositifs de coordination entre industriel, éleveurs et périmètre irrigué dans un bassin de collecte laitier au Maroc. *Cah Agric* 16 : 265-71. doi: 10.1684/agr.2007.0117.

Le Gal PY, Kuper M, Moulin CH, Sraïri MT, Rhouma A, 2009. Linking water saving and productivity to agro-food supply chains: a decision support approach. *Irrig Drain* 58 : S320-S333. doi: 10.1002/ird.530.

Moisdon JC, 1984. Recherches en gestion et intervention. *Revue Française de Gestion* 10 : 61-72.

Sraïri MT, Kiade N, Lyoubi R, Messad S, Faye B, 2009. A comparison of dairy cattle systems in an irrigated perimeter and in a suburban region: case study from Morocco. *Trop Anim Health Prod* 41 : 835-43. doi: 10.1007/s11250-008-9259-6.

Sraïri MT, Touzani I, Kuper M, Le Gal PY, 2008. Valorisation de l'eau d'irrigation par la production bovine laitière dans un périmètre de grande hydraulique au Maroc. *Cah Agric* 17 : 271-9. doi: 10.1684/agr.2008.0202.

Faut-il formaliser les règles de gestion de l'eau ? Une expérience dans le Haut Atlas

Jeanne Riaux

IRD
UMR G-EAU
« Gestion de l'Eau, Acteurs et Usages »
361, rue Jean-François Breton
BP 5095
34196 Montpellier cedex 5
France
<jeanne.riaux@ird.fr>

Résumé

La mise en conformité des pratiques locales de gestion (« coutumières ») avec les lois nationales sur l'eau implique d'officialiser par écrit, de formaliser, des règles produites localement. Or, dans les sociétés de tradition orale, comme celle des Aït Bou Guemez du Haut Atlas, ce travail d'écriture ne va pas de soi. Il se heurte en effet à la complexité des modalités locales de gestion de l'eau. Celles-ci ne reposent pas sur des règles produites indépendamment des contextes variés dans lesquels elles sont mises en œuvre comme c'est le cas dans les règlements relevant du droit « moderne ». Au contraire, la gestion locale de l'eau mobilise un ensemble de règles, principes et usages de nature et de statut variés. La cohérence et l'efficacité de ces « corpus de règles » repose sur la manière dont ils sont agencés et mobilisés par les acteurs, en situation. L'observation de ces corpus et de leur mise en œuvre au cours d'une campagne d'irrigation permet de dégager certaines caractéristiques de la gestion communautaire de l'eau. À partir de cette expérience, des recommandations sont proposées pour une formalisation de ces règles qui soit adaptée aux pratiques effectives de gestion collective l'eau.

Mots clés : communautés locales ; conservation de l'eau ; droit coutumier ; Maroc ; pénurie d'eau.

Thèmes : eau ; économie et développement rural.

Abstract

Should water rules be formalized? An experiment in the High Atlas

At present and in many countries, efforts are being made to increase the control of water. To this end, administrations can simply choose to formalize locally-produced rules ("customary law") by putting them in writing. However, in many cases this process of writing is not so easy. Such is the case in the Aït Bou Guemez Valley (Morocco): in this oral tradition society, the writing of local water rules is faced with an extremely complex set of rules and practices. Some are explicit while others are not. Local water management requires a set of diversified rules, principles and customs. The overall coherence and efficiency of this "set of rules" is based on the way it is implemented by people *in situ*. The analysis of the Aït Bou Guemez case allows us to make recommendations about the writing of these sets of rules. The aim of this paper is to suggest a way of formalizing local rules with respect to the coherence of local water management practices.

Key words: customary law; local communities; Morocco; water conservation; water scarcity.

Subjects: economy and rural development; water.

Cet article traite des problèmes que pose la formalisation par l'écriture des règles locales de gestion de l'eau dans des sociétés de tradition orale, lors de la mise en œuvre de politiques nationales à l'échelon local.

Pour officialiser des pratiques locales et des droits existants, le processus de formalisation des règles de gestion implique une compréhension des logiques locales d'organisation (Chauveau, 1997 ; Mathieu *et al.*, 2001). Cela ne va pas de soi car la grille de lecture mobilisée par les intervenants extérieurs est généralement fondée sur des principes de rationalité technique et économique qui ne permettent pas de saisir les logiques qui sous-tendent les pratiques locales. Dès lors, les règles locales de gestion ne sont pas toujours comprises dans leur complexité et leur capacité à évoluer est souvent sous-estimée. Dans ces situations, le processus de formalisation des règles locales prend parfois un tour conflictuel et son résultat peut être refusé par les irrigants.

L'analyse est issue de l'étude du processus de formalisation administrative des règles de gestion de l'eau dans la vallée des Aït Bou Guemez du Haut Atlas marocain (Riaux, 2006). Dans le cadre d'un programme de gestion participative de l'irrigation, il s'agissait pour la direction provinciale de l'Agriculture d'amener les irrigants à rédiger les règlements intérieurs d'associations nouvellement créées et d'y formaliser les principales règles organisationnelles, notamment les modalités de partage de l'eau. Les difficultés et conflits qui ont jalonné l'écriture de ces règlements ont suscité des recherches sur la gouvernance locale de l'eau (Riaux, 2009 ; Romagny et Riaux, 2007). Une analyse approfondie de ce cas sous l'angle des règles de gestion de l'eau nous permet ensuite de dépasser le rôle d'observateur pour formuler des recommandations, relevant ainsi le défi lancé par les agents de développement aux sciences sociales (Lavigne-Delville, 1997). Puisque le processus de formalisation des règles de gestion de l'eau est bien avancé dans de nombreuses régions, nos recommandations visent une formalisation qui respecte les logiques, mais aussi l'efficacité technique et sociale, de ces règles localement produites et pertinentes.

Nature des règles de gestion dans le Haut Atlas

La vallée des Aït Bou Guemez est un cas exemplaire pour l'analyse des règles de gestion collective de l'eau. C'est d'abord un lieu éloigné des zones de pouvoir central où les habitants se sont organisés de longue date pour gérer l'eau selon des règles relevant du droit coutumier (Lecestre-Rollier, 2002). Cette vallée est en outre soumise à une variabilité importante des ressources mobilisables, puisque le débit des sources qui l'alimentent est de régime pluvionival. Les Aït Bou Guemez doivent donc gérer des quantités d'eau fluctuantes, et régulièrement insuffisantes pour une distribution à la demande. À ces contraintes, les Aït Bou Guemez répondent par une organisation collective minutieuse autour d'un ensemble de règles permettant de répartir une eau de plus en plus rare au fil de la campagne d'irrigation : on peut y distinguer des règles *structurantes* et des règles *adaptables*. Parce qu'elles constituent un cadre à l'action collective et pour qu'elles

soient relativement invariables sur le long terme, certaines règles sont *structurantes*. Il s'agit de règles qui correspondent aux éléments stables des systèmes d'irrigation. En effet, dans un réseau hydraulique, les canaux d'irrigation, l'ouvrage de captage ne peuvent pas être modifiés en fonction des fluctuations du régime des sources (Aubriot, 2000). Mais il faut aussi souligner la stabilité temporelle des organisations sociopolitiques et des principes locaux du droit de l'eau. Dans la vallée des Aït Bou Guemez, le territoire associé à l'usage d'une source comprend plusieurs terroirs villageois dont les limites sont clairement définies. Ces organisations structurent la gestion en fonction de trois niveaux emboîtés :

- le groupe sociohydraulique comprenant l'ensemble des ayants droit d'une source ;
- le groupe villageois, fondé sur une unité sociopolitique ;
- et le quartier hydraulique (*figure 1*).

De même, les Aït Bou Guemez affirment des principes de droit, comme l'exigence d'égalité d'accès à l'eau entre parcelles situées au sein de chacun de ces niveaux d'organisation. Ces éléments stables sont à l'origine d'un ensemble de règles énoncées à travers des récits dont la légitimité

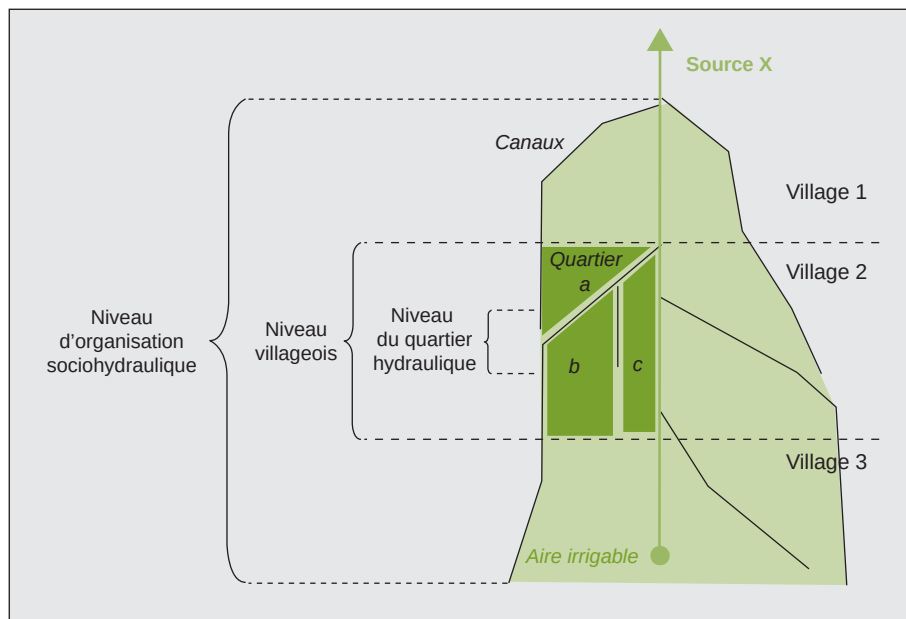


Figure 1. Niveaux d'organisation collective.

Figure 1. Collective organization levels.

Tableau 1. Règles structurantes et règles adaptables.

Table 1. Structuring and adaptable rules.

	Groupe sociohydraulique (ayants droit de la source X)		
	Groupe villageois 1	Groupe villageois 2	Groupe villageois 3
Règles structurantes Exemple du partage de l'eau	Les ayants droit de la source X sont les propriétaires de parcelles situées sur les territoires irrigables des villages 1, 2 et 3. Les territoires irrigables des villages sont délimités par des canaux, il est interdit d'arroser au-dessus de ces canaux. L'eau de la source X est attribuée pendant x jours au village 1, y jours au village 2 et z jours au village 3. L'eau est distribuée entre les villages selon un tour d'eau, de l'amont vers l'aval.		
Règles adaptables Exemple de restrictions culturelles mises en œuvre pendant la pénurie de 2003	Interdiction d'irriguer ou de planter du maïs ou des navets en seconde culture. Interdiction d'irriguer les bordures de parcelles et la ripisylve.	Interdiction de mettre en culture après la première moisson. Seuls les maïs et pommes de terre tardifs peuvent être irrigués.	Interdiction de planter des pommes de terre durant toute la campagne. Chaque famille ne peut irriguer qu'une seule de ses parcelles.

repose sur l'ancestralité : la délimitation du groupe d'ayants droit, le tour d'eau intervillageois, les modalités de répartition de l'eau, etc. (*tableau 1*). Ces règles doivent être respectées par tous les ayants droit et font référence en cas de litige. En revanche, cet ensemble de règles ne prévoit pas d'autorité hydraulique chargée d'organiser le partage de l'eau à l'échelle du groupe d'ayants droit. Chaque groupe villageois peut mandater ses représentants (*naïb, amghar n'targa*) pour organiser et surveiller la distribution, mais c'est une autorité extérieure au groupe sociohydraulique (le caïd) qui sanctionne le non-respect des règles et arbitre les litiges entre villages.

Ces règles structurantes se déclinent de diverses manières au cours de la campagne d'irrigation, associées à d'autres règles, contextuelles et adaptables. Le partage de l'eau est, en effet, organisé en fonction de trois périodes, ou *temps de l'eau* (Wateau, 2002). La première se déroule entre octobre et avril, alors que la pluviosité est la plus abondante et que les quantités d'eau mobilisables pour l'irrigation suffisent à satisfaire une demande limitée. À cette période, l'eau est utilisée « à la demande » ; les ayants droit, parfois même des individus n'appartenant pas au groupe d'ayants droit, prélèvent l'eau lorsqu'ils le souhaitent, sans qu'aucun dispositif de régulation ne vienne les contraindre. C'est lorsque

les travaux d'entretien sont terminés, courant avril, que le tour d'eau est mis en œuvre. Lorsque débute la campagne d'irrigation, et jusqu'à son terme, c'est-à-dire en octobre, l'eau est partagée selon le tour d'eau intervillageois. Les parts d'eau attribuées aux groupes villageois sont ensuite réparties entre les parcelles de chaque territoire selon des modalités décidées au sein des groupes villageois (par quartiers hydrauliques, par groupes d'intérêt, etc.). Lorsque l'eau vient à manquer, la fréquence des arrosages de chaque parcelle décroît : si le temps entre deux irrigations devient trop long, des mesures sont prises par chaque groupe villageois. Cela nous amène au troisième temps de l'eau, celui où la règle du tour d'eau ne suffit plus à assurer correctement la répartition d'une eau devenue insuffisante pour satisfaire les besoins de chacun. Il ne s'agit plus alors de partager l'eau, mais bien de répartir la pénurie. Pour cela, les solutions adoptées diffèrent au sein de chaque groupe villageois, et entre les années (*tableau 1*). Les principales règles mises en œuvre concernent les chemins de l'eau (de nouvelles modalités de distribution sont testées régulièrement pour améliorer l'efficacité du transport), les interdictions ou restrictions culturelles, les amendes qui sanctionnent les détournements illicites d'eau (augmentation des tarifs ou du contrôle).

Des corpus de règles adaptés à la gestion des aléas

La gestion locale de l'eau repose donc sur des corpus de règles associant un cadre structurant et une capacité d'adaptation au contexte pour la gestion collective de l'eau puis de la pénurie. L'opérationnalité de cette gestion ne repose pas seulement sur les règles en présence mais sur la manière dont elles sont agencées et mises en œuvre.

D'abord, les règles de répartition permettent de partager des quantités d'eau fluctuantes tout au long de la campagne d'irrigation selon les mêmes modalités. Les Aït Bou Guez ne distribuent ni des volumes quantifiés, ni des temps d'eau mesurés ; en période de tour d'eau, chaque parcelle reçoit l'eau à son tour pendant le temps nécessaire à sa submersion complète. Les variations de l'offre ou de la demande ne sont pas considérées. Un accès à l'eau théoriquement égal est attribué aux différentes parcelles de l'espace ayant droit. L'égalité de traitement des parcelles n'enraye pas les distorsions liées à la possession du foncier irrigable ou aux modalités concrètes de respect des règles et de sanction

des infractions. Mais plutôt que d'exclure certains ayants droit, ou de garantir le droit de certaines catégories d'irrigants, ces règles répartissent entre toutes les parcelles une quantité d'eau qui va en s'amenuisant. D'un point de vue agronomique, ces modalités de répartition ne sont pas optimales : les besoins en eau des plantes n'entrent pas en jeu dans la définition des règles. Pourtant, ce mode d'organisation a été construit progressivement et continue d'évoluer. Les corpus de règles sont le fruit d'expérimentations constantes. En effet, l'une des caractéristiques centrales de la gestion communautaire de l'eau est que les gestionnaires sont eux-mêmes des irrigants, mandatés par la communauté pour gérer l'eau en fonction des intérêts collectifs.

Les communautés d'irrigants se donnent en outre la possibilité d'introduire ou de modifier certaines règles au cours de la campagne d'irrigation, en fonction de problèmes qui surviennent et qui sont discutés quasiment au jour le jour. Pourtant, l'adaptabilité des corpus de règles aux changements du contexte se déroule dans un cadre fixe, organisé par les règles structurantes. Par exemple, un groupe villageois peut autoriser un prélèvement à la demande pour les eaux destinées aux petits jardins de son terroir, tant qu'il veille à ce que ces prélèvements ne soient pas réalisés pendant le tour d'eau d'un village situé en l'aval. L'association de règles adaptables et structurantes garantit ainsi la nécessaire souplesse de l'organisation collective et le respect des principes locaux du droit de l'eau. Stabilité et adaptabilité des corpus de règles se complètent, formant un système au sein duquel les changements sont rendus possibles. La troisième caractéristique de la gestion locale concerne la mobilisation différenciée des niveaux d'organisation territoriaux au cours d'une campagne d'irrigation. Les règles de partage de l'eau établissent une partition du territoire et du groupe d'ayants droit. D'une part, ces règles déterminent des parts d'eau différenciées entre les groupes villageois et entre les parcelles de chaque village. D'autre part, les corpus de règles sont composés de règles qui doivent être appliquées soit par l'ensemble du groupe sociohydraulique (tour d'eau

intervillageois, par exemple), soit par un groupe villageois (règles de distribution entre parcelles), soit par les membres d'un quartier hydraulique (interdictions culturelles spécifiques). En ce sens, chaque règle représente un lien entre des individus. Le lien peut être distendu à l'échelle du groupe d'ayants droit dans son ensemble (en temps d'abondance), ou resserré autour de petits groupes d'irrigants (en temps de pénurie). En pratique, cela n'empêche pas les irrigants d'adopter des stratégies de contournement de la règle, notamment le non-respect du tour d'eau ou l'irrigation de parcelles situées hors de l'espace ayant droit.

Les différents « temps de l'eau » marquent donc une utilisation dynamique du corpus de règles. Les éléments stables des systèmes d'irrigation et les règles structurantes qu'ils déterminent sont mobilisés par les communautés de manière différenciée et graduée en fonction des quantités d'eau disponibles.

Formaliser des corpus de règles

La manière dont les Aït Bou Guemez ont agencé leurs corpus de règles permet une adaptation progressive et constante aux fluctuations du débit des sources. Si certaines années les cultures sont mises en danger, des règles structurantes garantissent à chaque groupe villageois un accès minimum à l'eau (usages domestiques), tandis que des règles exceptionnelles permettent de sauvegarder ce qui est important aux yeux de chaque groupe villageois (cultures pérennes par exemple, [cf. *tableau 1*]). Ces modalités de gestion sont donc adaptées à un contexte où la pénurie d'eau est une donnée récurrente. C'est le constat que semble faire l'Administration marocaine, lorsqu'en 1999 ses agents décident d'officialiser les règles locales lors de l'écriture du règlement des associations d'usagers. Ce processus d'écriture, censé être simplifié par la formalisation telle quelle des règles préexistantes, a pourtant suscité des désaccords et des incompréhensions que l'analyse permet d'expliciter.

L'écriture des règles de gestion de l'eau n'est pas un acte anodin qui reviendrait simplement à modifier le format dans lequel sont exprimés les pratiques locales et les principes sur lesquels elles reposent (Goody, 1977). Écrire des règles modifie profondément la manière de les considérer; des usages sont fixés, des façons de faire évolutives dans la pratique sont gravées dans le marbre. De fait, les oppositions rencontrées lors de la formalisation des règles dans la vallée des Aït Bou Guemez prennent sens à l'examen approfondi des pratiques de gestion et des règles qui les encadrent. Si l'existence d'un cadre structurant est bien nécessaire, l'adaptabilité de certaines règles et des modalités d'activation des corpus est à la base même de l'édifice de gestion façonné localement. Or l'écriture vient s'opposer à cette conception très mobile de la sollicitation des règles de gestion au fil de l'année. Faut-il pour autant renoncer à l'écriture de ces règles en invoquant une incompatibilité de logiques et de formats ? L'expérience tend à montrer que non ; ce processus peut être rendu nécessaire par l'évolution du contexte et/ou être souhaité par les communautés elles-mêmes. L'écriture des droits coutumiers n'est d'ailleurs pas l'apanage de l'action publique contemporaine (Nehllil, 1915-1916). Mais des précautions s'imposent pour que le système localement façonné conserve sa cohérence et son efficacité.

Avant tout, et puisque l'écriture des règles participe d'un processus plus large de fixation de droits, il apparaît fondamental de bien cibler ce qu'il est nécessaire d'écrire. Pour cela plusieurs questions doivent être examinées : en direction de quel interlocuteur l'écriture est-elle réalisée ? Quels sont les objectifs de la formalisation : s'agit-il d'améliorer les modalités de gestion de la pénurie ou de se conformer au modèle de gestion proposé par l'Administration ? Écrire des règles pour affirmer des droits au sein de la communauté est une action différente de celle de produire un document attestant de pratiques anciennes vis-à-vis de l'Administration. Selon l'objectif, la forme du texte et son contenu seront différents (Albergoni, 2000). Néanmoins, quels que soient le contexte et les raisons de l'écriture, trois principales caractéristiques des

Tableau 2. Comparaison du règlement de l'Association d'usagers de l'eau agricole (AUEA) et des règles locales.

Table 2. Comparison between Water Users Association and local rules.

Extraits du règlement intérieur d'une AUEA. Chapitre 1 ^{er} : l'adhésion, art. 3.	Pratiques de gestion en cours et faisant règle
« L'irrigation s'effectue à tour de rôle le long de chaque canal, de la source jusqu'au dernier point de ce canal. »	L'eau est partagée selon un tour d'eau entre les villages ayants droit d'une source bien identifiée, puis l'eau est distribuée au sein des territoires villageois selon des modalités décidées par chaque groupe villageois.
« Toute personne qui ne respecte pas l'une des règles d'irrigation ou la détourne devra payer une amende pécuniaire de l'ordre de 500 dirhams qui est versée au compte de l'association. »	Le non-respect des règles entraîne le paiement d'amendes dont le montant est fixé par le groupe villageois en fonction du type d'infraction commise. L'amende est versée au groupe villageois. Si le contrevenant n'accepte pas de payer, le problème est porté devant le caïd qui fait appliquer les règles villageoises ou négocie une solution avec les deux parties.
« En cas de manque d'eau (...) sera interdit ce qui suit : – l'irrigation des champs non semés ou ce que l'on appelle localement « tikkelt » ; – la plantation d'une deuxième culture sans l'accord de l'association. »	En cas de manque d'eau, chaque groupe villageois fixe des règles qui lui sont propres. Les interdictions ou restrictions culturelles sont différentes dans chaque groupe villageois, voire dans les différents quartiers hydrauliques d'un terroir villageois.

corpus de règles nous semblent devoir être préservées.

D'abord, le fonctionnement des corpus de règles repose sur l'articulation de règles structurantes et de règles adaptables. Cette articulation permet de garantir des principes du droit local et une adaptabilité aux aléas de l'accès à l'eau. Il s'agit également de garantir les droits d'eau collectifs et individuels quelles que soient les modalités de répartition de l'eau adoptées. Cette capacité d'adaptation à l'intérieur d'un cadre bien défini doit être préservée. Pour cela, l'activité de formalisation pourrait être sélective, notamment en précisant clairement les règles structurantes mais sans fixer les modalités de leur application. Il s'agit donc plus de formaliser un cadre pour des écarts à la règle, que de lister un ensemble de règles.

Le deuxième élément essentiel concerne la mobilisation de plusieurs niveaux d'organisation territoriaux et politiques. L'emboîtement de ces niveaux permet l'existence d'une pluralité de sources de décision, ainsi qu'un fonctionnement acéphale du groupe d'ayants droit (Hunt, 1988). Il n'existe pas de hiérarchie de la décision ; chaque groupe villageois peut adopter les règles qui lui conviennent dans le respect des règles structurantes. Cette organisation rend le recours

à une autorité extérieure nécessaire pour faire respecter les règles collectives ou pour arbitrer les litiges. La préservation de ce fonctionnement passe par la prise en compte du rôle de cette autorité extérieure, mais aussi par la prise en compte des différents niveaux de décision à l'intérieur d'un groupe d'ayants droit. Pour cela, la formalisation peut s'appuyer sur le niveau le plus actif en matière de décision, ici le groupe villageois, et organiser des fédérations pour officialiser l'ensemble du groupe d'ayants droit. Des corpus de règles différents mais complémentaires doivent être associés à ces niveaux de régulation. Enfin, l'analyse montre que c'est un système d'organisation qu'il faut formaliser et non une simple liste de prescriptions et d'interdictions. Il apparaît alors nécessaire de bien identifier le contenu des corpus de règles et de prendre en compte la multiplicité des pratiques qui font règle. Rester au niveau des règles énoncées ne suffit pas. D'autant que dans la plupart des cas, ces règles énoncées par les irrigants en direction des intervenants extérieurs ne reflètent pas la complexité de leur mise en œuvre. C'est probablement la raison pour laquelle la formalisation des règles dans la vallée des Aït Bou Guemez n'a pas rencontré l'adhésion des irrigants. Les règlements intérieurs

des associations listent un ensemble de prescriptions qui ne reflète ni la complexité des modalités de gestion, ni leur variété (tableau 2). De fait, les ayants droit sont probablement les mieux à même de définir le corpus de règles à écrire, encore faut-il qu'ils en éprouvent le besoin.

Conclusion

Sur le terrain, la formalisation des droits et des règles de gestion de l'eau se présente d'abord comme un problème d'écriture. Or l'écriture n'est pas seulement un acte technique. L'examen approfondi d'un cas montre que l'écriture des droits rencontre l'épaisseur sociotechnique et politique des pratiques de gestion et de leur traduction en règles relevant de corpus juridiques. Dès lors, l'observation de terrain se présente comme un préalable utile à l'action. C'est dans cette perspective qu'est orientée l'analyse des corpus de règles de gestion. L'effort reste bien sûr à poursuivre.

L'un des apports de l'analyse paraît évident, mais il doit être souligné, puisqu'il demeure encore trop souvent négligé par les intervenants extérieurs à ces sociétés de tradition orale dont les pratiques de gestion

sont dites coutumières. On ne peut fonder un processus de formalisation sur une vision figée ou simpliste de l'organisation locale, même si c'est ce que mettent en avant les irrigants à travers un exposé laconique des règles de gestion. La règle énoncée n'est qu'une partie d'un corpus plus large, et les éléments nécessaires à la gestion des aléas sont souvent passés sous silence. Ces derniers ne relèvent en effet pas à proprement parler de la « règle » mais plutôt de l'écart à la règle ou de la règle mise en pratique (Ostrom, 1992). Une formalisation menée par des intervenants extérieurs sur la base des règles énoncées ne rend donc pas compte de toute la complexité des corpus locaux et ne permet d'en restituer par écrit ni la cohérence ni l'efficacité technique et sociale. Dans la vallée des Aït Bou Guemez, la formalisation des règles se solde par un échec relatif ; les règlements sont écrits, mais leur validité est contestée par les irrigants. Tant que ces règlements demeurent dans la sphère administrative extérieure aux pratiques (donc tant qu'on ne demande pas aux récentes

associations d'usagers d'être fonctionnelles dans cette zone), ils ne posent pas de problème. Ils représentent cependant un enjeu de conflits dès lors que certains irrigants les revendiquent comme faisant loi en opposition aux règles du droit local. ■

Références

Albergoni G, 2000. Écrire la coutume : une tribu bédouine de Cyrénaïque face à la modernité. *Études Rurales* (155-156) : 25-50.

Aubriot O, 2000. Comment « lire » un système d'irrigation ? Un angle d'approche pour l'étude de systèmes irrigués traditionnels, illustré de cas pris au Népal. *Territoires en mutation* 7 : 37-50.

Chauveau JP, 1997. Jeu foncier, institutions d'accès à la ressource et usage de la ressource. Une étude de cas dans le Centre-Ouest ivoirien. In : Contamin B, Memel-Fotê H, eds. *Le modèle ivoirien en questions. Crises, ajustements, recompositions*. Paris : Karthala ; Orstom éditions.

Goody J, 1977. *La raison graphique*. Paris : éditions de Minuit.

Hunt R, 1988. Size and the structure of authority in canal irrigation systems. *J Anthropol Res* 44 : 335-55.

Lavigne-Delville P, 1997. À quoi servent les sciences sociales dans les projets de développement ? Points de vue d'un « agent double ». *Bulletin APAD* 14 : 79-107.

Lecestre-Rollier B, 2002. De la terre à la parenté dans le Haut Atlas marocain. *Techniques & Cultures* 40 : 35-45.

Mathieu P, Benali A, Aubriot O, 2001. Water rights, investments and meanings: conflict and change in a traditional irrigation system in northern Morocco. *Int J Water* 1 : 270-84.

Nehlil M, 1915-1916. L'Azref des tribus et Ksours berbères du Haut Guir. *Archives berbères* 1/1-3 : 77-134.

Ostrom E, 1992. *Crafting institutions for self-governing irrigation systems*. San Francisco : ICS.

Riaux J, 2006. *Règles de l'état – règles de la communauté : une gouvernance locale de l'eau. Anthropologie comparée de deux systèmes d'irrigation anciens en contexte d'intervention publique: vallée des Aït Bou Guemez (Haut-Atlas – Maroc), Plaine de Vinça (Pyrénées – France)*. Thèse en anthropologie sociale, EHESS, Paris. [En ligne : <http://tel.archives-ouvertes.fr>].

Riaux J, 2009. Gouvernances locales de l'eau, regard croisé au nord et au sud de la Méditerranée. *Secheresse* 20 : 183-9. doi: 10.1684/sec.2009.0185.

Romagny B, Riaux J, 2007. La gestion communautaire de l'eau à l'épreuve des politiques participatives : regards croisés Tunisie, Maroc. *Hydrolog Sci J* 52 : 1179-98. doi: 10.1623/hysj.52.6.1179.

Wateau F, 2002. *Partager l'eau, irrigation et conflits au nord-ouest du Portugal*. Paris : CNRS éditions ; MSH éditions.

L'appropriation du modèle d'association d'usagers de l'eau par une communauté villageoise du Moyen Atlas au Maroc

Lahssan Bekkari¹
Isabel Yépez del Castillo²

¹ Institut national de la recherche
agronomique
BP 578
Meknès Principal
50000 Meknès
Maroc
<lbekkari@gmail.com>

² Université catholique de Louvain
Institut d'études de développement
1, Place des Doyens
B-1348 Louvain La Neuve
Belgique
<isabel.yepz@uclouvain.be>

Résumé

Au Maroc, diverses interventions publiques ont pour but d'améliorer la performance des systèmes d'irrigation communautaires. Ils visent à faire prendre en charge la gestion des réseaux d'irrigation existants par des associations d'usagers des eaux agricoles. Souvent, les associations ainsi créées n'assurent qu'une simple fonction d'intermédiaire entre les paysans irrigants et les intervenants extérieurs. L'article s'interroge sur les conditions d'appropriation de cette forme d'association par la communauté villageoise d'irrigants à travers l'analyse du passage d'une gestion communautaire d'un système d'irrigation à une gestion par l'association des irrigants dans un village du Moyen Atlas. Les résultats montrent que cette forme d'appropriation est le fruit d'une action collective autour d'un projet local. Si elle réussit, elle peut permettre la dynamisation de la gestion communautaire de l'eau.

Mots clés : association d'usagers ; Maroc ; méthode d'irrigation ; participation communautaire.

Thèmes : eau ; économie et développement rural.

Abstract

The appropriation of the water user association model by a community in the Middle Atlas region in Morocco

In Morocco, several projects aim at improving the performance of community-based irrigation schemes. They intend to assign the management to local water user associations, based on a single legally defined model. The created associations usually play only a role as intermediary between irrigation farmers and external institutions. The article investigates the conditions for appropriation of this form of association by an irrigation farmers' community, based on the analysis of the shift from traditional management to management by a formal association in a village of the Middle Atlas in Morocco. The results show that this appropriation process resulted from collective action around a local project. When such appropriation process is successful, it can revitalize the way the community manages water.

Key words: community involvement; irrigation methods; Morocco; user association.

Subjects: economy and rural development; water.

De nombreuses études conduites dans le monde montrent les capacités des communautés rurales à mettre en place des

systèmes de gestion de ressources communes autogérés et durables à travers l'élaboration de règles adaptées (Ostrom, 1992 ; Baland et Platteau,

Pour citer cet article : Bekkari L, Yépez del Castillo I, 2011. L'appropriation du modèle d'association d'usagers de l'eau par une communauté villageoise du Moyen Atlas au Maroc. *Cah Agric* 20 : 73-7.
doi : 10.1684/agr.2011.0474

1996). Il en est ainsi pour les systèmes d'irrigation communautaires, qui sont des construits sociaux ayant une forte dimension historique (Ruf et Sabatier, 1992). Selon les principes énoncés par Ostrom (1992), ils présentent généralement des caractéristiques favorables à la mise en œuvre de modes de gestion durable d'une ressource (limites clairement définies ; avantages proportionnels aux coûts assumés ; procédures pour faire des choix collectifs ; supervision et surveillance, etc.).

Au Maroc, les communautés d'irrigants sont confrontées à de nouvelles contraintes (demande croissante et usages multiples de l'eau, évolution des systèmes de production, fortes interactions avec des acteurs extérieurs, etc.). Elles doivent développer des actions collectives endogènes afin d'adapter leurs modes de gestion et sécuriser leurs accès à la ressource, mais elles sont souvent confrontées à des logiques exogènes à l'occasion de divers aménagements impulsés par les pouvoirs publics. Jugés peu performants, les périmètres irrigués font en effet l'objet d'interventions externes ayant pour but d'améliorer leur performance hydraulique par le bétonnage des canaux et leur gestion de la ressource *via* la réorganisation des irrigants dans le cadre d'« Associations d'usagers des eaux agricoles » (AUEA). Quand une AUEA ne répond pas aux attentes de la communauté, elle peut être rejetée ou instrumentalisée à d'autres fins (Bekkari et Kadir, 2007), par exemple au service des élites locales (Romagny et Riaux, 2007).

Plusieurs recherches conduites se focalisent sur les difficultés rencontrées pour la création d'associations d'irrigants fonctionnelles. En s'intéressant à l'agriculture irriguée en Méditerranée par exemple, Ruf et Valony (2007) soulignent que la mise en place des institutions locales destinées à promouvoir une participation active des populations à la gestion de l'eau est conditionnée par différents facteurs historiques, économiques et sociaux.

À travers la dynamique institutionnelle observée chez les irrigants d'un village du Moyen Atlas, nous nous interrogeons sur les conditions favorables à l'appropriation de l'AUEA par la communauté d'irrigants, abordée comme innovation sociale. Après

une brève présentation des dynamiques agricoles du village étudié et de la méthodologie utilisée, nous décrirons les étapes de l'appropriation de l'AUEA par la communauté villageoise afin de modifier les modalités de la gestion de l'eau pour dépasser une situation de crise du système d'irrigation.

L'association d'irrigants comme innovation sociale

Quand les communautés d'irrigants se retrouvent face aux interventions externes décidées par les pouvoirs publics pour améliorer la gestion d'un périmètre irrigué, elles se trouvent confrontées à un cadre associatif – l'association d'usagers de l'eau – qui est le modèle d'organisation le plus souvent proposé par ces pouvoirs publics. Or, l'association d'usagers est une invention d'origine exogène qui véhicule des normes et des règles nouvelles pour les villageois. Comme toute nouveauté, elle ne devient innovation qu'après son intégration dans un milieu social, comme le précise Alter (2000).

Afin de mieux analyser la procédure de sa mise en place, l'AUEA est abordée en tant qu'invention qui peut faire l'objet d'un simple rejet, d'une adoption provisoire, voire d'une appropriation permanente. La transformation de l'AUEA en innovation n'est jamais acquise à l'avance. Même si elle est d'origine exogène, l'AUEA vient se greffer, selon l'expression empruntée à Desroche (1976), sur des formes d'organisation antérieure à travers un processus d'hybridation entre deux formes d'organisation sociale.

En approchant l'innovation à travers l'appropriation par la communauté, notre objectif est double : d'une part, éviter le piège d'une analyse selon un modèle diffusionniste, car l'innovation n'est pas toujours d'origine exogène, mais un processus ordinaire, œuvre quotidienne d'acteurs modestes (Alter, 2000) ; d'autre part, montrer les capacités des acteurs locaux à mettre en place de nouvelles règles, en

opposition à une conception centralisée de règles que ces acteurs doivent tout simplement appliquer.

Cas d'étude : le village de Toufestelt

Situé dans la zone montagneuse du Moyen Atlas, le village de Toufestelt a connu depuis 30 ans une mutation agricole spectaculaire.

Bien que toujours largement pratiqué, l'élevage est devenu une activité moins rentable car il nécessite des moyens importants pour subvenir aux besoins du bétail pendant des périodes de soudure de plus en plus longues. Plusieurs agriculteurs ont ainsi abandonné cette activité.

Le changement majeur concerne surtout les systèmes de culture car le maraîchage a cédé la place aux plantations de cerisiers. Même si les premières plantations datent des années 1940 (exclusivement dans les grandes exploitations agricoles), ce n'est que depuis les années 1990 que cette espèce a été massivement adoptée. Actuellement, elle occupe la presque totalité de l'espace irrigué (96 % de l'espace planté).

Arbre rustique et adapté aux conditions locales, le cerisier s'est présenté comme une véritable aubaine. Plusieurs facteurs expliquent cet engouement :

- une commercialisation plus facile de la production (la vente se fait généralement sur pied) ;
- des exigences en eau adaptées à l'offre locale ;
- un entretien peu coûteux ;
- une conduite technique facile ;
- la distribution de plants subventionnés par l'État, qui a également favorisé cette diffusion.

La rentabilité de cette culture est jugée bonne par les agriculteurs. Ces changements ont conduit à de nouveaux enjeux autour de la gestion de l'eau au niveau local.

Méthodologie

Le choix du périmètre étudié a été dicté par l'existence d'une dynamique locale d'appropriation de l'AUEA par une communauté villageoise d'irrigants

du Moyen Atlas, situation rarement observée dans la région. Il s'agissait de mieux comprendre les procédures de mise en œuvre d'une nouvelle gestion des tours d'eau ainsi que les conditions ayant favorisé ce changement. La création des nouvelles règles a été analysée par rapport aux actions des irrigants, en prenant en compte aussi bien les caractéristiques physiques du périmètre irrigué que celles de la communauté ainsi que les règles de gestion en vigueur.

Un entretien réalisé avec un groupe de villageois de différentes générations, et de différentes appartenances lignagères, nous a permis de mieux comprendre l'histoire du système agraire. Un intérêt particulier a été accordé au fonctionnement du système d'irrigation et aux principaux facteurs ayant conduit à une crise de la gestion de l'eau.

Des entretiens complémentaires ont été réalisés avec plusieurs irrigants pour identifier les principales étapes et procédures suivies pour mettre en place le nouveau mode de gestion de l'eau dans le cadre de l'AUEA. Afin de mieux comprendre les logiques des actions entreprises, nous avons eu enfin des entretiens individuels avec les cinq jeunes agriculteurs qui avaient lancé le projet d'un nouveau calendrier d'irrigation.

L'étude de terrain a été complétée par une analyse du mode de gestion fondée sur des observations ponctuelles (de 2005 à 2008) de différentes activités de l'association (réunions du bureau, assemblées générales...) ainsi que par l'analyse des productions écrites (procès-verbaux des réunions, calendriers des irrigations, etc.). L'évaluation du degré de satisfaction des usagers par rapport au nouveau mode

de gestion a été faite auprès d'une vingtaine d'agriculteurs représentant tous les lignages. Cette évaluation a porté sur le respect des tours d'eau, l'entretien du réseau et la gestion des conflits.

Le système d'irrigation villageois

Le réseau d'irrigation permet d'irriguer un périmètre de 300 hectares, au profit d'environ 70 ayants droit. Il est alimenté par des sources jaillissant en amont du village. Le droit d'eau est un droit partagé, parfois consigné par des actes notariaux ; il n'est pas lié à la terre. Il est exprimé selon un cycle d'irrigation de 34 jours. À l'origine, les parts d'eau se répartissaient en fonction des lignages comme le montre le *tableau 1*. Cette distribution était fonction de la taille de chaque lignage, critère de base pour la contribution aux travaux d'entretien du réseau d'irrigation. Les eaux des sources étaient ainsi partagées entre les quatre lignages du village. Au fil des années, différentes transactions d'achat et de vente ont modifié cette répartition (*tableau 1*).

Avant la création de l'AUEA en 1996, et jusqu'en 2004, la gestion de l'eau était assurée par l'*Amghar* B. Cet aiguadier/chef de l'eau, choisi par la communauté par consensus pour une période donnée, était un grand connaisseur des détails de la gestion du réseau, expérience acquise à travers une responsabilité assumée pendant plusieurs décennies. Il n'était pas seulement chargé de répartir l'eau entre les

différents irrigants ; son rôle incluait également l'arbitrage des conflits, la mobilisation des bras pour l'entretien du réseau d'irrigation, etc. Analphabète, il mémorisait les tours d'eau pour l'ensemble des ayants droit en tenant compte des modifications annuelles dues aux transactions de vente ou de location des parts d'eau. Il assurait une gestion souple qui répondait aux besoins des cultures. Aussi, malgré quelques lacunes rapportées par les agriculteurs, il jouissait d'une reconnaissance de son savoir-faire qui constituait une source de respect et d'admiration. L'eau était assez disponible pour répondre aux besoins du maïs et des quelques cultures maraîchères.

Après le tarissement de l'une des deux sources du village lors des sécheresses des années 1980, les droits d'eau ont été divisés par deux pour préserver l'accès de tous à l'eau d'irrigation. C'est l'*Amghar* B. qui prit cette initiative, avec l'appui de la *Jemâa* (assemblée villageoise formée par les chefs de famille) et toute la communauté avait adhéré à cette mesure socialement équitable.

Avec les années, la gestion de l'*Amghar* est cependant devenue peu transparente, moins équitable, la durée du tour d'eau est alors devenue très variable. La gestion de l'eau ne répondait plus aux besoins des systèmes de culture en évolution et spécialement aux vergers de cerisiers. C'est dans ce contexte que l'*Amghar* a été forcé par la communauté à transcrire tous les droits d'eau en 1993.

L'intervention des pouvoirs publics et la création de l'AUEA en 1996 n'ont pas permis de modifier immédiatement les modalités inéquitables d'accès à l'eau et de sortir de la crise

Tableau 1. Répartition des parts d'eau en fonction des lignages du village Toufestelt.

Table 1. Distribution of the water rights among lineages of the Toufestelt village.

Source	Lignage	Parts d'eau (24 heures)	Durée du tour d'eau (jours)
1	Aït Hamou Ousaid	20	33
	Aït Lahcen	13	
2	Aït Khouya Hammou	13	34
	Aït Abdeslam	21	

engendrée par le comportement de l'*Amghar* et de ses alliés. Cependant l'existence de l'AUEA a offert une source alternative de légitimité à saisir pour asseoir les bases d'une gestion plus équitable de l'eau.

L'AUEA, une opportunité pour réformer la gestion de l'eau

L'AUEA de Toufestelt a été créée en 1996 à la demande des agents de l'État pour pouvoir bénéficier des travaux de bétonnage des canaux dans le cadre d'un projet de développement agricole, selon une démarche descendante. L'association a surtout servi de relais entre la communauté villageoise et les intervenants externes, le temps des travaux, avant de devenir non fonctionnelle.

Ce n'est qu'en 2004 que l'AUEA a été dynamisée à travers un processus mis en place localement pour promouvoir un nouveau calendrier d'irrigation. En effet, un groupe de cinq jeunes, appartenant au même lignage, ayant un bon niveau scolaire et des formations polyvalentes, s'est constitué en acteur collectif pour élaborer un nouveau calendrier d'irrigation comme solution alternative pour l'organisation des tours d'eau. Cependant, il fallait un cadre institutionnel pour mettre en œuvre ce changement technique.

Le projet du changement reposait sur un objectif clair, à savoir une gestion équitable des tours d'eau. Cet objectif opérationnel a été traduit en calendrier des tours d'eau prenant en compte les droits d'eau et les besoins en irrigation de chacun.

Afin de prendre en main le devenir de l'eau d'irrigation au village, ce groupe de jeunes a mobilisé un ensemble de ressources. Leurs expériences personnelles, acquises dans le cadre du travail associatif hors du village, ont servi pour le montage du projet. Les membres ont également valorisé leurs réseaux de relations sociales en faisant appel à différents acteurs pour appuyer les actions projetées (ONG, ministère de l'Agriculture, etc.).

Le projet des jeunes ne pouvait réussir sans une mise en confiance de la communauté. Il fallait alors chercher à faire adhérer quelques notables pour favoriser l'acceptation des nouvelles normes et légitimer les décisions à prendre ; mais c'est l'AUEA qui a constitué la source alternative de légitimité.

L'*Amghar* B., qui connaissait des problèmes de santé, ne pouvait plus assumer sa fonction, ni s'opposer activement au changement. L'absence d'un successeur potentiel a créé une conjoncture favorable à la dynamisation de l'AUEA. Face au mur, les irrigants se sont trouvés dans l'obligation d'adhérer à l'initiative du groupe des jeunes : « *Quand les gens ont commencé à chercher des solutions, à se plaindre, à voir comment résoudre ce problème, à ce moment nous leur avons dit : "Nous avons la solution".* » raconte un membre du groupe des jeunes, également membre du bureau de l'association.

Le cadre associatif a ainsi été instrumentalisé pour une adhésion collective autour d'un objectif commun, à savoir des tours d'eau garantissant les droits de chacun. Il a également servi comme espace de dialogue pour l'adoption du calendrier annuel d'irrigation, élément central de la dynamique observée.

Une fois le calendrier élaboré, une assemblée générale a été convoquée pour adopter le projet ; la présence des représentants de l'Administration a permis la mise en confiance des participants et le groupe de jeunes a saisi l'occasion pour se faire élire au bureau de l'association.

Le calendrier d'irrigation élaboré offre plusieurs avantages. Les tours d'eau ont été réorganisés pour suivre l'ordre des prises le long du canal, de façon à réduire les pertes en eau. Un livret, mis à la disposition des agriculteurs, contient le calendrier des tours d'eau pour l'année en cours pour tous les usagers ; la transparence est donc garantie et les paysans interrogés confirment que leur droit d'accès à l'eau est mieux sécurisé.

Lors de nos entretiens, les irrigants ont manifesté une grande satisfaction quant au nouveau mode de gestion, même ceux qui étaient privilégiés par la gestion de l'*Amghar* B. Les canaux d'irrigation sont mieux entretenus et des actions sont également menées

pour sensibiliser la population aux problèmes de pollution de l'eau. La nouvelle organisation de la gestion de l'eau est même devenue une source de fierté des villageois vis-à-vis des communautés voisines. La présence de la majorité des irrigants aux différentes réunions renforce la participation. La prise de parole est facilitée pour tous et nous avons observé que les jeunes retrouvent une place dans le débat local.

Les changements introduits au village concernent également d'autres aspects de la vie communautaire. L'association a contribué à l'amélioration de la gouvernance locale à travers l'adoption de démarches plus participatives pour la prise de décision. C'est le cas pour des sujets autres que l'irrigation, par exemple le choix du représentant du village pour la gestion des parcours collectifs.

Discussion : l'AUEA, une opportunité pour améliorer la gestion des systèmes communautaires d'irrigation

La performance actuelle de la gestion de l'eau au village de Toufestelt est due à un processus d'adaptation des règles dont la particularité est d'avoir été développé localement par les usagers. Si la dynamique observée a été favorisée par plusieurs facteurs, c'est l'initiative locale d'un groupe de jeunes qui a été déterminante pour le changement observé. Ces leaders ont joué un rôle clé dans l'action collective en instrumentalisant l'AUEA, d'abord comme cadre du débat collectif sur l'adoption du calendrier d'irrigation, puis pour devenir l'organisation en charge de la gestion du système d'irrigation.

L'étude de cas illustre l'exemple d'une opportunité que peut présenter l'AUEA pour construire une nouvelle légitimité du mode de gestion de l'eau, mais montre également les capacités des paysans à interagir avec de nouvelles formes organisationnelles

d'origine exogène. Quand l'association est appropriée, elle vient se greffer sur la forme d'organisation antérieure, son fonctionnement combine des principes d'organisation associatifs et communautaires (Bekkari, 2009). Les réadaptations de ces formes d'organisation peuvent aussi donner lieu à des transformations des règles formelles de fonctionnement comme le rapportent Kadiri *et al.* (2009) à l'issue d'une étude conduite chez les irrigants du périmètre du Moyen Sebou au Maroc. D'une façon plus globale, les travaux d'aménagement lancés par les pouvoirs publics au niveau des périmètres d'irrigation traditionnels sont souvent vécus comme une source de perturbation avec affrontement de différentes logiques. Quand l'AUEA est imposée, elle peut être adoptée provisoirement avant d'être rejetée par la communauté d'irrigants. Cependant, comme le montre l'exemple du village étudié, quand l'AUEA répond aux besoins de la communauté, elle peut être appropriée, selon des temporalités adaptées, souvent différentes de celles des acteurs extérieurs.

Des recherches mettent en évidence des formes d'adaptation des modes de gestion dans le cadre d'autres formes d'organisation sociale. Il peut s'agir d'un comité de gestion (Romagny et Riaux, 2007) ou d'associations de développement local.

La complexité d'une réelle prise en charge des systèmes d'irrigation communautaire par des associations d'usagers de l'eau nécessite une révision du mode d'intervention publique en vigueur. En effet, vouloir imposer un modèle associatif par le haut constitue une sorte de paradoxe. La participation des acteurs doit être

réelle dans le cadre d'un renforcement des capacités (Beccar *et al.*, 2002) pour une meilleure construction des bases d'un développement durable local.

Conclusion

L'étude de cas présentée illustre la complexité du processus d'appropriation de l'AUEA par la communauté des irrigants. Elle montre que l'adoption de l'association comme forme d'organisation, longtemps après sa création impulsée par l'Administration, a été le fruit d'une action collective autour d'un projet local de changement. L'interaction entre la forme d'organisation communautaire et l'association, a conduit à l'innovation organisationnelle. Il semble possible de valoriser les expériences acquises par les communautés d'irrigants dans le cadre des efforts permanents qu'elles mènent localement pour adapter les modes de gestion, en favorisant la mise en place d'un cadre d'échanges. Face aux défis lancés aux systèmes d'irrigation communautaire, il faut penser la reconstruction des modes de gestion comme autant de projets locaux, les associations d'irrigants pouvant constituer des outils au service des communautés, mais pas exclusivement. Ces associations peuvent constituer des opportunités à saisir par les communautés paysannes afin de mieux interagir avec les logiques des acteurs extérieurs. Nous pensons que les intervenants extérieurs doivent adopter une approche progressive et pédagogique pour mieux appuyer les initiatives et innovations paysannes en sortant définitivement d'une logique liant le

financement de travaux d'aménagement à la création d'une association selon un modèle préétabli. ■

Références

- Alter N, 2000. *L'innovation ordinaire*. Paris : PUF.
- Baland JM, Platteau JP, 1996. *Halting degradation of natural resources : is there a role for rural communities*. Rome : FAO, Oxford University Press.
- Beccar L, Boelens R, Hoogendam P, 2002. Water rights and collective action in community irrigation, In : Boelens R, Hoogendam P, eds. *Water rights and empowerment*. Assen (The Netherlands) : Royal Van Gorcum.
- Bekkari L, Kadiri Z, 2007. Appropriations du cadre de l'Association des Usagers des Eaux Agricoles par les irrigants au Maroc : analyse comparative de cas au Moyen Atlas et Moyen Sebou. In : Kuper M, Zairi A, eds. *Proceedings of the 3rd Seminar on Water Saving in North Africa, Nabeul (Tunisia)*. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/SIRMA2007/fr/>.
- Bekkari L, 2009. *Dynamiques institutionnelles des systèmes d'irrigation communautaires au Moyen Atlas, Maroc*. Thèse de doctorat en sciences politiques et sociales, université catholique de Louvain. Louvain : Presse universitaire de Louvain. <http://hdl.handle.net/2078.1/28498>.
- Desroche H, 1976. *Le projet coopératif*. Paris : Les éditions ouvrières.
- Kadiri Z, Kuper M, Faysse N, Errahj M, 2009. Local transformation of a state-initiated institutional innovation : the example of water users' associations in an irrigation scheme in Morocco. *Irrig and Drain* 58 : S346-7.
- Ostrom E, 1992. *Crafting institutions for self-governing irrigation systems*. San Francisco (California) : I.C.S.
- Romagny B, Riaux J, 2007. La gestion communautaire de l'eau agricole à l'épreuve des politiques participatives : regards croisés Tunisie/Maroc. *Journal des Sciences Hydrologiques* 52 : 1179-96.
- Ruf T, Sabatier JL, 1992. La gestion sociale de l'eau. *Chroniques du Sud* 8 : 75-9.
- Ruf T, Valony MJ, 2007. Les contradictions de la gestion intégrée des ressources en eau dans l'agriculture irriguée méditerranéenne. *Cah Agric* 16 : 294-300. doi: 10.1684/agr. 2007.0120.

Gestion de l'irrigation dans les montagnes du Nord du Vietnam : vers une autonomie accrue des irrigants ?

Damien Jourdain^{1,2,3}
Aurélie Rakotofiringa⁴
Dang Dinh Quang⁵
Marie-Jeanne Valony⁴
Romain Vidal⁴
Jean-Yves Jamin²

¹ Cirad
102, Bldg 2G
Van Phuc Diplomatic Compound
298 Kim Ma
Hanoï
Vietnam
<damien.jourdain@cirad.fr>

² Cirad
UMR G-Eau
73, rue Jean-François Breton
TA C-90/15
34398 Montpellier cedex 5
France
<jamin@cirad.fr>

³ IRRI
Los Banos
Laguna
Philippines

⁴ IRC SupAgro
1101, avenue Agropolis
BP 5098
34093 Montpellier
France
<a.rakotofiringa@gmail.com>
<vidal.r@laposte.net>

⁵ NOMAFSI
Phu Ho
Vietnam
<quangdd60@yahoo.com>

Résumé

Les mutations politiques et économiques du Vietnam ont fortement déterminé l'évolution de l'irrigation dans les montagnes du Nord. La décollectivisation a entraîné l'émergence de nouveaux modes de gestion. Des suivis et des enquêtes menés auprès de différents acteurs de l'irrigation dans un district de montagne du Nord du Vietnam ont mis en évidence l'apparition de différents types de gestion des périmètres. Les principaux facteurs de différenciation sont la situation topographique, qui détermine largement la taille et le type des aménagements, et la répartition des terres irriguées au sein des villages. La décollectivisation a entraîné un transfert de gestion des coopératives de production vers diverses entités : irrigants, chefs de villages, comités populaires communaux et entreprises publiques se partagent ainsi les responsabilités, de manière différente selon les types de systèmes irrigués. Cependant, l'implication directe des usagers dans la gestion de l'irrigation reste très limitée, même si de nouvelles évolutions s'esquissent avec l'exonération des redevances hydrauliques décrétée par le gouvernement.

Mots clés : conservation de l'eau ; irrigation ; riz de montagne ; Viet Nam.

Thèmes : eau ; économie et développement rural.

Abstract

Irrigation water management in the Northern Mountains of Vietnam: Towards more autonomy?

Changes in Vietnamese policies and the economic context have influenced the evolution of irrigated systems in Northern mountainous areas. The end of production cooperatives allowed the emergence of new modes of management. Surveys and interviews of different irrigation stakeholders have shown the emergence of different types of irrigation management. The main differentiating factors are topographical, which affects the sizes and types of schemes, and the distribution of irrigated land among households of one community. Decollectivization led to management transfer from the production cooperatives to various entities: water users, villages, communal People's committees, and state-controlled companies. Nevertheless, the direct involvement of users in management and decision-making processes remains rare, even if new developments are appearing with the recent suppression of hydraulic fees.

Keywords: irrigation; upland rice; Viet Nam; water conservation.

Subjects: economy and rural development; water.

Pour citer cet article : Jourdain D, Rakotofiringa A, Quang DD, Valony MJ, Vidal R, Jamin JY, 2011. Gestion de l'irrigation dans les montagnes du Nord du Vietnam : vers une autonomie accrue des irrigants ? *Cah Agric* 20 : 78-84. doi : 10.1684/agr.2010.0464

Tirés à part : D. Jourdain

L'histoire récente du Vietnam a été marquée par des réformes successives, connues sous l'appellation de *Doi Moi* qui ont permis une réallocation des moyens de production aux ménages agricoles et une libéralisation des marchés (Dao The Tuan, 1997). La production rizicole a alors augmenté de manière spectaculaire dans les deux grands deltas (fleuve Rouge et Mékong) par une intensification en travail puis en capital (AAFV, 2000).

Au cours des années 2000, les gains potentiels de productivité et les superficies agricoles dédiées à la riziculture dans les deltas se réduisent, et les enjeux d'intensification « se déplacent » alors progressivement vers les zones périphériques comme les régions montagneuses du Nord (RMN) où des marges de croissance fortes continuent à exister si les ressources naturelles sont utilisées durablement (Doppler *et al.*, 2006). Les RMN occupent environ un tiers de la superficie du pays mais hébergent seulement 15 % de la population nationale, principalement des ethnies dites minoritaires. Environ 75 % des communes se situent à des altitudes de plus de 200 m (Vien, 2003). Les conditions climatiques, bien que diverses, sont dans l'ensemble contraignantes pour la production agricole en général, et pour la production rizicole irriguée en particulier, avec un hiver froid et sec de novembre à mars, et une saison humide de juin à octobre ponctuée par des épisodes pluvieux violents rendant difficile la maîtrise des écoulements sur des pentes fortes. Malgré ces défis, les institutions vietnamiennes misent sur une croissance de la production agricole dans les RMN reposant sur l'intensification de la production rizicole dans les zones basses (notamment par le passage de un à deux cycles par an de riz irrigué), et le développement des cultures pluviales associées à des techniques de conservation sur les pentes (Doanh et Tuan, 2004 ; Vien *et al.*, 2009).

Entre 1996 et 2007, alors que la production rizicole croît de 20 % dans le delta du fleuve Rouge, elle augmente de plus de 60 % dans les provinces montagneuses. Plus du tiers de cette croissance est attribuable à l'augmentation des superficies cultivées en saison sèche. Cependant,

après une décennie de croissance forte, essentiellement dans les fonds de vallées où habitent les ethnies qui n'avaient besoin « que » de variétés adaptées au froid et d'une demande forte en riz pour s'adapter, on semble aujourd'hui atteindre les limites de la croissance des superficies où deux cycles de riz par an sont cultivés (Jourdain *et al.*, 2009).

Il subsiste une superficie importante de terres aménagées pour la riziculture inondée sur lesquelles un seul cycle de riz est pratiqué. En effet, la riziculture de saison sèche, de par la consommation en eau importante au moment où elle est la plus rare, accroît la concurrence et les conflits entre les irrigants. La gestion de l'eau peut induire des contraintes à l'extension des superficies irriguées durant la saison sèche. Le mode de gestion de l'eau dans les RMN devient donc porteur de nouveaux enjeux. Parallèlement, le contexte institutionnel de la gestion de l'eau a évolué pour l'ensemble du pays. De nouvelles entités administratives se partagent cette gestion et, pour l'eau agricole, les dernières réformes visent, au moins dans le discours, à favoriser l'émergence de groupes d'usagers. Elles ont pour objet d'augmenter la productivité de l'eau et de préparer de futurs partages entre les différents secteurs de l'économie. La réforme fiscale de 2008, exemptant la plupart des irrigants de redevance sur l'eau, pourrait avoir des effets différenciés sur les systèmes irrigués.

En effet, la structure et le fonctionnement des périmètres irrigués des RMN sont très variables. Nous avons identifié les traits physiques et historiques qui sont à l'origine de la diversité des systèmes actuels. Nous nous sommes ensuite intéressés à l'impact des réformes récentes sur la gestion de l'eau dans les grands types de systèmes irrigués rencontrés dans les RMN. Permettent-elles une amélioration de la situation économique des irrigants ? Permettent-elles une plus grande autonomie des irrigants ?

Caractéristiques de la zone d'étude

Le district de Van Chan, situé dans la province de Yen Bai, est caractéristique du Nord-Ouest vietnamien. Il présente des altitudes allant de 200 à 2 000 m, avec une forte diversité de paysages : montagnes escarpées, collines, bas-fonds, grandes vallées. Nous avons distingué trois grandes zones agroécologiques :

- une zone de haute montagne, au nord-ouest, avec des pentes souvent supérieures à 15 % ;
- au centre, une grande plaine d'altitude moyenne où les agriculteurs pratiquent essentiellement la riziculture irriguée intensive ;
- une zone de moyenne montagne, au sud-est, s'abaissant progressivement vers le fleuve Rouge (*figure 1*).

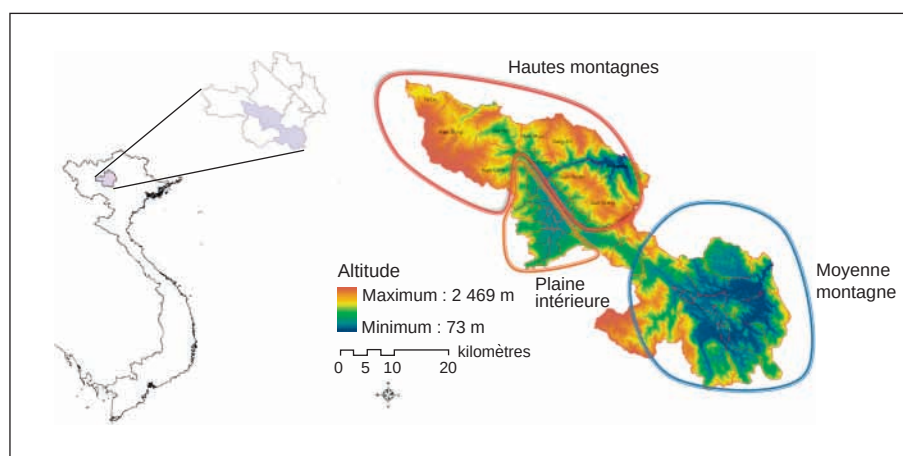


Figure 1. Les grandes zones agroécologiques du district de Van Chan.

Figure 1. Agro-ecological zoning in the Van Chan district.

La population est très diverse. L'ethnie Kinh, majoritaire au niveau national, ne représente ici qu'un tiers des habitants, les deux autres appartenant à quatre ethnies : Thaï, Tay, Dao et Hmong. Dans une commune, plusieurs groupes ethniques peuvent se côtoyer, mais chaque village est généralement mono-ethnique. Ces contrastes permettent d'avoir, dans une zone relativement petite (1 130 km²), une grande diversité de conditions agro-socio-économiques qui ont façonné des systèmes irrigués très contrastés (Molle, 2002). Vingt systèmes irrigués ont été sélectionnés afin de représenter la diversité de la zone d'étude en termes de topographie, de tailles de périmètre et d'ethnies. Nous avons associé enquêtes historiques, visites de terrain et entretiens avec les différents acteurs impliqués dans l'utilisation de l'eau – irrigants, aiguadiers, responsables administratifs (villages, communes, districts), dirigeants et employés des entreprises publiques – pour analyser les modes formels et informels de gestion de l'eau et identifier les principaux critères qui différencient les systèmes irrigués.

Des systèmes irrigués très diversifiés

Nous avons identifié deux ensembles de facteurs importants de différenciation :

- la localisation des périmètres dans la topographie ;
- l'histoire de ces périmètres : période d'établissement, gestion durant la période collectiviste et la transition postcollectiviste, qui ont déterminé la répartition actuelle des terres et les droits d'accès à l'eau.

La notion de pluralisme juridique et institutionnel (Meinzen-Dick et Pradhan, 2002) a été utilisée pour analyser la coexistence de différents types de règles codant l'accès à l'eau. Les règles suivantes ont été identifiées :

- celles qui ont été élaborées par les gestionnaires actuels ;
- celles qui proviennent des pratiques héritées des coopératives ;
- et celles qui proviennent des pratiques ethniques plus anciennes mais encore reconnues.

Pour une communauté donnée, la prééminence d'un type de règles est un indicateur de sa relation avec l'État. Là où l'influence de l'État est faible, les paysans ont pu réinstaller des règles collectives et une répartition éventuellement inégalitaire des terres héritées des périodes précollectivistes. Là où l'impulsion de l'État est plus forte, on note une répartition plus égalitaire des terres irrigables (Sikor, 2004). Un indicateur synthétique de cette histoire complexe est la variabilité intermédianes de l'accès à l'eau en saison sèche.

Topographie, taille et mode de gestion

La topographie joue sur la taille des espaces irrigables, et les types de sources d'eau disponibles. Elle influence donc fortement la taille et la nature des entités qui gèrent les périmètres irrigués (*figure 2*).

Dans le district de Van Chan, la gestion d'un périmètre irrigué est attribuée officiellement soit à l'entreprise publique Nghia Van Joint Stock Company (NVJSC), dont les capitaux

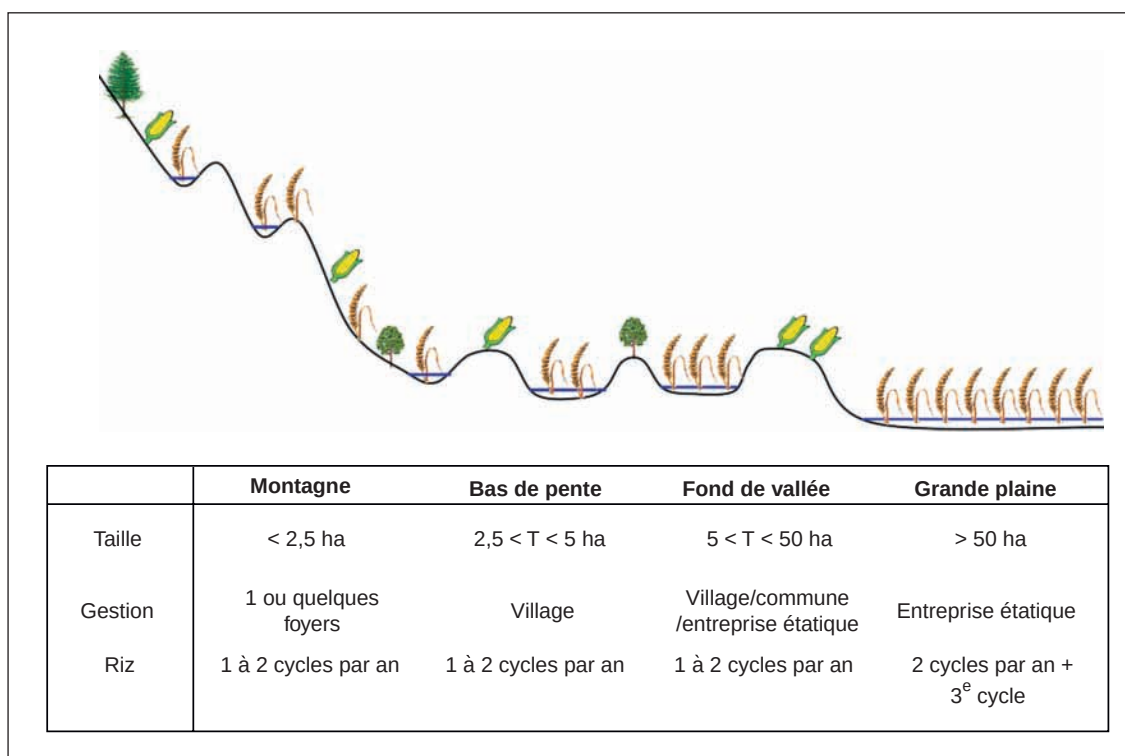


Figure 2. Relation entre topographie, taille et gestion des systèmes irrigués.

Figure 2. Relationship between topography, size and management of irrigated systems.

et le budget proviennent essentiellement de la province de Yen Bai, soit au comité populaire de la commune. NVJSC est en charge de la gestion des plus grands périmètres situés dans les larges vallées et pourvus de barrage et de canaux en béton. Les communes ont en charge les périmètres de taille moyenne irriguant un ou plusieurs villages. Enfin, les très petits périmètres, situés dans les zones les plus hautes, sont, de fait, gérés de manière autonome par les familles détentrices de l'accès à l'eau. Cet accès repose essentiellement sur un régime de priorité validé par les communautés. Quiconque aménage un nouvel accès à l'eau, par exemple par la construction d'un canal d'amenée d'eau depuis une source, obtient la priorité de fait sur cette source d'eau : tout aménagement ultérieur pouvant affecter le premier aménagement doit être négocié explicitement avec le primo aménageur. La gestion des grands périmètres comporte trois principaux types de fonctions :

- planification et investissements ;
- gestion et maintenance des infrastructures ;
- gestion quotidienne de l'irrigation.

Ces fonctions sont réparties entre les différents acteurs. Les décisions d'investissement sont prises par le district et la province, sans grande consultation de NVJSC et des usagers. La conception et la construction sont réalisées par des entreprises d'ingénierie qui consultent peu les usagers finaux. Ce n'est qu'une fois la construction des infrastructures terminée que NVJSC et les communes interviennent pour gérer et entretenir les grosses infrastructures (barrages, réseaux primaires et secondaires) et pour distribuer l'eau entre les différentes portions du réseau ou entre les villages. Les canaux tertiaires sont gérés par les villages ou les usagers en fonction de la taille de la maille hydraulique. Les règles de maintenance prennent parfois des modes administratifs peu compatibles avec la configuration des réseaux. Par exemple, le périmètre de *Khe Quat* est géré par la commune de *Tan Tinh* car il couvre trois villages. Chaque village a en charge la maintenance du canal traversant son territoire. Or, les villages amont reçoivent l'eau indépendamment de la maintenance effectuée sur la portion de canal qu'ils doivent entretenir, et qui est de faible

qualité. Les villages aval, dépendant de la maintenance effectuée par les villages amont, ont de gros problèmes d'alimentation en eau, sans pouvoir agir sur leurs causes.

Quelle que soit la taille du périmètre, les décisions de maintenance et d'allocation de l'eau intravillage sont décentralisées au niveau des villages ou des communautés d'irrigants.

Un accès contrasté aux terres irriguées

Les groupes ethniques présents aujourd'hui se sont installés à différentes périodes et dans des compartiments différents des bassins-versants. Les ethnies thaïe et tay ont installé très tôt une riziculture irriguée dans les fonds de vallées, alors que les ethnies Dao et Hmong, n'ont occupé les parties supérieures des bassins-versants qu'à la fin du ^{xix}^e siècle (Michaud, 1997).

Cette donne initiale a été rebattue pendant la période collectiviste, à partir des années 1950. La création de coopératives, les programmes de sédentarisation visant les ethnies pratiquant des cultures itinérantes et le plan de migration des habitants des deltas vers les zones de montagne (Chinh, 2008) ont aboli les droits anciens d'accès à l'eau et ont intégré ces populations d'origines diverses dans de nouvelles structures regroupées dans les altitudes basses ou moyennes des montagnes.

Avec la loi foncière de 1993, les terres agricoles gérées par les coopératives ont été redistribuées. Cependant, comme dans d'autres provinces (Castella et Quang, 2002 ; Sikor, 2001), ce processus n'a pas été mené de façon uniforme. Bien que l'idée générale fût de maintenir une certaine équité d'accès aux terres irriguées entre les anciens membres des coopératives, des modalités très variables de redistribution des terres collectives ont été mises en œuvre :

- restitution des terres des ancêtres ;
- égalité des surfaces attribuées par ménage ;
- attribution des surfaces irriguées en fonction des bouches à nourrir ou des travailleurs familiaux ;
- répartition des terres visant une égalité de la production de riz par personne.

Dans ce dernier cas, un ménage ayant accès à une parcelle reconnue plus productive du fait de sa fertilité ou d'un meilleur accès à l'eau se verra attribuer une superficie plus réduite. En dehors des communautés thaïes, les redistributions des terres irriguées se sont effectuées en une seule fois. Par ailleurs, certaines terrasses aménagées en dehors des périmètres irrigués des coopératives n'ont pas toujours été prises en compte lors des redistributions de terres.

Ces différentes règles de base ont été modulées en fonction des ethnies et de l'histoire des systèmes irrigués pour aboutir à des règles d'allocation spécifiques à chaque communauté. Au-delà des détails, on peut répartir les périmètres irrigués en deux grandes catégories :

- ceux où il y a une certaine homogénéité d'accès aux terres irrigables (chaque ménage y a peu ou prou accès) ;
- et ceux où il y a une grande inégalité d'accès aux terres irrigables.

Enfin, on constate de fortes différences entre les ethnies qui ont une longue tradition de réallocation périodique de la terre entre les différents ménages, comme les Thaïs, et celles qui ont tendance à figer les acquis des ancêtres, comme les Dao et les Hmongs. Cette situation a aussi été observée ailleurs au Vietnam (Mellac, 2006 ; Scott, 2000).

Une différenciation accrue du potentiel productif des terres irriguées

Le terme « terre irriguée » englobe en fait différents types d'accès à l'eau, qui ont de fortes incidences sur le potentiel agronomique des parcelles. Quand les agriculteurs pratiquaient une seule culture de riz par an, l'accès à une rizière déterminait en grande partie l'accès à l'eau. En effet, l'eau étant abondante en saison des pluies, ni la position dans le périmètre irrigué, ni le type d'accès à l'eau n'influaient fortement sur la productivité potentielle des rizières.

Le développement des riz à cycles courts a entraîné une forte différenciation du potentiel productif des rizières. En effet, la possibilité de faire deux récoltes par an et d'avoir un calendrier cultural indépendant des

décisions des producteurs voisins, découle fortement de la position des parcelles au sein du réseau hydraulique et des règles d'allocation et de distribution de l'eau. Cela n'avait pas pu être pris en compte lors des redistributions des terres, effectuées avant le développement de ce second cycle.

Réformes successives de la gestion de l'eau : quel rôle pour les usagers ?

La loi sur les ressources en eau (LRE) de 1999 définit le Gouvernement du Vietnam (GoV) comme seul responsable de la gestion des ressources en eau. L'irrigation et l'approvisionnement en eau en milieu rural sont gérés par le ministère de l'Agriculture et du Développement rural (MARD). La LRE institutionnalise une gestion par bassin, avec la création d'un Conseil national des ressources en eau (CNRE) qui coiffe des conseils de planification et de gestion de bassin, encore peu actifs en pratique. La LRE a aussi institué le principe d'un système de droit d'eau, qui reconnaît les droits des individus à utiliser les eaux de surface ou souterraines, sans licence pour les petits usages familiaux, y compris pour l'agriculture, la production forestière, l'aquaculture, la petite industrie et l'artisanat¹.

Le Vietnam a également mis en avant le concept de gestion participative de l'irrigation avec deux grandes échelles d'organisation : les entreprises publiques d'irrigation et de drainage (EPID) et les organisations d'utilisateurs de l'eau (OUE)². L'implication des usagers dans la gestion des périmètres irrigués reste cependant difficile à évaluer et la gestion participative de l'eau reste plus souvent conceptuelle que réelle.

Tout d'abord, les EPID sont des entreprises d'État fournissant un service public. Elles gèrent les barrages et les canaux principaux des moyens et grands périmètres, soit environ 80 % des surfaces irriguées du Vietnam. Jusqu'en 2008, elles étaient financées principalement par les redevances hydrauliques des usagers agricoles. Les EPID gérant des infrastructures relativement importantes peuvent également avoir plusieurs fonctions dont, en particulier, la production hydroélectrique.

De leur côté, les OUE prennent des formes très diverses et gèrent en direct 20 % seulement de la superficie irriguée du Vietnam, en général des petits et moyens périmètres. Le MARD les classe en cinq catégories : les coopératives, les groupes d'usagers de l'eau, les conseils de gestion de l'eau, les conseils villageois de gestion de l'eau, et les associations d'usagers. Pour compliquer ce schéma, les EPID peuvent déléguer à des OUE la gestion de l'eau au-delà du réseau secondaire, favorisant ainsi la participation au sein des grands périmètres. Cependant, un grand nombre de ces OUE correspondent en fait à des entités administratives (communes le plus souvent), ou des institutions interadministratives *ad hoc* (par exemple pour gérer l'eau entre deux communes) ; de plus, ces OUE ne font pas partie de la structure de décision des EPID et ne peuvent donc assurer de lien entre utilisateurs et fournisseurs de l'eau.

Une exemption généralisée de la redevance hydraulique

En 1984, une redevance hydraulique proportionnelle à la surface cultivée avait été mise en place afin de couvrir les coûts d'irrigation (Fontenelle et Tessier, 1997). Dans les zones de montagne, cette redevance hydraulique était perçue par les EPID ou par les communes. Les très petits périmètres individuels n'étaient pas taxés. La redevance servait à financer la gestion des réseaux d'irrigation suivant des modalités diverses (figure 3).

En 2008, afin de lutter contre la pauvreté, le gouvernement a décidé d'exempter les irrigants de redevance hydraulique. Les autorités provinciales se sont substituées aux usagers pour financer les activités de gestion et de

maintenance des périmètres irrigués des EPID. En revanche, les périmètres gérés par des associations d'usagers ou des communes ont perdu leur source de financement mais doivent continuer à faire face à des charges de gestion et d'entretien. Enfin, pour les très petits périmètres, gérés directement par usagers, la situation reste inchangée.

Cette réforme risque donc de rendre plus difficile, au moins dans le court terme, la gestion et la maintenance des périmètres irrigués gérés par les OUE.

Des impacts différenciés attendus dans les zones de montagne

Parmi les différentes réformes visant à améliorer les performances et la durabilité des systèmes irrigués, c'est la réforme des redevances qui risque d'avoir l'impact le plus fort sur l'organisation des périmètres irrigués de montagne, avec des effets qui n'étaient probablement pas attendus.

Des réformes ambiguës pour les grands périmètres

Dans les grands périmètres, dont le budget devra venir de l'État, le bilan financier est positif pour les usagers. Cependant, avec une implication réduite ou nulle des utilisateurs finaux dans les décisions et dans le suivi des services fournis, et une rémunération fixe des EPID quel que soit le service rendu, le risque est qu'elles délaissent la gestion de l'irrigation et l'entretien des infrastructures, pour concentrer leurs efforts sur d'autres activités plus lucratives, comme l'hydroélectricité.

De nouveaux degrés de liberté pour les périmètres moyens

Pour les périmètres gérés par les collectivités locales ou les irrigants eux-mêmes, aucune contrepartie financière à la suppression de la redevance hydraulique n'est intervenue. Les usagers doivent s'organiser localement et prendre directement en charge les dépenses incontournables, au travers d'un nouveau système, local, de contribution monétaire. Le bilan financier est neutre pour les

¹ Décret gouvernemental n° 149/2004/ND-CP. Licensing of water resources exploitation, extraction and utilisation and waste water discharge in water sources.

² Circulaire MARD n° 75/2004/TT-BNN – 20/12/2004. Guidelines to the formation, improvement and development of water user organization.

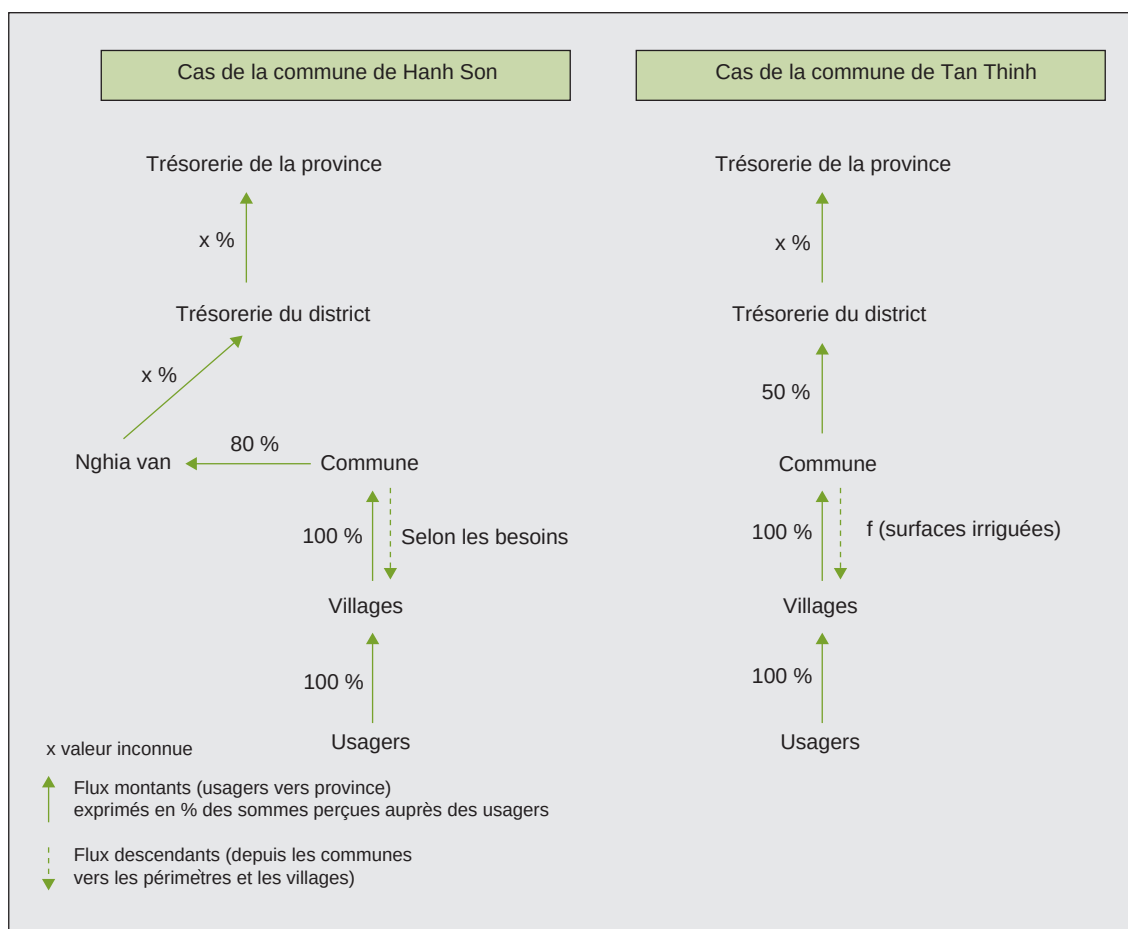


Figure 3. Taxes hydrauliques et flux financiers associés jusqu'en 2008.

Figure 3. Hydraulic fees and associated financial flows (until 2008).

irrigants ; il ne sera positif que si l'État continue à investir dans les infrastructures d'irrigation.

Cette réforme induit une plus grande implication des irrigants dans la gestion de leurs périmètres. Nous avons constaté que des contributions monétaires, qui correspondent de fait à de nouvelles redevances, mais instaurées et gérées localement, ont été rapidement mises en place dans les périmètres où existait un fort besoin de maintenance ou de contrôle, par exemple pour rémunérer des responsables de canal ou effectuer des réparations en cas de dégâts sur le réseau, fréquents en saison des pluies. Cette réactivité illustre la capacité des usagers à s'organiser rapidement lorsqu'ils le doivent. Ainsi, dans la commune de Tan Thinh, la part des redevances hydrauliques qui était reversée au village était auparavant utilisée pour rémunérer le responsable du barrage et

du canal tête morte du périmètre de Khe Cum. Cesser de rémunérer ce responsable n'était pas envisageable étant donné les risques liés à la topographie très accidentée. L'organisation collective a donc été immédiate pour prendre en charge directement le salaire de ce responsable, afin que le système puisse continuer à fonctionner. Dans cette même commune, pour le système irrigué intervillages de Khe Quat, l'abolition de la taxe a permis au village aval d'utiliser plus librement les fonds, sans passer par la commune, et de changer les règles de maintenance des canaux. Les villageois de l'aval cotisent maintenant pour la maintenance des canaux qui assurent leur propre alimentation en eau, en amont de leur territoire, et non plus pour ceux qui traversent leur territoire pour desservir d'autres villages. Ces changements rappellent un autre contexte, en France, lorsque des

irrigants se sont organisés en associations de propriétaires, afin d'effectuer des travaux collectifs de réhabilitation de canaux ; elles donnèrent naissance ensuite aux associations syndicales autorisées (Valony, 2004).

Une mesure peu équitable

En mettant en place cette mesure d'exemption, l'Administration vietnamienne a considéré la redevance hydraulique comme un impôt pour les paysans, et non comme une redevance payée pour rémunérer un service. À l'échelle des exploitations agricoles, une partie des paysans devraient voir leurs charges de production diminuer du fait de cette exemption. Mais s'agit-il des paysans les plus pauvres comme le visait cette décision ?

Pour les irrigants des grands périmètres des plaines, dont les systèmes de production sont les plus rentables de

la zone (accès facile aux intrants, climat de plaine moins rigoureux et ressource en eau pérenne permettant 2 à 3 cultures par an, commercialisation aisée), l'État prend en charge les frais hydrauliques en subventionnant les EPID comme NVJSC.

Pour les petits périmètres irrigués d'altitude, dont les infrastructures hydrauliques étaient déjà peu subventionnées, aucune prise en charge extérieure des coûts d'entretien et de gestion de l'eau n'est envisagée pour pallier la disparition des redevances, alors que les besoins de service, et donc les coûts, demeurent. Les paysans doivent donc continuer à payer. Finalement, ce sont les paysans des plaines, déjà les plus favorisés, qui sont le plus aidés. Les collectivités locales les plus pauvres, celles des montagnes, sont laissées sans appui. Cela a l'avantage de leur laisser la liberté de s'organiser et de payer des coûts réels et non plus forfaitaires. Mais ces irrigants montagnards doivent supporter l'intégralité de ces coûts, alors que ceux des plaines sont désormais subventionnés.

Conclusion

Nous avons identifié deux facteurs principaux à l'origine de la diversité des modes de gestion de l'irrigation dans les zones de montagne : la topographie et l'histoire, notamment lors du démantèlement des coopératives. La gestion de l'eau est aujourd'hui prise en charge par différentes entités : usagers, village, commune ou entreprise publique, même si, en droit, seules les communes et les entreprises publiques sont reconnues. Pour les périmètres de taille moyenne ou grande, les usagers sont peu consultés pour les décisions, qui restent dans les mains de l'État à travers ses services (commune, district, province, entreprise publique).

Les décisions récentes prises pour lutter contre la pauvreté tendent à défavoriser les plus petits périmètres, au plan financier ; mais elles permettent aussi l'apparition de dynamiques locales en vue d'actions collectives, indépendantes de l'État. À partir des nouvelles

pratiques qui s'ébauchent, de nouvelles formes d'organisation se mettent en place. Les paysans et les collectivités locales vont ainsi pouvoir établir des institutions de gestion de l'irrigation plus proches de leurs besoins, plus participatives, et avec des coûts réels et non plus forfaitaires. Comme cela a été observé dans d'autres situations de décollectivisation, des arrangements informels s'ajoutent aux règlements officiels pour faciliter la gestion quotidienne de l'irrigation (Imache et al., 2009).

Des incertitudes demeurent sur les orientations de l'État qui envoie des signaux ambigus : encouragement de la participation des usagers, promotion des groupes d'usagers de l'eau, mais reprise en main du financement des entreprises publiques de gestion de l'irrigation et découplage de leur rémunération des services fournis. Les associations d'usagers sont promues d'un côté, mais sont tenues à l'écart des structures de décision des EPID de l'autre. Celles-ci vont-elles rester intéressées par l'irrigation, secteur moins rentable que l'électricité ? Les provinces auront-elles les moyens de continuer à payer pour les paysans des plaines ? Dans les zones de montagne, éloignées du pouvoir central, la prise en charge directe des coûts de l'irrigation par les usagers suffira-t-elle à permettre à la décentralisation de continuer à se faire en direction des irrigants et d'institutions locales de gestion de l'eau ? ■

Références

- AAFV (Association d'Amitié and Franco-Vietnamienne), 2000. *L'agriculture et la paysannerie vietnamiennes*. Paris : L'Harmattan.
- Castella JC, Quang DD, 2002. *Doi Moi in the Mountains. Land use changes and farmers' livelihood strategies in Bac Kan Province, Viet Nam*. Hanoi : The Agricultural Publishing House.
- Chinh NV, 2008. From swidden cultivation to fixed farming and settlement: Effects of sedentarization policies among the Khmu in Vietnam. *Journal of Vietnamese Studies* 3 : 44-80.
- Dao The Tuan, 1997. Les transformations rurales récentes au Vietnam. *Cah Agric* 6 : 13-8.
- Doanh LQ, Tuan HD, 2004. Improving indigenous technologies for sustainable land use in Northern mountainous areas of Vietnam. *Journal of Mountain Science* 1 : 270-5.
- Doppler W, Praneetvatakul S, Mungkung N, Sattarasart A, Kitchaicharoen J, Thongthap C, et al., 2006. *Resources and livelihood in mountain areas of South-East Asia: Farming and rural systems in a changing environment*. Weikersheim (Germany) : Margraf Publishers.
- Fontenelle JP, Tessier O, 1997. L'appropriation paysanne de l'hydraulique agricole du delta du fleuve Rouge : processus et limites. *Autrepart* 3 : 25-43. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/autrepart/010012941.pdf.
- Imache A, Dionnet M, Bouarfa S, Jamin JY, Hartani T, Kuper M, et al., 2009. Scénariologie participative : une démarche d'apprentissage social pour appréhender l'avenir de l'agriculture irriguée dans la Mitidja. *Cah Agric* 18 : 417-24. doi: 10.1684/agr.2009.0324.
- Jourdain D, Quang DD, Rakotofiringa A, Vidal R, Chinh NV, 2009. *Agricultural water management in upper-catchments of Northern Vietnam*. Hanoi : IRRI.
- Meinzen-Dick RS, Pradhan R, 2002. *Legal pluralism and dynamic property rights*. Washington (DC) : International Food Policy Research Institute.
- Mellac M, 2006. Des « rizières du muong » aux « rizières de la coopérative » : réflexion sur l'évolution des catégories cognitives mobilisées par les Tai du Nord-Ouest du Viêt Nam dans le domaine foncier. Colloque international « Les frontières de la question foncière », Montpellier, 2006. Actes du colloque consultables en ligne : http://www.mpl.ird.fr/colloque_foncier.
- Michaud J, 1997. From Southwest China into Upper Indochina: an overview of Hmong (Miao) migrations. *Asia Pacific Viewpoint* 38 : 119-30.
- Molle F, 2002. *Development trajectories of river basins: A conceptual framework*. Colombo (Sri Lanka) : International Water Management Institute (IWMI).
- Scott S, 2000. Changing rules of the game: local responses to decollectivisation in Thai Nguyen, Vietnam. *Asia Pacific Viewpoint* 41 : 69-84.
- Sikor T, 2001. Agrarian differentiation in post-socialist societies: evidence from three upland villages in North-Western Vietnam. *Development and Change* 32 : 923-49.
- Sikor T, 2004. Local government in the exercise of State power: the politics of land allocation in Black Thai village. In: Kerkvliet BJ, Marr DG, eds. *Beyond Hanoi: local government in Vietnam*. Singapore : Institute of Southeast Asian Studies.
- Valony M, 2004. *Des communautés d'irrigants aux associations d'usagers de l'eau : un modèle mondial face aux différentes configurations socio-territoriales*. Quatrième séminaire du PCSI « Coordinations hydrauliques et justices sociales », Montpellier, 25-26 novembre. <http://hal.cirad.fr/cirad-00154466/fr/>.
- Vien TD, 2003. Culture, environment, and farming systems in Vietnam's northern mountain region. *Southeast Asian Studies* 41 : 180-205.
- Vien TD, Rambo AT, Lam NT, 2009. *Farming with Fire and Water: The Human Ecology of a Composite Swiddening Community in Vietnam's Northern Mountain*. Kyoto Area Studies on Asia. Kyoto (Japan) : Kyoto University Press.

Analyse des arrangements informels pour l'accès à l'eau souterraine sur les périmètres irrigués de la Mitidja (Algérie) et du Tadla (Maroc)

Anhar Ammar Boudjellal¹
Younes Bekkar²
Marcel Kuper³
Mostafa Errahj²
Ali Hammani⁴
Tarik Hartani¹

¹ École nationale supérieure agronomique
Hassan-Badi
16200 Alger
Algérie
<ammar_ba2004@hotmail.com>
<t.hartani@ensa.dz>

² École nationale d'agriculture
BP S/40
km 10, Route Hadj Keddour
50 000 Meknes
Maroc
<bekkaryounes@yahoo.fr>
<merrahj@gmail.com>

³ Cirad
TA C-90/15
73, rue JF Breton
34398 Montpellier
France
<marcel.kuper@cirad.fr>

⁴ IAV Hassan II
Madinat El Irfane
10100 Rabat
Maroc
<a.hammani@iav.ac.ma>

Résumé

L'agriculture irriguée au Maghreb a de plus en plus recours à l'exploitation des eaux souterraines, même à l'intérieur des périmètres irrigués alimentés par des barrages. Dans un contexte de reconfiguration foncière informelle et de forages « illicites », les agriculteurs ont recours à des arrangements informels de proximité pour l'accès à la nappe. Nous analysons l'importance des arrangements pour les dynamiques agricoles dans les périmètres de la Mitidja Ouest (Algérie) et du Tadla (Maroc). Les arrangements permettent des stratégies de survie pour des milliers de petites exploitations agricoles, mais aussi, de plus en plus, des stratégies de développement d'une agriculture productive. L'analyse des arrangements fournit des clés pour la formulation de politiques publiques favorisant une agriculture productive, avec un renouvellement des producteurs, des innovations techniques et un accès adapté aux facteurs de production, dont l'eau. Cependant, les arrangements sont aussi sources de fragilité pour leurs protagonistes et pour l'avenir des ressources hydriques qu'ils exploitent.

Mots clés : arrangements ; eau souterraine ; forage d'eau ; Maghreb ; périmètre irrigué.

Thèmes : eau ; ressources naturelles et environnement ; territoire, foncier, politique agricole et alimentaire.

Abstract

Analysis of local arrangements to access groundwater in the Mitidja (Algeria) and Tadla (Morocco) irrigation schemes

Irrigated agriculture in North Africa relies more and more on groundwater use, even within large-scale irrigation schemes served by surface water. In a context of complex and rapidly evolving land tenure systems, farmers access groundwater through informal local arrangements using "illicit" tubewells. We analyzed the importance of these arrangements for agricultural dynamics in the West Mitidja (Algeria) and Tadla (Morocco) irrigation schemes. These arrangements allow the survival of thousands of small farm holdings, but also favour development-oriented strategies of such farms. The analysis of these arrangements provides key elements for formulating public policies facilitating the emergence of productive farms by constantly renewing the farming population, integrating technical innovation and obtaining access to production factors. However, arrangements are also a source of vulnerability for their protagonists and the water resources exploited.

Key words: arrangements; groundwater; irrigation schemes; Maghreb; water drilling.

Subjects: natural resources and environment; territory, land use, agricultural and food production policy; water.

Pour citer cet article : Ammar Boudjellal A, Bekkar Y, Kuper M, Errahj M, Hammani A, Hartani T, 2011. Analyse des arrangements informels pour l'accès à l'eau souterraine sur les périmètres irrigués de la Mitidja (Algérie) et du Tadla (Maroc). *Cah Agric* 20 : 85-91. doi : 10.1684/agr.2010.0458

L'aménagement de grands périmètres d'irrigation, alimentés par des barrages, a été un axe central de développement économique et social au Maghreb depuis un demi-siècle. Dans ces périmètres, l'État aménageur dirigeait la mobilisation et la distribution de l'eau de surface, mais intervenait aussi dans les orientations et la conduite des exploitations agricoles, et dans la transformation et la commercialisation des productions. Le modèle des grands aménagements hydrauliques est soumis depuis les années 1980 à de fortes perturbations liées à la libéralisation politique et économique et à une pénurie d'eau généralisée. Dans un modèle en crise, les agriculteurs ont eu recours à la nappe par des forages privés, à l'intérieur même des aménagements de grande hydraulique. À l'instar d'autres régions dans le monde, l'eau souterraine est ainsi devenue un enjeu économique pour des centaines de milliers d'irrigants au Maghreb, et un enjeu social et politique pour les territoires concernés (Shah, 2009).

Les différentes mutations ont conduit ces agriculteurs à rechercher de nouvelles autonomies et, pour cela, à inventer de nouvelles coordinations, pour s'adapter à des marchés évolutifs, pour mobiliser de nouvelles ressources ou pour innover dans de nouvelles manières de produire (Kuper *et al.*, 2009). Une multitude d'initiatives individuelles ou collectives, que nous appelons « arrangements », s'ensuivent. Ces arrangements sont :

- souvent construits localement ;
- extrêmement évolutifs ;
- la plupart du temps informels (Errahj *et al.*, 2009).

Nous sommes alors en présence d'institutions d'irrigation (Ostrom, 1992), témoignant d'une « *capacité d'ajustement hors marché entre les acteurs locaux* » (Beuret, 1999). Avec North (1990), on peut les considérer comme des « *dispositions prises par les agents économiques pour... diminuer l'incertitude dans le domaine des échanges et de la propriété* ». Lees (1986) montre qu'en grande hydraulique, techniciens et agriculteurs ont toujours su obtenir une flexibilité opérationnelle par des arrangements informels, qualifiés de « *stratégies de survie* ». Dans un nouveau contexte de libéralisation politique et écono-

mique, les arrangements peuvent aider les agriculteurs familiaux à dépasser des stratégies de *survie*, et mettre en place des stratégies de *développement* (Errahj *et al.*, 2009).

Cette dernière hypothèse est développée ici en analysant les arrangements autour de l'exploitation des eaux souterraines dans deux périmètres irrigués au Maroc et en Algérie. L'analyse permet d'illustrer l'importance des arrangements pour l'agriculture irriguée et l'exploitation des ressources en eau. Elle ouvre également des perspectives sur la reformulation des politiques publiques.

Méthode

L'analyse a porté sur les arrangements d'accès à la nappe selon la démarche suivante :

- identification des différents types d'arrangements par des entretiens ouverts avec des agents de services hydrauliques et agricoles, et des agriculteurs ;
- caractérisation des arrangements par des entretiens semi-ouverts avec leurs acteurs selon une grille d'analyse (contenu, partenaires, portée, motivation, facteurs déclenchants et accélérateurs, durée, et logique de l'arrangement) ;
- contextualisation des arrangements par rapport aux orientations et pratiques des exploitations agricoles par des enquêtes fermées.

L'étude du périmètre de la *Mitidja Ouest* – 50 km au sud d'Alger – a concerné la commune de Mouzaïa (5 600 hectares). La faible dotation d'eau du réseau public a incité les agriculteurs à recourir à la nappe. En moyenne, 80 % du volume annuel total d'irrigation (28 sur 35 millions m³) provient des 280 forages installés (Hammani *et al.*, 2009). Les terres publiques du périmètre constituaient jusqu'en 1987 des domaines de l'État, qui en a donné le droit de jouissance à ses ouvriers et cadres, par petits collectifs ou individuellement. Les exploitations agricoles collectives (EAC) ont rapidement « éclaté » : partage informel des terres et équipements, mise en location et vente de parcelles (Imache *et al.*, 2009). Les enquêtes ont concerné 176 forages et les exploitations agricoles s'y rattachant.

Le périmètre du *Tadla* (98 300 hectares) est situé à 200 km au sud-est de Casablanca. Un total de 8 300 puits et forages a été mis en place par les agriculteurs, qui fournissent plus de 50 % de l'eau d'irrigation dans le périmètre (environ 300 millions de m³ ; Hammani *et al.*, 2009). Des 27 000 exploitations officiellement enregistrées (propriété privée), environ 40 % sont aujourd'hui en indivision et cultivées par au moins deux héritiers. Il existe un marché très actif de location de terre, qui concerne près de 30 % des exploitations. Une enquête a été menée auprès de 296 exploitants ayant fait l'objet d'une étude plus large sur l'utilisation des eaux souterraines (Hammani *et al.*, 2009). Parmi ces exploitations, 136 disposent de 199 puits et forages.

Résultats

Nombre d'arrangements et accès à la nappe

Plus de 56 % des puits et forages au Tadla font objet d'un arrangement (*figure 1A*). Cependant, ces arrangements n'entraînent pas un accès massif à la nappe (*figure 1B*) ; 50 % des agriculteurs accèdent directement à la nappe à travers leurs puits/forages et 12 % indirectement *via* les arrangements. Ce paradoxe s'explique par le fait que, au Tadla, les arrangements :

- concernent souvent des associations de production entre propriétaire et locataire ;
- représentent un moyen de complémentarité d'accès pour 25 % d'exploitations disposant déjà de puits/forages (*figure 1B*).

Il n'est donc pas surprenant que près de la moitié de la superficie cultivée au Tadla soit emblavée en céréales, dont les besoins en eau sont couverts par la pluie et l'eau du barrage.

C'est une situation bien différente qui prévaut dans la Mitidja où, à travers des arrangements, plus de 90 % des agriculteurs parviennent à accéder à la nappe avec une densité de forages (1 forage pour 20 hectares) 40 % plus faible qu'au Tadla (1 puits ou forage pour 12 hectares). Cela explique l'extension des vergers d'agrumes et de rosacées (1 200 hectares) depuis 2002 dans la commune de Mouzaïa et

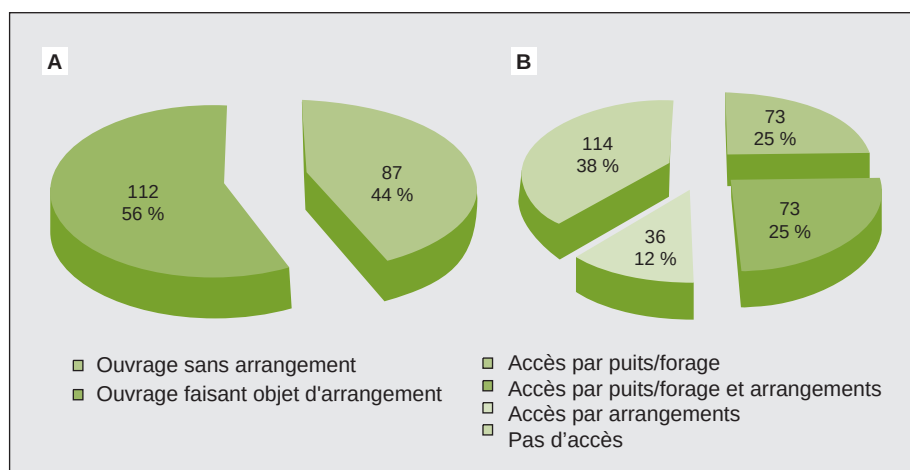


Figure 1. Nombre d'arrangements au Tadla.

Figure 1. Number of arrangements in Tadla.

A) ouvrages de pompage ; B) exploitations agricoles.

la présence d'une filière maraîchère dynamique (840 hectares dont 480 hectares sous serres).

Portée et logiques des arrangements

Les arrangements permettant l'accès à l'eau souterraine, tant au Tadla que dans la Mitidja, revêtent des formes très différenciées (figure 2). Nous les avons distinguées selon leur *portée* et leur *logique*.

Trois catégories d'arrangements ont été identifiées selon leur portée, c'est-à-dire le constituant auquel l'arrangement s'applique.

La première catégorie (arrangements n° 1-4, figure 2) représente l'investissement collectif dans la réalisation des ouvrages (puits, forage) et équipements (pompe, moteur). Au Tadla, ces investissements sont surtout le fait d'exploitations familiales en indivision pour réduire le coût ou partager le risque de l'échec du creusement. Les investissements collectifs (26 % des arrangements ; figure 3A), sont en baisse avec la propagation des forages individuels. Dans la Mitidja, 76 % des forages sont collectifs, appartenant à un (sous-)ensemble d'attributaires d'une EAC. Depuis 1999, les arrangements d'investissement sont en baisse, avec l'interdiction de creuser des forages après la remise en eau du réseau public. La deuxième catégorie concerne les arrangements d'exploitation des

ouvrages par un accord sur un tour d'eau et le partage des frais de pompage et d'entretien. Conclues pour une longue durée, ils peuvent se limiter à une campagne agricole. Au Tadla, ils concernent des exploitations en indivision (n° 5, 6), mais aussi des associations de production (n° 7, 8). L'un des associés apporte l'accès à l'eau, et l'autre la terre ou sa force de travail et son savoir-faire. Il existe aussi des associations d'équipement où le propriétaire du forage utilise le moteur de quelqu'un d'autre pour irriguer, en contrepartie de l'accès à son forage (n° 10, 11). Les arrangements d'exploitation sont peu nombreux (21 %) au Tadla et les agriculteurs sont réticents à s'y engager. D'une part, l'accès individuel à un forage est aisé avec un coût d'investissement abordable et peu de contrôle sur leur installation. D'autre part, et contrairement à la Mitidja, ces arrangements sont peu attirants pour un propriétaire en absence de rémunération pour la vente d'eau. Dans la Mitidja, les arrangements d'exploitation sont répandus (63 %) pour dépasser les problèmes liés à l'éclatement des EAC, mais aussi pour rentabiliser l'investissement du forage et valoriser la terre. L'accès à la nappe double le prix de location des terres (n° 9).

La troisième catégorie concerne les *transactions* ponctuelles. Au Tadla, elles constituent 56 % des arrangements et concernent principalement des dons d'eau (n° 12-15). Au contraire, dans la

Mitidja, il s'agit surtout de ventes d'eau (n° 16).

Une logique de *solidarité* sous-tend la moitié des arrangements au Tadla (figure 3B). La finalité est l'entraide et le soutien des autres. Le bénéficiaire reçoit l'eau gratuitement, ou paie le carburant nécessaire au fonctionnement de la motopompe, sans contribuer aux frais d'entretien ou d'amortissement des équipements. Cela paraît économiquement illogique, mais est vu par le propriétaire comme une sécurité pour l'avenir (Godbout, 2000). Ces arrangements concernent les cultures vivrières et fourragères (céréales, luzerne), et non pas des cultures de rente. Les dons d'eau existent également dans la Mitidja, notamment entre attributaires d'EAC divisés, mais la pression sur les forages fait que ce type de transaction devient plus rare.

Quarante et un pour cent des arrangements au Tadla ont une logique *mutualiste* ; les différents partenaires mutualisent leurs moyens pour l'accès à la nappe. Ils concernent surtout des investissements ou l'exploitation d'un forage existant. Il s'agit d'exploitations familiales en indivision ou de voisins n'ayant pas le capital nécessaire pour investir dans un forage. Dans la Mitidja, nombreux sont les arrangements de type mutualiste, notamment entre les attributaires d'EAC divisées. Les arrangements où les partenaires souhaitent valoriser leur *capital* sont minoritaires au Tadla (12 %), et concernent l'association de production pour le maraîchage. Chaque partenaire apporte un ou plusieurs facteurs de production, dont l'accès à la nappe. Ce type d'arrangement est plus fréquent dans la Mitidja, où l'on retrouve les mêmes arrangements qu'au Tadla, mais aussi le cofinancement d'un forage entre locataire et attributaire. Puis, et contrairement au Tadla, il existe la vente d'eau, qui se fait durant une campagne agricole ou ponctuellement, l'unité de vente étant l'hectare, l'heure, voire la citerne. Bien évidemment, la portée et la logique d'un arrangement ne sont souvent pas exclusives et peuvent se recouper. Une transaction « capitaliste », par exemple, peut générer des élan de solidarité entre les protagonistes de l'arrangement.

Le nombre de partenaires par arrangement est réduit au Tadla : 44 % concernent deux partenaires bénéficiaires (arrangements mutualistes ou

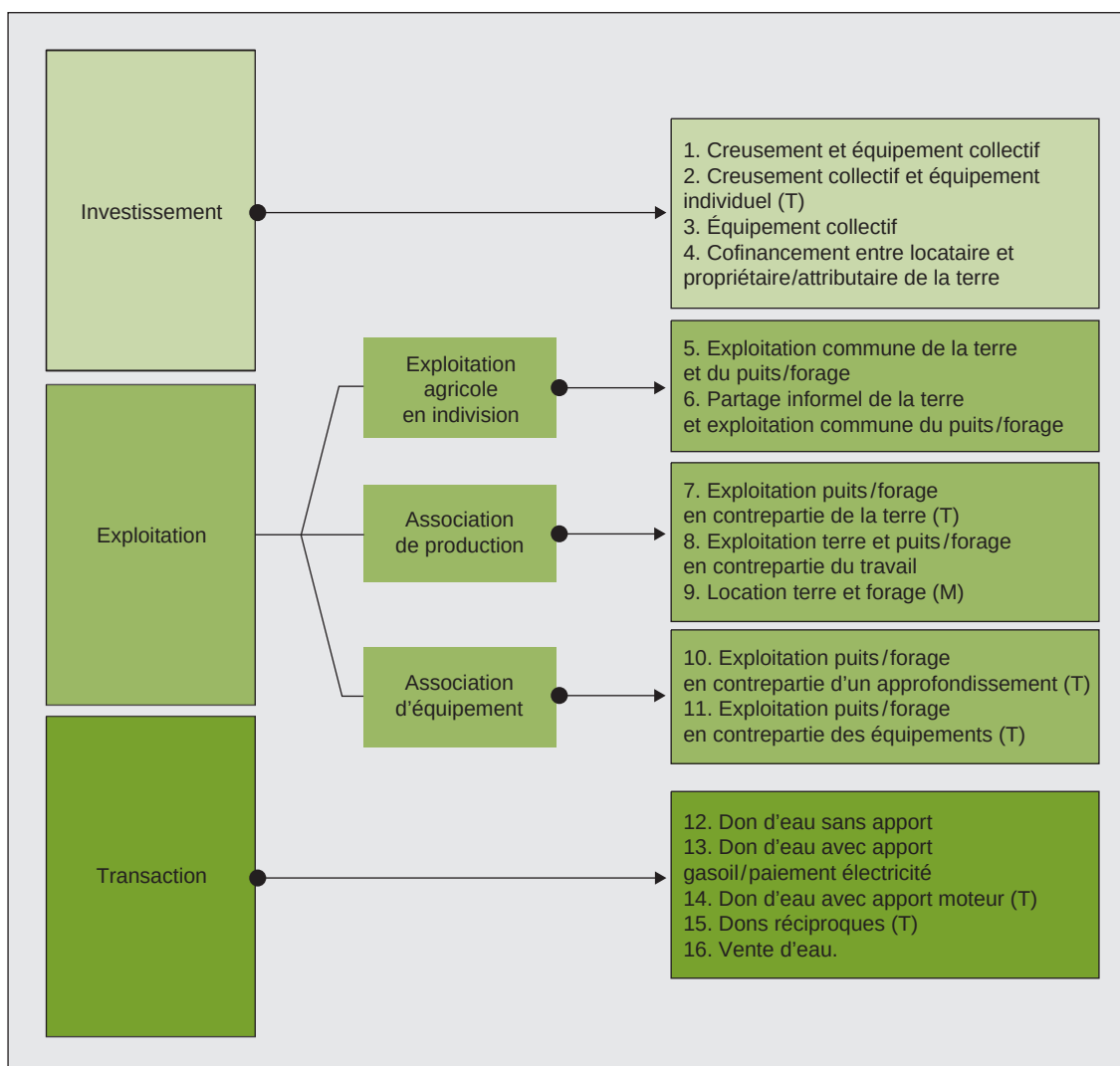


Figure 2. Portée des arrangements d'accès à la nappe.

Figure 2. Scope of the groundwater access arrangements.

M, T : uniquement dans la Mitidja ou le Tadla.

capitalistes, principalement) et 30 % un seul (dons d'eau). Dans la Mitidja, les partenaires sont souvent plus nombreux (de 2 à 10), surtout pour les arrangements mutualistes.

Les arrangements pour l'eau mobilisent d'autres facteurs de production

Les arrangements sont souvent à la base d'une agriculture productive ; ils concernent l'eau, mais s'imbriquent avec des transactions foncières et mobilisent d'autres facteurs de production (main-d'œuvre, savoir-faire,

capital). Avant de procéder à la location de la terre, les locataires de la Mitidja (maraîchers, agrumiculteurs) s'assurent d'un accès à l'eau par un contrat d'exploitation (n° 9), ou en investissant dans un forage qui revient par la suite aux attributaires (n° 4). Souvent, la location de l'eau et de la terre se négocie avec les mêmes attributaires, mais parfois le locataire s'arrange avec plusieurs groupes ou EAC. Au Tadla, cette imbrication implique des agriculteurs en association de production, l'un apportant la terre, l'autre le forage (n° 7). Dans d'autres cas, ces associations impliquent une contrepartie

en main-d'œuvre ou en savoir-faire, notamment pour le maraîchage (n° 8). Sur les exploitations en indivision (exploitations familiales du Tadla, EAC unies de la Mitidja), les partenaires mobilisent collectivement l'ensemble des facteurs de production (arrangement n° 5, *figure 4*).

Quand les partenaires mutualisent les équipements (forage, motopompe), ils mobilisent d'abord leur capital pour ensuite partager l'accès à l'eau (n° 10, 11). Les arrangements d'investissement (n° 1-3) concernent uniquement la mobilisation du capital. Par la suite, des arrangements d'exploitation prennent la relève (n° 6). Les transactions

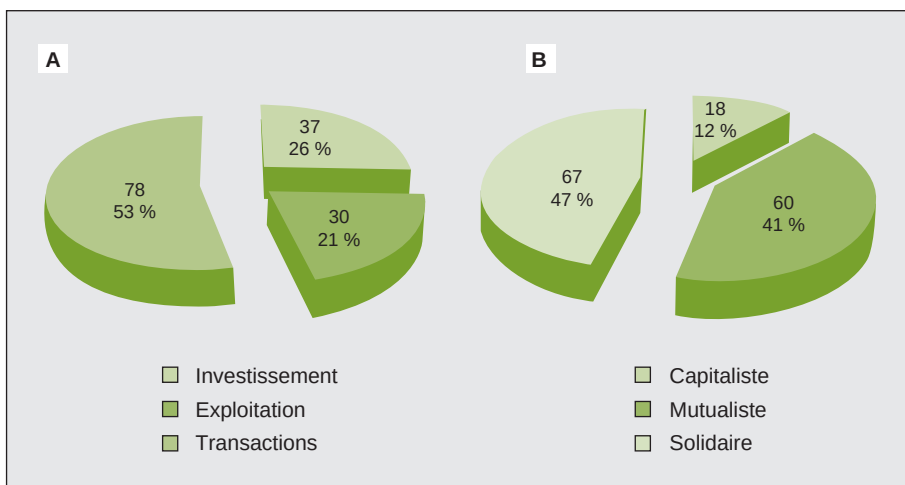


Figure 3. Importance des arrangements autour des forages au Tadla.

Figure 3. Importance of the scope and logics of arrangements of groundwater access in Tadla.
A) portée ; B) logique.

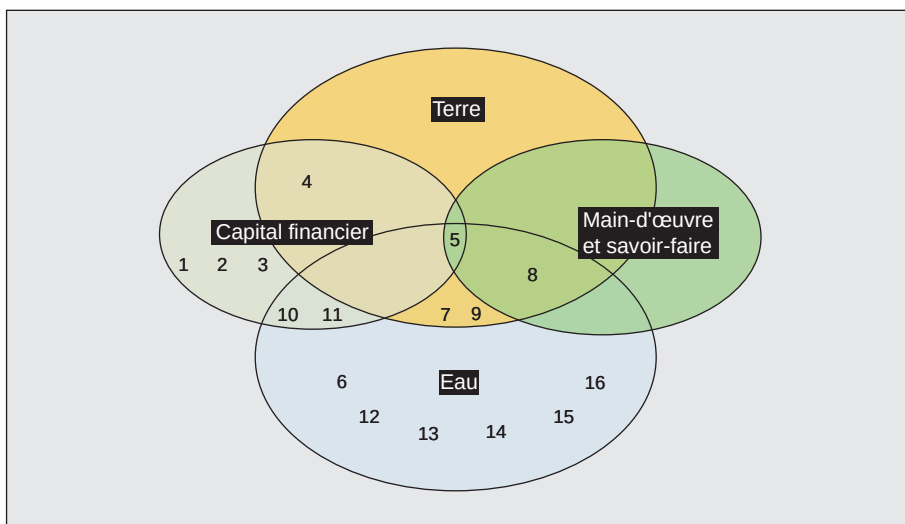


Figure 4. Différents facteurs de production mobilisés à travers les arrangements d'accès à la nappe.

Figure 4. Different production factors mobilized through groundwater access arrangements.
Les numéros réfèrent aux arrangements présentés en figure 2.

(dons, vente d'eau) ne concernent que l'eau (n° 12-16).

Les arrangements comme dispositifs d'adaptation au changement

Ayant connu de profondes mutations dans un laps de temps réduit, la Mitidja se prête bien à l'analyse diachronique de l'émergence, de l'évolution et de la

disparition des arrangements (figure 5). On peut distinguer trois périodes. La première période correspond à l'époque où les EAC étaient unies (1987-1990). Un grand nombre d'EAC disposant d'agrumes n'avaient plus accès aux puits des anciens domaines. Les arrangements concernaient l'investissement par les EAC dans l'installation de forages (illicites). La deuxième période – très perturbée – s'ouvre avec « l'éclatement » des EAC et dure jusqu'en 2000. Cela conduit à

des arrangements pour continuer l'exploitation en commun des forages d'EAC, malgré le partage des terres. Des sous-groupes d'attributaires vont investir rapidement dans de nouveaux forages. Leur souci est de s'approprier l'accès à la nappe, car l'accès à l'eau de l'État est incertain et insuffisant. L'arrivée de locataires-maraîchers, exigeant un accès à la nappe, va entraîner une myriade d'arrangements entre ces nouveaux acteurs et les attributaires. Il s'agit pour les locataires d'accéder aux ressources à travers des contrats informels durant une campagne agricole. D'autres événements vont ponctuer cette période : l'arrêt des crédits bancaires, l'assèchement des puits (début des années 1990), le sabotage du barrage (1994), l'insécurité... Ce sont autant de facteurs déclenchant ou accélérant la mise en place d'arrangements.

La troisième période commence vers 2000. Dans un contexte plus sûr, de nouvelles dynamiques agricoles se mettent en place. Les subventions du programme national de développement agricole encouragent les attributaires à réinvestir dans l'arboriculture. Par ailleurs, le phénomène de location s'amplifie, avec plus de 8 000 serres en 2007 à Mouzaïa. Mais il devient difficile d'installer un forage illicite, ce qui amène un fort taux d'utilisation des forages *via* une multitude d'arrangements d'exploitation. Les attributaires suivent une logique de rentabilisation des forages et les transactions à caractère financier augmentent aux dépens des actes de solidarité. L'eau devient une rente au même titre que la terre. Les locataires vont dépasser la seule logique d'accès à la ressource, visant à s'approprier les forages par des arrangements de longue durée.

Discussion et conclusion

Importance des arrangements pour l'agriculture irriguée

Pour les irrigants, l'arrangement est avant tout un dispositif d'adaptation aux changements aussi bien structurels que conjoncturels. Par définition évolutif, il peut à son tour impulser le changement. En effet, pour que ces

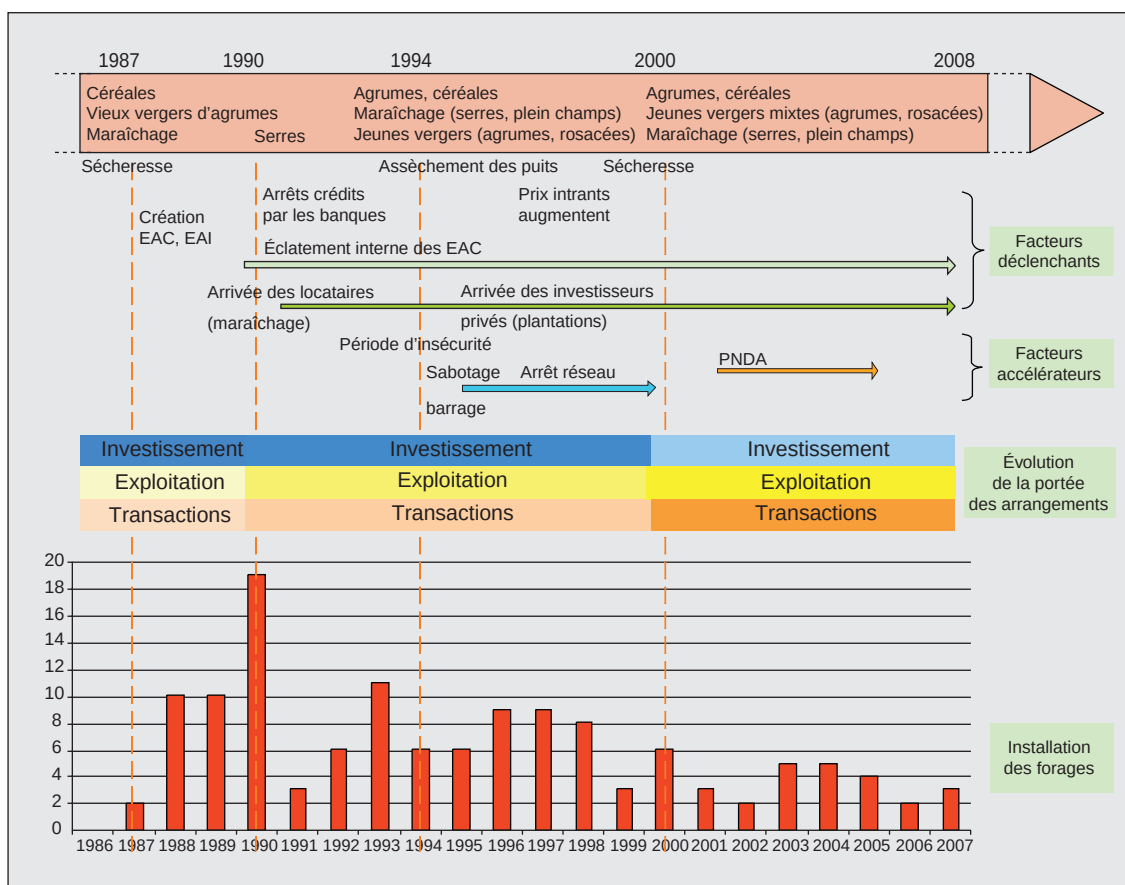


Figure 5. Historique et contexte de l'installation des forages dans la Mitidja Ouest.

Figure 5. History of the installation of tubewells in the West Mitidja.

EAC : exploitations agricoles collectives ; EAI : exploitations agricoles individuelles.

institutions d'irrigation soient fonctionnelles, les règles doivent pouvoir être appliquées, mais aussi adaptées (Ostrom, 1992). Ces institutions ont montré une utilité multiple et s'avèrent bien distinctes selon le contexte. Premièrement, la *solidarité* entre irrigants permet à ceux qui n'ont pas les moyens d'avoir un forage individuel de sauver une campagne agricole par des arrangements ponctuels. Au Tadla, plusieurs milliers de petites exploitations se maintiennent par l'apport d'eau aux moments cruciaux du calendrier culturel pour conduire à terme des céréales ou sauver des fourrages pour l'élevage bovin. Dans la Mitidja, où la pression sur la terre est plus forte, la capacité des forages plus limitée, et la présence de locataires venus d'ailleurs plus accentuée, ces arrangements de solidarité ont tendance à fortement diminuer.

Deuxièmement, les arrangements *mutualistes* diminuent *l'incertitude* de l'accès à la nappe (North, 1990). Ils sécurisent un accès à moyen terme, dans des situations foncières complexes, des attributaires de la Mitidja, mais ils concernent aussi les héritiers d'exploitations indivises du Tadla. Plus fortement présents dans la Mitidja (plus de difficultés à installer des forages, foncier moins sécurisé), ces arrangements font que 75 % des forages appartiennent à des collectifs d'attributaires, conduisant en relative sécurité une agriculture irriguée intensive (agrumes, rosacées). Troisièmement, les arrangements « capitalistes » permettent une meilleure valorisation de l'eau et d'autres facteurs de production (capital, main-d'œuvre, énergie). Dans la Mitidja, ces arrangements ont attiré une population de jeunes locataires, très

dynamiques et porteurs d'innovations techniques. Plus de 600 jeunes se sont installés dans la commune de Mouzaïa, profitant du peu de formalités nécessaires. Ces locataires, pratiquant le maraîchage sous serre et utilisant des systèmes goutte-à-goutte, obtiennent une marge brute de 2 euros/m³ d'eau contre 1,1 euro pour les systèmes les plus performants (agrumes) des attributaires (Imache *et al.*, 2009). Au Tadla, ces arrangements d'accès à la nappe sont un moyen d'accès à la terre, au capital, à la main-d'œuvre et à la technicité. Il s'agit d'associations de production (maraîchage, en particulier) qui attirent une population de jeunes. Cependant, les protagonistes de ces arrangements individualisent l'accès à la nappe dès que possible, ce qui reste beaucoup plus difficile dans la Mitidja.

Les arrangements comme précurseurs de politiques publiques ?

Les arrangements ne sont pas seulement une stratégie de survie des irrigants dans un contexte où les lois foncières et hydrauliques s'avèrent inadaptées aux réalités de terrain, mais permettent aussi des stratégies de développement (Errahj *et al.*, 2009). À travers ces arrangements, les agriculteurs, même les plus modestes, réussissent à accéder à l'ensemble des facteurs de production, à apprivoiser des innovations techniques, et à installer des jeunes. Si les lois gardent un temps de retard sur les dynamiques de terrain, les arrangements resteront nécessaires aux dynamiques agricoles. Ils peuvent alors être mobilisés comme indicateur de pertinence de la législation en place. Plus les arrangements pour contourner la législation sont nombreux, plus celle-ci apparaît en décalage avec les réalités du terrain indiquant la nécessité de la faire évoluer.

Les arrangements sont un reflet d'une agriculture plurielle qui se construit sur le terrain, lentement, avec des tâtonnements. Ils jouent un rôle précurseur des innovations techniques et institutionnelles. En quelque sorte, les usagers montrent, par leurs pratiques, le chemin d'une agriculture productive, manifestant de singulières capacités d'innovation (Imache *et al.*, 2009). L'analyse des arrangements aide ainsi à comprendre comment favoriser une agriculture productive, en renouvelant des producteurs, en intégrant des innovations techniques, et en procurant un accès à l'eau adapté à la production de cultures à haute valeur ajoutée. L'accent mis dans les deux pays pour attirer des investisseurs privés nationaux et étrangers en

agriculture semble relever d'une tentative de raccourci d'un processus de développement agricole. Si la tentative de greffer des modèles importés persiste afin d'éviter un processus long et complexe d'innovation (Pascon, 1980), l'enjeu est de construire sur les acquis de 20 ans d'expériences multiples, en s'appliquant à résoudre les problèmes réels liés à la productivité agricole et la durabilité de la ressource.

Cependant, les arrangements sont aussi source de fragilité. Premièrement, leurs protagonistes ne sont pas reconnus : les locataires informels de la Mitidja n'ont pas de carte professionnelle *fellah*, ce qui rend l'acte de production, l'approvisionnement en intrants et la commercialisation hasardeux (Imache *et al.*, 2009).

Deuxièmement, la quasi-absence d'un État régulateur ne favorise pas la prise en compte de la préservation des nappes subissant une pression croissante (pollution, surexploitation). Car c'est bien cette double équation qu'il s'agit de résoudre : assurer la durabilité d'une agriculture irriguée, tout en préservant les ressources naturelles. Dans la Mitidja, les arrangements ont permis un accès collectif à la nappe, contrairement à d'autres régions du monde (Shah, 2009). Ce n'était certainement pas par choix (manque de crédits, coût élevé, foncier collectif), mais cet accès collectif constitue sans doute une opportunité pour construire des règles d'usage de l'eau en équilibre avec la recharge de la nappe. Troisièmement, malgré une certaine protection foncière, la loi du plus fort a pu s'imposer ici et là : dans la Mitidja certains agrandissent leur foncier rapidement, plusieurs attributaires sont dans une logique de sortie de l'agriculture et en voie de paupérisation... Intégrer l'ensemble des irrigants dans un débat sur les enjeux et l'avenir du

secteur s'impose pour sécuriser leur accès à l'eau et au foncier, facteurs essentiels de production. Ce débat devrait aussi influencer le législateur dans la formulation des politiques publiques, comme cela a été le cas avec la récente loi foncière en Algérie ou le Plan Maroc Vert. ■

Références

- Beuret JE, 1999. Petits arrangements entre acteurs... Les voies d'une gestion concertée de l'espace rural. *Nat Sci Soc* 7 : 21-30.
- Errahj M, Kuper M, Faysse N, Djebbara M, 2009. Finding a way to legality, local coordination modes and public policies in large-scale irrigation schemes in Algeria and Morocco. *Irrig Drain* 58 : 358-69.
- Godbout JT, 2000. *Le don, la dette et l'identité : homo donator versus homo oeconomicus*. Montréal : Boréal.
- Hammani A, Hartani T, Kuper M, Imache A, 2009. Paving the way for groundwater management: transforming information for crafting management rules. *Irrig Drain* 58 : 240-51.
- Imache A, Bouarfa S, Kuper M, Hartani T, Dionnet M, 2009. Integrating 'invisible' farmers into a regional debate on water productivity: the case of informal water and land markets in the Algerian Mitidja plain. *Irrig Drain* 58 : 264-72.
- Kuper M, Errahj M, Faysse N, Caron P, Djebbara M, Kemmoun H, 2009. Autonomie et dépendance des irrigants en grande hydraulique, observations de l'action organisée au Maroc et en Algérie. *Nat Sci Soc* 17 : 248-56.
- Lees SH, 1986. Coping with bureaucracy: Survival strategies in irrigated agriculture. *Am Anthropol* 88 : 610-22.
- North D, 1990. *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Ostrom E, 1992. *Crafting institutions for self-governing irrigation systems*. San Francisco : ICS Press.
- Pascon P, 1980. La grande maladie du Maroc c'est la greffe des modèles et l'absence d'innovation (entretien avec Z Daoud). In : Pascon P. *Études rurales : idées et enquêtes sur la campagne marocaine*. Rabat : Société marocaine des éditeurs réunis.
- Shah T, 2009. *Taming the anarchy: groundwater governance in South Asia*. Washington (DC) : Resources for the Future Press.

Quel comportement coopératif chez les agriculteurs irrigants ?

L'économie expérimentale à l'épreuve du terrain

Mohamed Ali Bchir
<bchir@supagro.inra.fr>

ENGEEES
UMR GSP
1, quai Koch
BP 61039
67070 Strasbourg
France
<mbchir@engees.unistra.fr>

Résumé

De nombreux pays en développement se sont engagés dans un processus de décentralisation de la gestion de leurs périmètres irrigués. Désormais, les agriculteurs sont eux-mêmes responsables de leur périmètre. Dans ce nouveau contexte, les actions collectives naissantes sont confrontées au défi de la coopération inhérent à la production de biens collectifs. L'objectif de ce travail est d'étudier le comportement de ces agriculteurs participant à l'autogestion des périmètres irrigués. À cet effet, nous mettons en place une expérience de contribution à un jeu de bien public. Ces jeux sont utilisés en économie expérimentale pour étudier le comportement coopératif des individus. La prédiction de la théorie des jeux par rapport à ce jeu consiste en l'adoption de la stratégie du passager clandestin. L'individu maximise son bien être en profitant de l'effort fourni par le groupe. L'expérience en laboratoire montre que les sujets sont plus coopératifs que ce que la théorie prédit mais qu'ils apprennent au fur et à mesure du jeu le choix de la stratégie du passager clandestin. Plusieurs critiques ont été formulées à ces expériences en laboratoire notamment en ce qui concerne la validité externe des résultats. Ce travail rapporte une expérience conduite directement avec des agriculteurs irrigants afin de comparer leur comportement coopératif avec celui obtenu en laboratoire. L'expérience montre que les agriculteurs atteignent un niveau de coopération élevé et que ce dernier se maintient dans le temps.

Mots clés : autogestion ; comportement collectif ; participation des agriculteurs ; périmètre irrigué.

Thèmes : eau ; économie et développement rural.

Abstract

What cooperative behaviour for farmers? Challenging experimental economics with field investigation

Many developing countries are committed to a decentralization process of their irrigation system. Farmers have to self-govern their productive activities. Such developments raise the usual challenges of cooperation in collective action providing collective goods. The aim of this investigation is to examine farmers' cooperative behavior. For this purpose, we set up a public good experiment. Public good games are relevant to investigate cooperative behavior. Game theory predicts a free riding strategy as a best reply to the strategic issue of the game. The player maximizes his welfare by benefiting from the effort provided by other members of his group. Experimentation shows that subjects are more cooperative than the theoretical prediction. However, they learn to free ride during the experiment. Several critics are addressed to such experiments, especially concerning the issue of external validity of the results.

Pour citer cet article : Bchir MA, 2011. Quel comportement coopératif chez les agriculteurs irrigants ? *Cah Agric* 20 : 92-6. doi : 10.1684/agr.2011.0468

Tirés à part : M.A. Bchir

doi: 10.1684/agr.2011.0468

The aim of this investigation is to conduct an experiment with farmers in order to examine their cooperative behavior. The experiment shows that farmers reach a higher level of cooperation that is sustained over time.

Key words: collective behaviour; farmer participation; irrigation schemes; self management.

Subjects: economy and rural development; water.

En Tunisie, la superficie des périmètres irrigués est passée de 65 000 hectares au lendemain de l'indépendance, en 1956, à 243 000 hectares en 1985 et à plus de 400 000 hectares en 2006. Tout au long de cette période, les autorités ont mis en œuvre une politique d'offre : chaque pénurie d'eau était compensée par la création de nouvelles ressources. Cette politique de l'offre a été conduite grâce à un montage institutionnel très centralisé fondé sur les offices de mise en valeur. À leur début, ces offices ont réussi à gérer l'agriculture irriguée. Cependant, au fur et à mesure de l'expansion des périmètres, les charges de gestion ont augmenté et la gestion centralisée a atteint ses limites. L'État tunisien a donc décidé de se désengager et de créer des associations d'agriculteurs irrigants. L'objectif est double : d'une part, décentraliser la gestion, les usagers ayant une connaissance précise de leurs besoins ; d'autre part, amorcer une politique de gestion de la demande, car de nouvelles ressources en eau sont de plus en plus difficilement mobilisables. L'État tunisien a doté progressivement ces associations d'irrigants naissantes du cadre légal nécessaire pour qu'elles puissent s'épanouir. C'est ainsi que les usagers peuvent désormais organiser leur activité d'irrigation (tour d'eau et tarification), assurer l'entretien de leur infrastructure (réparation des pannes de forage et du réseau) et développer des actions économiques collectives (achats groupés d'intrants et expertise). Toutefois, malgré le caractère volontariste de cette réforme, la gestion du périmètre irrigué s'est heurtée aux difficultés inhérentes aux actions collectives (Ostrom, 1990), en particulier, celles liées au comportement coopératif des agriculteurs (Bchir et Bachtà, 2007).

La coopération au sein des actions collectives soulève le problème du dilemme social. Celui-ci découle de l'existence de deux logiques de comportement au sein d'une action collective : celle de l'individu et celle du groupe. Deux intérêts s'opposent : celui de l'agriculteur qui cherche à maximiser son profit en tant qu'individu et celui du groupe qui tient compte de l'intérêt général de tous les agriculteurs. Le niveau de coopération au sein de l'action collective reflète l'intensité de ce dilemme social. Plus l'agriculteur agit selon une logique égoïste et plus la probabilité de produire moins de bien collectif est grande. Plus l'agriculteur est coopératif et plus le bien-être social généré par l'action collective augmentera.

L'économie expérimentale, grâce au contrôle qu'elle permet sur la production des données, est appropriée à l'étude du comportement coopératif. Toutefois, de nombreuses critiques ont été adressées aux « expérimentalistes » quant au degré de validité externe de leurs résultats. En effet, les expériences en économie expérimentale se déroulent au laboratoire avec des étudiants comme sujets de référence. Dans ce travail, nous nous proposons de conduire une expérience directement avec des agriculteurs de périmètres irrigués. Cette opportunité a été rendue possible grâce au projet « Économie d'eau en système irrigué au Maghreb » (SIRMA). Ce dernier vise à analyser les problématiques des systèmes irrigués en prenant comme point de départ les pratiques des agriculteurs dans les actions collectives (Kuper *et al.*, 2009). Ci-après nous décrivons la conception du jeu, les prédictions théoriques et l'adaptation aux contraintes du terrain. Puis nous présentons les résultats pour les discuter ensuite avant de conclure dans la dernière section.

Protocole expérimental d'un jeu de coopération : la contribution volontaire à un bien public

Une expérience en économie expérimentale se déroule selon les étapes suivantes : en premier lieu, le recrutement des sujets et la préparation de la salle expérimentale, ensuite l'accueil, l'installation des sujets, l'explication et la vérification de la compréhension du jeu, et enfin la rémunération selon les résultats de l'expérience.

Expérience de laboratoire

L'expérience de laboratoire a été réalisée avec 24 étudiants. La phase de recrutement commence quelques jours avant le début de l'expérience. Les sujets sont tirés au sort et convoqués à partir de la base de données du laboratoire qui comprend des étudiants issus de différentes disciplines (économie, droit, agronomie, etc.). Le jour de l'expérience, l'expérimentateur accueille les sujets et leur demande de s'installer dans la salle devant le poste d'ordinateur de leur choix. L'expérimentateur lit les instructions à haute voix et vérifie la compréhension de chaque sujet à l'aide d'un questionnaire. Le jeu de contribution volontaire à un bien public suit alors le déroulement ci-après. Chaque sujet est doté d'un budget de vingt jetons pour lequel il doit prendre deux décisions de placements par rapport à deux comptes. Le premier est un compte privé. Il procure au sujet

un gain qui ne dépend que de ses placements. Le second compte est collectif. Il appartient à tout le groupe. Chaque jeton placé dans le compte individuel rapporte un point tandis qu'un jeton placé dans le compte collectif rapporte un demi-point. L'expérience débute une fois les instructions expliquées aux sujets. Des groupes de quatre joueurs sont formés aléatoirement. Chaque sujet saisit son choix d'investissement sur l'ordinateur. La somme de ces deux gains, privé et collectif, représente sa rémunération finale. Ce jeu est répété durant 25 périodes, une période étant une prise de décision par tout le groupe. L'expérience est totalement décontextualisée.

Prédictions comportementales

La prédiction théorique du comportement des sujets pour ce jeu de contribution volontaire à un bien public est une contribution nulle (stratégie du passager clandestin). Le joueur maximise son profit en plaçant tous ses jetons dans le compte privé et en laissant les autres joueurs faire l'effort de placer leurs jetons dans le compte collectif. Cependant, si tous les joueurs plaçaient l'ensemble de leurs dotations dans le compte collectif, cela procurerait un gain supérieur au cas où les joueurs placeraient tous leurs jetons dans le privé. C'est le dilemme social. Chaque joueur a individuellement intérêt à placer ses jetons dans le compte privé, mais collectivement, le groupe maximise son gain en investissant dans le compte collectif. Se fondant sur cette prédiction de comportement, il s'agit dès lors d'examiner le nombre de jetons placés par les joueurs dans le compte collectif. Un nombre élevé de jetons placés dans le compte collectif est synonyme d'un comportement coopératif important. Un investissement faible dans le compte collectif équivaut à un comportement plus égoïste de la part des participants. Il est important de souligner que cette prédiction de comportement est *a priori* valable aussi bien au laboratoire que sur le terrain. L'intérêt de réaliser des expériences avec des agriculteurs est alors de tester l'existence d'un effet contexte et sujet. Cela permet de vérifier la robustesse de la prédiction de la théorie des jeux et celle du

laboratoire. Nous décrivons ci-après l'adaptation du protocole expérimental aux contraintes du terrain.

Expérience de terrain

Notre zone d'étude se situe au centre de la Tunisie, à proximité de la ville de Kairouan. Elle comporte 16 périmètres irrigués. Un périmètre compte en moyenne 56 agriculteurs pour une superficie moyenne par exploitation de 2,5 hectares. La main d'œuvre est familiale, disposant de peu de moyens mécaniques. Les cultures pratiquées sont des céréales l'hiver, et des cultures maraîchères l'été, avec, pour certains, de l'arboriculture et des cultures maraîchères en intercalaires.

L'expérience de terrain a commencé par le choix du pool des agriculteurs. Nous avons sélectionné deux cas extrêmes de gestion des périmètres irrigués pour conduire notre étude de comportement coopératif des agriculteurs : le premier se distingue par un niveau de coopération élevé, le second par un faible niveau de coopération. Nous nous sommes référés au cadre théorique de « développement d'analyse institutionnelle » d'Ostrom (1990). Ce cadre d'analyse, appliqué par Tang (1992) aux systèmes irrigués, est fondé sur l'idée que le succès d'une action collective dépend de la résolution simultanée des problèmes d'arènes d'actions multiples. Une arène d'action représente une unité d'analyse comprenant une situation d'action et les acteurs qui y participent (Ostrom *et al.*, 1994). Ces arènes sont au nombre de trois :

1. La maintenance du réseau d'irrigation : le réseau d'irrigation est-il bien entretenu à la fin d'une période ?
 2. Le respect des règles de gestion de la ressource en eau : les irrigants respectent-ils les règles d'exploitation de la ressource en eau définies en année moyenne face à des scénarios variés ?
 3. L'adéquation entre l'offre d'eau et les besoins des irrigants : la ressource a-t-elle permis de satisfaire les besoins en eau des irrigants à la fin d'une période ?
- Tang (1992) démontre que les trois arènes d'actions sont imbriquées et qu'il existe une difficulté croissante dans leur réalisation : la maintenance – l'activité la plus facile à réaliser – suivie par le respect des règles et, enfin, l'approvisionnement en eau adéquat,

le plus difficile à atteindre. Ainsi, un système irrigué performant est en mesure de résoudre les problèmes des trois arènes d'actions simultanément tandis qu'un système peu performant, au contraire, des difficultés à les traiter. Ensuite se pose le problème du recrutement des agriculteurs qui vont participer à l'expérience. L'échantillonnage a été aléatoire. Il n'existe pas de base de données disponible à partir de laquelle l'expérimentateur pourrait tirer au sort des participants comme cela se pratique pour les expériences au laboratoire. Le recrutement a donc commencé deux semaines avant le début de l'expérience. Au préalable, plusieurs visites de terrain ont été effectuées par l'expérimentateur pour prendre contact avec ces agriculteurs à fortes capacités de mobilisation ainsi qu'avec l'Administration locale. Le recours à certains agriculteurs pouvant avoir un impact sur le comportement des sujets, le caractère anonyme du protocole expérimental (attribution aléatoire et anonyme des numéros des joueurs) est mis en avant pour rassurer les sujets. De plus, avant le début de l'expérience, la garantie de l'anonymat concernant le traitement des données est rappelée aux participants. Par ailleurs, le choix a été fait de conduire l'expérience directement sur un lieu collectif neutre du périmètre irrigué et non pas dans les salles aménagées de l'Administration locale : cela évite aux agriculteurs de se déplacer, mais surtout, cela évite tout poids institutionnel qui pourrait affecter le comportement des agriculteurs. Enfin, l'Administration n'a pas été autorisée à assister à l'expérience, requête qui a été acceptée avec compréhension. Outre l'effort de communication autour de la conduite de l'expérience, un forfait de présence a également été annoncé. Même si l'expérience se déroule sur le lieu de travail, de nombreux agriculteurs viennent d'endroits éloignés. Certains doivent même parcourir plusieurs kilomètres à pied pour se rendre sur le lieu de l'expérience. Le forfait de présence constitue alors une compensation pour l'effort fourni. Au total, le gain d'un sujet (forfait de présence + gains du jeu) représente 6 euros, soit le gain moyen d'un ouvrier agricole durant une journée de travail. Deux sessions ont été organisées sur le terrain, avec chaque fois 24 agriculteurs. Dans la première session, les

agriculteurs étaient issus d'un périmètre irrigué performant ; dans la seconde, ils étaient issus d'un périmètre peu performant. Chacune des deux sessions de terrain a été conduite indépendamment. Les agriculteurs de deux périmètres n'ont donc pas été mélangés.

Une fois les sujets recrutés et installés, l'expérience de contribution volontaire suit le même déroulement que celle réalisée en laboratoire. La lecture des instructions est remplacée par des explications orales avec un tableau comme support et le contrôle des connaissances repose sur la possibilité offerte aux agriculteurs de poser des questions orales ainsi que de faire trois tours d'essais avant de débiter le jeu. Le discours utilisé au laboratoire (traduit au préalable et contrôlé pour son intelligibilité auprès d'autres agriculteurs) est reproduit, mot pour mot, durant l'expérience de terrain. Néanmoins, il existe nécessairement une détérioration du contrôle lors de ce passage vers le terrain. En particulier, les expressions « compte privé » et « compte collectif » ont été maintenues dans les deux types d'expériences à cause de leur rôle clef dans la compréhension du jeu. Il est possible que, dans le contexte particulier du périmètre irrigué, elles renvoient à un vécu des sujets. Cet exemple illustre les contraintes du passage du laboratoire au terrain : la technique expérimentale essaie d'atténuer l'effet des termes connotés chez les participants en les décontextualisant dans le but de garder le maximum de contrôle possible sur l'objet d'étude. Le terrain altère cette qualité du contrôle.

L'expérience se déroule sur papier : les sujets enregistrent leurs choix de placements dans les comptes privés et collectifs dans un tableau préalablement préparé par l'expérimentateur. Les assistants récupèrent les décisions, calculent les gains et rendent les résultats. Le nombre d'assistants recrutés pour l'expérience a été calculé pour une durée maximale d'une heure et demie, explication des instructions et paiement compris. C'est la même durée qu'une expérience en laboratoire mais c'est également la durée moyenne pour qu'un sujet ne se lasse pas et que sa concentration ne faiblisse pas. Enfin, comme l'expérience s'est déroulée durant l'été, toutes les sessions ont été conduites tôt le matin (7 heures) afin d'éviter la chaleur de la journée.

L'expérience s'achève par de courts entretiens individuels lors de la rémunération. Ceux-ci portent sur le déroulement de l'expérience. Cela permet de répondre aux interrogations des participants (quelle est la meilleure stratégie à adopter ?) et surtout de récolter d'autres informations sur les décisions des agriculteurs. Cette phase correspond plus aux notes écrites par les étudiants dans la feuille de commentaires durant une expérience en laboratoire qu'à un véritable débriefing comprenant un entretien structuré.

Résultats : un niveau élevé de coopération chez les agriculteurs

L'étude de la coopération au laboratoire, avec des étudiants, révèle un faible niveau de participation au compte collectif. Sur toute la durée de l'expérience, les étudiants consacrent en moyenne 32 % de leur dotation au compte collectif. Plus précisément, lors des premières périodes du jeu, les sujets débiterent par une répartition assez égalitaire entre le compte privé et le compte collectif mais basculent rapidement vers un placement favorisant leur compte privé au détriment du groupe. Le sujet apprend au fur et à mesure de l'expérience la stratégie qui correspond à la maximisation de son profit, et cette stratégie est utilisée de plus en plus fréquemment au cours de l'expérience. On observe alors la traditionnelle décroissance des apports au compte collectif (Ledyard, 1995). Ainsi, lors des cinq périodes du jeu, seulement 20 % de la dotation sont consacrés à ce compte collectif.

Ce n'est pas le cas chez les agriculteurs. Le comportement coopératif est totalement différent. Il débute à un niveau de coopération élevé et se maintient dans le temps. En moyenne, les agriculteurs consacrent 46 % de leur dotation au compte collectif. Le coefficient de variation de la contribution collective du groupe est de 118 % au laboratoire mais de 61 % sur le terrain. Cette contribution collective est la somme des contributions au compte collectif des quatre membres du même groupe. L'agriculteur opte

rarement pour une stratégie du passer clandestin (moins de 6 % des périodes) tandis que l'étudiant du laboratoire choisit cette stratégie plus d'une période sur trois (38 %). Cette différence de comportement par rapport à la fréquence de choix des stratégies de passer clandestin se traduit par l'augmentation du nombre moyen de contributeurs positifs au compte collectif au sein d'un groupe chez les agriculteurs. Ainsi, d'une moyenne de deux contributeurs au compte collectif par groupe au laboratoire, le nombre moyen de contributeurs passe à trois sur le terrain.

Cette différence de comportement coopératif avec les étudiants au laboratoire s'observe aussi bien avec les agriculteurs du périmètre performant qu'avec ceux du périmètre peu performant. Les deux groupes d'agriculteurs ont un pourcentage de contribution sensiblement égal, avec toutefois un niveau légèrement supérieur pour le périmètre performant (2 % de plus de contribution au bien collectif). En outre, la contribution collective du périmètre irrigué performant est légèrement plus stable que celle du périmètre irrigué peu performant. Le coefficient de variation de la contribution collective est légèrement plus élevé dans le périmètre irrigué peu performant (26 %) que dans le périmètre performant (24 %). Enfin, le nombre de contributeurs moyen par groupe dans chacun des deux périmètres ne change pas. Il reste à une moyenne de contribution de trois joueurs.

Discussion

Notre expérience réalisée avec des agriculteurs issus d'un pays en développement confirme les résultats de deux autres expériences (Cardenas et Carpenter, 2008) réalisées avec des agriculteurs de pays émergents (Colombie et Thaïlande). C'est une indication positive quant à la capacité des agriculteurs de ces pays à s'auto-organiser, qui vient renforcer la littérature sur la *self governance*. Toutefois, elle ne confirme pas le résultat d'une expérience conduite en France avec des agriculteurs alsaciens où le niveau de coopération est apparu faible (Cochard et Rozan, 2010). La littérature

expérimentale est encore pauvre sur ce sujet. L'accumulation d'autres observations est nécessaire afin de dégager des faits stylisés.

Plusieurs explications sont avancées afin d'appréhender ce comportement coopératif élevé. L'une d'elles repose sur le niveau de crédibilité des institutions dans le pays concerné (Cardenas et Carpenter, 2008). Dans les pays en développement, les institutions ont une faible crédibilité. Les normes sociales constituent une solution alternative pour les individus. Un agriculteur a intérêt à s'engager avec un autre, démontrant ainsi une attitude coopérative, si règne par ailleurs une incertitude sur la capacité à obtenir une solution juste en cas de conflit. Le cercle familial, et par extension les groupes sociaux dans lesquels évolue l'agriculteur, impliquent à cet effet des coopérations fortes. Dans les pays où les institutions sont plus crédibles, l'individu n'a pas besoin de démontrer une attitude coopérative pour contracter un engagement : il lui est possible de s'appuyer sur les institutions pour appliquer un contrat ou pour résoudre un conflit. Conduire une expérience avec des agriculteurs qui n'ont aucun lien entre eux, par exemple issus de différentes régions du pays, constituerait la suite logique de ce travail. Cela permettrait d'isoler précisément l'effet de la norme sociale par rapport aux interactions issues du clan ou de la famille. À notre connaissance, aucune étude n'a testé cette variable. Si l'explication par les normes sociales avancée par Cardenas et Carpenter (2008) s'avère juste, cela voudrait dire que le niveau de coopération devrait baisser, mais tout en restant à un niveau plus élevé que celui qui est observé en laboratoire. Il baisserait à cause de l'absence de liens entre les sujets, mais il demeurerait plus élevé qu'en laboratoire parce que la norme sociale imposerait un niveau de coopération élevé.

Une autre explication possible réside dans le « comportement conforme » des agriculteurs. Velez et al. (2009) étudient différents modèles de préférence sociale. Ils montrent, avec des agriculteurs colombiens, que l'agriculteur n'agit pas selon un modèle de

maximisation de son intérêt propre, mais plutôt selon un modèle, celui du comportement conforme, qui mélange maximisation d'intérêt et préférence sociale. La préférence pour la conformité réduit la propension à adopter le comportement de passager clandestin et accroît celle à adopter le comportement coopératif.

Il est également possible de soutenir que les agriculteurs choisissent la répartition égalitaire car elle est intuitive, ou encore par pur hasard (les agriculteurs ne comprennent pas le jeu). Plus généralement, toute contribution positive est potentiellement une erreur puisque l'équilibre de Nash consiste à ne contribuer en rien. Cette question a été abordée en laboratoire par Keser (1996) grâce à des jeux publics avec équilibre intérieur : dans ce cas, une contribution strictement positive peut être rationnelle. Dès lors, il y aurait erreur lorsque le sujet dépasse le seuil rationnel de contribution. Keser (1996) observe que les joueurs ne contribuent pas par erreur, mais plutôt en raison de motivations liées aux préférences sociales (altruisme, réciprocité, etc.). Toutefois, la validation de terrain de ce résultat n'a pas encore été abordée. Cela pourrait donc constituer une extension à ce travail.

Conclusion

Ce travail d'économie expérimentale contribue à une meilleure compréhension du comportement coopératif des agriculteurs irrigants au sein d'actions collectives. Son originalité est double : il contribue, d'une part, à la description du comportement coopératif d'agriculteurs d'un pays en développement en comparaison avec le comportement coopératif de référence proposé par la méthode expérimentale. Il vaut, d'autre part, par son apport méthodologique grâce à l'élaboration d'un protocole expérimental directement sur le terrain. Comparé à celui des étudiants, le comportement coopératif des agriculteurs s'avère très élevé. De plus, il se maintient dans le temps et ne décline pas.

L'existence d'un comportement coopératif différent au laboratoire et sur le terrain souligne ainsi la pertinence de procéder à des études de validité externe. Le comportement coopératif observé au laboratoire est ainsi différent de celui prédit par la théorie. Les sujets au laboratoire sont significativement plus coopératifs que ce que prédit la théorie des jeux. Le terrain révèle que cet écart est encore plus important dans le contexte d'une population d'agriculteurs irrigants. Ce résultat questionne ainsi l'*Homo Economicus* utilisé par la théorie des jeux et appelle à la formulation d'un modèle intégrant des préférences sociales et ne se limitant pas aux préférences individuelles. ■

Références

- Bchir MA, Bachtta MS, 2007. Gestion de la demande d'eau d'irrigation et changement institutionnel : l'expérience Tunisienne. *MAP Technical Reports Series* (168) : 877-91.
- Cardenas JC, Carpenter J, 2008. Behavioural development economics: lessons from field labs in the developing world. *Journal of Development Studies* 44 : 337-64.
- Cochard F, Rozan A, 2010. Taxe ambiante : un outil adapté à la lutte contre les coulées de boue ? Une étude expérimentale. *Review of Agricultural and Environmental Studies-Revue d'Études en Agriculture et Environnement* 91 : 296-326.
- Keser C, 1996. Voluntary contributions to a public good when partial contribution is a dominant strategy. *Economics Letters* 50 : 359-66.
- Kuper M, Bouarfa S, Errahj M, Faysse N, Hammani A, Hartani T, et al., 2009. A crop needs more than a drop: towards a new praxis in irrigation management in North Africa. *Irrigation and Drainage* 58 : S231-9.
- Ledyard JO, 1995. Public goods: a survey of experimental research. In : Kagel JH, Roth AE, eds. *The Handbook of Experimental Economics*. Princeton : Princeton University Press.
- Ostrom E, 1990. *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Ostrom E, Gardner R, Walker J, 1994. *Rules, Games, and Common-Pool Resources*. Ann Arbor (Michigan) : University of Michigan Press.
- Tang SY, 1992. *Institutions and collective action: self-governance in irrigation*. San Francisco (California) : ICS Press.
- Velez MA, Stranlund JK, Murphy JJ, 2009. What motivates common pool resource users? Experimental evidence from the field. *Journal of Economic Behavior and Organization* 70 : 485-97.

L'irrigation peut-elle se substituer aux cultures de décrue ?

La dépression du lac Horo (Nord Mali)

Amandine Adamczewski¹
Thomas Hertzog¹
Mireille Dosso²
Philippe Jouve²
Jean-Yves Jamin¹

¹ Cirad
UMR G-Eau
TA C-90/15
361, rue Jean-François Breton
BP 5095
34196 Montpellier cedex 5
France
<amandine.adamczewski@cirad.fr>
<thomas.hertzog@cirad.fr>
<jamin@cirad.fr>

² Institut des régions chaudes
1101, avenue Agropolis
BP 5098
34093 Montpellier
France
<mireille.dosso@supagro.inra.fr>
<jouveph@wanadoo.fr>

Résumé

Au nord du Mali, les dépressions naturelles submergées au moment de la crue du fleuve Niger présentent de grandes potentialités agricoles. Dans cette région à forts enjeux sociaux et politiques, le gouvernement a choisi la réalisation d'infrastructures d'irrigation comme moyen privilégié de développement. Même s'il s'agit d'une priorité politique et économique nationale, le lac Horo est pour l'instant la seule dépression lacustre du Mali à avoir été effectivement aménagée pour l'irrigation. L'étude de l'histoire des aménagements, et de leurs conséquences sur le milieu et les populations, permet d'analyser les effets de cette stratégie de développement des cultures irriguées. Elle permet aussi de mettre en regard les avantages que présentent les cultures de décrue contrôlée dans ce type de milieu.

Mots clés : culture irriguée ; Mali ; projet de développement ; utilisation de l'eau.

Thèmes : eau ; économie et développement rural.

Abstract

Can irrigation replace flood recession for crops? The Lake Horo depression (Northern Mali)

In Northern Mali, natural depressions are filled when the Niger River overflows. They are therefore of high value for agriculture. The government chose to construct heavy irrigation infra-structures as a priority for the development of the region. As social peace in Northern Mali is an important issue, this priority has economic, social, and political consequences. Nevertheless, the analysis of the story of Lake Horo development (the only lake that has been developed for irrigation in Mali) and its consequences leads to questions about developmental strategies based solely on irrigation, when the traditional flood recession agriculture advantages are still valuable in this kind of natural and social context.

Key words: development projects; irrigated farming; Mali; water use.

Subjects: economy and rural development; water.

La réalisation d'infrastructures hydro-agricoles est un axe prioritaire de développement agricole des régions arides du nord du Mali, bien que leur coût y dépasse 5 millions de F CFA/ha (7 600 euros)

pour des aménagements à bonne maîtrise de l'eau (Kébé *et al.*, 2004). Cette politique publique s'inspire des modèles de développement largement répandus au Sahel et repose sur le recours à la moyenne et grande

Pour citer cet article : Adamczewski A, Hertzog T, Dosso M, Jouve P, Jamin JY, 2011. L'irrigation peut-elle se substituer aux cultures de décrue ? *Cah Agric* 20 : 97-104. doi : 10.1684/agr.2011.0469

Tirés à part : A. Adamczewski

hydraulique pour assurer la sécurité alimentaire des populations (Bortoli et Sournia, 1991 ; Diouf, 2008). Au Sahel, la durabilité du développement agricole par l'irrigation fait débat. Gadelle (2001) insiste par exemple sur la faible prise en compte des problématiques de gestion à long terme et d'entretien des infrastructures lors de la conception des périmètres irrigués. Boutillier et Schmitz (1987) et Meaux *et al.* (2004) analysent des situations au Sénégal et au Mali où les modes de mise en valeur traditionnels et les logiques de multi-usages de la ressource en eau n'ont pas été suffisamment intégrés dans les projets de développement. Les dépressions lacustres du Mali sont connectées au fleuve Niger par des chenaux naturels ; elles offrent d'intéressantes possibilités d'aménagement de réseaux d'irrigation et ont donc retenu l'attention des décideurs : le développement de la moyenne et de la grande hydraulique pourrait en effet permettre de contribuer aux enjeux vitaux de sécurité alimentaire. Cependant, peu d'études ont été réalisées sur les utilisations traditionnelles de ces dépressions lacustres. Cet article analyse la pertinence du développement des cultures irriguées comme substitut aux pratiques paysannes d'utilisation des ressources dans les dépressions lacustres.

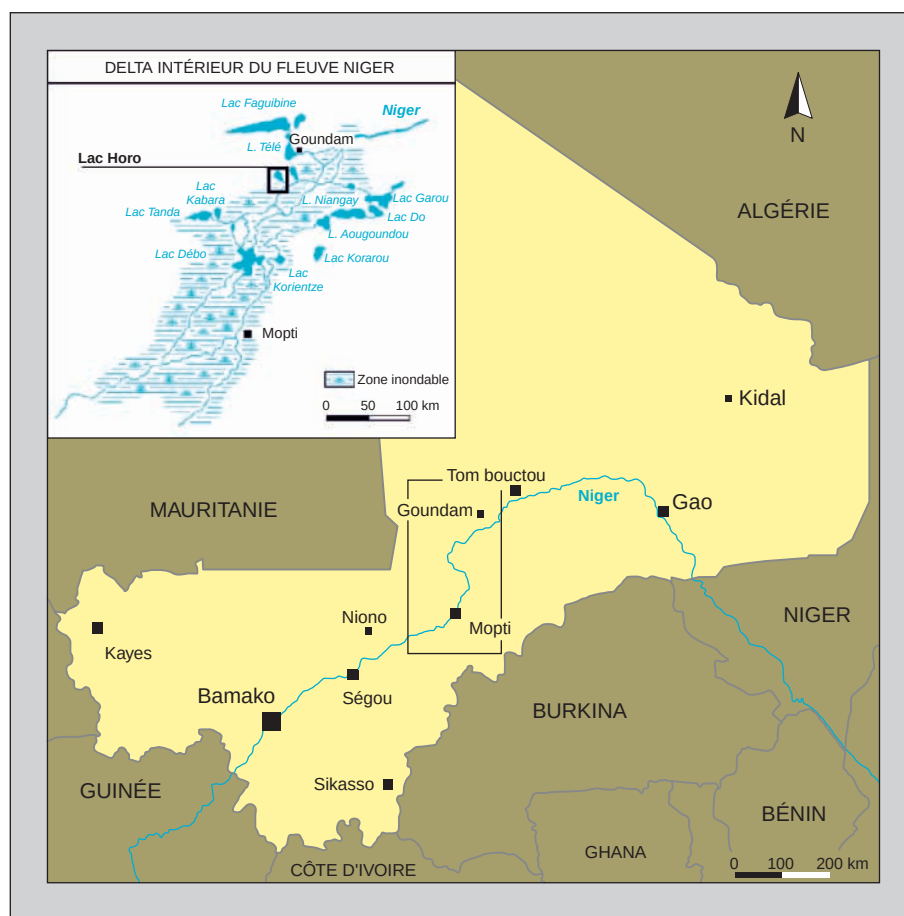


Figure 1. Localisation du lac Horo dans le delta intérieur du Niger.

Figure 1. Location of Lake Horo in the Inner Niger delta.

Matériel et méthode

Cet article présente le cas du lac Horo, distant de 7 km du lit mineur du Niger et situé au sud du cercle de Goundam (figure 1). La cote du fond de cette dépression endoréique est inférieure à celle du lit mineur du fleuve Niger. Le lac se remplit par gravité lors de la crue du fleuve et une lente décrue a ensuite lieu par évaporation et infiltration, sans vidange vers le fleuve. L'exondation progressive des rives du lac durant la décrue permet le développement de différentes activités de production. D'une superficie de près de 20 000 hectares, le lac Horo, est représentatif des dépressions lacustres du nord du Mali, dont le potentiel de production est exceptionnel dans un milieu aride (pluviométrie moyenne de 200 mm/an) où l'agriculture pluviale est peu développée. Il a fait l'objet depuis 1940 d'une politique de

développement des cultures irriguées. Ainsi, ce site offre près de 70 ans de recul sur l'évolution des modes de mise en valeur traditionnels et irrigués induits par son aménagement. L'évolution des dynamiques agraires a été analysée à partir du concept de « système agricole » (Jouve, 1992 ; Mazoyer et Roudart, 1997). La diversité des usages des ressources naturelles a été étudiée en considérant que les pratiques paysannes traditionnelles s'appuient sur une longue expérience empirique (Scoones et Thompson, 1999) et qu'elles sont le résultat de stratégies d'adaptation aux conditions du milieu (Chauveau, 1995 ; Jouve, 2007). Des enquêtes ont été conduites dans les villages et campements du lac Horo, sous la forme d'entretiens collectifs et individuels semi-directifs. Des visites de terrain avec les acteurs ont

permis d'identifier des repères géographiques et historiques. Nous avons ainsi pu combiner des approches qualitatives et quantitatives pour analyser l'évolution dans le temps et dans l'espace des différents usages de l'eau et des terres, et des rapports entre les usagers (Adamczewski et Hertzog, 2008).

Résultats : évolution des dynamiques agraires

Le tableau 1 offre un aperçu synthétique du développement de l'irrigation au lac Horo.

Tableau 1. Les principales étapes de l'histoire des aménagements au lac Horo.

Table 1. Main steps in the Lake Horo area irrigation development.

		Avant 1940	1940-1949	1980-1996	2008
Contexte - enjeux		Alimentation Base arrière pour l'élevage	Alimentation de l'AOF (blé, riz) Matière première pour la métropole (coton)	Sécurité alimentaire de la population	Maintien des productions
Opérateurs		Chefferies de villages et de groupes nomades	Office du Niger Administration coloniale	Coopération allemande (GTZ)	Organisations paysannes
Aménagements hydro-agricoles		Ø	1/ Arrêt du remplissage naturel (digues) 2/ Réseau d'irrigation	1/ Prolongement du réseau 2/ Ouvrages de remplissage du lac	Ø
Type de maîtrise de l'eau		DÉCRUE NATURELLE	IRRIGATION	IRRIGATION ET DÉCRUE CONTRÔLÉE	
Principaux usages des ressources naturelles du lac		Élevage (+ + +) Pêche (+ +) Agriculture (-)	Agriculture (+ +) Élevage (+)	Agriculture (+ + +) Élevage (-)	
Surface cultivée dans le lac	Total (irriguée + décrue)	< 500 ha	500 ha (1944)	10 000 ha (1990)	8 600 ha (2008)
	Part des cultures irriguées (%)	0	100	40	19
	Part des cultures de décrue (%)	100	0	60	81
	Sources	Enquêtes	Archives coloniales	Rapports du projet Lac Horo	Observations de terrain
Répartition du foncier cultivé	Unité humaine	Chef de famille	Groupe (14 à 18 hommes)	Chef de famille	
	Unité de surface	n parcelles	Bloc d'irrigation (moyenne : 4 ha)	1 parcelle (moyenne : 1,6 ha)	
	Longueur	Variable	Fixe	Fixe (2 km)	
	Largeur	Variable	Fixe	Fixe (4 à 12 m)	

AOF : Afrique occidentale française ; GTZ : Deutscher Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Coopération allemande).

Avant 1940 : cohabitation traditionnelle des activités de production

Dans la cuvette du lac Horo, la fertilité des sols était entretenue par les apports alluviaux des crues du Niger. Cela permettait à quelques groupes Sonraïs installés sur la rive sud du lac d'y pratiquer des cultures de décrue

(maïs, sorgho, niébé), au fur et à mesure du retrait naturel des eaux. Les espèces cultivées mobilisaient l'eau de la réserve utile du sol, reconstituée durant la période d'inondation (crue), et les éventuelles remontées capillaires de la nappe rechargée. La production des cultures de décrue dépendait du type de sol (importance de la réserve utile et de la fraction facilement utilisable), de la durée de

submersion (reconstitution de la réserve utile) et de la pente du terrain (vitesse du retrait des eaux), comme cela a été analysé aussi bien sur le fleuve Niger (Guillaume, 1960) que sur le fleuve Sénégal (Boutillier *et al.*, 1962 ; Lericollais et Schmitz, 1984 ; Boutillier et Schmitz, 1987). Les Sonraïs pratiquaient aussi des cultures pluviales (mil, pastèque) sur les terres exondées et la culture du riz flottant

en zone inondée, pour exploiter les différentes opportunités spatiales et ainsi diminuer la vulnérabilité de leur système agricole aux aléas climatiques. Le lac s'étendait sur près de 25 000 hectares inondables. Des pêcheurs Bozos et Sorkos y pratiquaient une pêche itinérante.

Des éleveurs nomades et transhumants y conduisaient leurs troupeaux en saison sèche, pour les y abreuver, et exploiter les pâturages de décrue formés d'herbacées à haute valeur nutritionnelle poussant au retrait des eaux. La zone lacustre était d'ailleurs avant tout une zone d'élevage : en 1927, le cheptel du cercle de Goundam était estimé par l'Administration coloniale à près de 250 000 têtes (dont 40 % de bovins et 56 % de petits ruminants).

Agriculture et élevage étaient des activités complémentaires, fondées sur des relations sociales fortes entre agriculteurs et éleveurs. Jusqu'en 1940, les éleveurs Peuls et Tamasheqs confiaient l'agriculture à leurs populations serviles. Ils bénéficiaient ainsi de céréales pour leurs familles et des résidus de récolte des cultures pour leurs troupeaux. De ce fait, les lacs constituaient de véritables bases arrière des systèmes d'élevage mobile.

1940-1949 : développement de la culture irriguée

Pour répondre aux objectifs de développement agricole fixés par l'Administration coloniale, l'Office du Niger (ON) a appliqué au lac Horo le modèle de mise en valeur par l'irrigation déjà mis en œuvre dans le delta mort du fleuve Niger depuis les années 1930 (Clavel, 1944), qui impliquait un remplacement des systèmes de production traditionnels (Diawara, 2005). Une digue a été construite à l'entrée du lac pour en bloquer l'inondation naturelle. Elle a été équipée de deux ouvrages de prise permettant d'alimenter des canaux d'irrigation desservant les rives est et ouest, à partir desquels pouvaient être irrigués gravitairement les casiers aménagés (figure 2). Des cultures irriguées de coton et de blé ont ainsi pu être développées à partir de 1944 sur les terres hautes situées à proximité des canaux d'irrigation.

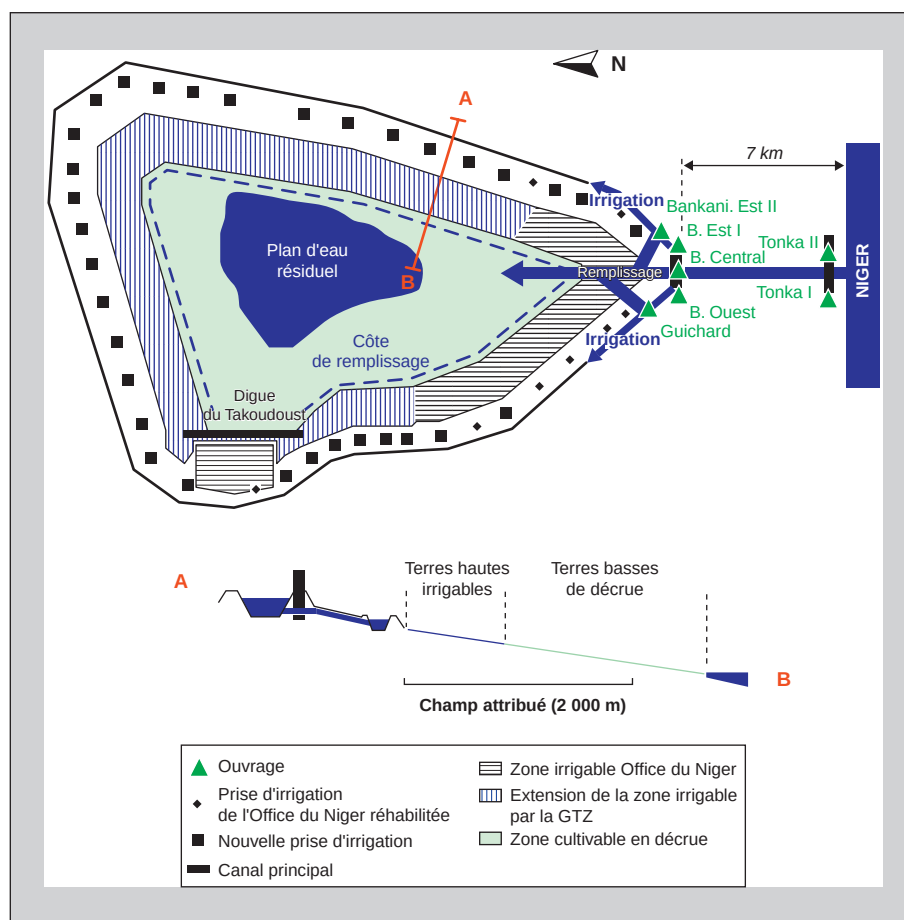


Figure 2. Évolution de l'aménagement hydro-agricole au lac Horo.

Figure 2. Evolution of hydro-agricultural infrastructures in the Lake Horo area.

L'endiguement ne permettant plus le remplissage naturel du lac, celui-ci n'était plus alimenté que par les excès d'eau des parcelles de coton irriguées à la raie. Les faibles volumes d'eau entrant dans la cuvette, ainsi que leur grande variabilité intra-annuelle, ne permettaient plus ni d'inonder d'importantes surfaces cultivables ensuite en décrue, ni d'assurer un marnage suffisant pour pratiquer la culture du riz flottant.

À partir de repères sur le terrain et de dires d'acteurs, le plan d'eau a pu être estimé à moins de 500 hectares en 1944, contre 25 000 auparavant. Cette réduction brutale et drastique de la surface du plan d'eau, ainsi que la rupture des flux entre le fleuve et le lac, ont contraint les pêcheurs à migrer vers le delta intérieur du Niger. La diminution de la surface pâturable en décrue a eu de fortes conséquences sur les systèmes d'élevage. De plus,

pour éviter la dégradation des infrastructures d'irrigation et de drainage par les troupeaux, des restrictions d'accès au lac ont été imposées.

La saison sèche devenant une période critique pour les éleveurs, des tensions sont apparues. Les faibles résultats techniques des cultures irriguées, les difficultés à maintenir l'ordre, et les coûts trop importants d'entretien du réseau ont entraîné le retrait de l'ON en 1949, au profit de l'Administration locale.

Les cultures irriguées ont alors été progressivement délaissées par les agriculteurs. Les cultures de décrue ont connu un renouveau, grâce à des brèches pratiquées dans le réseau d'irrigation pour permettre un remplissage du plan d'eau maximisant les surfaces disponibles en décrue. Cette inversion des priorités entre irrigation et décrue, en quelques campagnes, illustre l'importance des cultures de

décru comme élément structurant du système agricole.

1980-1996 : combinaison entre culture irriguée et culture de décrue

À partir de 1980, la coopération allemande (GTZ) est intervenue au lac Horo dans un contexte de lutte contre la sécheresse au Sahel. Elle avait pour objectif d'irriguer l'ensemble des surfaces cultivées en décrue pour intensifier les systèmes de culture, par une amélioration de la productivité de la terre et du travail grâce à une meilleure gestion de l'eau. Le réseau d'irrigation primaire a été réhabilité et étendu pour ceinturer le lac (figure 2), et irriguer des casiers organisés en mailles hydrauliques autour de réseaux secondaires. Pour dominer le maximum de surfaces, les deux canaux primaires de ceinture ont été placés plus haut sur la topo-séquence, à proximité des dunes, avec pour conséquence une faible efficacité du transport de l'eau dans le réseau primaire, estimée à 40 % en 1990 d'après les données disponibles ; cela est faible pour ce type de casier (Verheyne, 1995) et n'a pas permis d'irriguer toute la dépression jusqu'à son centre.

Les cultures de décrue, qui avaient été réimplantées par les paysans depuis 1949, ont été maintenues sur les terres basses grâce à l'installation de vannes de fond dans la digue à l'entrée du lac. Celles-ci ont permis d'assurer le remplissage du lac indépendamment de l'eau des canaux d'irrigation, et de cultiver en décrue des variétés améliorées de riz (figure 2).

Le schéma de mise en valeur des terres aménagées a donc associé culture irriguée et culture de décrue (figure 3). Les parcelles ont été attribuées en bandes de culture longues de 2 km et larges de 2 m, par homme en âge de travailler au sein de l'exploitation. Le schéma de mise en valeur a été conçu en fonction du gradient de disponibilité en eau d'irrigation le long de la pente (zone de culture irriguée), et de la durée d'inondation/exondation de chaque niveau topographique (zone de culture de décrue). L'organisation de l'espace cultivé en différentes franges devait permettre de produire toute l'année des cultures à forte valeur ajoutée, comme le niébé ou les cultures

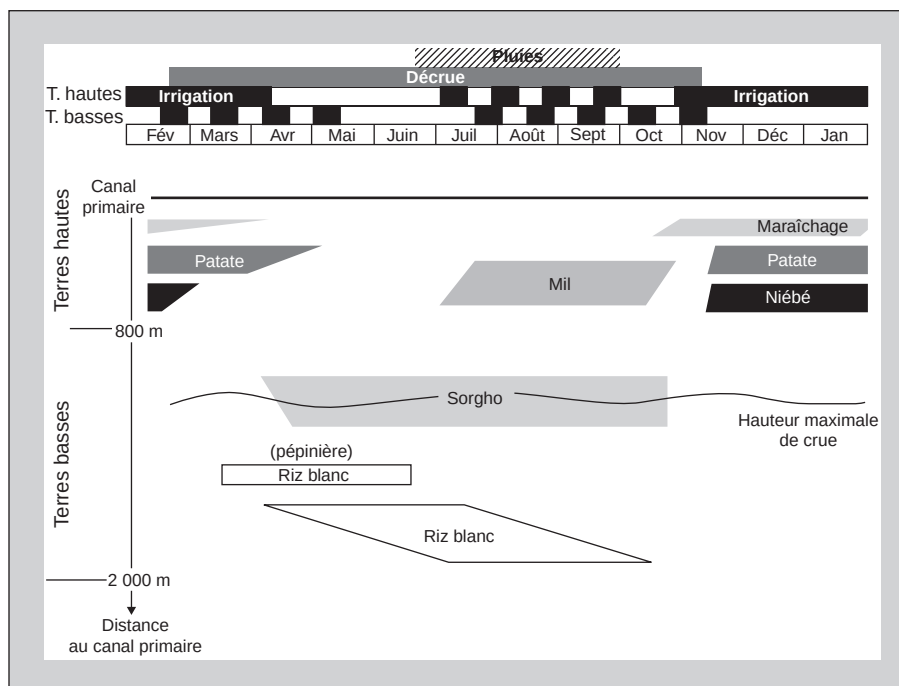


Figure 3. Calendrier agricole et répartition des cultures vulgarisées par le projet GTZ au lac Horo.

Figure 3. Crop calendar and spatial organisation of crops as defined by the GTZ project of Lake Horo.

marâchères, et des cultures plus faciles à stocker comme la patate douce. Les cultures marâchères ont ainsi constitué le cœur des activités de vulgarisation du projet GTZ, occupant les 800 premiers mètres des parcelles (figure 3). La comparaison entre le schéma de mise en valeur prévu (figure 3) et celui observé en 2008 au lac Horo (figure 4) montre une diminution des surfaces marâchères et le développement du manioc en zone irriguée, ainsi que le maintien des cultures pluviales sur le cordon dunaire ; les pluies précoces de 2008 ont d'ailleurs permis d'enregistrer des rendements exceptionnels en pluvial, pouvant atteindre près de 0,8 t/ha avec les variétés locales de mil pénicillaire. Les surfaces cultivées en riz de décrue en 2008 sont supérieures à celles qui sont préconisées dans le schéma de mise en valeur. Les variétés locales d'*Oryza glaberrima* restent utilisées en décrue, même si leurs rendements de 1,5 à 3 t/ha, sont inférieurs à ceux que peuvent atteindre les variétés améliorées d'*Oryza sativa* (BG 90-2 ou Adny 11), plus de 4 t/ha, mais seulement dans des conditions de bonne maîtrise de l'irrigation.

Discussion : intérêts et limites du développement des cultures irriguées

Adaptation des cultures irriguées au contexte aride

Le cas du lac Horo est un exemple des difficultés à développer l'irrigation dans les marges arides du Sahel en l'absence d'encadrement rapproché. Le déficit d'investissements réguliers dans le réseau entraîne une diminution de l'efficacité de l'irrigation. En l'absence de pompage, cette faible performance hydraulique du réseau n'induit pas de surcoût pour le gestionnaire, mais elle entraîne un approvisionnement en eau irrégulier des parcelles, ce qui ne permet plus de garantir aux exploitants des revenus monétaires significatifs à partir de l'irrigation (Faivre Dupaigre *et al.*, 2004). En revanche, la faible performance hydraulique du réseau contribue au remplissage de la dépression

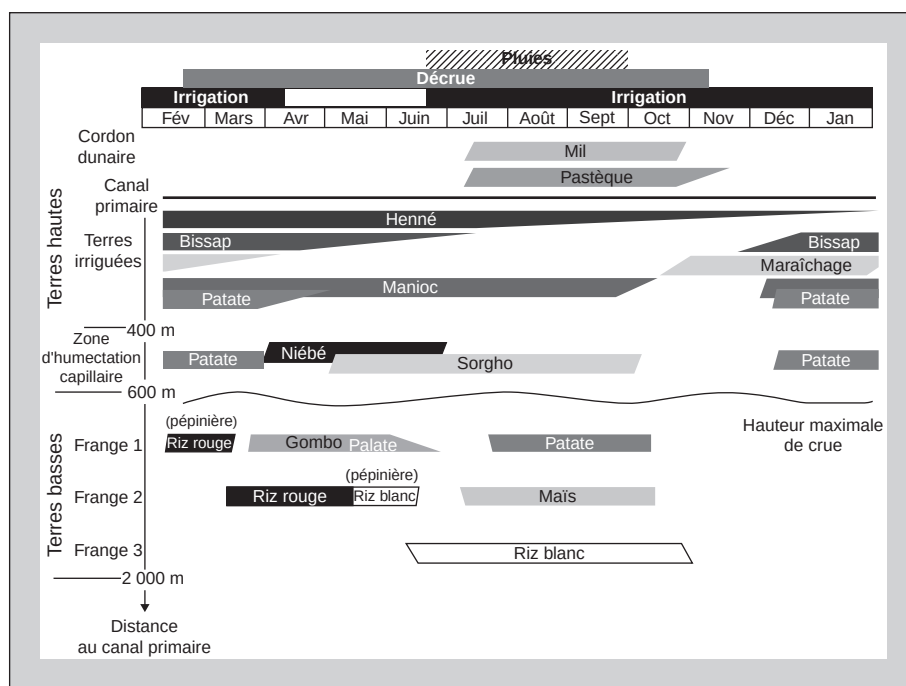


Figure 4. Schéma modal de mise en valeur agricole observé en 2008.

Figure 4. Crop calendar and spatial organisation of the cultivated area as observed in 2008.

par d'importantes infiltrations depuis les canaux d'irrigation, qui regagnent la nappe d'accompagnement du lac. Cela permet l'extension de la zone cultivable en décrue, et donc l'accroissement des revenus qui y sont liés. Les cultures maraîchères demandent non seulement des arrosages réguliers que l'état actuel du réseau ne permet pas toujours de réaliser à la fréquence nécessaire, mais aussi des circuits de commercialisation peu compatibles avec l'enclavement de nombreuses zones lacustres. À l'inverse, on observe dans la zone irriguée, une dynamique d'implantation d'espèces moins sensibles au déficit hydrique et plus faciles à conserver et à commercialiser (henné, manioc). La diminution des surfaces maraîchères se fait aussi au profit de cultures de riz de décrue, peu exigeantes en maîtrise de l'eau. Alors que l'irrigation impose une maîtrise quotidienne de l'eau, la satisfaction des besoins en eau des cultures de décrue est assurée dès le début de campagne par le stockage de l'eau dans le profil. La réserve utile des sols limono-argileux des dépressions est rechargée lors de la crue. Le système naturel de remplissage de la dépression peut être amélioré, comme au lac Horo, par la construction d'un ouvrage de

contrôle doté d'une vanne de fond dont le coût d'entretien est réduit. La pratique des cultures de décrue nécessite donc de plus faibles investissements, mais aussi un plus faible entretien. Il s'agit là d'un avantage important, dans des contextes où les populations ont souvent une faible capacité d'investissement, mais aussi de contribution aux frais d'entretien. Les paysans utilisent pour les cultures de décrue des variétés sélectionnées localement, plus rustiques, peu sensibles aux déficits hydriques, aux sels, aux vents et aux attaques de ravageurs (pas d'emploi de pesticides). Elles permettent aussi une production plus stable grâce à une meilleure adaptation aux aléas climatiques/hydrologiques. Dans la vallée du Sénégal, il a également été démontré que la rusticité des espèces cultivées en décrue permettait une utilisation moindre d'intrants et donc une diminution du risque économique lié à l'emprunt (Le Roy, 2005). Toutefois, ces systèmes sont sensibles à de fortes modifications du contexte climatique et hydrologique, comme les grandes sécheresses des années 1972-1973 ou 1982-1984 ; ils sont également très sensibles aux modifications du régime des fleuves induites par le développement des barrages hydro-

électriques (Schmitz, 1993 ; Zwarts *et al.*, 2005 ; Barbier *et al.*, 2011). Au lac Horo, l'objectif de modifier les systèmes de culture (semences sélectionnées, traction animale) n'est pas atteint, car il est peu compatible avec les contraintes du milieu (risque de déficit hydrique, déprédation) et les contraintes foncières (1,6 hectare en moyenne par famille). En plus de facteurs de production insuffisants, la faible implication des cultivateurs dans la conception des nouveaux systèmes techniques, et le décalage de ces systèmes avec leurs objectifs, constituent des obstacles à leur adoption. Comme souvent, les exploitants privilégient en effet la réduction du risque plutôt que l'augmentation des rendements et du revenu agricole (Eldin et Milleville, 1989). Le développement des cultures irriguées en remplacement des cultures dunaires et des cultures de décrue ne semble pas répondre à ces stratégies paysannes d'adaptation aux aléas, compte tenu des risques monétaires inhérents à l'irrigation. Les stratégies paysannes d'adaptation analysées au lac Horo amènent donc à s'interroger sur la possibilité d'augmenter durablement les revenus des paysans par le développement de l'irrigation dans la frange nord du Sahel, où l'enclavement limite les possibilités de commercialisation de productions à forte valeur ajoutée.

Un contexte de multi-usage de l'eau

L'étude diachronique révèle une diminution progressive des possibilités d'accès au lac Horo pour les éleveurs et les pêcheurs. Or les systèmes d'élevage et de pêche reposent sur une stratégie de mobilité pour réduire l'impact des aléas climatiques. Le contexte de sécheresse des décennies 1970-1980 a montré l'intérêt des migrations comme stratégies de survie chez les éleveurs (Gallais, 1988) ; des stratégies de développement diminuant cette flexibilité vont donc à l'encontre de leur résilience. Toutefois, l'analyse du développement de l'irrigation au lac Horo illustre aussi l'impact des projets successifs sur les conditions d'accès à l'eau et l'élargissement de la gamme des cultures possibles, ainsi que le bénéfice qui peut en être attendu en situation de sécheresses

persistantes : l'aménagement du lac Horo pour l'irrigation et la décrue en a fait une zone refuge pour les populations de la région. Le nombre d'habitants sédentaires vivant de l'agriculture est ainsi passé de moins de 1 000 avant 1940 à près de 30 000 en 2008. Dans l'hypothèse de nouvelles vagues de sécheresse ou d'insécurité dans le nord du Mali, les flux migratoires vers le lac Horo risquent de s'accroître. Mais l'intégration de nouveaux cultivateurs supposerait un accès de tous à l'espace, dans un milieu ouvert (Milleville, 1984). Au contraire le développement de l'irrigation et l'attribution de surfaces cultivables au sein de mailles hydrauliques rendent plus rigides les modalités d'accès au foncier, comme cela a été observé ailleurs au Mali (Bélières *et al.*, 2011). Le lac Horo en fournit aussi un exemple intéressant : sans possibilités de devenir attributaires, les nouveaux arrivants deviennent au mieux métayers, rémunérés en parts de récolte, au pire paysans sans terre cultivant illégalement la zone pastorale centrale du lac, au-delà des 2 km attribués aux cultivateurs.

Le développement de l'irrigation au lac Horo a entraîné une utilisation plus intensive des ressources en eau, ce qui a permis l'installation d'une population importante. Mais on est aussi passé d'une situation de complémentarité entre différents types d'usages des ressources du lac à une situation de concurrence entre ces usages, et donc entre les populations concernées. Des changements du même type entre activités irriguées, de décrue et d'élevage, se traduisant par des modifications d'équilibre entre communautés, ont aussi été observés dans la vallée du Sénégal (Schmitz, 1989 ; Le Roy, 2006). Au plan spatial, la gestion du lac Horo repose, depuis l'aménagement par la GTZ, sur un fractionnement de l'espace en mailles hydrauliques qui n'intègre pas la notion de territoire villageois. Seuls les agriculteurs attributaires de terres irriguées peuvent prendre part aux institutions de gestion de l'eau. Les éleveurs et les métayers n'y sont pas représentés, alors qu'ils constituent une part importante des usagers. Comme dans de nombreuses situations à travers le monde, la création par l'État de collectifs structurés autour des mailles hydrauliques est la stratégie privilégiée pour la gestion des périmètres irrigués

(UN, 2006). Le cas du lac Horo montre les limites de cette approche, relevées aussi dans de nombreux périmètres (Jamin *et al.*, 2005). L'échelon de gestion utile pour les cultures irriguées n'est en effet pas forcément le plus pertinent pour gérer l'ensemble des activités liées à l'eau. Il pourrait être complété par un échelon plus englobant, permettant de prendre en compte les rapports sociaux existant entre les différents usagers des ressources du lac, dont le périmètre exact reste à discuter avec les acteurs concernés.

Conclusion

L'étude des dynamiques agraires au lac Horo a permis d'analyser, à différentes échelles, les impacts du remplacement des cultures traditionnelles par les cultures irriguées.

Le développement des cultures irriguées a des impacts financiers importants au-delà de l'investissement initial dans les infrastructures : il implique des coûts d'entretien et de gestion des infrastructures importants sur le long terme. Il induit donc, pour les exploitations familiales, des risques économiques liés à ces frais d'entretien, mais aussi au financement des intrants indispensables à la valorisation de l'eau. Cela implique la culture d'espèces à forte valeur ajoutée, dont les besoins en eau ne peuvent être satisfaits qu'avec un réseau d'irrigation performant, et pour lesquels il faut trouver des débouchés. Tout en diminuant les risques liés aux aléas climatiques ou hydrologiques, la plus grande maîtrise de l'eau peut donc induire de nouveaux facteurs de risques qui devraient être mieux pris en compte dans les projets de développement de l'irrigation. Les avantages des cultures pratiquées traditionnellement dans les marges arides du Sahel (peu intensives en travail et en capital) ont souvent été sous-estimés. Le parti pris mondial en faveur des grands aménagements hydro-agricoles est donc critiqué, dans la mesure où cette option n'est pas toujours la moins coûteuse ni la plus facile à mettre en œuvre (McCully et Pottinger, 2009). Le cas du lac Horo montre que l'irrigation a permis de créer de nouvelles valorisations de la ressource en eau et de nouveaux accès à celle-ci. Les

cultivateurs s'y sont adaptés en repensant la répartition spatio-temporelle des cultures, et en tirant parti des différentes ressources hydriques disponibles sans se limiter à l'eau d'irrigation, mais en conservant la valorisation par les cultures de décrue et les cultures pluviales. Cette combinaison des cultures irriguées, pluviales et de décrue, semble intéressante, et, pour rester dans les espaces sahéliens, se retrouve sous des formes variables depuis la vallée du Sénégal jusqu'au lac Tchad (Barbier *et al.*, 2011). Elle a d'ailleurs été prise en compte en Mauritanie, dans la vallée du Gorgol, où une large place a été réservée aux cultures de décrue en amont et en aval du barrage de Fouta Djall (Schmitz, 1989). Cependant, de telles combinaisons ne peuvent être durables que si des travaux de recherche agronomique et hydraulique sont entrepris, avec la participation des paysans, pour s'assurer que le fonctionnement des différents systèmes de culture peut s'adapter aux changements climatiques, hydrologiques et d'aménagement hydro-électriques en cours. Cela est particulièrement vrai pour les systèmes de décrue des dépressions lacustres du Mali, très sensibles aux variations des cotes de crue du fleuve Niger.

L'accès au foncier irrigué, contrôlé souvent par la puissance publique, est apparemment plus égalitaire que dans les systèmes fonciers traditionnels. Mais il peut rapidement créer des inégalités importantes entre ceux qui ont accès à ce foncier irrigué et les autres, comme cela a été observé au lac Horo ou ailleurs, dans la vallée du Sénégal (Schmitz, 1989 ; Le Roy, 2006) ou à l'Office du Niger (Bélières *et al.*, 2011 ; Brondeau, 2011). Les institutions de gestion des périmètres, souvent rigides, ne leur permettent pas de s'adapter aux dynamiques foncières et migratoires, ce qui les rend progressivement peu fonctionnelles. L'un des principaux enjeux futurs pour les acteurs du développement est donc lié aux approches à mettre en œuvre pour rendre compatibles les modèles institutionnels nécessaires à la gestion des périmètres irrigués avec les modes de gestion traditionnels des sociétés. Mollinga *et al.* (2007) proposent pour cela de considérer les institutions traditionnelles comme des formes complexes pouvant s'adapter aux actions exogènes et non pas être modelées par elles.

Le choix de donner une priorité absolue aux cultures irriguées dans un milieu traditionnellement caractérisé par un fort multi-usage des ressources naturelles bouleverse les conditions d'accès à celles-ci pour une partie des usagers. Le long du fleuve Niger, les dépressions bénéficiant de la crue sont nombreuses (Brunet-Moret *et al.*, 1986). Elles constituent des lieux de rencontre privilégiés entre les différents usagers de l'eau (Zwarts *et al.*, 2005). Si certains des programmes projetés de développement de l'irrigation ou de l'hydro-électricité sont réalisés, les enjeux de multi-usage de l'eau devront être pris en compte pour éviter que ne se multiplient les conflits que l'on peut déjà observer entre riziculteurs et éleveurs, au Mali ou ailleurs (Schmitz, 1993 ; Marie, 2002).

Le lac Horo illustre le fait que le remplacement des cultures traditionnelles par les cultures irriguées n'est pas qu'un enjeu pour l'agronomie ou le génie rural : il implique des bouleversements à l'échelle de systèmes agraires complexes, et devrait donc conduire à des questionnements à cette même échelle, autour des systèmes socio-écologiques (Ostrom, 2009). Ce cadre conceptuel permettrait de mettre l'accent sur l'évolution dans le temps et dans l'espace des interactions entre le système ressource (ici un lac), la ressource considérée (ici l'eau), le système de gouvernance et les usagers. ■

Références

- Adamczewski A, Hertzog T, 2008. *Évolution des modes de mise en valeur du lac Horo et conséquences sur les relations agriculture – élevage. Problématique des couloirs de passage d'animaux*. Montpellier : IRC Montpellier. https://docs.google.com/leaf?id=OB2_zN22giKStNDYwNWY3MzltMDMzYi00MDdjLTlhInGltMWfjYmZlYjkwMjQw&hl=en.
- Barbier B, Ouedraogo H, Dembélé Y, Yacouba H, Barry B, Jamin JY, 2011. L'agriculture irriguée dans le Sahel ouest-africain. Diversité des pratiques et des performances. *Cah Agric* 20 : 24-33. doi:10.1684/agr.2011.0475.
- Bélières JF, Hilhorst T, Kébé D, Keita MS, Keita S, Sanogo O, 2011. Irrigation et pauvreté : le cas de l'Office du Niger au Mali. *Cah Agric* 20 : 144-9. doi:10.1684/agr.2011.0473.
- Bortoli L, Sournia G, 1991. Les mirages de l'irrigation et le sous-développement. Cas de l'Afrique sèche de l'Ouest. In : Pierre Vennetier, ed. *Eau et aménagement dans les régions inter-tropicales. Tome II*. Espaces tropicaux, n° 3. Talence ; Bordeaux : CEGET-CNRS.
- Boutillier JL, Cantrelle P, Causse J, Laurent C, N'Doye T, 1962. *La moyenne vallée du Sénégal. Étude socio-économique*. Paris : PUF.
- Boutillier JL, Schmitz J., 1987. Gestion traditionnelle des terres (système de décrue, système pluvial) et transition vers l'irrigation : le cas de la vallée du Sénégal. *Cah Orstom Sci Hum* 23 : 533-54.
- Brondeau, F, 2011. L'agrobusiness à l'assaut des terres irriguées de l'Office du Niger (Mali). *Cah Agric* 20 : 136-43. doi:10.1684/agr.2011.0472.
- Brunet-Moret Y, Chaperon P, Lamagat JP, Molinier M, 1986. *Monographie hydrologique du fleuve Niger. Tome II : Cuvette lacustre et Niger moyen*. Paris : Orstom éditions.
- Chauveau JP, 1995. Les agricultures africaines : évaluer la performance ou privilégier les processus. *Marchés des produits méditerranéens et tropicaux ; (HS 50 ans) : 205-12*.
- Clavel A, 1944. *Note sur la question du peuplement des terres aménagées pour l'irrigation par l'ODN dans le delta central et la zone lacustre du Niger*. Dakar : Gouvernement général de l'AOF.
- Diouf J, 2008. *Discours d'ouverture de la conférence « L'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique: les défis du changement climatique »*. Syrte, 15-17/12/2008. <http://www.fao.org/news/story/fr/item/8954/icode/>.
- Diawara M, 2005. L'Office du Niger ou l'univers sur-moderne (1920-2000). In : Mande I, Stefanson B, eds. *Les historiens africains et la mondialisation. Actes du 3^e colloque international des historiens africains. Bamako (Mali) 2001*. Paris : Karthala.
- Eldin M, Milleville P, eds, 1989. *Le risque en agriculture*. Coll. À travers champs. Montpellier : IRD éditions.
- Faivre Dupaigre B, Baris P, Liagre L, 2004. *Étude sur la compétitivité des filières agricoles dans l'espace UEMOA*. Ouagadougou : UEMOA.
- Gadelle F, 2001. *L'avenir de l'irrigation en Afrique de l'Ouest*. Séminaire « Systèmes irrigués en Afrique de l'Ouest et du Centre » et Assemblée générale de l'ARID – avril 2001. http://www.eieretsher.org/arid/RS_avril01/Session_2.htm.
- Gallais J, 1988. Sécheresse sahélienne migrations intérieures et perspectives au Mali. *Cahiers Géographiques de Rouen* 30 : 35-51.
- Guillaume M, 1960. Les aménagements hydro-agricoles de riziculture et de culture de décrue dans la vallée du Niger. *Agro Trop* 15: 73-91, 133-187, 273-319, 390-413.
- Jamin JY, Bisson P, Fusillier JL, Kuper M, Maraun F, Perret S, et al. 2005. La participation des usagers à la gestion de l'irrigation : des mots d'ordre aux réalités dans les pays du Sud. Colloque Irrigation et développement durable, 2005-05-19, Paris. *Les colloques de l'Académie d'agriculture de France* 91 : 65-83.
- Jouve P, 1992. Le diagnostic du milieu rural : de la région à la parcelle. Approche systémique des modes d'exploitation agricole du milieu. In : *L'appui aux producteurs*. Paris : Ministère de la Coopération et du Développement.
- Jouve P, 2007. *Stratégies et pratiques en matière de valorisation des eaux pluviales en zone arides (au Maghreb et au Sahel)*. Séance de l'Académie d'agriculture de France et de l'Académie des sciences d'outre-mer du 21 mars 2007.
- Kébé D, Keita MS, Bélières JF, 2004. *Stratégies d'investissement dans l'irrigation et coûts de production de quelques systèmes irrigués au Mali*. Bamako : IER.
- Le Roy X, 2005. *Le sorgho de décrue dans la vallée du Sénégal*. Paris ; Montpellier : IRD éditions.
- Le Roy X, 2006. *Agriculture irriguée et inégalités sociales dans la vallée du fleuve Sénégal*. Séminaire PCSI Coordination hydraulique et justice sociale, Montpellier, 25-26 novembre 2004. Montpellier : IRD éditions.
- Lericollais A, Schmitz J, 1984. La calebasse et la houe. Techniques et outils des cultures de décrue dans la Vallée du Sénégal. *Cahiers Orstom Sci Hum* 20 : 427-52.
- Marie J, 2002. Enjeux spatiaux et fonciers dans le delta intérieur du Niger (Mali). Delmasig, un SIG à vocation locale et régionale. In : Orange D, Arfi R, Kuper M, Morand P, Poncet Y, eds. *Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales*. Montpellier : IRD éditions.
- Mazoyer M, Roudart L, 1997. *Histoire des agricultures du monde*. Paris : Le Seuil.
- McCully P, Pottinger L, 2009. Spreading the water wealth: making water infrastructure work for the poor. *Ecology Law Ccurrents* 36 : 177-84.
- Meaux S, Jouve P, Maïga A, 2004. Aménagement hydraulique et conflits agropastoraux. Analyse spatio-temporelle en zone Office du Niger (Mali). *Cah Agric* 13 : 495-503.
- Milleville P, 1984. *La sécheresse en zone inter-tropicale. Pour une lutte intégrée*. Actes du colloque « Résistance à la sécheresse en milieu intertropical : quelles recherches pour le moyen terme ? », Cirad-Gerdat, ISRA, 24-27 septembre 1984.
- Mollinga PP, Meinzen-Dick RS, Merrey DJ, 2007. Politics, plurality and problem sheds: A strategic approach for reform or agricultural water resources management. *Development Policy Review* 25 : 699-719.
- Ostrom E, 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science* 325 : 419-22.
- Schmitz J, 1989. Déplacement de population autour d'un barrage en zone sahélienne : le cas de Fom Gleita. Sahel 89. *Cahiers Géographiques de Rouen* ; 32 : 117-24.
- Schmitz J, 1993. Anthropologie des conflits fonciers et hydropolitiques du fleuve Sénégal (1975-1991). *Cah Sci Hum* 29 : 591-623.
- Scoones I, Thompson J, eds, 1999. *La reconnaissance du savoir rural. Savoir des populations, recherche agricole et vulgarisation*. Paris : CTA-Karthala.
- UN, 2006. *Water. Water: A Shared Responsibility. World Water Development Report 2*. Water for Food, Agriculture and Rural Livelihoods (Chapter 7 – FAO IFAD). www.unesco.org/water/wwap
- Verheye WH, 1995. Impact of climate and soils conditions on conception and implementation of irrigation schemes in the Senegal River basin. *Agr Water Manage* ; 28 : 73-4.
- Zwarts L, van Beukering P, Kone B, Wymenga E, 2005. *Le Niger, une artère vitale : gestion efficace de l'eau dans le Bassin du Haut-Niger*. Totnes (UK) : NHBS.

Un jeu de simulation pour préparer une gouvernance de l'eau : une expérience en Tunisie centrale

Marjorie Le Bars¹
Philippe Le Grusse²
Laassad Albouchi³
Jean-Christophe Poussin¹

¹ IRD
UMR G-eau
361, rue Jean-François Breton
BP 5095
34196 Montpellier cedex 05
France
<Marjorie.Le-Bars@ird.fr>
<Jean-Christophe.Poussin@ird.fr>

² CIHEAM-IAM
UMR G-eau
3191, route de Mende
34093 Montpellier cedex 05
France
<legrusse@iamm.fr>

³ École supérieure d'agriculture de Mograne
1121 Zaghuan
Tunisie
<albouchi@hotmail.com>

Résumé

Jusqu'aux années 2000 en Tunisie, les services de l'État géraient les ressources en eau sans aucune concertation avec les usagers. Localement, cette gestion était confiée aux commissariats régionaux de développement agricole (CRDA). Depuis, l'État tunisien a décidé d'impliquer les agriculteurs dans cette gestion locale. Il encourage le regroupement des agriculteurs au sein de groupements de développement agricole (GDA), interlocuteurs des CRDA pour la gestion de l'eau. Avec ce dispositif, le CRDA doit prendre en compte les demandes des agriculteurs, regroupés dans le GDA, et en retour, ces derniers doivent prendre conscience que la ressource est partagée et qu'il est dangereux de la surexploiter. Comment GDA et CRDA peuvent-ils construire cette gestion concertée ? Dans cet article, nous présentons un jeu de simulation, construit à la demande d'agents du CRDA de Kairouan pour réfléchir à une gestion concertée de la ressource en eau dans un petit bassin-versant typique de Tunisie centrale. Notre objectif était d'utiliser ce jeu pour sensibiliser, d'un côté, les agriculteurs au nécessaire partage de la ressource, notamment en période de pénurie, et aux risques engendrés par sa surexploitation, et, d'un autre côté, les agents du CRDA aux déterminants des usages de l'eau à l'origine des demandes. Ce jeu repose sur une représentation du fonctionnement hydrologique du bassin et des diverses exploitations agricoles qui exploitent la ressource en eau avec plusieurs modalités d'accès. Une séance de simulation a été organisée avec les agriculteurs du GDA concerné, mais sans les agents du CRDA, car de fortes tensions les opposaient. Cet échec partiel conforte la nécessité, dans les approches participatives fondées sur les jeux, d'entretenir la motivation des acteurs tout au long du processus.

Mots clés : approches participatives ; eau souterraine ; gouvernance ; simulation ; Tunisie.

Thèmes : eau ; méthodes et outils ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

A simulation game to prepare water governance: An experiment in Central Tunisia

Until the 2000s, water resources in Tunisia were managed solely by official services without consulting water users. At the local scale, Commissariats Régionaux de Développement Agricole (CRDA), representing the official services, managed water resources. Then, the Tunisian government decided to involve farmers in the local management of water resources by creating the Agricultural Development Association (GDA). At present, water resource management by the CRDA must take into account water demands from GDA farmer representatives, and farmers must become aware of water scarcity and resource sharing. How can the CRDA and GDA envisage cooperative water management? In this paper we present a simulation game requested by Kairouan CRDA agents for building cooperative management of the water resources in a typical small watershed of Central Tunisia. Our aim was to use this game to increase farmers' awareness of resource sharing, scarcity and overexploitation impacts, as well as CRDA agents' awareness of uses that determine the water demand. This game is based on a hydrological model of the watershed and an agro-economical model of farming systems that use the water resources for irrigation. A simulation game was played with concerned farmers in the GDA but without CRDA agents because of tensions between the groups. This partial failure

Pour citer cet article : Le Bars M, Le Grusse P, Albouchi L, Poussin JC, 2011. Un jeu de simulation pour préparer une gouvernance de l'eau : une expérience en Tunisie centrale. *Cah Agric* 20 : 105-11. doi : 10.1684/agr.2010.0463

shows that participative approaches with game supports rely upon maintaining agent motivation throughout the process.

Key words: governance; groundwater; participatory approaches; simulation; Tunisia.

Subjects: natural resources and environment; tools and methods; water.

Depuis les années 1990 et le congrès de Rio sur l'environnement, on observe un changement des politiques dans les domaines de l'environnement et notamment de la ressource en eau. La centralisation et l'interventionnisme de l'État, surveillant les usagers et les écartant de la gestion des ressources, sont remis en question.

La Tunisie a suivi ce mouvement. Jusqu'au début des années 2000, les services de l'État géraient les ressources en eau sans aucune concertation avec les usagers. Localement, cette gestion était le monopole des commissariats régionaux de développement agricole (CRDA), rassemblant les différents services du ministère de l'Agriculture et des Ressources hydrauliques dans chaque gouvernorat. Le CRDA était chargé de gérer les barrages et de maintenir le niveau des nappes. Mais, dans les zones où l'eau était en accès libre, cette tâche n'était pas simple et on observait une surexploitation des nappes (Le Goulven *et al.*, 2008). Depuis le début des années 2000, pour impliquer les agriculteurs, l'État tunisien encourage la création de groupements de développement agricole (GDA), interlocuteurs locaux des CRDA pour la gestion des ressources. D'un côté, le CRDA doit prendre en compte dorénavant les demandes en eau exprimées par le GDA représentant les usagers. De l'autre, les agriculteurs doivent prendre conscience que la ressource doit être partagée et qu'il est dangereux de la surexploiter. Mais comment GDA et CRDA peuvent-ils construire cette gestion concertée ? En 2005, un responsable du CRDA de Kairouan nous a demandé de développer un instrument pour sensibiliser ses agents à une gestion concertée avec les GDA, sensibiliser les membres du GDA aux risques engendrés par la surexploitation de la ressource, et établir une gouvernance.

Pour gérer la ressource, on utilise le plus souvent des modèles hydrologiques sans représenter ces usages et leur

évolution (Mahé *et al.*, 2005). À l'opposé, les économistes utilisent souvent la voie de l'optimisation pour rendre compte de ces usages (Thoyer *et al.*, 2001). Toutefois, la recherche d'une solution optimale qui maximise l'utilité collective a ses limites. Les approches fondées sur la simulation et la participation des acteurs constituent alors des alternatives (Affisco, 2000). Ces approches s'inspirent des jeux de rôles (d'Aquino *et al.*, 2003) ou des jeux de simulation (Mayer et De Jong, 2004). Pour la gestion des ressources, le Collectif ComMod (2006) utilise la combinaison entre des systèmes multi-agents (SMA) et des jeux de rôles. Ces jeux de rôles ont une portée sociale et sont généralement utilisés pour comprendre les interrelations entre acteurs autour d'une situation (Barreteau *et al.*, 2003). Quant aux jeux de simulation, tels qu'utilisés dans ce travail, ils visent à faire comprendre aux joueurs le fonctionnement technique et/ou économique d'un système qu'ils ont à gérer (Carton et Karstens, 2002). Les jeux de simulation combinent ainsi jeu de rôle et modèle de simulation classique (Le Bars et Le Grusse, 2008). Pour répondre à la demande du CRDA de Kairouan, nous avons construit un jeu de simulation – intitulé *AquaFej* – pour la gestion de l'eau dans le petit bassin-versant de l'oued El Fej. L'objectif de ce jeu était :

- de sensibiliser les agriculteurs au partage de la ressource en eau, aux risques engendrés par sa surexploitation et à la gestion collective de la pénurie ;
- de sensibiliser les agents du CRDA aux déterminants des usages agricoles de l'eau pour réfléchir à une gestion des retenues.

AquaFej repose sur une représentation du fonctionnement du bassin au plan de la ressource en eau et de ses usages agricoles, avec un modèle hydrologique construit sur la base des travaux d'un agent du CRDA et un modèle technico-économique des systèmes de

production agricoles qui repose sur une typologie des exploitations.

Matériel et méthode

Le bassin de l'oued El Fej est situé dans le gouvernorat de Kairouan en Tunisie centrale (35° 45' N-9° 50' E) ; il est caractéristique des régions semi-arides (Le Goulven *et al.*, 2008). Un sous-bassin amont collecte les eaux de pluie, une (ou plusieurs) retenue(s) permet(tent) de stocker l'eau de surface, et les usages – exclusivement agricoles – de l'eau se concentrent dans la plaine aval de Rouissat où l'oued alimente une nappe et achève son cours dans une *sebkha*¹. Les 267 agriculteurs qui exploitent cette plaine ont divers modes d'accès à l'eau et sont regroupés en GDA. Depuis 1974, la nappe a fortement baissé sous l'effet des pompages pour l'irrigation et du déficit de pluviosité (Béji, 1998). Cette surexploitation s'est accompagnée certaines années d'une invasion d'eau salée depuis la *sebkha*. Le stockage de l'eau est assuré par deux retenues (4 millions de m³ au total). Le CRDA est chargé de gérer ces retenues et réalise des lâchers d'eau pour :

- entretenir un débit dans l'oued, exploité pour l'irrigation par des groupes motopompes ;
- recharger la nappe, exploitée par des puits et des forages, pour maintenir son niveau et éviter sa salinisation ;
- générer des crues artificielles utilisées pour l'irrigation par épandage (*figure 1*).

Le jeu de simulation *AquaFej* permet d'évaluer les conséquences économiques et environnementales de scénarios combinant niveaux initiaux des retenues et de la nappe, pluviométrie annuelle, gestion des lâchers d'eau, et usages agricoles.

¹ mot désignant une dépression salée dans les régions arides.

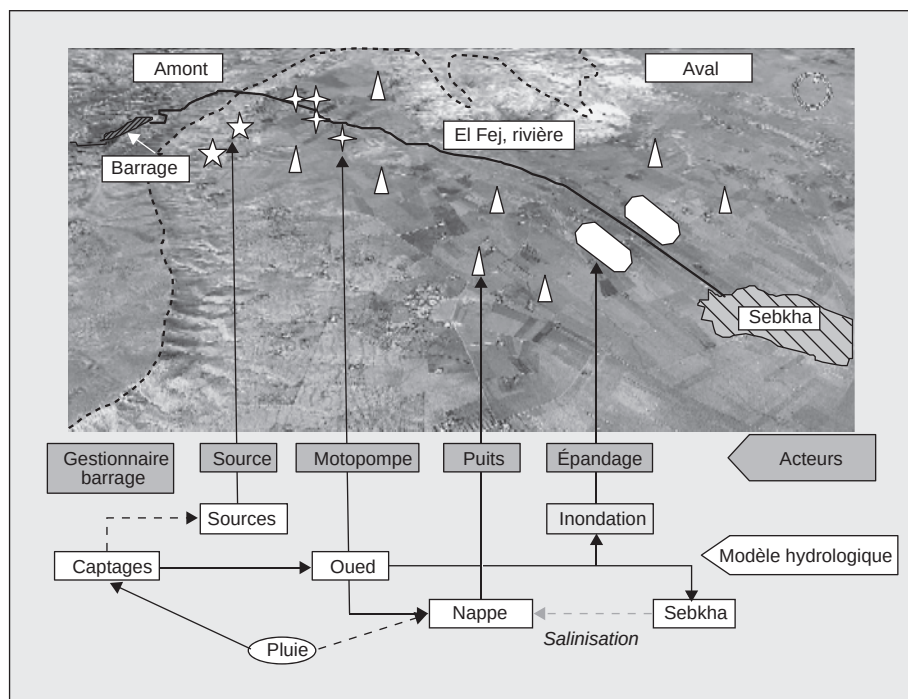


Figure 1. Image satellite de la zone d'étude avec les différents acteurs et le modèle hydrologique.

Figure 1. Satellite image of the Rouissat plain with actors and a hydrologic model.

Représentation des usages agricoles et du fonctionnement hydrologique

La représentation des activités agricoles dans la plaine repose sur une typologie des exploitations agricoles et activités de production (Poussin *et al.*, 2008). Pour construire cette typologie,

nous avons réalisé une enquête sur un échantillon de 110 exploitations. La majorité des exploitations (40 %) a une taille inférieure à 10 hectares (*tableau 1*). Les céréales et les fourrages, destinés à l'élevage, dominent l'assolement (environ 70 % de la surface totale) (*tableau 2*). L'intensification s'effectue par le maraîchage (10 % de la surface totale) et les plantations d'olivier (10 % de la

Tableau 1. Répartition des exploitations de l'échantillon par classe de taille.

Table 1. Farming systems distribution.

Classe de taille (hectares)	Nb exploitants	%	SAU (ha)	%
0 à 10	44	40	285	12,6
11 à 20	29	26,4	419	18,6
21 à 40	26	23,6	698	30,9
41 à 75	9	8,2	515	22,8
> 75	2	1,8	340	15,1
Total	110	100	2 257	100

SAU : surface agricole utile.
Source : calculé sur l'échantillon.

Tableau 2. Les surfaces des principales cultures dans la plaine de Rouissat

Table 2. Main crops areas in the Rouissat plain.

Culture	Surface (ha)	%
Céréale et fourrage	1 392	62
Maraîchage	229	10
Olivier	143	6
Autre	493	22
Total	2 257	100

surface totale). L'irrigation concerne en priorité le maraîchage, puis les céréales et les fourrages si de l'eau est disponible. La typologie des exploitations a été construite en fonction du mode d'accès à l'eau, de la taille et des activités de production. Nous avons distingué sept types (*tableau 3*) : les quatre premiers types accèdent à la nappe *via* des puits et forages, un type utilise des motopompes sur l'oued, un autre utilise des sources, et le dernier type pratique l'épandage de crue. Les exploitations de type « puits éloigné » (par rapport au barrage et à l'oued) sont plus rapidement concernées par la baisse de la nappe que celles de type « puits proche ». Les performances de chaque activité de production agricole ont également été caractérisées en termes de consommations – notamment d'eau – et de productions unitaires. La conduite des cultures peut être plus ou moins intensive. Les cultures irriguées ont ainsi des rendements et des consommations en eau plus ou moins forts selon leur conduite.

Les travaux de Béji (1998) ont permis de construire une représentation simplifiée du fonctionnement hydrologique du bassin. Un modèle calcule :
– la recharge des retenues et de la nappe en fonction de la pluviométrie sur les deux sous-bassins ;
– la recharge artificielle de la nappe et le débit dans l'oued engendrés par les lâchers d'eau.

Ce modèle permet ainsi d'établir le volume total d'eau disponible pour chaque mode d'accès à l'eau : *sources*, *motopompes* sur l'oued, *épandage* de crue de l'oued et *puits* sur nappe.

Tableau 3. Les différents types d'exploitation, leur mode d'accès à l'eau, leur nombre et leur surface moyenne.

Table 3. Main characteristics of the different farms types (water access, strength and average area).

Type d'exploitation	Mode d'accès à l'eau	Nombre	Surface (ha)
Puits proches 1	puits	50	7
Puits proches 2	puits	30	20
Puits éloignés 1	puits	80	7
Puits éloignés 2	puits	40	30
Source	source	2	50
Groupe motopompe	groupe motopompes	15	23
Épandage	épandage	50	13

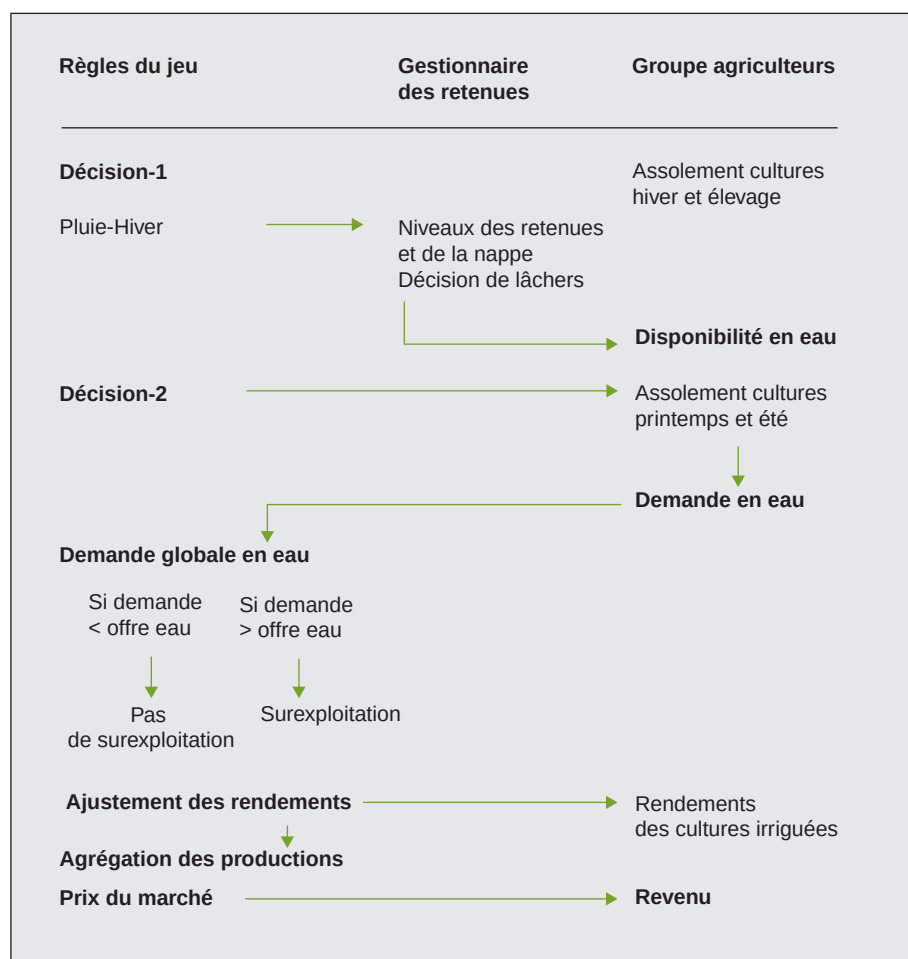


Figure 2. Les différentes étapes du jeu AquaFej.

Figure 2. Different stages of the AquaFej game.

Le jeu de simulation AquaFej

Ce jeu met le gestionnaire de barrage et les agriculteurs en situation de gestion de lâchers d'eau du barrage. À partir de la pluviométrie hivernale, il établit la disponibilité de la ressource dans les retenues et la nappe. À partir de la décision des lâchers d'eau, il détermine les volumes d'eau disponibles pour chaque mode d'accès à la ressource. À partir des assolements choisis (cultures d'hiver et d'été), il évalue l'impact de l'irrigation sur l'état de la nappe et il calcule le revenu des exploitations selon le niveau des rendements et des prix. Ce jeu vise ainsi à rendre compte des conséquences des décisions prises par les joueurs, issues ou non de choix collectifs et de négociations.

AquaFej se joue à 8 groupes de joueurs : un *gestionnaire de barrage* et 7 groupes d'*agriculteurs irrigants* représentant chacun une exploitation type. Chaque groupe d'agriculteurs dispose d'une exploitation type caractérisée par une taille et un mode d'accès à l'eau. Le poids du groupe à l'échelle de la plaine correspond à l'effectif des exploitations de ce type dans le territoire (*tableau 3*). Les quatre premiers groupes irriguent par pompage dans la nappe *via* des *puits* et forages. Les groupes 1 et 2 sont *proches* des barrages, alors que les groupes 3 et 4 en sont *éloignés* (ils sont donc plus rapidement atteints par une baisse de la nappe). Les groupes 1 et 3 ont de petites exploitations (moins de 10 hectares), alors que les groupes 2 et 4 ont des exploitations plus grandes (10 à 20 hectares). Le groupe 5 irrigue depuis des *sources*, le groupe 6 irrigue à l'aide de *motopompes* puisant dans l'oued, et le groupe 7 pratique l'*épandage* de crue.

Le déroulement d'un tour de jeu suit plusieurs étapes (*figure 2*). À l'automne, chaque groupe de joueurs-agriculteurs détermine sa surface cultivée en hiver et la taille de ses troupeaux ovins et bovins. On considère que l'aléa climatique se résume à la quantité de pluie tombée pendant l'hiver, laquelle permet de remplir les retenues et de recharger la nappe. Au printemps, selon les niveaux des retenues et de la nappe, le joueur *gestionnaire de barrage* établit en concertation avec les joueurs *agriculteurs*, une politique de lâchers. Des « quotas » d'eau sont alors alloués aux



Figure 3. Les agriculteurs pendant le jeu de simulation.

Figure 3. Farmers playing the AquaFej game.

sept groupes d'usagers. Cette politique de lâchers et ces quotas font l'objet de *négociations* entre les joueurs. Les joueurs *agriculteurs* décident ensuite des surfaces cultivées et irriguées, en respectant ou non les quotas qui leur ont été alloués. Les surfaces des cultures irriguées déterminent les besoins en eau de chaque exploitation type. Ces besoins sont agrégés à l'échelle du territoire et comparés aux ressources disponibles. En cas de surexploitation, les rendements sont ajustés en fonction du déficit hydrique et les joueurs discutent de l'établissement ou non d'une taxe de surexploitation. Les productions des exploitations types sont ensuite agrégées sur l'ensemble du territoire ; cela

permet d'ajuster les prix selon une loi offre-demande. Le revenu de chaque exploitation type peut ensuite être calculé sur la base de sa production et selon le niveau des prix agricoles. On peut faire autant de tour de jeu que souhaité ; tout dépend de la disponibilité des joueurs. Multiplier les tours de jeu permet par exemple d'observer « l'apprentissage » des joueurs et l'évolution de la ressource en eau.

Préparation de la séance de jeu avec les acteurs

La séance de jeu a eu lieu en 2008, alors que les agents du CRDA à l'origine de la demande avaient été

remplacés. Nous avons prévu une séance de jeu sur deux journées avec un représentant du gestionnaire du barrage (CRDA) et des représentants de chaque exploitation type. Mais au dire de l'Administration, mobiliser les agriculteurs plus d'une journée était impossible.

Résultats : le déroulement de la séance de jeu

Une dizaine d'agriculteurs du GDA d'El Fej ont été invités à l'automne 2008 par le CRDA de Kairouan pour une séance de jeu (*figure 3*). Aucun lâcher d'eau n'avait eu lieu depuis 2006 et une forte tension existait entre GDA et CRDA. Pour les agents du CRDA, le remplissage insuffisant des retenues était la cause de cet absence de lâchers. Pourtant, le modèle hydrologique d'AquaFej montrait un remplissage correct avec la pluviométrie enregistrée en 2007-2008 – et donc la possibilité d'effectuer des lâchers – et l'observation directe du remplissage des retenues confirmait ce résultat simulé. Le jeu *AquaFej* – conçu autour de la gestion de ces lâchers – semblait alors inadapté pour rendre compte de la situation que vivaient les agriculteurs, et réaliser une séance réunissant GDA et CRDA était difficilement envisageable.

Tableau 4. Choix des assolements selon les deux scénarios avec ou sans lâchers d'eau.

Table 4. Cropping patterns chosen by farmer-players according to the water allocation.

Types d'exploitations	Surface (ha)	Scénario 1 : sans lâchers			Scénario 2 : avec lâchers		
		Cultures d'hiver (ha)		Maraichage (ha)	Cultures d'hiver (ha)		Maraichage (ha)
		irriguée	pluviale		irriguée	pluviale	
Puits proches 1	7	4		3	3,5		3,25
Puits proches 2	20	7	5	6	4	4	10
Puits éloignés 1	7	4		3 (-)	4 (+)		3 (+)
Puits éloignés 2	30	8	5	7 (-)	9	5	6 (+)
Source	50	8	35	1	5	38	1
Groupe motopompe	23		8	5	11	3	5
Épandage	13		7,5		3	5	

Les signes (+) et (-) indiquent une conduite plus ou moins intensive.

Étant donné le peu de temps disponible pour les séances de jeu et les tensions entre acteurs, nous avons choisi de tester avec les agriculteurs seuls deux scénarios sous les mêmes conditions de pluviométrie hivernale (350 mm, correspondant à une pluviométrie moyenne), avec un seul tour de jeu pour chacun. Le scénario 1, sans lâcher d'eau permet d'exploiter 1,2 million de m³ d'eau, dont la moitié disponible dans la nappe ; le scénario 2, avec des lâchers d'eau, permet d'exploiter 1,7 million de m³ d'eau, dont les trois quarts dans la nappe. Après une présentation du jeu et des modèles mobilisés, les agriculteurs ont commencé à jouer. Les choix d'assolement des différents groupes sont rassemblés dans le *tableau 4*. Lorsqu'il y a des lâchers d'eau, les groupes *motopompe* et *épandage* qui exploitent l'oued peuvent irriguer des céréales. En absence de lâcher, un faible débit demeure dans l'oued et permet au groupe *motopompe* de faire un peu de maraîchage irrigué. Le groupe *source*, quant à lui, a toujours de l'eau disponible. Mais le débit des sources étant lié au remplissage des retenues, cette disponibilité décroît lorsqu'il y a des lâchers. Il est donc logique que ce groupe réduise la surface irriguée dans le scénario 2. En absence de lâcher (scénario 1), les groupes qui disposent de puits maintiennent des cultures irriguées (maraîchage et céréales). Cela permet d'assurer la rentabilité des investissements (forage et matériels d'irrigation au goutte à goutte) même si cela conduit à surexploiter la nappe. En cas de lâchers, ils augmentent largement la surface irriguée, en accroissant et en intensifiant le maraîchage au détriment des céréales. Les agriculteurs ont montré un grand intérêt pour ce jeu et ont déclaré leur souhait de réfléchir à l'avenir avec cette approche par simulation. Le lendemain, nous avons présenté le jeu ainsi que son déroulement de la veille avec les agriculteurs du GDA, aux agents du CRDA. Nous souhaitons que les agents du CRDA montrent le même intérêt que les agriculteurs afin qu'ils s'approprient le jeu et reproduisent des séances avec les agriculteurs des GDA. Malheureusement, les agents du CRDA n'ont pas montré beaucoup d'intérêt ni pour le jeu ni pour les modèles mobilisés.

Discussion et conclusion

Les éléments qui constituent la base de notre jeu de simulation ont été validés lors des séances collectives avec les agriculteurs. Ces derniers ont rapidement accepté la représentation du système, c'est-à-dire les éléments du modèle hydrologique et les représentations des systèmes de production (nombres d'agriculteurs, types définis, cultures et marges proposées...). Au cours des discussions pendant la séance de jeu, il est apparu qu'un agriculteur « bien placé » avait installé une station de pompage dans les retenues pour irriguer ses cultures maraîchères. Pour les agriculteurs, c'est ce qui expliquait l'absence de lâchers depuis 2006 malgré le remplissage des retenues.

Les deux catégories d'acteurs ont montré deux comportements opposés vis-à-vis du jeu. D'un côté, les agriculteurs du GDA étaient très intéressés car ce jeu leur permettait de corriger en leur faveur le déséquilibre d'informations ; de l'autre, les agents du CRDA perdaient de leur pouvoir puisque le jeu proposait une gestion des retenues négociée avec les agriculteurs.

Kuper *et al.* (2009) soulignent qu'une meilleure gouvernance de l'eau nécessite d'associer les agriculteurs aux processus de coordination et/ou de négociation de manière à accroître leurs capacités d'adaptation face aux changements socio-économiques et environnementaux à l'échelle du système global à gérer. Dans le même esprit, ce jeu avait été conçu à la demande d'agents de l'Administration pour réfléchir aux modalités d'une gestion concertée de la ressource entre CRDA et GDA. Cette expérience démontre que la coopération des agents de l'Administration – qui peuvent changer sur le territoire – est indispensable à ce processus.

Une démarche fondée sur un jeu avec les acteurs nécessite un travail important et long, et la coopération de tous les acteurs. La motivation de certains d'entre eux, agriculteurs et/ou agents de l'Administration, tout au long du processus est un gage de succès (Imache *et al.*, 2009 ; Bouarfa *et al.*, 2011). Utiliser le jeu *AquaFej* pour préparer la mise en place d'une

nouvelle gouvernance suppose la mobilisation de tous les acteurs non seulement pendant la construction du jeu, mais surtout lors de son utilisation. En 2005, la motivation de certains agents du CRDA a permis de lancer la démarche ; leur démotivation en 2008 l'a empêché d'aboutir.

Cette démarche fondée sur un jeu de simulation est « lourde », puisque qu'elle nécessite la construction de modèles. Peut-être qu'une démarche fondée sur l'usage de jeux de rôles, plus légère, aurait été mieux adaptée à cette situation. En effet, le Collectif ComMod (2006) souligne que le jeu de rôle vise à révéler la dissymétrie d'information et à instaurer des relations entre les divers acteurs ayant des points de vue divergents, sans les confronter à une vision externe du fonctionnement de leur système, *via* des modèles très contextualisés. Néanmoins, quel que soit le type de jeu retenu, la démarche requiert une présence importante des concepteurs sur le terrain afin de maintenir le lien avec tous les acteurs et entretenir leur motivation.

Les approches participatives sont attractives pour la discussion entre acteurs (Castella *et al.*, 2005) mais sont étroitement liées au contexte et à la diversité des acteurs impliqués, et sont extrêmement aléatoires (Kooiman, 2003). Même quand on constate un succès, il est nécessaire de vérifier sa durabilité au-delà du projet de recherche, comme pour les recherches-actions (Fung, 2003 ; Pahl-Wostl, 2002). ■

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre de deux projets européens du 6^e Programme cadre de recherche et de développement technologique (PCRD) AquaStress coordonné en Tunisie par Zohra Lili Chabaane (Institut agronomique de Tunisie, Inat) et Wademed coordonné en Tunisie par Mohamed Salah Bachta (Inat). Nous remercions les agriculteurs et agents du CRDA de Kairouan qui ont participé au jeu AquaFej.

Références

Affisco JF, 2000. My experiences with simulation/gaming – 5 years further down the road. *Simulation & Gaming* 31 : 42-7.

- Barreteau O, le Page C, D'Aquino P, 2003. The joint use of role-playing games and models regarding negotiation processes: characterization of associations. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 6. <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/3.html>.
- Béji R, 1998. Ressources en eau et hydrogéologie du système aquifère de Fej-Rouissat. Mémoire d'ingénieur, École supérieure des ingénieurs de l'équipement rural, Medjez Elbebi, Tunisie.
- Bouarfa S, Brunel L, Granier J, Mailhol JC, Morardet S, Ruelle P, 2011. Évaluation en partenariat des stratégies d'irrigation en cas de restriction des prélèvements dans la nappe de Beauce (France). *Cah Agric* 20 : 124-9. doi: 10.1684/agr.2010.0461.
- Carton L, Karstens S, 2002. The W4S game: exploring the future of consequences of water management. In : Mayer I, Veeneman W, eds. Games in a world of infrastructures. Simulation games for research, learning and intervention. Delft : Eburon.
- Castella JC, Tran Ngoc T, Boissau S, 2005. 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 : 27.
- Collectif ComMod, 2006. *Modélisation d'accompagnement. Modélisation et simulation multi-agents: applications aux sciences de l'homme et de la société*. Londres : Hermes sciences.
- d'Aquino P, Le Page C, Bousquet F, Bah A, 2003. Using self-designed role-playing games and a multi-agent system to empower a local decision-making process for land use management: the selfcormas experiment in Senegal. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 6. <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/10.html>.
- Fung A, 2003. Survey article: recipes for public spheres: eight institutional design choices and their consequences. *The Journal Of Political Philosophy* 11 : 338-67.
- Imache A, Dionnet M, Bouarfa S, Jamin JY, Hartani T, Kuper M, *et al.*, 2009. Scénariologie participative : une démarche d'apprentissage social pour appréhender l'avenir de l'agriculture irriguée dans la Mitidja (Algérie). *Cah Agric* 18 : 417-24. doi: 10.1684/agr.2009.0324.
- Kooiman J, 2003. *Governing as governance*. London : Sage Publications.
- Kuper M, Dionnet M, Hammani A, Bekkar Y, Garin P, Bluemling B, 2009. Supporting the shift from state water to community water: lessons from a social Learning approach to designing joint irrigation projects in Morocco. *Ecology and Society* 14 : 19.
- Le Bars M, Le Grusse P, 2008. Use of a decision support system and a simulation game to help collective decision-making in water management. *Computers and Electronics in Agriculture* 62 : 182-9.
- Le Goulven P, Leduc C, Bachta MS, Poussin JC, 2008. Sharing scarce resources in a Mediterranean river basin: Wadi Merguellil in Central Tunisia. In : Molle F, Wester P, eds. *River Basins: Trajectories, Societies, Environments*. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series, 8. Colombo (Sri Lanka) ; Wallingford (Great Britain) : IMWI ; CABI editions.
- Mahé G, Paturel J, Servat E, Conway D, Dezetter A, 2005. The impact of land use change on soil water holding capacity and river flow modelling in the Nakambe River, Burkina-Faso. *Journal of Hydrology* 300 : 33-43.
- Mayer I, De Jong M, 2004. Combining GDSS and gaming for decision support. *Group Decision and Negotiation* 13 : 223-41.
- Pahl-Wostl C, 2002. Towards sustainability in the water sector – The importance of human actors and processes of social learning. *Aquatic Sciences* 64 : 394-411.
- Poussin JC, Imache A, Béji R, Le Grusse P, Ben Mihoub A, 2008. Exploring regional irrigation water demand using typologies of farms production units: an example from Tunisia Agricultural Water Management. *Agricultural Water Management* 95 : 973-83.
- Thoyer S, Morardet S, Rio P, Simon L, Goodhuc R, Rausser G, 2001. A bargaining model to simulate negotiations between water users. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 4 : 23.

Valeurs d'usage ou performances techniques : comment apprécier le rôle des petits barrages en Afrique subsaharienne ?

Jean-Philippe Venot¹
Philippe Cecchi²

¹ International Water Management Institute (IWMI)
PMB CT 112
Cantonments
Accra
Ghana
<j.venot@cgiar.org>

² IRD
UMR G-Eau
Cemagref-Hortus
361, rue J-F Breton
BP 5095
34196 Montpellier cedex 5
France
<Philippe.Cecchi@ird.fr>

Résumé

Devenus une réalité des paysages de l'Afrique subsaharienne, les petits barrages ont trouvé preneurs au sein des sociétés rurales et constituent une source d'innovations techniques et institutionnelles. Ils font maintenant l'objet d'une demande continue des populations et bénéficient du soutien des décideurs nationaux et de l'attention des bailleurs de fonds, même si les analyses-diagnostic s'accordent sur le fait que les *performances* de ces aménagements déçoivent généralement les attentes placées en eux par leurs promoteurs. Cet article propose une grille d'analyse de cette apparente contradiction. Les populations locales utilisent les réservoirs pour de multiples activités mais rarement comme l'envisageaient les décideurs et bailleurs de fonds. Les analyses classiques ne semblent donc pas rendre compte des réelles *valeurs d'usage* de ces aménagements, tant à l'échelle locale que régionale (bassin-versant). Mesurer les opportunités et les risques liés à l'utilisation des petits barrages et à l'intensification de leurs usages nécessite de les considérer comme des construits sociaux, objets de revendications diverses et d'usages parfois conflictuels. Ils entraînent une reconfiguration tant des relations sociales que des rapports que les sociétés entretiennent avec leur environnement.

Mots clés : Afrique subsaharienne ; aménagement du territoire ; barrage ; évaluation ; innovation.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

Use-value or performance: Towards a better understanding of small reservoirs in sub-Saharan Africa

Small reservoirs are a reality of rural sub-Saharan Africa. They trigger technical and institutional innovations, appear to be in high demand among local communities, and remain popular on the agendas of national policy-makers and international development partners in spite of recurrent analyses highlighting that these systems function well below the expectations of their promoters. This paper proposes an analytical framework to understand this apparent contradiction. Local communities do make use of small reservoirs in many ways but not always as implied by policy discourses and development strategies. Social, eco-technical and managerial analyses would then not disclose the real use-value of these innovations at either the local or the regional (watershed) scales. Understanding the opportunities and risks linked to an intensification of the multiple uses of small reservoirs requires considering them as rural development and planning interventions. They induce changes in the relations that societies nurture with their

Pour citer cet article : Venot JP, Cecchi P. 2011. Valeurs d'usage ou performances techniques : comment apprécier le rôle des petits barrages en Afrique subsaharienne ? *Cah Agric* 20 : 112-7. doi : 10.1684/agr.2010.0457

Tirés à part : J.-Ph. Venot

environment and catalyze new and multiple claims and uses that sometimes appear conflictual and irreconcilable.

Key words: evaluation; innovation; land use planning; subSaharan Africa; water reservoirs.

Subjects: economy and rural development; natural resources and environment; water.

Les agricultures pluviales et irriguées font face au défi de produire plus, de façon durable, parfois avec moins d'eau. L'accroissement de la productivité – des terres, de l'eau, du travail comme du capital investi – est activement recherché, mais l'efficacité des systèmes de production et des aménagements hydro-agricoles est abondamment critiquée. L'évaluation des performances et les critères retenus pour ce faire paraissent toutefois peu satisfaisants (Molden *et al.*, 2007). Une meilleure perception des opportunités et des contraintes est nécessaire, surtout pour la petite irrigation qui reste sous-étudiée au regard des grands aménagements hydrauliques. Reconsidérer les aménagements hydro-agricoles, et les petits barrages en particulier, comme des socioécosystèmes peut permettre une meilleure compréhension de leurs utilisations multiples et donc une meilleure appréciation de leurs valeurs d'usage. La première partie de cet article fait une synthèse rapide des approches existantes pour évaluer les performances des systèmes d'irrigation. Dans une deuxième partie, nous soulignons pourquoi ces analyses sont insuffisantes pour appréhender les valeurs d'usage

des petits barrages d'Afrique subsaharienne dans leur vocation multifonctionnelle. Nous proposons ensuite un cadre d'analyse intégrateur de leurs multiples dimensions territoriales et environnementales. Au-delà de simples infrastructures, ce cadre d'analyse les pose comme des construits sociaux. La conclusion souligne les futures étapes de recherche : il ne s'agit pas ici d'élaborer des outils pratiques ou de donner des exemples concrets mais de proposer un cadre d'analyse systémique des petits aménagements hydro-agricoles en Afrique subsaharienne.

Évaluation des performances en irrigation

Performances techniques, économiques et managériales

Les facteurs influençant la performance des systèmes d'irrigation sont bien connus. La grille d'analyse pro-

posée par Bos *et al.* (2005) permet de présenter les critères les plus communément utilisés (*tableau 1*). De telles études restent souvent techniques et managériales et ne permettent pas d'appréhender les dynamiques sociales complexes qui se développent au sein des systèmes irrigués (Molden *et al.*, 2007). La reconnaissance des aménagements par les acteurs locaux, leur intégration dans les systèmes de production, et les processus d'innovation qui s'y développent, sont pourtant centraux, tant les résistances sociales peuvent en obérer l'exploitation et la durabilité.

Participation et performance institutionnelles

Suite aux sécheresses des années 1970 et 1980 et aux controverses concernant les grands aménagements hydrauliques, l'attention s'est tournée vers la « petite irrigation ». Son potentiel agronomique était identifié de longue date et sa taille semblait compatible avec son appropriation locale comme avec les politiques de décentralisation. L'importance des dimensions sociales et institutionnelles dans la gestion des systèmes irrigués est désormais largement reconnue et un consensus s'est imposé : une action collective explicite et durable est nécessaire pour leur bonne performance. En outre, de nombreux auteurs soulignent le besoin d'une professionnalisation des agriculteurs et d'un soutien institutionnel fort (Rigourd *et al.*, 2002 ; Poussin et Boivin, 2002). D'autres se sont attachés à comprendre les déterminants et conséquences de l'action collective en termes de gestion des ressources naturelles (Baland et Platteau, 1996). Ostrom (1990) a ainsi proposé huit principes directeurs pour guider l'analyse institutionnelle de la gestion des biens communs que sont les systèmes d'irrigation (*tableau 1*). En considérant les communautés

Tableau 1. Critères de performance des systèmes irrigués (d'après Ostrom, 1990 et Bos *et al.*, 2005).

Table 1. Performance criteria for the assessment of irrigation projects (after Ostrom, 1990 and Bos *et al.*, 2005).

Critères communément utilisés	
Techniques	Environnementaux
« Rendement » global de l'aménagement Efficacité multinationaux (périmètre / champ) Efficacité du système de distribution Efficacité organisationnelle Efficacité de la maintenance	Participation/Action collective Clarté Équité Adaptabilité Transparence Respect des règles Résolution des conflits Autonomie Multiples niveaux emboîtés de responsabilités
Économiques et productifs	
Viabilité financière Efficacité opérationnelle des gestionnaires Satisfaction des usagers vis-à-vis du service Coût relatif de l'eau Système de production Avantage comparatif de l'irrigation	

comme point d'entrée, ces études ne permettent toutefois que rarement de comprendre les hétérogénéités concernant la distribution des bénéfices et des risques en leur sein, offrant ainsi une vision simplifiée des dynamiques sociales suscitées par la petite irrigation. Les perceptions, motivations et jeux complexes entre acteurs, pratiques et technologies qui en définissent la réalité ne sont finalement que peu considérés. Il en va de même pour les liens entre les communautés et autres sphères de prise de décision, *a fortiori* dans le contexte désormais généralisé de décentralisation des structures d'encadrement (communalisation, gestion intégrée des ressources en eau).

Pour un nouveau cadre d'analyse des petits barrages

Des systèmes petits, mais multiples et dispersés, à l'impact considérable

Les petits barrages sont une réalité des zones rurales de nombreuses régions du monde. Il en existe en particulier des centaines dans toute l'Afrique subsaharienne. Malgré les difficultés d'inventaire, leur nombre est estimé à 1 700 au Burkina Faso, 800 au Mali, 600 en Côte d'Ivoire et 500 au Ghana. Généralement équipés d'une digue en terre munie d'un déversoir, ce qui leur permet de stocker jusqu'à un million de mètres cube, les petits barrages atténuent les conséquences d'une forte variabilité climatique en stockant les ruissellements temporaires et les eaux de pluies. Parfois aménagés avec un périmètre hydro-agricole permettant l'irrigation de quelques dizaines d'hectares, il est communément admis qu'ils supportent de multiples activités (riziculture, maraîchage, pêche, abreuvement des troupeaux, activités artisanales, usages domestiques et récréatifs ; [Cecchi, 2007]), qu'ils freinent l'exode rural, procurent un revenu substantiel aux populations riveraines (Fromageot *et al.*, 2006), et contribuent ainsi à leur sécurité alimentaire (Savy *et al.*, 2006). L'accroissement des usages de ces nouvelles zones

humides pose néanmoins des questions sanitaires et environnementales (Boelee *et al.*, 2009).

Construits dans leur majorité il y a près de 30 ans pour remédier aux conséquences de sécheresses récurrentes au Sahel, les petits barrages font depuis lors l'objet d'une demande constante de la part des populations locales. Depuis une quinzaine d'années environ, les gouvernements y voient une opportunité en termes de sécurité alimentaire par le biais d'une intensification de leurs usages, une considération centrale pour des bailleurs de fonds qui continuent de financer de tels aménagements. Le Fond international pour le développement de l'agriculture et la Banque africaine de développement planifient par exemple la construction/réhabilitation de 50 petits barrages pour près de 30 millions de dollars dans le Nord du Ghana d'ici 2015-2020, confirmant ainsi les investissements réalisés depuis le début des années 1990. Au Burkina Faso, ce sont plus de 60 petits barrages qui ont été construits/réhabilités depuis l'an 2000 pour un montant d'environ 50 millions de dollars. Cette présence dans la durée des petits barrages dans les politiques de développement est un indicateur de la valeur que ces infrastructures peuvent avoir pour de multiples acteurs, bien que de nombreuses études pointent du doigt leurs performances sous-optimales (Faulkner *et al.*, 2008 ; Mdemu *et al.*, 2009). Cependant, il est à noter qu'en plus du développement de l'irrigation, les petits barrages et les opportunités qu'ils représentent sont perçus de diverses façons par les acteurs concernés (exploitants et populations rurales, agents techniques des ministères, fonctionnaires des collectivités territoriales et de l'État, édiles, bailleurs de fonds ; Venot et Hirvonen, 2010). La compréhension des motivations et perceptions de ces acteurs est donc une voie importante pour appréhender la valeur des petits barrages et expliciter l'intérêt continu dont ils sont l'objet (Vanclay, 2003). Leur étude doit également être contextualisée à différentes échelles (systèmes agraires, territoires, politiques agricoles et environnementales) afin d'identifier les perspectives réellement offertes par ces infrastructures en termes de développement rural durable.

Les petits barrages : structuration et appropriation de l'espace

À l'instar des projets de gestion des territoires qui se sont développés depuis les années 1990 en Afrique de l'Ouest (Bassett *et al.*, 2007), les petits barrages doivent être perçus comme de véritables objets d'aménagement du territoire. Ils apparaissent comme un vecteur de changement social et de mutation des réalités rurales mais constituent simultanément de véritables enjeux de pouvoirs disputés à diverses échelles par de multiples acteurs. Ils s'accompagnent en effet d'une reconfiguration et éventuellement d'une réappropriation de l'espace en lien avec les dynamiques d'utilisation des ressources qu'ils rendent disponibles. Les conséquences d'une telle restructuration en termes de gestion durable et équitable restent toutefois à déterminer tant les objectifs nationaux d'aménagement et de contrôle de l'espace sont rarement en adéquation avec les pratiques, priorités ou attentes locales. La poursuite d'un objectif national de sécurité alimentaire, et l'intensification de l'irrigation qui en découle, peuvent ainsi aller à l'encontre des intérêts des segments les plus vulnérables des communautés rurales. En outre, la décentralisation peut se traduire par un contrôle accru du territoire et de ses ressources par les autorités (Ribot *et al.*, 2006).

Valeur et performances : pour qui et à quelles échelles ?

La diversité et la complexité des dynamiques associées à la petite irrigation sont reconnues depuis longtemps (Turner, 1994) mais les éclairages proposés – qu'ils soient techniques ou socioéconomiques (Faulkner *et al.*, 2008 ; Mdemu *et al.*, 2009), institutionnels (Sakthivadivel *et al.*, 2004) ou même holistiques (Ait Kadi, 1997) – découlent d'une vision déterministe du développement selon laquelle les performances des aménagements sont évaluées en regard d'objectifs prédéfinis, parfois dictés par des préoccupations qui sous-estiment tant les attentes que les expériences locales. De telles

Tableau 2. Grille d'analyse des petits barrages d'Afrique de l'Ouest (d'après Cecchi, 2007).

Table 2. Small reservoirs of West Africa: an analytical framework (after Cecchi, 2007).

Opportunités	Risques et contraintes
ÉCHELLE LOCALE (réservoir/communauté)	
<i>Aménagement</i>	
Demande locale	Manque de participation réelle et réorganisation foncière
Contrôle de la ressource	Dégradation et risques de rupture
Amélioration de la qualité des sols	Submersion de terres cultivables
<i>Usages domestiques</i>	
Accès à l'eau sécurisé et aires récréatives	Risques sanitaires
<i>Pêche et aquaculture</i>	
Exploitation des ressources	Compétition pour la ressource
Rente payée aux communautés riveraines par les pêcheurs	Précarité des exploitants pêcheurs et redistribution inéquitable
Amélioration de la sécurité alimentaire	Risques sanitaires et déséquilibres écologiques
<i>Élevage</i>	
Fertilisation organique	Surpâturage et érosion
Traction animale	Risques d'eutrophisation
Amélioration de la sécurité alimentaire	Compétition pour la ressource (élevage <i>versus</i> agriculture)
<i>Agriculture irriguée</i>	
Diversification des pratiques et des espèces	Réticences sociales, exclusion, réorganisation foncière
Source de revenus	Risques sanitaires
Émancipation des « cadets-sociaux »	Risques de pollution (sols, eau)
Amélioration de la sécurité alimentaire	
<i>Activités non agricoles</i>	
Création d'emplois non agricoles (revendeurs, petits business)	Monopolisation des bénéfices par les élites
Constitution de capital	Spéculation foncière et spoliations locales
ÉCHELLE BASSIN-VERSANT ET RÉGIONALE	
<i>Aménagements</i>	
Initiatives et politiques de gestion intégrée (bassin-versant)	Approche technocratique des réformes (question de la représentativité des agences/organisations mises en place)
Réduction de l'érosion	Déséquilibre de pouvoir/Contrôle des ressources
Contrôle de la ressource	Vulnérabilité aux changements climatiques à long terme (ruptures en cascade)
Réapprovisionnement des nappes souterraines	Diminution de la disponibilité des ressources en aval
Création de zones humides/zones refuges de biodiversité	Pertes par évaporation
Limitation de l'émigration	Surexploitation, disparition des habitats aquatiques
	Risques sanitaires et déséquilibres écologiques
<i>Diversification et intensification des activités</i>	
Amélioration de la sécurité alimentaire et source de revenus	Impacts mal connus en termes de lutte contre la pauvreté
Stimulation des relations villes/zones rurales	Insécurité des filières, notamment en période de crise ?
Nouvelles interactions et spécialisations régionales : création de zones attractives ; création de filières de commercialisation	Spéculation foncière
	Problèmes de commercialisation des produits

études, certes nécessaires, ne conduisent souvent qu'à souligner les limites d'aménagements évalués face à ces seuls critères.

Les jeux complexes entre acteurs, les différences de perceptions et les processus d'innovation des agriculteurs ne sont que très rarement pris en compte par des interventions qui restent trop souvent monolithiques (Vincent, 1994). Ainsi, les multiples usages des réservoirs et les opportunités et risques qui leurs sont associés peuvent affecter des groupes d'usagers différents et des espaces éventuellement distincts qu'il convient d'identifier pour percevoir les potentialités réelles des petits barrages (Cecchi, 1998). Inversement, la complémentarité associée à la pluriactivité peut être revendiquée par une même catégorie d'acteurs – celle des agropêcheurs, par exemple – qui exploitera successivement ou parallèlement différentes ressources associées aux aménagements.

Le *tableau 2* propose un cadre d'analyse qui intègre et complète les critères traditionnellement utilisés pour évaluer les performances des systèmes d'irrigation. Il s'agit ici, d'une part, de considérer l'échelle locale comme cadre d'exploitation des ressources et de rationalisation individuelle des activités dans toute sa diversité (interactions entre propriétaires, sans terres, spéculateurs et migrants ; interactions entre agriculteurs, pêcheurs, éleveurs et usagers domestiques ; [Cecchi, 2007]). Et il s'agit d'autre part de replacer ces dynamiques locales à l'échelle des bassins-versants afin de mieux en appréhender les externalités (relations d'interdépendance entre communautés, d'un côté ; entre amont et aval, de l'autre) et de définir collectivement des modalités d'usages et de régulation. Les entités hydrologiques ne sont pas les seules à prendre en compte : il s'agit aussi d'appréhender les petits barrages au regard des questions environnementales qu'ils induisent, ou encore des problèmes sanitaires et épidémiologiques qui dépassent parfois les frontières des bassins-versants (Parkes *et al.*, 2010). Mettre en perspective les petits barrages dans le cadre de filières de production et des marchés est également nécessaire pour juger tant de leurs impacts sur la sécurité

alimentaire nationale que de leur viabilité économique locale.

Ces changements d'échelles incessants illustrent que les petits barrages, leurs modes de gouvernance, tout comme les évaluations qui en sont faites, doivent être perçus en termes de réseau tant infrastructurel que social. Les flux (en eau, produit, information) qui traversent et animent les petits barrages, et la mobilité des acteurs concernés, ouvrent en effet ces infrastructures sur des espaces et des temporalités englobants : migration et urbanisation, politiques nationales d'aménagement, échanges internationaux, discours et modèles de développement. Au-delà du local, les petits barrages participent donc de dynamiques complexes d'aménagement des territoires dont il s'agit de débattre entre de multiples acteurs : communautés locales, collectivités territoriales, gouvernements, bailleurs de fonds internationaux. La mise en œuvre de démarches participatives pour appréhender les perceptions des aménagements et de leurs impacts par ces différentes catégories d'acteurs devient indispensable (von Korff *et al.*, 2010). Si la contribution des acteurs locaux dans de telles démarches n'est jamais aisée pour d'évidentes raisons de déséquilibre de pouvoir, les processus d'innovation garantissent cependant leur implication *de facto* dans l'élaboration et le pilotage des politiques publiques (Mosse, 2004).

L'identification de ces multiples acteurs, intérêts et espaces d'influence, amène à être prudent vis-à-vis d'une intensification des usages des petits barrages qui se traduirait par une appropriation exclusive de la terre et de l'eau par un groupe d'usagers pour un usage déterminé (*a priori* l'agriculture irriguée), comme semblent l'indiquer les évolutions récentes en Afrique subsaharienne (forte demande urbaine en produits agricoles, libéralisation des échanges, nouvelles lois foncières favorisant la privatisation des terres, désengagement de l'État vis-à-vis des politiques agricoles, et manque de moyens des collectivités territoriales décentralisées). Il s'agit au contraire d'élaborer un cadre de gouvernance associant populations locales et gouvernements local et national pour concilier usages productifs, santé, environnement et durabilité. Pour cela, il

est nécessaire d'adopter une posture reconnaissant explicitement que différents types de savoirs (experts du développement, recherche, savoirs locaux) coexistent et façonnent les réalités des aménagements que sont les petits barrages : une recherche participative pluridisciplinaire articulant différentes méthodes à différentes échelles (diagnostic rural participatif, discussions de groupe, entretiens avec des personnes ressources, enquêtes, ateliers de cartographie et de modélisation participative, statistiques, télédétection) y a un rôle vraisemblablement fondamental à jouer.

Conclusion

Les petits barrages sont généralement présentés comme des aménagements à vocations multiples favorables au développement local des populations destinataires. Les discours sur leurs performances traduisent cependant une vision technocratique du développement dans laquelle les sociétés rurales sont perçues comme des systèmes fermés pouvant être altérés de façon volontaire et prédéfinie par les politiques agricoles et les technologies – dans ce cas particulier par et pour l'irrigation. Une telle approche du développement sous-estime les processus d'innovation des acteurs qui se déploient à de multiples échelles. En jugeant les petits barrages sur la seule base de critères de performances souvent très sectoriels, les analyses diagnostiques aident certes à en révéler certaines limites, le plus souvent techniques ou managériales. Mieux comprendre les dynamiques complexes associées à ces objets d'aménagement du territoire requiert toutefois l'adoption d'un cadre d'analyse qui permette d'évaluer leurs valeurs d'usage et non plus seulement certaines de leurs performances. Ce cadre d'analyse reste à tester et doit être transcrit en un *modus operandi* ; il a inspiré les travaux de recherche sur les petits barrages dans le cadre du projet *Agricultural Water Management Solutions* (<http://awm-landscape.iwmi.org/>) ainsi que l'élaboration des projets de recherche qui se mettent en place dans le bassin de la Volta sous l'égide du *Challenge Programme on Water*

and Food (www.waterforfood.org). La question de la coexistence de différents savoirs et des processus d'innovation dans le contexte des systèmes agraires, des politiques environnementales et d'aménagement des territoires, semble cependant d'ores et déjà centrale. Une telle posture apparaît en outre nécessaire afin de réexaminer l'apparente contradiction (forte demande, faible performance) qui pèse sur ces aménagements, et ainsi mettre en place des politiques d'investissements prenant en compte les réalités et préoccupations locales, tout en les projetant dans la prospective à moyen et long termes, gage de durabilité. ■

Références

- Ait Kadi M, 1997. Une approche « holistique » pour l'amélioration des performances de l'agriculture irriguée : cas des grands périmètres irrigués au Maroc. *Options Méditerranée Ser A* ; 31.
- Baland JM, Platteau JP, 1996. *Halting degradation of natural resources. Is there a role for rural communities?* Oxford : Clarendon Press.
- Bassett TJ, Blanc-Pamard C, Boutrais J, 2007. Constructing locality: the terroir approach in West Africa. *Africa* 77 : 104-29.
- Bos MG, Burton MA, Molden DJ, 2005. *Irrigation and drainage performance assessment – Practical guidelines*. Wallingford (UK) : CABI publishing.
- Boelee E, Cecchi P, Koné A, 2009. *Health impacts of small reservoirs in Burkina Faso*. IWMI working paper No. 136. Colombo : IWMI.
- Cecchi P, 1998. De la construction d'un objet pluridisciplinaire : les petits barrages du nord de la Côte d'Ivoire. *Nat Sci Soc* 6 : 73-83.
- Cecchi P, 2007. *L'eau en partage. Les petits barrages de Côte d'Ivoire*. Paris : IRD éditions.
- Faulkner JW, Steenhuis T, van de Giesen N, Andreini M, Liebe J, 2008. Water use and productivity of two small reservoir irrigation schemes in Ghana's upper east region. *Irrig Drain* 57 : 151-63.
- Fromageot A, Cecchi P, Parent F, Coppietiers Y, 2006. Ruptures économiques sans ruptures sociales : le maraîchage et la santé des paysanneries sénoufo entre résilience et vulnérabilité. *Ann Geogr* 115 : 49-68.
- Mdemu MV, Rodgers C, Vlek PLG, Borgadi JJ, 2009. Water productivity in reservoir irrigated schemes in the upper east region (UER) of Ghana. *Phys Chem Earth* 34 : 324-8.
- Molden D, Burton M, Bos MG, 2007. Performance assessment, irrigation service delivery and poverty reduction: benefits of improved system management. *Irrig Drain* 56 : 307-20.
- Mosse D, 2004. Is good policy unimplementable? Reflections on the ethnography of aid policy and practice. *Dev Change* 35 : 639-71.
- Ostrom E, 1990. *Governing the commons: the evolution of institutions for collective action*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Parkes MA, Morrison KE, Bunch MJ, Hallström LK, Neudoerffer RC, Venema HD, et al., 2010. Towards integrated governance for water, health and social-ecological systems: the watershed governance prism. *Global Environ Change* 20 : 693-704.
- Poussin JC, Boivin P, 2002. Performance des systèmes rizicoles irrigués sahélien. *Cah Agric* 11 : 65-73.
- Ribot JC, Agrawal A, Larson AM, 2006. Recentralizing while decentralizing: how national governments reappropriate forest resources. *World Dev* 34 : 1864-86.
- Rigourd C, Hermiteau I, Nepveu de Villemarceau A, Vidal A, 2002. La riziculture irriguée en Afrique sahélienne : rompre avec le pessimisme. *Cah Agric* 11 : 58-64.
- Sakthivadivel R, Gomathinayagam P, Shah T, 2004. Rejuvenating irrigation tanks through local institutions. *Economic and Political Weekly* 39 : 3521-6.
- Savy M, Martin-Prével Y, Traissac P, Eymard-Duvernay S, Delpeuch F, 2006. Dietary diversity scores and nutritional status of women change during the seasonal food shortage in rural Burkina Faso. *J Nutr* 136 : 2625-32.
- Turner B, 1994. Small-scale irrigation in developing countries. *Land Use Policy* 11 : 251-61.
- Venot JP, Hirvonen M, 2010. *Can small reservoirs enhance sustainable agricultural development in Sub-Saharan Africa? Broadening the analytical horizons*. Symposium on innovation and sustainable development in agriculture and food, Montpellier, France, 28 juin-1^{er} juillet 2010.
- Vanclay F, 2003. International principles for social impact assessment. *Impact Assess Proj Appraisal* 21 : 5-11.
- Vincent L, 1994. Lost chances and new futures: interventions and institutions in small-scale irrigation. *Land Use Policy* 11 : 309-22.
- von Korff Y, d'Aquino P, Daniell KA, Bijlsma R, 2010. Designing participation processes for water management and beyond. *Ecol Soc* 15 : 1. <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art1/>.

Jeux de rôles comme objets frontières dans un conflit de partage de l'eau d'irrigation au Bhoutan

Jérôme Queste¹
François Bousquet²
Tayan Raj Gurung³
Guy Trébuil²

¹ Cirad
Station La Bretagne
Grand canal
BP20
97408 Saint-Denis
France
<jerome.queste@cirad.fr>

² Cirad
Campus international de Baillarguet
TA C-47
34398 Montpellier cedex 5
France
<francois.bousquet@cirad.fr>
<guy.trebuil@cirad.fr>

³ RNR-RC Wengkhar Mongar
Council for renewable natural resources
research (CoRRB)
Ministry of Agriculture and Forestry (MoAF)
Thimphu
Bhoutan
<tayangurung@yahoo.com>

Résumé

Le partage de l'eau d'irrigation est souvent l'objet de négociations entre des acteurs ayant des connaissances de natures différentes : chercheurs et acteurs locaux, irrigants et gestionnaires. La construction d'accords sur les modalités de gestion de la ressource doit alors s'appuyer sur une traduction des connaissances et des cadres de référence de ces acteurs hétérogènes. Dans cette perspective, nous nous intéressons dans cet article au rôle d'« objets frontières », ayant un sens différent dans différents mondes sociaux, mais suffisamment rigides pour conserver une identité propre. Ce cadre théorique est mis à l'épreuve par l'analyse d'une expérimentation de modélisation d'accompagnement menée au Bhoutan et reposant sur des jeux de rôles. Le suivi des sessions de jeu permet d'explicitier les frontières entre un groupe de scientifiques et deux groupes d'irrigants et de rendre compte des processus de traduction qui s'y opèrent. Ces informations peuvent être mobilisées en pratique pour la coconstruction de nouvelles règles d'usage de l'eau pour une gestion adaptative de cette ressource.

Mots clés : approches participatives ; Bhoutan ; évaluation de projet ; gestion des ressources ; irrigation ; ressource renouvelable.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

Role-playing games as boundary objects in an irrigation water sharing conflict in Bhutan

Irrigation water sharing is often negotiated between stakeholders with different levels of knowledge and different framing schemes: Scientists and local people, water users and water managers. Forging management agreements thus requires translation from one framing scheme to another. To explore this issue, in this article we investigate the role played by "boundary" objects, which display different meanings in different social worlds while being rigid enough to maintain an identity of their own. This theoretical framework was challenged by the analysis of a companion modelling experiment in Bhutan based on role-playing games. Tracking the game sessions allowed us to specify boundaries between three groups, one of scientists and civil servants and two of villagers. Translation processes were accounted for. This information may be used in practice for the co-construction of new water sharing rules in an adaptive management perspective.

Key words: Bhutan; irrigation; participatory approaches; project evaluation; renewable resources; resource management.

Subjects: economy and rural development; natural resources and environment; water.

Pour citer cet article : Queste J, Bousquet F, Gurung TR, Trébuil G, 2011. Jeux de rôles comme objets frontières dans un conflit de partage de l'eau d'irrigation au Bhoutan. *Cah Agric* 20 : 118-23. doi : 10.1684/agr.2010.0460

Tirés à part : J. Queste

De nombreux travaux de recherche s'intéressent à l'implication des « porteurs d'enjeux » locaux dans les processus d'élaboration des règles de gestion de l'eau. Cette implication vise souvent à améliorer la résilience du système socio-écologique, c'est-à-dire sa capacité à répondre à des perturbations imprévisibles sans altérer ses principales fonctions (Holling, 1973 ; Kuper *et al.*, 2009).

Dans les systèmes irrigués, le partage de l'eau donne ainsi souvent lieu à des arrangements opérationnels liés à des contraintes sociales et techniques locales (Dietz *et al.*, 2003). Dans le cas d'une gestion adaptative, ces compromis doivent prendre en compte des règles coutumières locales et des réglementations formalisées (Folke, 2004). Les premières sont liées aux conditions environnementales et à des relations interpersonnelles dans un contexte écologique, social, politique et historique singulier. Les secondes sont définies sur la base de concepts théoriques parfois contradictoires comme l'efficacité économique, l'équité sociale, la durabilité. De nombreuses démarches participatives ont été expérimentées pour accompagner l'élaboration de ces compromis (Lavigne-Delville *et al.*, 2000). Ces démarches se fondent au moins implicitement sur le principe de l'agir communicationnel d'Habermas (Leeuwis, 2000) en faisant l'hypothèse qu'une meilleure connaissance mutuelle des points de vue des différentes parties prenantes facilitera ce travail (Bouen et Taillieu, 2004). Caractériser les différences de point de vue et rendre compte de l'évolution de cette connaissance mutuelle reste cependant problématique. Cet article s'intéresse à l'une de ces démarches – la modélisation d'accompagnement – qui mobilise notamment des jeux de rôles pour faciliter la coconstruction, entre acteurs locaux et animateurs, d'une représentation partagée d'un problème collectif de gestion des ressources renouvelables (Bousquet *et al.*, 1999 ; Abrami *et al.*, 2008).

La mise en œuvre de cette démarche conduit des représentants de parties prenantes à « jouer » un jeu mettant en scène la gestion de la ressource, ici l'eau d'irrigation. Le jeu évolue ensuite en intégrant au fur et à mesure les remarques et suggestions des joueurs.

La conception et l'organisation des sessions de jeu structurent la relation entre animateurs et participants au fil du processus de coconstruction (Barreteau *et al.*, 2010).

Nous proposons d'utiliser ces jeux de rôles comme marqueurs à la fois des frontières cognitives entre les différents groupes et du travail de traduction qui s'y effectue. En quoi permettent-ils à des individus de mondes sociaux différents d'exprimer et de partager leurs connaissances, leurs intérêts et leurs enjeux vis-à-vis du problème de partage de l'eau d'irrigation ? Et réciproquement, en quoi leur observation permet-elle de caractériser l'hétérogénéité des acteurs ?

Terrain et méthode

Pour explorer cette question, nous nous appuyons sur une expérience de modélisation d'accompagnement qui s'est déroulée dans la vallée de Lingmuteychu au Bhoutan (Gurung, 2005). L'objectif opérationnel était de faciliter la recherche par les villageois d'une solution acceptable à un conflit de partage de l'eau d'irrigation entre plusieurs villages étagés en altitude.

Conflit de partage de l'eau d'irrigation au Bhoutan

Le Bhoutan est un royaume bouddhiste situé dans les contreforts de l'Himalaya. Ce royaume a développé une politique stricte de préservation de l'environnement qui attribue la responsabilité des ressources forestières à l'Administration centrale. Plus récemment, une politique contradictoire de décentralisation a été inaugurée pour transférer la gestion des ressources naturelles aux communautés bénéficiaires. Ces deux initiatives viennent bousculer des pratiques ancestrales (Gurung, 2005).

Dans le bassin-versant de Lingmuteychu, l'activité agricole dominante est la culture irriguée du riz rouge d'altitude. La disponibilité en eau pendant la courte période favorable au repiquage du riz est le principal facteur aléatoire décidant d'une bonne récolte. Le repiquage doit être achevé en juillet pour éviter que la baisse de température du début de l'automne ne fasse

avorter les épis à la floraison, ruinant ainsi la récolte. Selon la coutume, des représentants du village de Dompola rendent visite à leurs voisins du village de Limbukha situé en amont le cinquième jour du quatrième mois du calendrier bouddhique et demandent de l'eau pour leur canal. Le « gardien de l'eau » prend acte de cette demande et ouvre la vanne pour que le village aval reçoive la moitié du débit du canal. En 2003, lorsque l'expérience de modélisation d'accompagnement a débuté, cette règle de partage et la date d'ouverture de la vanne étaient l'objet d'un conflit ouvert entre les deux villages depuis plusieurs années (Gurung, 2005).

Cinq autres villages étagés se situent plus en aval dans la courte vallée et certains connaissent également des problèmes d'accès à l'eau d'irrigation durant la période de repiquage du riz.

Processus d'accompagnement et coconstruction de jeux de rôles

En 2003, le Centre de recherche de Bajo (RNR-RC Bajo) lance un nouveau projet de recherche-action visant à accompagner l'amélioration de la gouvernance du bassin-versant par les acteurs locaux. Trois ateliers sont organisés de 2003 à 2005, qui réunissent un groupe de scientifiques français et bhoutanais ainsi que des fonctionnaires locaux, d'une part, et des riziculteurs représentants des deux villages en conflit, d'autre part. Les deux premiers ateliers se focalisent sur le partage de l'eau entre les deux villages les plus en amont, mais, à la demande des villageois, la participation est étendue aux représentants des sept villages de la vallée au cours du troisième atelier, en 2005.

Les ateliers s'articulent autour de la présentation, de l'organisation et du débriefing de sessions de jeux de rôles conçus et animés par l'équipe de scientifiques. À partir d'un diagnostic agraire antérieur (Gurung, 2005), ces derniers ont tout d'abord formulé leur représentation du problème sous la forme d'un modèle conceptuel multi-agent de l'activité d'irrigation. Ce modèle est ensuite implémenté sous la forme d'un jeu de rôles. D'un atelier à l'autre, le jeu de rôles est modifié

pour prendre en compte les remarques et suggestions des joueurs qui valident ou non les hypothèses formulées (Gurung *et al.*, 2006). Les cultures de diversification avant riz et les différences de statut social entre villageois disparaissent tandis qu'un bonus récompensant une bonne gestion conservatrice de l'eau du bassin-versant apparaît.

Le premier jeu propose une simulation de l'activité agricole. Sur un plateau de jeu, des cases symbolisent les terrasses cultivables des deux villages (*figure 1*). Des cartes d'eau représentent chacune la quantité d'eau requise pour irriguer une terrasse. Trois sessions de jeu se succèdent suivant trois modes de communication différents : sans communication entre villages, avec communication autorisée, et enfin inversion des rôles entre villages amont et aval.

Lorsque les ateliers ont été étendus à la présence des sept villages du bassin-versant, le plateau de jeu a été modifié en s'inspirant d'un jeu populaire local (Gurung *et al.*, 2006) (*figure 2*).

Un suivi longitudinal des participants est réalisé au cours du processus d'accompagnement. Il est complété en 2007 par deux campagnes d'évaluation *ex post* des effets de la

démarche sur le système de gestion de l'eau d'irrigation. Gurung (2005) et Gurung *et al.* (2006) ont fait une description fine des versions successives de ces jeux et ateliers.

Cadre théorique : frontières cognitives et objets frontières

Le problème de la combinaison de différentes formes de connaissances entre groupes hétérogènes a reçu une grande attention dans la sociologie de l'innovation. S'intéressant aux processus de création de nouveaux produits, Carlile (2002) propose une caractérisation des frontières cognitives limitant la diffusion d'innovations entre différentes fonctions d'une entreprise industrielle à trois niveaux :

- au niveau syntaxique, les différents groupes peuvent ne pas partager le même vocabulaire. L'usage de termes techniques, d'acronymes, de références implicites contribue à cette distinction ;

- au niveau sémantique, les différents groupes peuvent diverger de part et d'autre d'une frontière sur le sens des propositions, sur leur interprétation au regard de leurs cadres de référence ;

- au niveau pragmatique, les connaissances sont investies dans l'action et l'organisation des différents groupes. Elles sont de ce fait intrinsèquement liées à la nature même des groupes, à leur identité et leur organisation. Les conséquences de la remise en cause de ces connaissances ne sont pas les mêmes pour chacun des groupes.

Pour faciliter le processus de traduction (Callon, 1986) entre ces différents groupes, les acteurs observés par Carlile mobilisent des objets frontières. Par objet frontière, nous entendons un objet matériel ou immatériel ayant un sens différent dans les différents mondes sociaux pour lesquels il est pertinent, mais dont la structure est suffisamment rigide pour supporter sans déformation l'appropriation par des individus de mondes différents et permettre ainsi une mise en correspondance et une traduction de termes, concepts et enjeux d'un monde à un autre (Star et Griesemer, 1989).

Pour Carlile (2002), un objet frontière performant, par rapport aux frontières syntaxique, sémantique ou pragmatique en présence, propose respectivement une syntaxe commune, un moyen pour des individus de rendre compte de leurs différents cadres de référence, et enfin un accompagnement le long d'un processus d'apprentissage conduisant à faire évoluer les connaissances de part et d'autre de la frontière.

Nous appliquons ici cette grille théorique aux jeux de rôles mis en œuvre dans la vallée de Lingmuteychu au Bhoutan en formulant l'hypothèse que cette application nous permettra de caractériser les frontières autour desquelles ils opèrent.

Résultats

Au niveau syntaxique

En quoi ces jeux de rôles permettent-ils aux différents acteurs d'exprimer leurs connaissances vis-à-vis du problème de partage de l'eau d'irrigation à résoudre ?

La conception d'un jeu implique une simplification des paramètres du modèle sous-jacent : le succès d'un agriculteur est proportionnel au nombre de terrasses irriguées, toutes



Figure 1. Jeu de rôles lors du premier atelier.

Figure 1. Role-playing game during the first workshop.



Figure 2. Plateaux de jeu utilisé au cours du troisième atelier.

Figure 2. Game boards used during the third workshop.

semblables. L'eau est présente sous forme de volumes standards. Sur le terrain, toutes les terrasses ne sont pas de même taille et leur productivité dépend d'autres facteurs. Les règles de partage s'appuient sur d'autres unités : des tours d'eau et des fractions de débit d'eau. Ces choix de modélisation traduisent la perception qu'ont les modélisateurs du problème de partage de l'eau d'irrigation et des éléments les plus importants à prendre en compte. Au cours du jeu, les connaissances empiriques des joueurs sont investies dans leurs actions. Un joueur peut ainsi préférer placer deux cartes d'eau sur une seule terrasse en pensant obtenir une meilleure récolte ou la sécuriser. Il explicite ainsi une règle d'irrigation : « *Plus il y a d'eau, mieux c'est.* » Cette règle empirique est correcte dans le contexte local de rareté de l'eau. D'un point de vue agronomique, elle n'est correcte que dans un domaine de validité restreint.

Les concepteurs utilisent les règles du jeu pour retranscrire leur perception de la réalité. Les actions des joueurs, elles, permettent de mettre en évidence leurs connaissances « en action » par rapport au problème. Ici, la frontière syntaxique mise en évidence sépare scientifiques et irrigants.

Au niveau sémantique

En quoi ces jeux de rôles permettent-ils aux différents acteurs d'exprimer leurs intérêts vis-à-vis du problème de partage de l'eau d'irrigation à résoudre ? A l'issue d'une session de jeu, un certain nombre d'indicateurs sont calculés : revenu cumulé de chaque joueur, revenu global, quantité d'eau non utilisée, nombre de terrasses en jachère, etc. La définition de ces indicateurs et leur mise en débat en assemblée plénière sont l'occasion d'explicitier la manière dont les différents acteurs posent le problème du

partage de l'eau et en évaluent les effets : qu'est-ce qu'une « bonne » gestion de la ressource ?

Les scientifiques mettent en avant le meilleur revenu global de la session de jeu au cours de laquelle une coordination entre villages est autorisée. Pour eux, une « bonne » gestion permet de *produire plus de riz* à l'échelle du bassin-versant. Au cours des deux premiers ateliers, les représentants du village situé en aval s'appuient sur la différence de revenu entre les deux villages (amont et aval) pour questionner l'*équité des règles* de partage en vigueur. En réaction, les représentants du village amont soulignent la différence de revenu entre *années de sécheresse et années pluvieuses*. Plusieurs propositions sont formulées afin d'augmenter la quantité d'eau globale à distribuer : réfection des canaux d'irrigation, plantation d'arbres à proximité des sources, organisation de prières collectives, par exemple. Un indicateur d'évaluation des pratiques qui se révèle consensuel est le nombre de cartes d'eau non utilisées, que les participants s'accordent à lier à des activités techniques d'entretien des canaux.

Au cours des sessions de jeux de rôles, les acteurs attribuent un sens différent aux mêmes résultats. Le choix des indicateurs retenus par les différents groupes peut permettre d'identifier ce qui fait sens pour chacun d'eux. La formulation du lien entre l'indicateur retenu dans le jeu et le monde réel permet aux différents groupes d'expliquer leurs différences d'intérêts : produire plus, mieux partager l'eau, ou partager plus d'eau ?

Le consensus obtenu sur un intérêt commun amène les participants à redéfinir les frontières du collectif concerné par le processus de concertation : le partage de l'eau existante n'impliquait que deux villages. La lutte contre les pertes en eau profiterait à l'ensemble des sept villages du bassin-versant.

Au niveau pragmatique

En quoi ces jeux de rôles accompagnent-ils un processus d'apprentissage conduisant à faire évoluer la mise en pratique des connaissances ?

La démarche de modélisation d'accompagnement expérimentée ici est itérative, chaque nouveau jeu

intégrant au mieux les modifications souhaitées par les participants. D'un jeu à l'autre, les concepteurs mettent à disposition des joueurs de nouvelles actions possibles à partir de suggestions faites au cours des phases de discussions collectives. La seconde version du jeu inclut ainsi la possibilité pour les joueurs d'échanger de l'eau contre du travail. Cette règle est expérimentée mais ne donne pas satisfaction. Une des réactions d'un joueur est révélatrice : « *Si j'avais de l'argent, j'achèterais du riz, pas de l'eau.* » Par la suite, lors des sessions de jeu qui impliquent les sept villages, une nouvelle règle est introduite et expérimentée pour simuler le bénéfice commun attendu de l'organisation d'actions collectives : une prime est versée à chaque joueur si la gestion collective du bassin-versant est jugée « bonne » grâce à un faible nombre de cartes d'eau non utilisées. La nouvelle action permise ici est la concertation à l'échelle de l'ensemble du bassin-versant. L'évolution des actions proposées permet aux concepteurs des jeux de rôles de retranscrire des propositions innovantes. La simulation au cours du jeu permet alors à ces groupes d'expérimenter ces innovations à moindre risque, dans un environnement non menaçant, ainsi que d'en estimer les conséquences sur leur activité réelle et celle des autres.

Discussion

L'application de la grille théorique de Carlile (2002) aux jeux de rôles mis en

œuvre nous a permis de caractériser des éléments des frontières cognitives séparant différents groupes engagés dans le processus de concertation. Le *tableau 1* illustre la correspondance entre les observations faites et des différences de systèmes de référence entre groupes d'acteurs. Sous certaines conditions, cette grille peut être mobilisée comme outil d'évaluation et de pilotage d'un processus participatif.

Limites et précautions d'emploi

L'utilisation d'objets frontières pour faciliter des processus participatifs dépend de l'appropriation des objets par les participants. Au cours des sessions de jeu, nous avons pu observer les participants estimer les objets proposés. Ils se sont efforcés d'établir des liens entre monde réel et monde virtuel, de les resituer par rapport à leur réalité. Cette activité que Vinck (2009) qualifie de « travail d'équipement » intervient notamment au cours des phases de débriefing. L'organisation et l'animation de ces dernières sont une condition de validité de la démarche.

Une deuxième condition de la validité des résultats obtenus est le fait que les participants « jouent le jeu », en mobilisant leurs connaissances empiriques dans une situation transposée à partir de leur réalité. Le lien entre le jeu et la réalité est un fil ténu qui peut être facilement rompu, ce qui doit être évité. Daré (2005) montre ainsi qu'une fois la représentation schématique acceptée, l'*habitus* des acteurs

s'exprime dans le jeu, révélant des relations sociales et des savoirs implicites.

Enfin, une troisième condition de réussite réside dans l'implémentation des modifications demandées par les participants dans les jeux de rôles successifs. Cette étape permet d'inscrire leurs connaissances et points de vue dans les objets manipulés. Elle consiste à traduire les évolutions exprimées souvent oralement au cours du débriefing en règles de jeu, en paramètres quantitatifs ou en langage informatique quand des outils informatiques sont mobilisés. Le traducteur doit alors prendre soin d'éviter l'interférence de ses propres cadres cognitifs.

Vers de nouveaux outils de suivi et d'évaluation

L'analyse des jeux de rôles présentée ici a été réalisée *a posteriori* sur des données collectées dans le cadre d'un projet de recherche visant à préciser les déterminants de la démarche de modélisation d'accompagnement (Perez *et al.*, 2010). Nous pensons que cette grille peut être appliquée pour suivre d'autres démarches participatives mises en œuvre pour accompagner la construction de compromis pour une gestion adaptative s'appuyant sur la coconstruction d'artefacts (cartes cognitives, scénarios prospectifs, modèles informatiques). La grille proposée peut permettre de catégoriser les différences de points de vue et ainsi faciliter leur explicitation et leur prise en compte par les animateurs de la démarche.

Tableau 1. Éléments de frontières matérialisés dans les jeux de rôles.

Table 1. Elements of boundaries materialized in the role-playing games.

Niveau de frontière cognitive	Matérialisation	Exemple
Syntaxique	Règles du jeu et actions des joueurs	Explicitation réciproque des connaissances implicites entre scientifiques et irrigants : qu'est-ce qu'une parcelle ? Que représentent les cartes d'eau ?
Sémantique	Indicateurs de succès au cours du jeu	Problématisation : cherchons-nous à mieux partager l'eau, à augmenter le volume d'eau disponible pour tous, ou à agir plus collectivement ?
Pragmatique	Répertoire d'actions possibles proposées aux joueurs	Expérimentation d'innovations techniques et organisationnelles. Redéfinition des frontières du collectif : passage de 2 à 7 villages

Ce travail original propose une application opérationnelle du concept d'objet frontière à la gestion adaptative des ressources naturelles renouvelables. Il s'inscrit dans la logique des travaux menés dans le cadre de plusieurs projets de recherche (HarmoniCOP¹, CPWF², ADD Commod³) visant à produire des outils opérationnels qui facilitent la prise en compte de la dimension sociale et collective de la gestion de l'eau.

Conclusion

L'élaboration de nouvelles règles de partage de l'eau entre les parties prenantes implique une traduction de connaissances entre mondes sociaux séparés par des frontières cognitives qui peut notamment s'appuyer sur l'usage d'objets frontières.

L'application de la grille théorique de Carlile (2002) aux jeux de rôles mobilisés dans le bassin-versant de Lingmutychu a permis de rendre compte des frontières cognitives entre les différents groupes impliqués dans la démarche d'accompagnement, en classant les différences entre les groupes impliqués. Les catégories identifiées se rapportent à différents niveaux de frontières qui permettent d'évaluer si les différences mises à jour s'expriment à propos de la connaissance, des objectifs, des intérêts, ou encore à propos des actions possibles.

Cette catégorisation favorise l'explicitation réciproque des points de vue

entre scientifiques et acteurs locaux. Il s'agit d'une étape importante dans la facilitation de processus de construction de compromis pour la gestion adaptative de l'eau d'irrigation. ■

Références

Abrami G, Bazile D, Trébuil G, Le Page C, Bousquet F, Dionnet M, *et al.*, 2008. Accompagner l'évolution des systèmes semenciers céréaliers au Mali et en Thaïlande. *Cah Agric* 17 : 210-5. doi: 10.1684/agr.2008.0166.

Barreteau O, Bousquet F, Etienne M, Souchère V, d'Aquino P, 2010. La modélisation d'accompagnement : une méthode de recherche participative et adaptative. In : Etienne M, ed. *La modélisation d'accompagnement : une démarche participative en appui au développement durable*. Paris : éditions Quae.

Bousquet F, Barreteau F, Le Page O, Mullon C, Weber CJ, 1999. An environmental modelling approach: the use of multi-agent simulations. In : Blasco F, Weill F, eds. *Advances in environmental modelling*. Paris : Elsevier.

Bouen R, Taillieu T, 2004. Multi-party as social learning for interdependence: Developing relational knowing for sustainable natural resource management. *Journal of Community & Applied Social Psychology* 153 : 137-53.

Callon M, 1986. Éléments pour une sociologie de la traduction. La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc. *L'Année Sociologique* 36 : 169-208.

Carlile P, 2002. A pragmatic view of knowledge and boundaries: boundary objects in new product development. *Organization Science* 13 : 442-55.

Daré W, 2005. *Comportements des acteurs dans le jeu et dans la réalité, indépendance ou correspondance ?* Thèse en sciences de l'environnement. Paris : Engref. [<http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00452429/fr/>].

Dietz T, Ostrom E, Stern P, 2003. The struggle to govern the commons. *Science* 302 : 1907-12.

Folke C, 2004. Traditional knowledge in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9 : 7. [www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art7/].

Gurung T, 2005. Companion modeling to examine water sharing arrangements among rice-growing villages in west-central Bhutan: preliminary results. In : Bousquet F, Trébuil GB, Hardy B, eds. *Companion modeling and multi agent systems for integrated natural resource management in Asia*. Los Baños, Laguna (Philippines) : IRRI ; Cirad.

Gurung T, Bousquet F, Trebuil G, 2006. Companion modeling, conflict resolution, and institution building: sharing irrigation water in the Lingmutychu watershed, Bhutan. *Ecology and Society* 11 : 36. [www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art36/].

Holling C, 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecological Systems* 4 : 1-23.

Lavigne-Delville P, Sellamna N, Mathieu M, 2000. *Les enquêtes participatives en débat : ambitions, pratiques et enjeux*. Paris ; Montpellier : Gret ; Karthala ; ICRA.

Leeuwis C, 2000. Reconceptualizing participation for sustainable rural development: Towards a negotiation approach. *Development and Change* 31 : 931-59.

Kuper M, Dionnet M, Hammani A, Bekkar Y, Garin P, Bluemling B, 2009. Supporting the shift from state water to community water: lessons from a social learning approach to designing joint irrigation projects in Morocco. *Ecology and Society* 14 : 19. [www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art19/].

Perez P, Aubert S, Daré W, Ducrot R, Jones N, Queste J, *et al.*, 2010. Évaluation et suivi des effets de la démarche. In : Etienne M, ed. *La modélisation d'accompagnement : une démarche participative en appui au développement durable*. Paris : éditions Quae.

Star S, Griesemer J, 1989. Institutional ecology 'translations' and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's museum of vertebrate zoology, 1907-39. *Social Studies of Science* 19 : 387-420.

Vinck D, 2009. De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière. *Revue d'Anthropologie des Connaissances* 3 : 51-72.

¹ *Harmonising Collaborative Planning* (projet de recherche à financement européen FP5).

² *Challenge Program Water for Food* (projet de recherche financé par le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale).

³ ANR ADD Commod (Projet Modélisation d'accompagnement, financé par l'Agence nationale de la recherche [ANR]).

Évaluation en partenariat des stratégies d'irrigation en cas de restriction des prélèvements dans la nappe de Beauce (France)

Sami Bouarfa¹
Laurent Brunel²
Jacques Granier³
Jean-Claude Mailhol¹
Sylvie Morardet¹
Pierre Ruelle¹

¹ Cemagref
UMR G-EAU
BP 5095
365, rue JF Breton
34196 Montpellier
France
<sami.bouarfa@cemagref.fr>
<jean-claude.mailhol@cemagref.fr>
<sylvie.morardet@cemagref.fr>
<pierre.ruelle@cemagref.fr>

² Diataé
3191, route de Mende
34093 Montpellier cedex 5
France
<laurent.brunel@diatae.com>

³ Cemagref
UMR G-Eau
3275, route Cezanne
CS 40061
13182 Aix-en-Provence cedex 5
France
<jacques.granier@cemagref.fr>

Résumé

La nappe de la Beauce est l'un des rares aquifères faisant l'objet en France d'une gestion volumétrique négociée entre la profession agricole et l'Administration. Depuis 1999, des volumes de référence sont alloués à chacune des quelque 3 600 exploitations agricoles, réparties sur six départements, qui prélèvent de l'eau à usage agricole dans l'aquifère. Chaque année, les volumes prélevables sont définis par l'application aux volumes de référence d'un coefficient de réduction en fonction du niveau piézométrique moyen. Depuis 2003, la décroissance du niveau de la nappe a conduit à une diminution importante des volumes prélevables et présage d'un avenir difficile. Cet article présente une démarche développée avec les acteurs pour analyser les adaptations et leurs conséquences agronomiques et économiques dans des contextes, pour l'heure hypothétiques, de forte décroissance des volumes prélevables.

Mots clés : approches participatives ; eau souterraine ; France ; irrigation.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

Evaluation of irrigation strategies in partnership in the case of withdrawal limitations in the Beauce aquifer (France)

The Beauce aquifer (France) is one of the few subjected to volumetric management resulting from a negotiation between farmers and the administration. Since 1999, a quota has been allocated to each of the 3,600 irrigated farms located on six administrative counties. Each year, quotas are weighted by a coefficient of reduction linked to the average piezometric level. The decrease in the level since 2003 has led to a reduction of withdrawal permission with uncertainties for the future. This paper presents an approach developed with actors to analyze their adaptations and the agronomic and economic consequences of a thus far hypothetical substantial reduction in irrigation quantities.

Key words: France; groundwater; irrigation; participatory approaches.

Subjects: economy and rural development; natural resources and environment; water.

Les eaux souterraines constituent la principale source d'eau douce pour la planète. Selon l'Unesco (2009), elles fournissent plus de 20 % des besoins mondiaux. Elles

sont dans la plupart des cas sujettes à des prélèvements diffus réalisés par un grand nombre d'usagers, notamment agricoles, qui ont un accès direct individuel à la nappe. Les eaux

Pour citer cet article : Bouarfa S, Brunel L, Granier J, Mailhol JC, Morardet S, Ruelle P. 2011. Évaluation en partenariat des stratégies d'irrigation en cas de restriction des prélèvements dans la nappe de Beauce (France). *Cah Agric* 20 : 124-9. doi : 10.1684/agr.2010.0461

Tirés à part : S. Bouarfa

souterraines sont invisibles, donc difficiles à appréhender aux plans qualitatif et quantitatif pour ses usagers et ses gestionnaires, ce qui les expose au risque de « tragédie des communs » décrit par Hardin (1968).

Dans de nombreuses régions du monde, la majeure partie des forages n'est pas déclarée et/ou contrôlée, rendant difficile la mise en place de mécanismes de gestion. Les dispositifs légaux, juridiques et institutionnels spécifiques pour la gestion de telles ressources tardent souvent à se mettre en place. Montginoul (2011) fait état du peu d'expériences documentées de mise en place d'instruments formels pour gérer les ressources souterraines et s'inspirent des instruments de réduction des pollutions diffuses agricoles pour proposer de nouveaux outils. Paradoxalement, c'est dans des situations où l'agriculture revêt un caractère informel que la problématique de la gestion des nappes est la plus documentée. Il s'agit aussi de régions à climat aride où la pression exercée sur la ressource est forte. En Inde, Shah (2008) analyse l'importance de la ressource souterraine pour l'économie agricole, par comparaison avec les systèmes de distribution collectifs. Il propose des instruments de régulation essentiellement fondés sur la recharge artificielle des nappes et sur un contrôle des prélèvements *via* la gestion d'un réseau électrique propre aux forages (Shah *et al.*, 2008). Au Mexique (Sandoval, 2004), en Algérie et au Maroc (Bekkar *et al.*, 2009 ; Hammani *et al.*, 2009), des approches participatives ont été conçues pour tenter d'élaborer des règles de gestion avec les utilisateurs des nappes. Mais dans ces différentes situations documentées, aucune des règles de gestion des nappes n'est encore en application.

Selon Petit (2004), l'idée selon laquelle les marchés de l'eau seraient une voie pour réguler l'usage des ressources, en particulier souterraines, est souvent avancée par les économistes, mais peu d'expériences concluantes ont été pour l'heure mises en œuvre. En Beauce, des réflexions ont émergé, lors de la mise en place du système de gestion volumétrique de la nappe, sur d'éventuels mécanismes de redistribution des quotas *via* des marchés (Kosciusko-Morizet *et al.*, 1999 ; Strosser et Montginoul, 2001). Si de

tels marchés ne sont pas mis en place, la nappe de Beauce est cependant l'un des rares cas où un système de « gestion volumétrique » est fonctionnel. Celui-ci repose sur des volumes prélevables définis chaque année pour l'irrigation en fonction du niveau de la nappe.

La nappe de Beauce est de grande dimension : elle s'étend sur près de 10 000 km², six départements, deux régions et deux bassins hydrographiques qui relèvent de deux agences de l'eau (Loire-Bretagne et Seine-Normandie). C'est une ressource stratégique pour l'agriculture et l'alimentation en eau potable. La baisse de son niveau piézométrique, observée au début des années 1990, et l'assèchement associé des rivières ont suscité de nombreux débats qui ont conduit à la mise en place, par la négociation, de plusieurs dispositifs destinés à réguler les prélèvements (Petit, 2009). L'analyse de l'utilisation de la ressource a conclu à une forte influence des prélèvements destinés à l'irrigation sur le niveau piézométrique de la nappe (Bruand *et al.*, 1997 ; Bonnal et Favard, 1999). Dans ce contexte, la mise en place depuis 1999 d'une gestion volumétrique des prélèvements sur la nappe de Beauce visait à éviter la gestion de crise au profit d'une gestion préventive des sécheresses (Verjus, 2008). Néanmoins, la nappe a continué à baisser de façon continue depuis 2003. Cela a conduit, en 2008, à des volumes d'eau prélevables historiquement bas, correspondant à 45 % des quotas initiaux.

Dans cet article, nous présentons une approche participative conduite avec les agriculteurs des départements d'Eure-et-Loir et du Loiret où se concentrent la grande majorité des prélèvements. Ce travail a été réalisé en partenariat avec la profession agricole et l'Administration pour évaluer les conséquences sur les revenus agricoles d'éventuelles nouvelles restrictions, dans l'hypothèse d'une poursuite de la baisse de la nappe et donc de restrictions en eau de plus en plus drastiques.

Matériel et méthode

L'approche participative s'est appuyée sur une typologie des exploitations agricoles de Beauce construite sur la

base des assolements et des consommations en eau. Trois ateliers de simulation de scénarios ont été conduits correspondant à chaque type d'exploitation. Une modélisation agronomique et économique a ensuite été mise en œuvre pour évaluer les conséquences des restrictions d'eau.

Construction d'une typologie d'exploitations agricoles

La typologie des exploitations est construite à partir du fichier PAC « outils de gestion des aides », géré par l'Administration, qui recense les exploitations et leur assolement ainsi que des informations relatives aux cultures irriguées. Sur un total de 4 117 exploitations représentant une surface agricole utile (SAU) totale de 430 450 hectares, 2 670 utilisent l'irrigation et exploitent près de 80 % de cette SAU. Une analyse en composantes principales réalisée sur la base de la composition de l'assolement des exploitations (en Beauce, l'élevage est peu important), suivie d'une classification hiérarchique a conduit à distinguer quatre grands types d'exploitations agricoles irriguées (*figure 1*). Toutes quatre ont un assolement composé d'au moins 50 % de céréales à paille (céréales d'hiver et orge de brasserie), mais elles se distinguent par leurs têtes d'assolement : colza, maïs betterave, ou légumes.

Les données de marges brutes par culture, de charges de structures courantes, de primes couplées et non couplées par exploitation type sont issues du Réseau d'Observation des Systèmes Agricoles en région Centre (réseau ROSACE) géré par les chambres d'agriculture, ainsi que de l'Observatoire économique des exploitations agricoles d'Eure-et-Loir. La rentabilité de chaque exploitation type, mesurée par son excédent brut d'exploitation (EBE), a été calculée sur la base des cultures des exploitations de ce type.

Volumes d'eau alloués annuellement

Le volume d'eau prélevable annuellement sur la nappe de Beauce est fixé à 525 millions de m³ par an en situation de nappe haute. Chaque exploitation bénéficie d'un volume d'eau de référence fixé en 1999 lors de la mise en

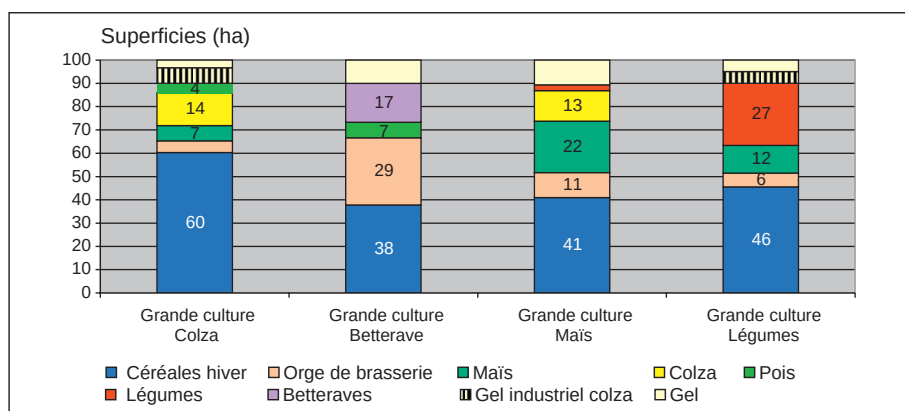


Figure 1. Les assolements des quatre exploitations types.

Figure 1. Cropping pattern of the four farm types.

application du protocole de gestion volumétrique. Ce quota a été attribué principalement en fonction de la taille de l'exploitation, des cultures pratiquées à l'époque, et du type de sol. Un arrêté préfectoral fixe chaque année un coefficient réducteur selon le niveau moyen de la nappe établi à partir d'un réseau de piézomètres. L'arrêté est pris juste avant le démarrage de la campagne d'irrigation au mois d'avril. L'agriculteur élabore une stratégie d'irrigation et l'adapte en fonction du climat de l'année et de son volume prélevable. Depuis 1999, le coefficient de réduction a évolué entre 0,955 et un minimum de 0,45 (campagne 2008).

Caractérisation des consommations en eau

Une base de données « eau », créée en 1999 répertorie annuellement pour chaque exploitation le volume d'eau prélevable, et la consommation totale déclarée par l'exploitant. Les analyses réalisées sur cette base de données indiquent un volume de référence moyen d'environ 1100 m³/ha de SAU pour les deux premiers types d'exploitations (colza et betterave) et 1300 m³/ha de SAU pour les deux autres types (maïs et cultures spéciales). Les écarts types varient de 170 à 220 m³/ha selon le type d'exploitation. Une vingtaine d'enquêtes individuelles a été réalisée en 2007 sur l'ensemble de la zone pour caractériser les consommations d'eau. L'enquête s'est focalisée sur les pratiques d'irrigation de chaque culture en 2006, année caractérisée par

un printemps et un été secs. Les consommations en eau variaient de 400 m³/ha de SAU à 950 m³/ha de SAU selon le type d'exploitation.

Face à d'éventuelles restrictions en eau, deux sortes d'adaptations sont envisagées :

- la réduction des apports d'eau d'irrigation aux cultures ;
- la modification de l'assolement prévu à la fin de l'été précédant la campagne d'irrigation.

Les enquêtes ont aussi montré que les quotas d'eau initialement négociés par la profession agricole étaient confortables pour la plupart des exploitations, avec toutefois des hétérogénéités de marge disponible. Soulignons que cette marge fut pour les agriculteurs un élément important pour accepter la mise en place de la gestion volumétrique. Elle a ensuite été revue à la baisse car, depuis 2006, le volume de référence est plafonné à 80 % du volume initialement négocié.

Ateliers d'évaluation de scénarios par groupes

Un comité de pilotage constitué par l'Administration, la profession agricole, la commission locale de l'eau et l'institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement (Cemagref) a été constitué. Ce comité a défini des scénarios contrastés combinant des niveaux de restriction, des conditions climatiques, des prix de vente, et des sols. Ces scénarios ont été préalablement définis à partir des éléments suivants :

- deux coefficients de réduction de nappe : 0,4 et 0,2 (ce dernier correspondant à une situation extrême de 80 % de restriction) ;
- quatre années climatiques contrastées en fonction de la pluviosité du printemps et de l'été ;
- des prix de vente des principales cultures (haut, moyen et bas) ;
- des sols superficiels (réserve utile de 70 mm) et moyens (110 mm) représentatifs de la zone.

Nous avons conçu des ateliers d'évaluation de ces scénarios avec un double objectif :

- préciser les adaptations de nature « stratégiques » (changements d'assolement) et « tactiques » (réduction des apports d'eau) face à des restrictions d'eau ;
- et en évaluer les impacts économiques.

Trois ateliers d'une demi-journée chacun se sont tenus : un atelier « maïs et colza », cultures assez proches au plan économique et non liées par contrat à des filières ; un atelier « betterave » et un atelier « légumes ». Une dizaine de personnes ont participé à chaque atelier (agriculteurs, conseillers irrigation des chambres d'agriculture et experts filières). Il s'agissait de personnes différentes pour chaque atelier car elles étaient identifiées par les chambres d'agriculture pour leur expertise concernant le type d'exploitation traité (figure 2).

Les ateliers se sont déroulés en trois étapes :

1. Après une présentation générale des acquis antérieurs (typologie des exploitations, résultats d'enquêtes) et des objectifs des simulations proposées, les participants ont analysé collectivement l'exploitation type, ajustant si nécessaire, son assolement et ses besoins en eau sans restrictions d'eau (tableau 1) ;
2. Les assolements ont ensuite été reconsidérés dans un contexte de restriction progressive de la ressource (avec un coefficient de 0,4 puis de 0,2) ;
3. L'étape suivante a consisté à simuler le déroulement d'une campagne d'irrigation pour une année climatique donnée, comme en situation réelle. Les agriculteurs connaissaient leur volume d'eau disponible mais non le climat à venir. Pour simuler la campagne d'irrigation, les animateurs ont annoncé une succession chronologique de couples d'événements : la



Figure 2. Atelier avec les agriculteurs de la Beauce.

Figure 2. Workshop with Beauce farmers.

date et la hauteur (en mm) des pluies associées à une prévision météorologique, d'une part, et les conseils d'irrigation (date et dose) par culture

simulés à l'aide du modèle PILOTE (Mailhol et Olufayo, 1997), d'autre part. Dans la simulation, les agriculteurs pouvaient réaliser des arbitrages

sur les cultures à irriguer. En cas de manque d'eau, ils pouvaient diminuer la dose conseillée, décaler la date d'apport, voire diminuer la surface irriguée et sacrifier tout ou partie de la sole d'une culture. Les événements et les décisions prises par le groupe étaient enregistrés dans une feuille de calcul pour calculer rapidement des indicateurs : total des pluies entre deux dates, solde du volume d'eau disponible, etc. La *figure 3* illustre la nature des résultats obtenus à l'issue d'une campagne.

Évaluation des impacts pour les différents scénarios

Les résultats des simulations de groupe ont été traités *ex post* pour évaluer les conséquences agronomiques des restrictions d'irrigation. Les rendements ont été évalués à l'aide du modèle PILOTE calé sur les espèces et les références expérimentales locales des partenaires de l'étude (Institut technique de la betterave [ITB], chambres d'agriculture, Arvalis-Institut du végétal). Les rendements simulés ont servi à calculer l'EBE dans chaque exploitation type à l'aide des modèles technico-économiques. Les résultats

Tableau 1. Support de discussion résumant les étapes 1 (assolement de référence sans restrictions d'eau) et 2 (assolement modifié pour un coefficient de nappe de 0,4).

Table 1. Discussion support summarizing 1 (crop rotation with no water reduction) and step 2 (modified crop rotation with a groundwater coefficient of 0.4).

EXPLOITATION TYPE : Grandes cultures~maïs/colza

VOLUME DE RÉFÉRENCE : 114 500 m³

COEFF NAPPE : 0,40

VOLUME DISPONIBLE : 45 800 m³

Type culture	HIVER				ÉTÉ			
Cultures	COLZA	BLÉ TENDRE	BLÉ DUR	ORGE PRINTEMPS	MAÏS	GEL		
Date : semis/récolte	25-août/3-juillet	20-oct/25-juillet	01-nov/08-juillet	01-mars/20-juillet	10-avril/20-sept			
Rdt objectif (qx/ha)	35	85	65	70	110			
Besoin en eau en année sèche (m³/ha)	en sec	600	900	700	1800			
MB hors DPU (euros/ha)	399,6	728,6	587,1	769,8	754,8	90	SAU	
Assolement référence (ha)	13	25	16	11	25	10	100	Référence
Assolement modifié (ha)	25	25	20	11	12	7	100	Objectif

Consommation en eau	
Assolement de référence	82 100 m³
Assolement modifié	62 300 m³

SAU : surface agricole utile ; MB : marge brute ; DPU : droits à paiement unique.

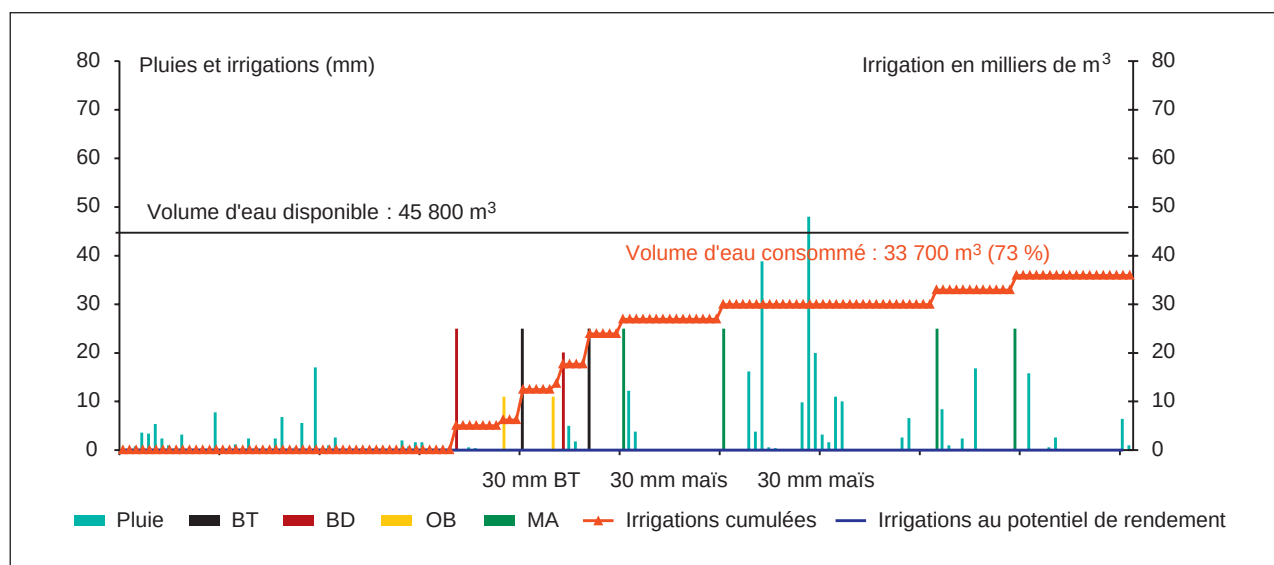


Figure 3. Représentation d'une simulation d'une campagne d'irrigation sur différentes cultures dans le cas d'un printemps sec et d'un été pluvieux où le volume d'eau consommé correspond à 73 % du volume prélevable.

Figure 3. Representation of a simulated irrigation campaign on different crops during a dry spring and a wet summer where 73% of the total authorised volume is consumed.

BT : blé tendre ; BD : blé dur ; OB : orge de brasserie ; MA : maïs.

ont été discutés par l'ensemble des participants lors d'une réunion de restitution un mois après la tenue des trois ateliers.

Résultats

Réduction des volumes alloués à 40 % des quotas initiaux

Pour une restriction à 0,4, les agriculteurs ont principalement réagi par une adaptation tactique en réduisant les doses d'irrigation. Quelle que soit l'orientation de l'exploitation, l'utilisation du volume disponible était raisonnée sur l'ensemble de la sole irriguée, avec une répartition prévisionnelle de la quantité d'eau pour satisfaire en priorité les cultures d'été, à plus forte plus-value (maïs) ou sous contrat (légumes ou betteraves). L'irrigation de printemps était, au besoin, restreinte pour sécuriser l'irrigation d'été. Mais si l'été s'avérait humide, une partie du volume disponible n'était pas utilisée. L'existence d'un tel volume, dénommé « volume mort » n'était donc pas synonyme d'une sous-utilisation structurelle du volume d'eau alloué mais d'une gestion rationnelle du volume prélevable.

Réduction drastique des volumes alloués à 20 % des quotas initiaux

Certains agriculteurs ont refusé d'envisager ce scénario considéré comme inacceptable. Les autres ont profondément modifié la structure de production de leur exploitation pour s'adapter à cette restriction.

Dans les trois exploitations types, les cultures d'été ont été réduites au strict minimum :

- le maïs a disparu des assolements ;
- un seul type de légumes a été maintenu là où il pouvait y en avoir plusieurs et les surfaces ont été divisées par trois (de 30 hectares à 10 hectares dans l'exemple traité) ;
- la betterave à sucre associée à un quota de production a été conservée aux dépens du colza industriel, sans quota ;
- le pois protéagineux a disparu car il nécessitait d'être arrosé, mais bénéficiait d'une marge plus faible ;
- l'orge diminuait fortement car il nécessitait d'être irrigué pour atteindre un taux de protéine précis dans les grains afin d'être valorisé en brasserie. Des successions simplifiées de type colza/blé tendre/blé dur ont réapparu. De manière générale, la proportion de céréales d'hiver, blé tendre et blé dur,

a augmenté. Enfin, la simplification des assolements a été d'autant plus drastique que les sols étaient superficiels et les cultures vulnérables à la sécheresse.

Des impacts économiques dépendant des prix, de l'année climatique et du coefficient de restriction

Dix-huit simulations ont été réalisées au cours des trois ateliers. Le climat de l'année 2006 (printemps et été secs) a constitué un accident climatique où l'irrigation ne jouait plus son rôle d'assurance sécheresse, même avec un coefficient de 0,4. Les EBE dégagés n'ont pas permis de rembourser les charges d'emprunts des exploitations. En situation de prix défavorables, les EBE sont devenus négatifs. Par ailleurs, les simulations ont montré un impact important des sols sur les EBE. En revanche, dans certaines situations de restriction, les années moins sèches présentent de meilleurs résultats que les valeurs de référence, du fait que les rendements calculés par le modèle de culture sont plus élevés que les rendements objectifs des agriculteurs. Dans l'évaluation collective des rendements

objectifs, on peut néanmoins supposer que les agriculteurs se sont implicitement placés dans des conditions moyennes, voire défavorables, au niveau des sols et du climat, intégrant par là même une forme de risque. La contrainte réglementaire lorsqu'elle est modérée n'induit donc pas dans tous les cas des pertes financières mais fragilise les exploitations.

Conclusion

La gestion de la nappe de Beauce s'effectue depuis dix ans grâce à la définition annuelle de volumes prélevables. Nos simulations de groupe ont démontré que les irrigants ont intégré cet outil, fruit d'une coconstruction entre profession agricole et Administration. Les agriculteurs peuvent ainsi gérer un volume d'eau et réaliser des arbitrages entre cultures de printemps et d'été en fonction du climat de l'année.

La gestion d'un volume prélevable amène à des paris sur le climat, qui peuvent conduire parfois à ne pas consommer tout le volume en cas d'été humide par exemple, ce dont il ne faut pas tirer de conséquences hâtives en termes de volume d'eau alloué. En un sens, l'outil de gestion rend la nappe souterraine « visible » au même titre que l'utilisation d'une ressource de surface stockée dans un barrage ou un lac collinaire et les comportements observés s'apparentent à ceux décrits sur ce type de ressource par Leroy *et al.* (1997).

Dans les scénarios étudiés, les restrictions en eau (coefficient de 0,4 puis 0,2) ont des conséquences économiques importantes les années sèches (printemps et été) sur tous les systèmes de production étudiés. Il est à prévoir que ces impacts se répercutent sur les filières locales de production, ce qui n'a pas été étudié dans le cadre de cette étude.

Quelles améliorations du système proposer ? Raisonner en termes de priorités de prélèvement pour certaines cultures ne nous apparaît pas adapté. En revanche, deux conditions nous semblent devoir être impérativement réunies. Tout d'abord, le volume d'eau

disponible pour l'année devrait être connu beaucoup plus tôt dans la campagne, au moment du choix de l'assolement qui constitue la première adaptation stratégique permettant de limiter les risques. Deuxièmement, le volume doit être garanti et donc pouvoir être utilisé quel que soit le moment de l'année, c'est-à-dire sans arrêts sécheresse. Par ailleurs, la mise en place d'échanges de quotas entre irrigants nous paraît une piste de réflexion intéressante au stade actuel où la profession agricole s'est approprié le principe de gestion volumétrique et dans la perspective d'un transfert de gestion auprès d'un organisme unique. L'approche participative mise en œuvre s'est révélée efficace car elle a été combinée avec des outils de modélisation agronomique et économique. Elle a ainsi permis de quantifier les conséquences des restrictions d'eau et de les mettre en débat. Les résultats ont fait apparaître la complexité des prises de décision et les faibles marges de manœuvre des agriculteurs auprès des autres acteurs du territoire en dehors du monde agricole. Le refus exprimé par certains agriculteurs d'envisager le scénario de restriction à 0,2 illustre bien que ce type de démarche puisse être pris au sérieux par la profession agricole et dépasse le simple exercice pédagogique. ■

Remerciements

Cette étude a bénéficié du financement de la direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAF) Centre et de la préfecture de la région Centre. Les auteurs remercient les conseillers irrigation des chambres d'agriculture des départements d'Eure-et-Loir et du Loiret, les instituts techniques (Arvalis, ITB, sucrerie de Toury, FDGetal) pour leur collaboration ainsi que les agriculteurs qui ont participé aux ateliers. Les auteurs remercient également le bureau d'études Lisode pour l'aide à la conception des ateliers.

Références

Bonnal L, Favard P, 1999. Prévisions à court terme du niveau des aquifères : le cas de la nappe de

Beauce. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales* 53 : 75-91.

Bekkar Y, Kuper M, Errahj M, Faysse N, Gafsi M, 2009. On the difficulty of managing an invisible resource: farmers' strategies and perceptions of groundwater use, field evidence from Morocco. *Irrigation and Drainage* 58 : S252-63.

Bruand A, Creusot G, Quélin P, Darthout R, Raison L, Courtemanche P, *et al.*, 1997. Variabilité de la recharge de la nappe de Beauce : Rôle de l'irrigation et des caractéristiques du sol. *Etude et Gestion des Sols* 4 : 229-45.

Hammani A, Hartani T, Kuper M, Imache A, 2009. Paving the way for groundwater management: transforming information for crafting management rules. *Irrigation and Drainage* 58 : S240-51.

Hardin G, 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162 : 1243-8.

Kosciusko-Morizet N, Richard V, Lamotte H, 1999. Que peut-on attendre de la mise en place de quotas individuels échangeables de prélèvements sur la ressource en eau en France ? L'exemple de l'agriculture irriguée. In : Falque M, Massenet M, eds. *Droits de propriété, économie et environnement. Les ressources en eau*. Paris : Dalloz.

Leroy P, Deumier JM, Jacquin C, 1997. IRMA : un simulateur de l'organisation des chantiers d'irrigation. *Persp Agric* 228 : 76-83.

Mailhol JC, Olufayo AA, Ruelle P, 1997. Sorghum and sunflower evapotranspiration and yield from simulated leaf area index. *Agricultural Water Management* 35 : 167-82.

Montginoul M, 2011. Des accords entre parties prenantes pour gérer l'impact des prélèvements agricoles individuels dans les nappes phréatiques ? Les enseignements de trois cas de gestion des pollutions diffuses. *Cah Agric* 20 : 130-5. doi: 10.1684/agr.2010.0466.

Petit O, 2004. La surexploitation des eaux souterraines : enjeux et gouvernance. *Natures Sciences Sociétés* 12 : 146-56.

Petit O, 2009. Un regard rétrospectif sur l'évolution de la gouvernance de l'irrigation en Beauce (1993-2008). *Secheresse* 20 : 262-70. doi: 10.1684/sec.2009.0194.

Sandoval R, 2004. A participatory approach to integrate aquifer management: the case of Guanajuato state, Mexico. *Hydrogeology J* 12 : 6-13.

Shah T, Bhatt S, Shah RK, Talati J, 2008. Groundwater governance through electricity supply management: Assessing an innovative intervention in Gujarat, western India. *Agricultural Water Management* 95 : 1233-42.

Shah T, 2008. *Taming the anarchy: Groundwater governance in South Asia*. Washington (DC) : Resources for the Future Press.

Strosser P, Montginoul M, 2001. Vers des marchés de l'eau en France ? Quelques éléments de réflexion. *Annales des Mines, Responsabilité et Environnement* (23) : 13-31.

Unesco, 2009. *The third United Nations World Water Development Report: Water in a Changing World*. WWDR-3. <http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr3/>.

Verjus P, 2008. Élaboration du SDAGE du bassin Seine Normandie relatif à la gestion de la rareté de la ressource en eau. *La Houille Blanche* 3 : 45-50.

Des accords entre parties prenantes pour gérer l'impact des prélèvements agricoles individuels dans les nappes phréatiques ?

Les enseignements de trois cas de gestion des pollutions diffuses

Marielle Montginoul

Cemagref
361, rue Jean-François-Breton
BP5095
34196 Montpellier cedex 5
France
<marielle.montginoul@cemagref.fr>

Résumé

La lutte contre la pollution des sols et des eaux souterraines a conduit parfois à la conclusion d'accords entre les pollueurs et les personnes lésées. L'objet de cet article est d'abord de présenter trois de ces accords (villes de New York aux États-Unis, et de Munich en Allemagne, source de Vittel en France), puis d'en dégager des enseignements sur les facteurs de leur réussite et enfin d'étudier s'ils pourraient aider à traiter la question des prélèvements individuels non régulés d'eau destinée à des usages agricoles. En effet, de nombreux agriculteurs à travers le monde prélèvent l'eau de manière individuelle. L'eau ainsi captée, en particulier l'eau souterraine, peut faire l'objet d'une surexploitation de la ressource s'il n'y a pas prise de conscience des parties concernées de la nécessité d'un suivi et d'une gouvernance. Les accords entre parties prenantes présentent de nombreux avantages pour gérer la ressource en eau ; ils permettent en particulier : une diminution de la quantité d'eau totale prélevée ; une bonne acceptation des règles ; une évolution accélérée des comportements vers des pratiques de gestion durable de la ressource ; une adaptation aux enjeux locaux. Les accords auront d'autant plus de chances d'aboutir que les agriculteurs auront financièrement intérêt à y adhérer, que la société consentira à en payer le coût et que des mesures temporaires accompagneront le changement nécessaire des pratiques. L'absence (le peu) d'accord(s) connu(s) à ce jour concernant les eaux souterraines ne permet pas de conclure à leur non-pertinence. Elle peut aussi s'expliquer par : une difficulté de mesure des responsabilités de la baisse constatée d'une nappe et de définition de ce que l'on entend par surexploitation ; une absence de droits d'accès à l'eau reconnus par les parties prenantes ; le peu d'intérêts économiques à gérer une ressource dont les conséquences de la surexploitation ne seront ressenties que dans le très long terme.

Mots clés : accord ; eau d'irrigation ; eau souterraine ; pollution diffuse.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

Agreements to manage individual agricultural groundwater withdrawals. What lessons can be learned from three case studies of diffuse pollution management?

Arrangements between polluters and third parties are sometimes mobilised as tools to fight against soil and groundwater pollution. This article aims at: i) presenting three of these arrangements (New York City in the United States, Munich in Germany, and Vittel in France), ii) discussing their advantages and drawbacks and iii) studying their ability to be used for unregulated diffuse groundwater withdrawals. Indeed, many farmers withdraw water individually. When no management tools are in place, this practice can lead to groundwater overexploitation. Arrangements present various advantages to manage water, in particular: to be more easily acceptable than regulatory tools, to accelerate change in

Pour citer cet article : Montginoul M, 2011. Des accords entre parties prenantes pour gérer l'impact des prélèvements agricoles individuels dans les nappes phréatiques ? Les enseignements de trois cas de gestion des pollutions diffuses *Cah Agric* 20 : 130-5. doi : 10.1684/agr.2010.0466

Tirés à part : M. Montginoul

behaviour toward sustainable practices on water withdrawals and to be adapted to local constraints. Arrangements can successfully manage groundwater, especially if farmers are financially incited to adhere, if society accepts to pay the cost of these arrangements, and if they are only temporary measures, which help farmers to change their behaviour. The absence (or the limited number) of arrangements organized up to now on groundwater does not allow us to draw any conclusion as to their relevance. This absence can be explained by: the difficulty of identifying liabilities and defining what we understand by overexploitation, the absence of water rights and the limited economic interests of an overexploited for which the consequences will appear only after a very long period of time.

Key words: agreements; groundwater; irrigation water; nonpoint pollution.

Subjects: economy and rural development; natural resources and environment; water.

L'eau souterraine est une ressource très attrayante pour l'agriculture, qui est souvent préférée aux eaux de surface quand les usagers ont le choix. Cette eau étant souvent disponible à faible profondeur, il est en effet facile d'y accéder (Fornés *et al.*, 2005), et à faible coût : les aquifères présentent le grand avantage de servir à la fois de réservoirs et de réseaux de distribution, et les améliorations technologiques (le forage, les pompes à moteur Diesel ou électriques...) ont réduit très fortement les coûts de prélèvement (Llamas et Martinez-Santos, 2005) ; c'est aussi souvent une eau de bonne qualité et naturellement filtrée, utilisable directement pour l'irrigation de précision (goutte-à-goutte) ; elle est également disponible à la demande, contrairement à l'eau de certains réseaux de distribution d'eau de surface, objet de tours d'eau ; enfin, elle est moins sujette que les eaux de surface à des restrictions temporaires de prélèvement lors d'épisodes de sécheresse.

Pour éviter la surexploitation de cette ressource, une gestion sociale de ces prélèvements diffus doit être instaurée, qui peut passer par les voies réglementaire (définition autoritaire de quotas d'eau), incitative (taxation des prélèvements) ou contractuelle. Il existe de nombreuses approches contractuelles de gestion volumétrique (Giordano et Villholth, 2007), mais toutes présupposent que seul le préleveur supporte les conséquences d'une baisse de ses prélèvements. Cet article propose d'étudier une variante à ce type de contrat, en s'intéressant à des instruments dans lesquels les préleveurs peuvent être compensés financièrement des efforts qu'ils font pour réduire leur consommation d'eau.

L'article s'appuie sur l'analyse de trois situations où des accords ont été passés, dans des pays développés, entre des pollueurs (des agriculteurs bien identifiés) et des personnes morales lésées (une firme productrice d'eau en bouteille ou des distributeurs d'eau potable) pour traiter la question de la pollution diffuse de la ressource : ces accords s'inscrivent dans les approches volontaires, qui sont « des dispositifs en vertu desquels les entreprises s'engagent volontairement à améliorer leurs performances environnementales » (OCDE, 1999). Or la compensation financière (quand elle est envisageable, c'est-à-dire quand des personnes lésées ont les moyens financiers de compenser les efforts faits sur la qualité) n'est – à ce jour – pas ou très peu mobilisée comme outil de gestion quantitative de la ressource en eau.

L'objet de cet article est ainsi d'abord de présenter les accords passés pour gérer la pollution diffuse, puis d'en dégager des enseignements sur leurs facteurs de réussite et enfin d'étudier s'ils pourraient être transposés au cas des prélèvements agricoles diffus.

L'accord entre parties, un outil de gestion contractuelle des pollutions diffuses

Les accords sont principalement conclus pour lutter contre la pollution de l'eau destinée à l'alimentation humaine. On en trouve aux États-Unis et surtout en Europe (Heinz *et al.*,

2002). Particulièrement développés en Allemagne, pays réticent à la taxation (aucune taxe sur les pesticides et les engrais), ils jouent un rôle majeur dans les zones de protection des captages d'eau domestique à un coût modeste pour les usagers (de 0,005 à 0,1 euro/m³) (Barraqué, 2008). Des partenariats existent aussi en France, où ils ont eu souvent du mal à émerger, car les compensations proposées étaient jugées trop faibles pour intéresser les agriculteurs et les chambres d'agriculture y étaient hostiles de peur de perdre ainsi de la légitimité (Barraqué, 2008).

Les accords sont plus ou moins concrétisés sous forme de contrats, conclus entre des entités privées ou promus par une entité publique (Salzman, 2005a). Se créent ainsi :

- des marchés purement privés, où des acheteurs et des vendeurs privés s'échangent contre paiement des services pour leur propre intérêt sans aucun rôle majeur de l'État (Salzman, 2005a). C'est le cas de Perrier Vittel, où l'entreprise privée distribuant de l'eau en bouteille, menacée de pollution de la nappe par des nitrates, a contracté avec les agriculteurs pour qu'ils adoptent des pratiques de culture moins polluantes (Chia et Barbier, 1999 ; Déprès *et al.*, 2008) ;

- des marchés impulsés par des autorités gouvernementales. Dans les cas les plus fréquemment rencontrés, ils n'ont qu'un seul acheteur (Salzman, 2005a), ce qui réduit les coûts de transaction et facilite la coordination. Ces programmes, fondés sur le volontariat, sont de deux types (OCDE, 1999) : soit l'autorité propose des engagements auxquels les entreprises peuvent souscrire – c'est une

« réglementation volontaire » (David, 2004) –, soit les engagements font l'objet d'accords préalablement négociés entre les parties. Le cas le plus connu est celui de l'approvisionnement en eau de la ville de New York. Un programme a été proposé aux agriculteurs situés dans le périmètre du principal bassin d'alimentation (Cat-Del) pour contrôler la pollution (Appleton, 2002) : la ville s'engageait à payer les coûts supportés par chaque exploitation agricole et une association d'agriculteurs gère le programme en contractualisant individuellement avec les agriculteurs et en leur apportant une assistance technique, tout en étant contrôlée et aidée par des institutions académiques indépendantes.

Il y a deux types d'accords (Segerson et Miceli, 1998), qui se distinguent par le niveau, plus ou moins élevé, d'incitation proposée :

– *l'approche par le bâton* : la participation à la gestion coopérative est stimulée par la menace de législations plus sévères en cas de non-atteinte de l'objectif visé (Miranda *et al.*, 2007). Cette approche est aussi à l'œuvre quand la pérennisation du programme de subvention est conditionnée à l'atteinte d'objectifs collectifs. C'est le cas des arrangements passés entre la ville de New York et les agriculteurs (Appleton, 2002) : au moins 85 % des agriculteurs du bassin-versant devaient participer dans un délai de 5 ans au programme, pour éviter de retourner au système traditionnel de réglementation ;

– *l'approche par la carotte* : la participation est encouragée par des mesures incitatives comme des programmes de subvention ou de partage de coûts pour l'investissement dans des technologies moins polluantes. Ainsi, la ville de Munich (2 millions d'habitants) passe depuis 1993 des contrats avec les agriculteurs de la vallée de Mangall pour limiter les teneurs en nitrates et en pesticides de ses eaux. Elle propose aux agriculteurs qui s'engagent à respecter un cahier des charges pour l'ensemble de leur exploitation (passage de l'agriculture conventionnelle à l'agriculture biologique), des contrats sur 18 ans, avec une aide de 280 euros/ha/an les six premières années (et l'aide de l'État à la conversion de 250 euros), puis de 230 euros/ha/an les années suivantes (Alibert, 2005).

L'accord entre parties, un succès sous certaines conditions

Les accords auront d'autant plus de chances d'aboutir que les agriculteurs auront intérêt à y adhérer et que la société consentira à en supporter le coût. Présentons ici les principaux facteurs de réussite qui ressortent des cas étudiés.

Une information à la disposition de tous

Plus on se rapproche d'une situation d'information complète sur l'état de la ressource et l'application des engrais ou les prélèvements, plus la gestion des pollutions ou prélèvements diffus a de chances de réussir. Les firmes adoptent alors moins des comportements de passagers clandestins (Brau et Carraro, 2004 ; Schott *et al.*, 2007), car il leur est aisé de reconnaître l'impact de leurs efforts sur l'état du système (Poe *et al.*, 2004). Ainsi, le meilleur scénario combine un petit nombre de pollueurs, des entreprises relativement homogènes, une qualité de l'eau facilement contrôlable et un délai court entre l'émission d'externalités polluantes et l'observation de leur impact sur le milieu (Poe *et al.*, 2004). Plus précisément :

– une taille réduite diminue les coûts de transactions (Salzman, 2005a) et permet d'instaurer une autosurveillance (Brau et Carraro, 2004 ; Schott *et al.*, 2007). Cette petite taille concerne la surface (étendue géographique) et le nombre de pollueurs impliqués (Salzman, 2005a). Ainsi, l'un des éléments de la réussite du cas de Vittel est le faible nombre d'exploitations agricoles (37 agriculteurs sur 3 500 hectares) (Chia et Barbier, 1999 ; Déprés *et al.*, 2008) ;

– il est plus facile de concevoir des instruments adaptés pour un groupe homogène d'agriculteurs (Déprés *et al.*, 2008) ;

– les instruments collectifs fonctionnent bien si les différentes parties prenantes sont bien identifiées (Déprés *et al.*, 2008) et si, pendant la négociation, elles sont soit présentes personnelle-

ment, soit représentées par un organisme dans lequel elles se reconnaissent (syndicat, association d'usagers, chambre consulaire...).

Une incitation variée et d'un niveau intéressant

Les agriculteurs n'étant pas obligés d'adhérer à un accord, l'utilité qu'ils en retirent individuellement doit être supérieure à celle qui est obtenue lorsqu'ils n'y adhèrent pas. Dans ces conditions, surtout lorsque les exploitations visées ne sont pas homogènes, un dédommagement intéressant et diversifié doit leur être proposé.

Les accords doivent ainsi fournir des incitations financières substantielles et d'autres services comme une assistance technique ou des programmes de formation dans lesquels les agriculteurs peuvent acquérir par eux-mêmes la maîtrise de techniques agricoles plus respectueuses de l'environnement (Oltmer, 2003). Réalisant ainsi que des pratiques de réduction des pollutions peuvent améliorer leur cadre de vie, ces derniers sont alors prêts à les mettre en œuvre sans être totalement défrayés des coûts supportés et des pertes de revenus (Oltmer, 2003).

Ainsi, dans le cas de Vittel, les agriculteurs étaient encouragés de plusieurs manières (Chia et Barbier, 1999 ; Déprés *et al.*, 2008) : une surface agricole exploitable accrue par le prêt gratuit de terres préalablement achetées, des quotas laitiers supplémentaires, un soutien au revenu, une compensation des conséquences de l'abandon des pratiques antérieures, des subventions aux équipements et une assistance technique gratuite.

Autres facteurs de réussite

Les études de Chia et Barbier (1999) et de Déprés *et al.* (2008) citent d'autres éléments qui peuvent être des conditions favorables à une contractualisation réussie : l'existence d'un secteur privé à haute rentabilité qui permet de rémunérer les agriculteurs, le délai suffisant de mise en œuvre (un long processus de contractualisation ayant accordé du temps à la négociation) et la forte implication d'une équipe de recherche publique qui a permis de bien définir les droits des parties et qui

a joué le rôle de médiateur entre elles. La présence d'un médiateur reconnu par l'ensemble des parties semble vraiment favoriser la négociation (Bosc et Doussan, 2009).

Enfin, on observe une amélioration de l'état de la ressource lorsque les membres du groupe communiquent entre eux (Schott *et al.*, 2007), même s'ils ne sont pas formellement obligés de respecter les engagements qu'ils ont pris. Cela est dû notamment au fait que cette communication leur permet de coordonner leurs efforts (Poe *et al.*, 2004).

L'accord, un outil de gestion des prélèvements diffus ?

En application de la directive cadre sur l'eau (DCE) exigeant un bon état des masses d'eau européennes, l'article 21 de la loi n° 2006-1772 sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) et son décret d'application (n° 2007-1381) précisent que des volumes d'eau maximum prélevables par l'agriculture seront définis pour chaque ressource en eau en déséquilibre structurel.

Cela peut conduire parfois à une réduction très importante des volumes d'eau prélevables pour l'irrigation, ce qui présente un fort risque de rejet de cette mesure par la profession agricole. Pour la rendre plus acceptable, les agriculteurs revendiquent souvent la création de réserves de substitution, pour réduire les tensions sur la ressource surexploitée mais sans modifier le niveau de consommation d'eau totale (Montginoul et Erdlenbruch, 2009).

Une solution alternative serait la mise en place d'accords qui engageraient les agriculteurs à réduire ou supprimer leurs prélèvements d'eau dans la nappe, uniquement en contrepartie d'un dédommagement monétaire. De tels accords sont, à l'heure actuelle, extrêmement rares et non documentés : les mesures agro-environnementales (MAE) les prévoient, mais peu d'acteurs locaux s'en saisissent, car ils leur reprochent jusqu'à présent leur caractère trop rigide, trop administratif et pas assez incitatif (Bosc et Doussan, 2009).

Pourtant, ils pourraient potentiellement présenter de nombreux avantages pour gérer une ressource en eau, en particulier :

- ils permettraient de réduire la quantité d'eau totale prélevée ;
- ils seraient plutôt mieux acceptés que les solutions réglementaires : ils permettraient d'agir plutôt que de réagir (Commission européenne, 1996) et encourageraient la protection par de la coopération (Echeverria, 2005), diminuant ainsi les oppositions et développant une attitude plus proactive des préleveurs (ten Brink, 2002) ;

- ils rendraient familière la protection/réduction de consommation d'eau agricole (Echeverria, 2005) et pourraient accélérer le changement de comportement vers des pratiques de gestion durable de la ressource (ten Brink, 2002). Les contractants s'engageraient dans un processus d'apprentissage qui diminuerait le coût du changement de pratiques et leur permettrait de s'approprier la nouvelle norme sociale. Cette nouvelle norme sociale ayant réussi à modifier structurellement les pratiques, il serait alors possible d'arrêter les paiements, ces derniers n'étant plus nécessaires ;

- ils offriraient des solutions mutuellement avantageuses aux divers usagers de la ressource, permettant l'adoption d'instruments flexibles pour aborder les impacts environnementaux en termes de coût-efficacité tout en réduisant la menace de politiques de régulation bien plus sévères (Lubell *et al.*, 2002). Ils seraient en effet conclus au niveau où le problème est constaté et s'adapteraient donc aux enjeux locaux (Commission européenne, 1996) : les changements de pratiques agricoles dépendraient ainsi des besoins spécifiques aux sites (Heinz *et al.*, 2002).

Les accords envisageables porteraient sur des mesures de réduction des quantités d'eau prélevées : déclaration des forages et mesure des quantités d'eau prélevées (donc installation de compteurs) ; rebouchage de certains forages ; modification des pratiques et techniques d'irrigation pour économiser de l'eau ; arrêt de l'irrigation sur les parcelles les moins favorables et plus généralement changement d'assolement pour passer à des cultures moins consommatrices. Des conseils à l'irrigation pourraient également être proposés.

Ces accords demandent toutefois un financement. Il faut donc trouver des entités intéressées par ce type d'accord qui, même s'il n'est pas juridiquement nécessaire (la loi française précisant bien que l'eau n'appartient à personne et donnant des priorités d'usage à l'eau domestique), peut s'avérer utile en termes d'acceptabilité. Ce pourrait être le cas d'autorités intéressées par la gestion durable de la ressource en eau comme les agences de l'eau ou de SAGE (schéma d'aménagement et de gestion de l'eau) en France, mais aussi des communes, en particulier quand celles-ci subissent directement les conséquences d'un prélèvement agricole pour leurs pompes domestiques. Le cas de Vittel nous a montré l'importance de la taille du groupe. Ce type d'accord serait donc envisageable sur des zones de taille réduite où les préleveurs sont bien identifiés et relativement homogènes.

Discussion

Cet article reprend les analyses des accords conclus pour lutter contre les pollutions diffuses d'origine agricole et pose la question de leur transposition aux prélèvements diffus d'eaux agricoles. L'absence (le peu) d'accord(s) connu(s) à ce jour sur les eaux souterraines permet-il de conclure à leur non-pertinence ? Cette absence peut aussi s'expliquer par trois éléments qui ne remettent pas nécessairement en cause une possible transposition.

Tout d'abord, cette absence peut être due à la difficulté d'identification des causes de la baisse constatée d'une nappe et de définition de ce que l'on entend par surexploitation. Cette question paraît beaucoup plus simple dans le cas des pollutions diffuses, où la pollution ne peut être imputable qu'à l'homme et où des seuils ont déjà été définis, en particulier pour répondre à des exigences de potabilité. La géométrie du sous-sol et la présence de l'eau dans celui-ci sont très difficiles et coûteuses à modéliser. La modélisation hydrogéologique ne permet ainsi souvent pas de définir avec précision les poids respectifs des actions de l'homme et des phénomènes naturels. Il est, dans ce contexte, délicat de relier les prélèvements au niveau constaté d'une nappe. De plus, la

définition même de la surexploitation des eaux souterraines reste encore une notion controversée. D'une part, le lien entre surexploitation et niveau piézométrique est discutable, ce dernier n'étant qu'un des indicateurs à prendre en compte pour déterminer le niveau d'exploitation des nappes. D'autre part, se pose la question du partage de l'exploitation d'une ressource à renouvellement très lent entre les générations présentes et futures : quelle proportion de la ressource doit-on légitimement conserver pour les « générations futures » ? Toutefois, même en l'absence de mesures précises et non contestables de l'impact de l'homme sur les niveaux des aquifères, il est important d'agir sur les prélèvements avant que leurs effets ne soient irréversibles. L'État français a donc décidé de définir des volumes prélevables par les différents usagers dans le cadre de la LEMA et de se donner les moyens financiers d'obtenir des modèles hydrogéologiques, permettant de fournir une première estimation des quantités prélevables pour une exploitation durable des ressources en eau souterraine. Cet effort jettera les bases des connaissances nécessaires à la mise en place de contrats entre les parties concernées.

Ensuite, les accords nécessitent l'existence de droits d'accès à l'eau reconnus par les parties prenantes. Jusqu'en 2011, sauf en de très rares cas qui concernent plutôt les eaux de surface, les prélèvements agricoles d'eau souterraine disposent au mieux (donc s'ils sont déclarés) d'autorisations provisoires et temporaires ne permettant pas d'envisager des compensations ou des échanges. Même si elles sont juridiquement considérées comme temporaires, ces autorisations présentent toutefois un certain droit d'user de l'eau (ayant une consistance et une durée, d'autant plus qu'elles sont généralement tacitement renouvelées chaque année). Des accords peuvent donc être envisagés, pour faciliter le passage au nouveau système d'autorisations pluriannuelles (d'une période de 2 à 15 ans), en considérant acquises les pratiques passées de prélèvement des agriculteurs, pour pouvoir ensuite en négocier une modification. Enfin, jusqu'à présent, il y avait peu d'intérêts économiques à gérer une ressource dont les conséquences de la surexploitation ne sont ressenties que

dans le très long terme. Les usagers lésés (souvent les communes distribuant l'eau domestique) avaient plutôt tendance soit à se tourner vers une ressource alternative soit à forer plus profond, plutôt que de s'engager dans des procédures longues et reposant sur le volontariat. La DCE redéfinit une perspective plus contraignante, avec l'objectif de bon état des masses d'eau : les accords, s'ils servent l'objectif, ont donc plus de chances qu'avant d'être financés.

Conclusion

Concluons cet article par la question de l'acceptabilité de tels accords : s'ils pourraient l'être pour les agriculteurs, dans la mesure où ils permettraient de rétribuer une exigence d'économie d'eau instaurée par une législation plus contraignante, cette question reste posée pour la société. En effet, ce sont les victimes de la surexploitation des nappes qui paient la subvention (Calvo-Mendieta, 2005). Est alors sous-tendue la question du statut des agriculteurs irrigants : doit-on les considérer comme des préleveurs abusifs (ils devraient alors être taxés) ou comme des personnes ayant un droit d'eau historique (devant donc être dédommagées pour l'aliéner) ? De plus les agriculteurs gérant déjà leurs terres de manière responsable (ou prélevant de l'eau « raisonnablement ») ne devraient recevoir aucun paiement, puisqu'ils le font dans tous les cas et que cela générerait des paiements inutiles (Salzman, 2005a). Quel type de message la société envoie-t-elle alors ? Ne payons-nous alors que ceux qui font naturellement le moins d'efforts et donc n'encourageons-nous pas des comportements indésirables ? Une des réponses que l'on peut apporter est la suivante : ces accords doivent rester des mesures temporaires qui accompagnent le changement nécessaire. Ils ne devraient ainsi bénéficier qu'aux pionniers du changement (Salzman, 2005b) et ne servir que de soutien aux instruments traditionnels (quotas, taxation) (Heinz *et al.*, 2002). Ce caractère temporaire pourrait aussi résoudre la question de l'éventuelle banqueroute du système soulevée par Echeverria (2005). ■

Remerciements

L'auteur tient particulièrement à remercier Nicolas Fayssé, Sami Bouarfa, Jean-Pascal Pichot ainsi que les deux rapporteurs anonymes pour leurs précieux commentaires. Ce travail a bénéficié du soutien financier de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema).

Références

- Alibert C, 2005. *Utilisation de l'agriculture biologique pour la qualité de l'eau (exemple de la ville de Munich)*. Paris, Ministère de l'Écologie et du Développement durable http://temis.documentation.equipement.gouv.fr/documents/Temis/0068/Temis-0068459/LE_07_2005.pdf.
- Appleton AF, 2002. *How New York City used an ecosystem services strategy carried out through an urban-rural partnership to preserve the pristine quality of its drinking water and save billions of dollars*. Katoomba Conference, Tokyo, November 5, 2002. <http://assets.panda.org/downloads/pes-newyorkkappetlon.pdf>.
- Barraqué B, 2008. Les arrangements coopératifs entre services publics d'eau potable et agriculteurs. *La Houille Blanche* 6 : 70-6.
- Bosc C, Doussan I, 2009. La gestion contractuelle de l'eau avec les agriculteurs est-elle durable ? Approche politique et juridique. *Économie rurale* 309 : 65-80.
- Brau R, Carraro C, 2004. *The economic analysis of voluntary approaches to environmental protection. A survey*. Cagliari (Italy) : University of Cagliari and Sassari, Sardinia, Centre for North South Economic Research. <http://ideas.repec.org/p/cns/cnscwp/200420.html>.
- Calvo-Mendieta I, 2005. *L'économie des ressources en eau : de l'internalisation des externalités à la gestion intégrée. L'exemple du bassin-versant de l'Audomarois*. Thèse en sciences économiques, université de sciences et technologies de Lille. <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/07/75/40/PDF/THSEICM2005def.pdf>.
- Chia E, Barbier M, 1999. Gestion de la qualité de l'eau : apprentissage collectif et rôle des prescripteurs. *Cah Agric* 8 : 109-17.
- Commission européenne, 1996. *Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen concernant les accords dans le domaine de l'environnement*. Bruxelles : Commission européenne. <http://ec.europa.eu/environment/docum/pdf/96561fr.pdf>.
- David M, 2004. Les approches volontaires comme instrument de régulation environnementale. *Revue française d'économie* 19 : 227-73.
- Déprés C, Grolleau G, Mzoughi N, 2008. Contracting for Environmental Property Right: The Case of Vittel. *Economica* 75 : 412-34.
- Echeverria JD, 2005. Regulating Versus Paying Land Owners to Protect the Environment. *Journal of Land, Resources & Environmental Law* 26 : 1-46.
- Fornés JM, de la Hera A, Llamas R, 2005. The silent revolution in groundwater intensive use and its influence in Spain. *Water Policy* 7 : 253-68.

- Giordano M, Villholth KG, 2007. *The agricultural groundwater revolution: opportunities and threats to development*. Wallingford (Great Britain): CAB International.
- Heinz I, Andrews K, Brouwer F, Zabel T, 2002. Voluntary arrangements to cope with diffuse pollution from agriculture and their role in European water policy. *Water science and technology* 46 : 37-4.
- Llamas MR, Martinez-Santos P, 2005. Intensive groundwater use: a silent revolution that cannot be ignored. *Water Science and Technology* 51 : 167-74.
- Lubell M, Schneider M, Scholz J, Mete M, 2002. Watershed partnerships and the emergence of collective action institutions. *Journal of Political Science* 46 : 148-63.
- Miranda M, Dieperink C, Glasbergen P, 2007. Voluntary agreements in watershed protection experiences from Costa Rica. *Environment, Development and Sustainability* 9 : 1-19.
- Montginoul M, Erdlenbruch K, 2009. Les réserves de substitution sont-elles une solution à la pénurie d'eau ? *Ingénieries* 59-60 : 131-6.
- OCDE, 1999. Les approches volontaires dans les politiques de l'environnement : analyse et évaluation. Paris : OCDE.
- Oltmer K, 2003. *Agricultural Policy*. In : Land Use and Environmental Effects. Den Haag : LEI.
- Poe GL, Schulze WD, Segerson K, Suter JF, Vossler CA, 2004. Exploring the Performance of Ambient-Based Policy Instruments When Nonpoint Source Polluters Can Cooperate. *American Journal of Agricultural Economics* 86 : 1203-10.
- Salzman J, 2005. The promise and perils of payments for ecosystem services. *Int J Innovation and Sustainable Development* 1 : 5-20.
- Salzman J, 2005. Creating Markets for Ecosystem Services: Notes from the Field. *New York University Law Review* 80 : 870-961.
- Schott S, Buckley NJ, Mestelman S, Muller RA, 2007. Output sharing in partnerships as a common pool resource management instrument. *Environmental and Resource Economics* 37 : 697-711.
- Segerson K, Miceli TJ, 1998. Voluntary Environmental Agreements: Good or Bad News for Environmental Protection? *Journal of Environmental Economics and Management* 36 : 109-30.
- ten Brink P, 2002. *Voluntary environmental agreements: process, practice and future use*. Sheffield (Great Britain) : Greenleaf Publishing.

L'agrobusiness à l'assaut des terres irriguées de l'Office du Niger (Mali)

Florence Brondeau

Université Paris 4 Sorbonne
UMR ENeC Espaces, Nature et Cultures
191, rue Saint Jacques
75005 Paris
France
<bertho.brondeau@wanadoo.fr>

Résumé

Des programmes d'aménagement colossaux sont entrepris dans les systèmes irrigués de l'Office du Niger et laissent augurer des mutations sans précédent. L'État malien et ses partenaires s'engagent vers la promotion de l'agrobusiness et la privatisation du foncier. Le modèle de développement agricole fondé sur l'agriculture familiale semble donc être remis en question. Cette région est à l'aube de recompositions socio-spatiales et de désajustements tant socio-économiques qu'environnementaux que l'on commence tout juste à pressentir. Dans ce contexte, de nombreuses questions doivent être soulevées quant aux perspectives de développement de ces systèmes irrigués alors que de sérieuses réserves sont à avancer quant à la vocation de l'agrobusiness à sécuriser l'approvisionnement alimentaire du Mali et des pays voisins.

Mots-clés : accès à la terre ; exploitation agricole familiale ; irrigation ; Niger ; secteur agro-industriel ; sécurité alimentaire.

Thèmes : eau ; économie et développement durable ; territoire, foncier, politique agricole et alimentaire.

Abstract

Agro-business assailing irrigated lands in the Office du Niger area (Mali)

Colossal programs of adjustment began in the Office du Niger area and led to expectations of unprecedented transformation. The Malian State and its partners made a commitment towards the promotion of agro-business and privatization of land. The model of development based on family agriculture seems thus to be questioned. This region is at the dawn of socio-spatial reorganization and of socioeconomic and environmental upheaval that we can hardly begin to anticipate. In this context, several issues arise, concerning the perspectives of development of these irrigated systems. Serious concerns appear regarding the vocation of the agro-business to secure the food supply of Mali.

Key words: agroindustrial sector; family farms; food security; irrigation; land access; Niger.

Subjects: economy and rural development; territory, land use, agricultural and food production policy; water.

Contexte de l'analyse et problématique

Alors que la sécurité alimentaire constitue une préoccupation majeure des pays sahéliens, les perspectives

d'extension de ses zones irriguées font du Mali une puissance agricole potentielle à l'échelle régionale. Des projets d'aménagement sans précédent sont programmés à l'horizon 2020 et au-delà (*figure 1*), dans le cadre des accords engagés avec l'Union économique et monétaire ouest-africaine

Pour citer cet article : Brondeau F, 2011. L'agrobusiness à l'assaut des terres irriguées de l'Office du Niger (Mali). *Cah Agric* 20 : 136-43. doi : 10.1684/agr.2011.0472

Tirés à part : F. Brondeau

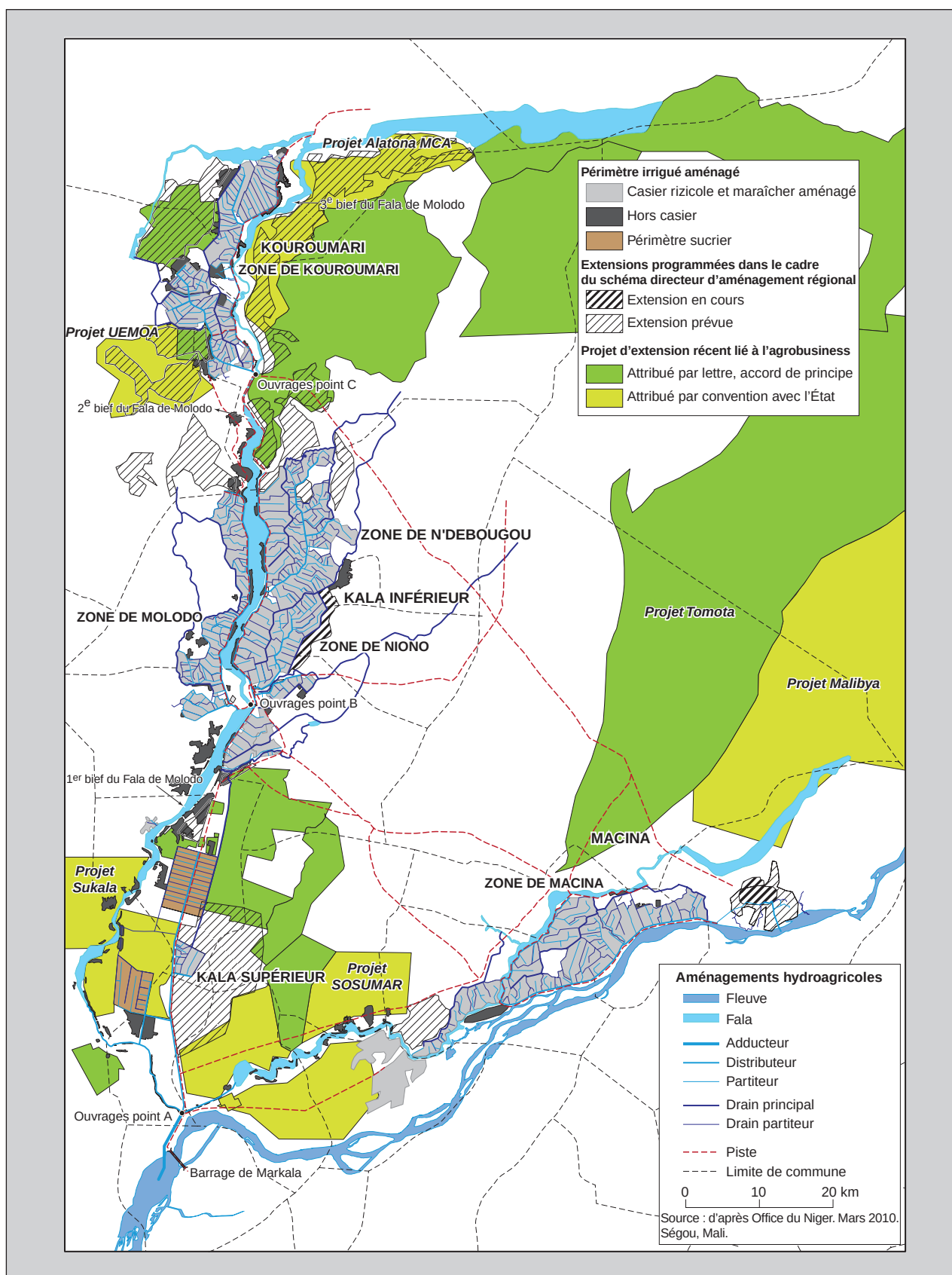


Figure 1. L'agro-business à l'assaut de la zone Office du Niger (Mali). Schématisation des extensions envisagées.

(UEMOA) et la Communauté des États sahélo-sahariens (CEN-SAD), tandis que des investisseurs privés ou publics étrangers renforcent leur emprise dans la région (Chine, Afrique du Sud, États-Unis). La promotion de cet agrobusiness annonce-t-elle la fin de l'agriculture irriguée familiale ? L'émergence d'un pôle de production agricole régional permettra-t-il d'accroître la sécurité alimentaire des populations ? Ces projets constituent-ils une opportunité de développement, ou seulement de croissance de la production agricole ?

L'Office du Niger à la recherche d'un modèle de développement

« *L'Office du Niger : îlot de prospérité paysanne ou pôle de production agricole ?* » (Marchal, 1974) : cette question récurrente (Morabito, 1977), semble plus que jamais d'actualité.

L'irrigation de près de 90 000 hectares a été laborieusement mise en œuvre depuis 1947 (*figure 1*), mais les extensions engagées ou envisagées connaissent une inflation sans précédent, sans que l'on en connaisse précisément les modalités. Le Sexagon (principal syndicat des paysans de l'Office) évalue les surfaces susceptibles d'être attribuées à des investisseurs étrangers à 360 000 hectares sans préciser toutefois à quelle échéance. L'irrigation de 200 000 hectares constituait en effet l'objectif maximum annoncé dans le Schéma directeur de développement régional à l'horizon 2020 (BCEOM, 2001). Finalement le mirage du million d'hectares irrigués, envisagé dans les plans de l'ingénieur colonial Bélime (1921), n'aurait-il jamais été abandonné ?

Dans le cadre d'accords régionaux, 100 000 hectares ont été officiellement attribués aux pays membres de l'UEMOA. Pour l'heure, les aménagements envisagés par le Sénégal (Office du Niger, 2010) ne portent que sur 5 500 hectares dans le secteur de Kandiourou (*figure 1*). Les parcelles aménagées devraient être attribuées à des ressortissants des huit pays

membres de l'UEMOA sous la forme de lots de 9, 21 ou 48 hectares (Dave, 2008).

Dans le cadre du *Millennium Challenge Account* (MCA, 2009a ; MCA, 2009b) les États-Unis ont entrepris un projet d'aménagement de grande envergure dans le Kouroumari, sur le site d'Alatona (*figure 1*). Quatorze mille hectares seront répartis entre 1 785 exploitants et vendus par lots de 10, 30, 90 voire 120 hectares. Le but est de promouvoir des entreprises agricoles performantes qui bénéficieront de titres fonciers. Le projet s'accompagne de la construction d'une route permettant de relier Niono à la zone-projet distante de 80 km, premier tronçon d'un axe bitumé qui devrait relier Ségou à Tombouctou. Par ailleurs, le canal adducteur principal de l'Office du Niger verra sa capacité doubler, tandis que le canal du Sahel et le Fala de Molodo seront approfondis et élargis.

Ces différents projets visent à promouvoir des exploitations privées de taille moyenne (10 à 50 hectares), capables de financer une partie des aménagements hydrauliques et de participer à l'accroissement de la production céréalière.

La Libye et le Mali ont par ailleurs créé une société mixte, Malibya Agriculture, filiale du groupe libyen Laïco, chargée de mettre en œuvre des aménagements sur les 100 000 hectares attribués à la Libye au nom de la CEN-SAD. Une première tranche de 25 000 hectares doit être aménagée dans le Macina d'ici 2012 (*figures 1 et 2*). L'élargissement et l'approfondissement du canal de Boké Wéré entrepris sur une longueur de 40 km par la société chinoise China Geo-Engineering Corporation (CGC) sont d'ores et déjà quasiment achevés (*figure 3*). La production rizicole devrait s'élever à 200 000 tonnes dès 2012 et atteindre à terme 1,6 million de tonnes. Une intensification de la production de l'ordre de 20 % est envisagée grâce à l'introduction de semences hybrides chinoises qui seront produites sur place. Des rendements rizicoles de l'ordre de 10 à 12 t/ha sont attendus. La culture du maïs devrait être introduite massivement, en particulier pour soutenir la création d'un pôle d'élevage intensif de 960 000 bovins. Ce projet s'inscrit dans un processus d'externalisation de la production agricole engagé par la Libye et répond

donc à des objectifs politiques bien spécifiques.

L'Office du Niger constitue par ailleurs un site privilégié pour la production d'agrocarburants. A Markala, le projet SOSUMAR (Société sucrière de Markala, dont les capitaux sont majoritairement sud-africains) dispose de 14 000 hectares de canne à sucre dont la production est destinée à être transformée pour une part en bio-éthanol (*figure 1*). Des tests sont entrepris depuis plusieurs années, en attente de la validation des études environnementales et du plan de réinstallation des populations déplacées (BAD, 2009a ; BAD, 2009b). Les 200 asperseurs prévus devraient être installés sur la totalité de la surface attribuée.

Les sociétés chinoises, qui contrôlent déjà 6 000 hectares de canne à sucre dans ce secteur et possèdent les trois usines Sukala, souhaitent tripler leur capacité de production en étendant les superficies cultivées, dont une partie serait consacrée à la fabrication de biocarburants. Le groupe malien TOMOTA projette quant à lui d'irriguer quelque 100 000 hectares d'oléagineux divers (tournesol, soja) et de pourghère (*Jatropha curcas*) (*figure 1*).

Une telle promotion de l'agrobusiness et le maintien de l'agriculture familiale sont-ils conciliables ?

Les exploitations familiales se trouvent pour beaucoup d'entre elles dans une situation très précaire. Certains casiers obtiennent des rendements élevés (jusqu'à 8 t/ha dans la zone Retail) mais les résultats sont très inégaux (2 t/ha dans bien des secteurs du Macina). Le prix très élevé des engrais empêche les exploitants d'utiliser des doses suffisantes et contribue à un endettement des exploitations qui engendre un processus de désinvestissement : vente du matériel agricole et des bœufs de labour, cession des parcelles (Coulibaly *et al.*, 2006). Cet endettement freine tout investissement, fragilise le processus d'intensification, et constitue la première cause d'éviction.

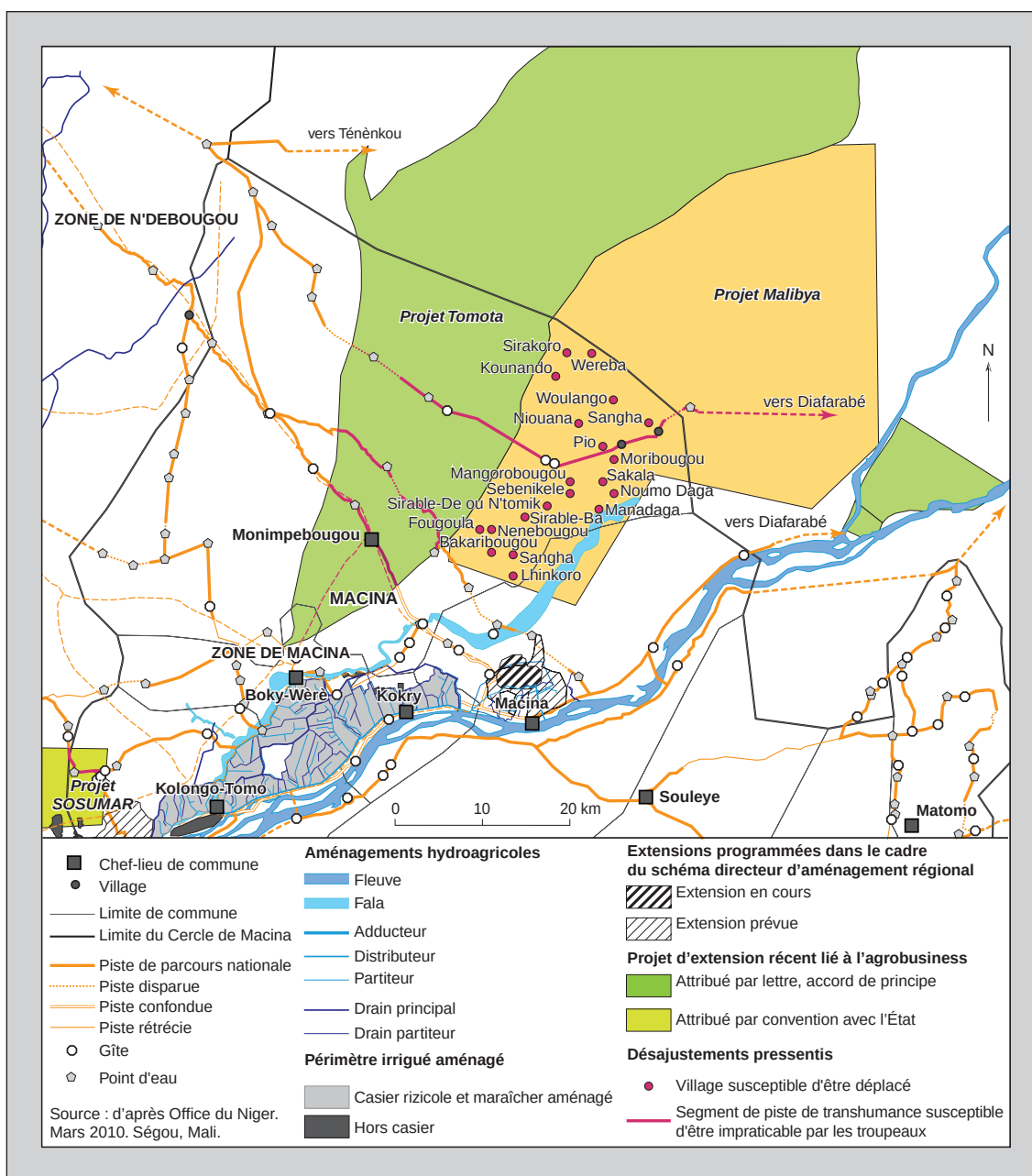


Figure 2. Projets bénéficiant d'attributions foncières à grande échelle dans la région de Macina (Mali, Office du Niger).

Figure 2. Projects benefiting from large-scale land tenure attributions in the Macina area (Mali, Office du Niger).

De ce fait, dans une région qualifiée de « grenier à riz », paradoxalement, la plus grande partie des exploitations ne dégage que peu d'excédents. Il ne semble pas que l'on ait réellement donné les moyens à cette paysannerie locale d'entreprendre de réelles mutations. Le manque d'encadrement technique et commercial et surtout la taille trop réduite des exploitations constituent sans doute les principaux

freins à la modernisation de l'agriculture familiale : 56 % des paysans disposent de moins de 3 hectares, seuil de viabilité économique ; la taille moyenne des exploitations est évaluée à 3,3 hectares (Bélières *et al.*, 2011). L'essentiel du riz commercialisé provient donc d'une minorité d'exploitations prospères, disposant de surfaces irriguées supérieures à la moyenne. Le modèle de développe-

ment reposant sur la création d'« un îlot de prospérité paysanne » semble donc de plus en plus remis en question, alors que l'augmentation de la production agricole constitue une priorité affichée à l'échelle nationale comme dans le cadre de l'UEMOA. Comme l'État malien ne dispose pas des moyens financiers suffisants pour mener de front les extensions nécessaires et les travaux de réhabilitation du réseau



Figure 3. Canal de Boky Wéré. Section élargie à 100 m.

Figure 3. Boky Wéré canal. Section widened to 100m.
Février 2010. Cliché F. Brondeau.

hydraulique, les bailleurs de fonds souhaitent que les futurs exploitants soient aussi des investisseurs capables de contribuer au financement des infrastructures. Or, les expérimentations d'extensions fondées sur la participation paysanne comme M'Béwani ou Retail 4, se soldent par des échecs économiques et sociaux. La surface des parcelles étant proportionnelle aux sommes investies, ces attributaires sont souvent condamnés à une précarité extrême sur des parcelles de 0,25 à 0,50 hectare.

L'introduction de l'agrobusiness, la promotion de sociétés privées et le soutien aux grandes exploitations constituent, dans ce contexte, la solution qui semble avoir été choisie par le Mali.

Vers un processus de développement agricole durable ?

Le gigantisme des projets annoncés laisse perplexe, alors que l'alimentation en eau des zones irriguées

existantes suscite déjà l'inquiétude quant à la durabilité du système tel qu'il est conçu.

Les ponctions mensuelles moyennes réalisées au profit de l'Office du Niger sur le débit du fleuve atteignent en effet 74 % au mois de mars et peuvent absorber la quasi-totalité du débit mensuel entre février et mai en année décennale sèche (Bélières *et al.*, 2001). Le risque de pénurie saisonnière a d'ailleurs été démontré à l'occasion de l'étiage 1999. Dans un contexte récurrent de compétition entre les différents usages de l'eau du Niger, la priorité a alors été donnée à la production électrique, au détriment de l'irrigation (Kuper *et al.*, 2002). En dépit de la réfection du réseau hydraulique, son efficacité n'est que de 33 % en saison sèche, ce qui est très en deçà du taux acceptable (50 à 60 %) pour un réseau gravitaire (Ouvry *et al.*, 2002). Surtout, le choix de promouvoir une quasi-monoculture de riz, y compris pendant la saison la plus chaude, constitue une aberration en termes de gestion de l'eau.

Dans ces conditions, l'approvisionnement régulier des extensions programmées suscite bien des interrogations. Les grands projets ont cependant les

moyens de financer des techniques d'irrigation plus performantes. Ainsi, des asperseurs ont été mis en place par SOSUMAR et l'irrigation au goutte-à-goutte est envisagée pour les cultures maraîchères de Malibya.

L'impact de ces innovations techniques à l'échelle de la parcelle est à relativiser au regard des travaux hydrauliques planifiés : le canal de Boky Wéré, d'une largeur de 100 m et d'une longueur de 40 km, laisse augurer d'énormes pertes par évaporation et par infiltration (figure 3). L'augmentation des prélèvements sur le Niger aggrave les risques de pénurie saisonnière. La construction du barrage de Fomi, en amont (Guinée), devrait certes assurer une régulation du débit du fleuve et permettre une augmentation des prélèvements (Zwarts *et al.*, 2005). Cependant, aucune étude d'impact environnemental du projet Malibya n'est consultable à ce jour. Pour des extensions de 100 000 à 150 000 hectares planifiées dans le Schéma directeur d'aménagement régional provisoire (BCEOM, 2001), la réduction des surfaces inondées dans le delta vif a été évaluée à 2 000 km² (Bélières et Kuper, 2002), mais il ne semble pas qu'une quelconque étude d'impact ait été menée sur ces écosystèmes humides en tenant compte des extensions aujourd'hui envisagées. Les conséquences sur le régime du fleuve en aval restent inconnues ; elles pourraient pourtant susciter des tensions dans les zones agricoles de la Boucle du Niger, au Mali, et au-delà, au Niger. L'Office encourage d'ailleurs dès à présent les paysans à réduire les surfaces cultivées en riz entre février et mai, mais, dans le même temps, la société Malibya négocie avec le gouvernement malien une clause de priorité pour l'accès à l'eau durant cette période... Ces démarches suscitent un certain nombre d'interrogations au sujet de la consommation en eau du projet, alors que le taux de double riziculture n'est pas connu et que le choix des cultures prévues en saison sèche n'est pas précisé. Des questions se posent également quant à l'arbitrage des concurrences pour l'accès à l'eau qui se présenteront pendant les périodes de pénurie qui, à la lumière de la crise de l'étiage 1999, ne sont pas à exclure. Elles laissent craindre que la priorité en matière de desserte en eau ne soit donnée aux grands projets irrigués et qu'une

concurrence accrue n'ait lieu entre les grandes zones projets.

La privatisation des attributions foncières repose sur le fait que la sécurisation de l'accès à la terre est considérée comme une condition nécessaire aux investissements privés sur le long terme. Les paysans perçoivent pourtant cette évolution comme un facteur de précarité supplémentaire et revendiquent d'autres formes de sécurisation. C'est d'abord une augmentation de la taille des parcelles attribuées qui permettrait de sécuriser la situation économique des paysans de l'Office. Or l'achat de parcelles ou l'aménagement de parcelles supplémentaires s'avère financièrement inaccessible à la majorité des paysans. Les organisations paysannes militent aussi pour une généralisation des permis d'exploitation ou des baux emphytéotiques. Ces contrats déjà en vigueur, mais de façon marginale, leur permettraient de bénéficier d'un usufruit des parcelles, transmissible sur de longues périodes. L'hypothèque de ces droits pourrait alors servir de garantie à l'octroi d'un crédit destiné à développer l'exploitation.

Le processus d'« accaparement des terres » agricoles (Grain, 2008 ; Cotula *et al.*, 2009) qui semble qualifier les pratiques de certains investisseurs constitue une menace pour les populations riveraines. Certes, des projets comme celui d'Alatona ou de SOSUMAR comportent des Plans de réinstallation des populations déplacées (BAD, 2009b ; MCA, 2009b), négociés avec les représentants des populations. Ainsi, à Alatona, les 33 villages évacués ont été reconstruits en périphérie et les compensations engagées sont présentées comme une opportunité dans la mesure où les sites seront désenclavés par un accès routier, bénéficieront d'une adduction électrique, d'un accès à l'eau potable et disposeront d'infrastructures scolaires et sanitaires (MCA, 2009b). On ne peut que saluer l'amélioration potentielle du cadre de vie des populations, mais il faut craindre des tensions dans les zones d'accueil entre les populations bénéficiant de droits coutumiers antérieurs et les nouveaux arrivants. Des négociations sont envisagées avec les populations des zones de réinstallation, mais aucune information précise n'est donnée quant à la localisation précise de ces villages. En outre, des parcelles de 5 hectares sont

effectivement attribuées à chaque famille déplacée, mais l'acquisition de 3 hectares devra être remboursée. Dans d'autres cas, les conditions de déplacement et de réinstallation des populations sont complètement occultées. Ainsi, le projet Malibya se dégage de toute responsabilité vis-à-vis des populations locales déplacées : ce sont les communes qui seront chargées de gérer les réinstallations et les litiges fonciers potentiels. Les villages riverains de l'axe goudronné réalisé à partir de Kolongotomo souffrent déjà de l'envahissement de leurs champs maraîchers (et de leurs cimetières pour certains) par les gravats issus de l'exploitation des carrières utilisées pour la construction de la route (*figures 4 et 5*).

À une échelle plus régionale, la redistribution des terres et leur privatisation condamnent le système traditionnel de gestion des ressources qui repose sur la plurifonctionnalité des ressources et de l'espace, et sur la répartition saisonnière des usages. Des conventions de gestion des ressources ont été élaborées ces dernières années à l'échelle des communes et du Cercle de Macina, de manière à régler les conflits d'usage de plus en plus fréquents entre cultivateurs et

bergers à mesure que la zone irriguée s'étend (Coulbaly et Sangaré, 2003 ; PACT, 2005). Il s'agit d'élaborer ou de restaurer des règles qui soient en adéquation avec l'évolution des formes d'occupation de l'espace (*figure 2*). Ces conventions risquent de devenir caduques avant d'avoir été réellement expérimentées. Le Programme d'appui aux collectivités territoriales (PACT) s'inquiète ainsi de ce que le projet Malibya se mette en place sans concertation avec les acteurs responsables de la convention en vigueur dans le Cercle de Macina. D'ores et déjà, une des principales pistes de transhumance est coupée par la base établie par la société de génie civil chargée des travaux d'aménagement au niveau de Kolongotomo (*figure 2*).

L'attribution de plusieurs dizaines de milliers d'hectares à des sociétés agro-industrielles va générer des recompositions socio-spatiales majeures, dont la désorganisation de la gestion des troupeaux sera probablement une des premières manifestations (Brondeau, 2009). L'emprise spatiale des projets envisagés par Malibya et par Tomota dans la région de Moninpébougou, carrefour des transhumances, en témoigne (*figure 2*).



Figure 4. Abords de Boky Wéré. Champs maraîchers utilisés pour garer des bulldozers.

Figure 4. Near Boky Wéré. Gardening fields used to park bulldozers.
Février 2010. Cliché F. Brondeau.



Figure 5. Gravats encombrant les abords des villages riverains de la route goudronnée.

Figure 5. Rubble blocking access to villages near the paved road.

Boky Wéré, mars 2010. Cliché F. Brondeau.

Conclusion

Au nom de la sécurisation de l'approvisionnement alimentaire, la zone Office du Niger a été hâtivement promue « grenier à riz de l'Afrique de l'Ouest », « plate-forme d'intégration régionale », ou « pôle de production agricole »... Cette région est devenue un enjeu économique et politique majeur, comme en témoigne la création toute récente au sein du Gouvernement malien, d'un secrétariat d'État à l'Office du Niger. Le principal enjeu réside dans une croissance rapide de la production destinée à l'approvisionnement d'un marché macro-régional. Si tels sont les objectifs des projets Alatona ou UEMOA, on ne peut s'empêcher de remarquer que des dizaines de milliers d'hectares sont destinées à soutenir la production de biocarburants (projets SOSUMAR, SUKALA et surtout TOMOTA). Les projets inscrits dans cette dynamique de promotion de l'agrobusiness répondent en fait à des objectifs très différents et ne doivent pas forcément être tous confondus.

Le projet Malibya se situe, quant à lui, dans un processus bien particulier : celui de l'externalisation de la production agricole grâce à « l'accaparement des terres et de l'eau » (Cotula *et al.*, 2009). Ce processus, connu sous le terme de « *land grabbing* », a été particulièrement décrié et médiatisé ces derniers mois par les milieux associatifs militants (Grain, Via Campesina). La sécurité alimentaire est ici un argument manipulé à des fins tant économiques que politiques, dans la mesure où l'essentiel de la production est destiné à approvisionner le marché libyen. Des projets similaires seraient envisagés par l'Arabie Saoudite (Défis Sud, 2008) : la société Foras pourrait mettre en valeur plusieurs dizaines, voire centaines, de milliers d'hectares dans cette région. Une grande opacité marque les accords de concessions foncières au Mali comme dans beaucoup de pays concernés par ce « *land grabbing* ». Les perspectives de développement envisageables dans cette région sont donc difficiles à évaluer, d'autant que la disponibilité de la ressource en eau et les conditions de sa répartition posent la question de la faisabilité même

de ces projets, qui pourraient ainsi s'avérer chimériques.

Les mutations tant socio-économiques que socio-environnementales que l'on commence à peine à pressentir dans les systèmes irrigués de l'Office du Niger sont, sur bien des points, sans précédent. Le modèle de croissance agricole qui a été choisi paraît peu compatible avec la recherche d'un processus de développement des exploitations familiales et la réduction de la pauvreté des populations locales. ■

Références

BAD, 2009a. *Projet Sucrier de Markala. Résumé exécutif de l'étude d'impact environnemental et social*. Abidjan : Banque africaine de développement. <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Environmental-and-Social-Assessments/mali%20fr.pdf>.

BAD, 2009b. *Projet Sucrier de Markala. Résumé exécutif du plan de réinstallation des populations*. Abidjan : Banque africaine de développement. <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Environmental-and-Social-Assessments/mali%202.pdf>.

BCEOM, 2001. Schéma Directeur de Développement Régional, Zone Office du Niger. Rapport de synthèse. Montpellier : BCEOM.

Bélières JF, Hilhorst T, Kébé D, Keita MS, Keita S, Sanogo O, 2011. Irrigation et pauvreté : le cas de l'Office du Niger au Mali. *Cah Agric* 20 : 144-9. doi:10.1684/agr.2011.0473.

Bélières JF, Keita I, Sidibe S, 2001. *Gestion du système hydraulique de l'Office du Niger : évolutions et perspectives*. Actes du colloque « La gestion des périmètres irrigués collectifs à l'aube du 21^e siècle : enjeux, problèmes, démarches ». Cemagref/Cirad/Ird Agropolis, PCSI, 22-23 janvier 2001, Montpellier.

Bélières JF, Kuper M, 2002. L'extension des périmètres. Un problème d'eau et de disponibilités financières. In : Kuper M, Tonneau JP, Bonneval P, eds. *L'Office du Niger, grenier à riz du Mali : succès économiques, transitions culturelles et politiques de développement*. Montpellier : Cirad éditions.

Bélimé E, 1921. *Les irrigations du Niger*. Paris : Larose.

Brondeau F, 2009. Un « grenier pour l'Afrique de l'Ouest » ? Enjeux économiques et perspectives de développement dans les systèmes irrigués de l'Office du Niger (Mali). *Géocarrefour* 84 : 43-53.

Cotula L, Vermeulen S, Leonard L, Keeley J, 2009. *Land grab or development opportunity? Agricultural investment and international land deals in Africa*. Londres : IIED ; FAO ; IFAD.

Coulibaly Y, Sangaré Y, 2003. L'accès aux ressources et leur gestion dans les grands périmètres irrigués africains : de la prévention des conflits à la décentralisation à l'Office du Niger (Mali). *Cah Agric* 12 : 247-51.

Coulibaly Y, Bélières JF, Kone Y, 2006. Les exploitations agricoles familiales du périmètre irrigué de l'Office du Niger au Mali : évolutions et perspectives. *Cah Agric* 15 : 562-9.

Dave B, 2008. L'Office de tous les plans agricoles. In : Le Mali est-il une puissance agricole ? *Défis Sud* (86) : 19-21.

Grain, 2008. *Main basse sur les terres agricoles en pleine crise alimentaire et financière*. Barcelone : Grain. <http://www.grain.org/briefings/?id=213>.

Kuper M, Olivry JC, Hassane A, 2002. Le fleuve Niger une ressource à partager. In : Kuper M, Tonneau JP, Bonneval P, eds. *L'Office du Niger, grenier à riz du Mali : succès économiques, transitions culturelles et politiques de développement*. Montpellier : Cirad éditions.

Marchal JY, 1974. L'Office du Niger : îlot de prospérité paysanne ou pôle de production agricole ?

Revue Canadienne des Etudes Africaines 8 : 73-90.

MCA, 2009a. *Projet d'irrigation d'Alatona. Rapport d'étude d'impact sur l'environnement. Volume 1. Évaluation des Impacts environnementaux et sociaux*. Bamako : Millenium Challenge Account. http://www.mcamali.org/IMG/pdf/Alatona_Irrigation_EIA_FINAL_2_French2.pdf.

MCA, 2009b. *Projet d'irrigation d'Alatona. Rapport d'étude d'impact sur l'environnement. Volume 3. Plan d'actions de réinstallation*. Bamako : Millenium Challenge Account. http://www.mcamali.org/IMG/pdf/NEW_FRENCH_2_-_Alatona_Irrigation_RAP_FINAL_Mars_09.pdf

Morabito V, 1977. L'office du Niger au Mali, d'hier à aujourd'hui. *Journal des africanistes* 47 : 53-82.

Ouvry F, N'Djim H, Kuper M, Hamel E, Barral JP, 2002. La gestion de l'eau. Un équilibre entre apports et drainage. In : Kuper M, Tonneau JP, Bonneval P, eds. *L'Office du Niger, grenier à riz du Mali : succès économiques, transitions culturelles et politiques de développement*. Montpellier : Cirad éditions.

Zwarts L, van Beukering P, Kone B, Wymenga E, 2005. *Le Niger, une artère vitale : gestion efficace de l'eau dans le Bassin du Haut Niger*. Totnes (UK) : NHBS.

Irrigation et pauvreté : le cas de l'Office du Niger au Mali^a

Jean-François Béliers¹
Théa Hilhorst²
Demba Kébé^{3,a}
Manda Sadio Keïta⁴
Souleymane Keïta⁵
Oumar Sanogo^{6,a}

¹ Cirad
UMR ART-Dev
TA C-88/15
73, avenue Jean-François Breton
34398 Montpellier cedex 5
France
<jean-francois.belieres@cirad.fr>

² Institut royal des tropiques (KIT)
Mauritskade 63
1092 AD Amsterdam
Pays Bas
<t.hilhorst@kit.nl>

³ Institut d'économie rurale (IER)
Direction scientifique
BP 258
Bamako
Mali

⁴ Institut d'économie rurale (IER)
Programme économie des filières (ECOFIL)
BP 258
Bamako
Mali
<manda.keita@yahoo.fr>

⁵ Institut national de la statistique
BP 12
Bamako
Mali
<ksouleymane2003@yahoo.fr>

⁶ Faculté des sciences économiques et de
gestion
BP E.2528
Bamako
Mali

^a Depuis la réalisation de l'étude qui a servi de base à la rédaction de cet article, deux collègues nous ont malheureusement quitté : Demba Kébé, en 2006, « le cœur prématurément usé par la défense de la cause du coton malien » et Oumar Sanogo, en 2007, sur la route qui le menait pour une nouvelle étude à l'Office du Niger. Cet article est dédié à leur mémoire.

Tirés à part : J. Béliers

Résumé

Des enquêtes ont été menées en 2004 à l'Office du Niger, au Mali, pour apprécier la contribution de la culture irriguée à la réduction de la pauvreté. Les résultats montrent une situation meilleure que dans le reste du milieu rural malien et de la région. Les aménagements hydroagricoles ont permis une forte croissance agricole et contribué à la réduction de la pauvreté parmi les exploitations familiales. Cependant, cette contribution s'érode avec la croissance de la population et une dégradation des conditions de production qui conduisent à une baisse des superficies attribuées aux familles tandis que de nouvelles attributions sont accordées au secteur privé.

Mots clés : exploitation agricole familiale ; irrigation ; Mali ; pauvreté.

Thèmes : eau ; économie et développement rural.

Abstract

Irrigation and poverty: The case of the Office du Niger in Mali

Surveys were carried out in 2004 in the Office du Niger in Mali, to assess the contribution of irrigation schemes to poverty reduction. Results show that the situation is better in the Office du Niger than in any of the other rural areas in Mali, including the Ségou region. The investments in irrigation schemes have contributed to strong agricultural growth and a reduction in poverty amongst smallholder farmers. However, this positive effect is eroding because of the deterioration of production conditions, and a reduction in average size of fields due to a combination of population growth and a decrease in the area allocated to smallholders. New attributions are being granted to the private sector.

Key words: family farms; irrigation; Mali; poverty.

Subjects: economy and rural development; water.

Même si une revue de la littérature concernant les impacts de l'agriculture irriguée sur la pauvreté peut conclure à des résultats mitigés (Gebregziabher *et al.*, 2009), le développement de l'irrigation, en permettant des gains de productivité, la réduction des risques climatiques, ainsi qu'une meilleure situation de l'emploi tout au long de l'année, apparaît comme un moyen d'améliorer la sécurité alimentaire

et de lutter contre la pauvreté des populations (Intizar et Munir, 2004). Au Mali, l'Office du Niger est un vaste périmètre hydroagricole mis en valeur par de petites exploitations agricoles familiales (EAF). Le développement de l'irrigation y a généré une forte croissance des productions agricoles. C'est un des pôles de développement agricole du pays avec une importance stratégique dans le dispositif de sécurité alimentaire puisqu'il fournit 40 à

Pour citer cet article : Béliers JF, Hilhorst T, Kébé D, Keïta MS, Keïta S, Sanogo O, 2011. Irrigation et pauvreté : le cas de l'Office du Niger au Mali. *Cah Agric* 20 : 144-9. doi : 10.1684/agr.2011.0473

50 % de la production nationale de paddy. En 2004, l'Institut d'économie rurale (IER), à la demande de l'Office du Niger, y a mené une étude sur la pauvreté (Kébé *et al.*, 2005). Cet article présente quelques résultats de cette étude comme contribution à la compréhension des relations entre irrigation et pauvreté.

Après un bref rappel des méthodes mises en œuvre, les résultats des enquêtes qualitatives sur la perception de la pauvreté sont présentés. Ils sont ensuite croisés avec les résultats des analyses quantitatives sur la pauvreté monétaire. Enfin, le rôle de l'Office du Niger dans la réduction de la pauvreté et le développement local est discuté.

Méthode

L'enquête menée en 2004, avec comme unité principale d'observation l'exploitation agricole familiale, unité de résidence, de production et de consommation (Jamin, 1994 ; Coulibaly *et al.*, 2006), croise deux approches :

1. Une approche quantitative avec un échantillon de 1 082 EAF tirées au hasard dans 40 villages eux-mêmes tirés au sort avec pondération par la population en utilisant les données du Recensement général de la population de 1998. Cet échantillon représente 3 % des EAF attributaires de terre selon les statistiques de l'Office du Niger ;
2. Une approche qualitative avec des enquêtes participatives menées dans 10 des 40 villages de l'échantillon auprès : i) des assemblées villageoises regroupant le chef, ses conseillers et les responsables des organisations traditionnelles et modernes ; et ii) de groupes constitués de villageois représentant les différents types d'EAF, les femmes et les jeunes.

Les enquêtes quantitatives ont permis d'estimer les dépenses de consommation par exploitation agricole familiale, y compris l'autoconsommation. Ramenées à des dépenses par individu, elles ont été comparées au seuil de pauvreté de 144 022 F CFA/personne/an (220 euros) pour calculer les indices de pauvreté de Foster-Greer-Thorbecke (Ravallion, 1992) et les comparer aux résultats de l'Enquête malienne d'évaluation de la pauvreté (EMEP) pour le milieu rural de la région de Ségou et du Mali (DNSI,

2004) et ainsi apprécier la contribution de l'irrigation.

Résultats

Perception de la pauvreté et ressources productives

Les mots pour désigner la pauvreté (*Fantanya, Dese бага toyà*) caractérisent un manque de nourriture, de terre, d'équipement ou de revenu. La pauvreté et les critères qui la caractérisent ont été définis en assemblée villageoise et ont abouti à distinguer trois types de chefs de famille et par extension d'exploitations familiales :

- les « riches » (*Baanaaw, Se tigiw, Nafolow tigiw*) qui subviennent aux besoins de la famille et aussi aux besoins d'autres personnes ;
- les « intermédiaires » (*Maa min be se u yere koro doron*) en auto-suffisance qui ne peuvent venir en aide aux autres ;
- les « pauvres » (*Fantanw, Dese бага tow*) qui ne peuvent pas subvenir aux besoins de la famille.

Avec cette typologie à dire d'acteur (Jamin *et al.*, 2007), 68 % des exploitations ont été classées par les villageois dans la catégorie « pauvres ». Les formes de pauvreté sont caractérisées par leurs causes avec, d'une part, les difficultés d'accès aux facteurs de production (terres, équipements, intrants), et, d'autre part, la vulnérabilité à des accidents ou des changements (maladies et prédateurs, inondations, coût élevé des intrants et de la redevance). Des causes sociales sont mentionnées, comme l'individualisme, l'éclatement des familles et le morcellement du patrimoine. Les causes d'ordre institutionnel incluent la mauvaise gestion des organisations, l'accès difficile au crédit et l'apparition de nouvelles institutions du fait d'interventions extérieures, avec souvent des conflits de compétence.

Au dire des paysans, leurs conditions de vie se sont améliorées au cours de ces 20 dernières années : « *Nous mangeons mieux, l'achat de condiments est maintenant systématique ; nous nous habillons mieux et nos conditions de santé et d'éducation se sont améliorées ; ... par contre, nous ne parvenons plus à économiser de l'argent ou à capitaliser.* » Cette

remarque illustre les acquis des années 1990 et l'optimisme qui a prévalu (Mariko *et al.*, 2001) mais aussi un changement dans la perception de l'avenir avec une inquiétude croissante.

Pour la quasi-totalité des groupes étudiés, le nombre de pauvres a augmenté. Les exploitations « riches » considèrent que l'importance de leur groupe a diminué. Les raisons sont économiques (évolution défavorable des prix), démographiques (croissance naturelle et arrivée de migrants), institutionnelles (absence d'appui ou de crédit pour l'équipement), sociétales (changement des modes de vie). La pauvreté est perçue différemment du fait des évolutions du mode de vie et d'une représentation plus moderne ou plus « urbaine ».

Pour tous les groupes interrogés, la pauvreté est plus sévère pour les femmes ; elles subissent l'essentiel du poids de la pauvreté quand les chefs d'exploitation ne sont plus capables de subvenir aux besoins de la famille. Le maraîchage – la culture de l'échalote surtout – est la source principale de leurs revenus. Toutes les femmes, riches et pauvres, en cultivent, mais l'ampleur est fonction de l'accès aux financements. Les femmes utilisent leur revenu d'abord pour acheter de la nourriture (condiments), puis pour payer les frais de santé et d'habillement et aussi pour aider leur mari.

La typologie paysanne des exploitations a été croisée avec une classification des exploitations fondée sur la superficie irriguée attribuée par l'Office du Niger (SIAON) (*tableau 1*). Globalement les deux typologies ont des répartitions voisines : 12 % d'exploitations riches et 10 % de grandes ; 20 % d'intermédiaires et 23 % de moyennes, et le regroupement des petites et sans terre aménagée attribuée avec 66 % est proche des 68 % de pauvres. Mais la répartition à l'intérieur des groupes est différente. Les exploitations sans terre aménagée attribuée et petites sont massivement classées comme pauvres, une part conséquente des grandes et moyennes est également classée comme pauvres par les villageois. La SIAON n'est donc pas un indicateur suffisant pour apprécier le niveau de pauvreté d'une famille ; le marché foncier, la taille et la composition des familles, les performances agricoles, les revenus non agricoles sont autant

Tableau 1. Répartition des exploitations de résidents selon la typologie paysanne et une classification basée sur la superficie irriguée attribuée.

Table 1. Distribution of farms based on perceptions of poverty and size of irrigated land.

Classes d'EA	Riches (%)	Intermédiaires (%)	Pauvres (%)	Ensemble (%)
Grandes (SIAON > 5 hectares)*	3,7	3,6	3,0	10,2
Moyennes (SIAON 2,5 à 5 hectares*)	4,0	8,4	11,0	23,4
Petites (SIAON < 2,5 hectares)*	4,6	7,8	33,7	46,1
Sans rizière attribuée par l'Office du Niger (SIAON ≈ 0 hectare)*	0,0	0,4	19,9	20,3
Ensemble	12	20	68	100

* Classification des exploitations agricoles résidentes à partir de la superficie irriguée attribuée par l'Office du Niger (SIAON).

d'éléments qui permettent de compenser ou de modifier l'impact des attributions foncières sur le niveau de vie. Mais le fait de ne disposer d'aucune SIAON est presque systématiquement (98 % des cas) un indicateur de pauvreté.

À l'Office du Niger, 20 % des exploitations de résidents n'ont pas de SIAON. Ce sont essentiellement de nouveaux arrivants, mais aussi des évincés pour non-paiement de la redevance. Pour la campagne 2003-2004, la superficie irriguée moyenne disponible par exploitation est de 3,3 hectares (tableau 2). Bien que le marché foncier soit illégal, une partie des exploitations sans SIAON a tout de même accès à l'irrigation *via* des aménagements paysans hors des casiers gérés par l'Office du Niger et

surtout *via* la location. La superficie irriguée moyenne par exploitation varie entre 0,6 hectare pour les « paysans sans terre aménagée attribuée » à 9,5 hectares pour les grandes exploitations. Globalement, les superficies irriguées moyennes par personne et par actif sont faibles (0,3 hectare et 0,6 hectare). L'accès au foncier, dont la gestion reste contrôlée par l'Office du Niger, est une des contraintes principales auxquelles les exploitations agricoles doivent faire face. Durant ces 25 dernières années, la baisse des surfaces par attributaire (figure 1) est rapide et insuffisamment compensée par les augmentations des rendements et de l'intensité culturale.

La concentration du foncier est forte : 74 % des exploitations disposent de 18 % de la superficie, alors que 16 % en

cumulent 46 % (figure 2A) ; elle est liée au grand nombre d'exploitations de très petite taille (< 2 hectares). Mais cette concentration diminue nettement quand on raisonne en surface par personne (figure 2B). La concentration foncière est très relative puisque les familles des grandes exploitations sont plus nombreuses.

L'insuffisance en équipements agricoles et l'absence de crédit d'équipement facilement accessible font partie des contraintes principales évoquées par les producteurs, pour sortir de la pauvreté. Seules 54 % des exploitations ont un équipement complet pour le travail du sol et pour le transport. Les matériels motorisés pour la traction et pour les activités post-récolte sont peu nombreux et sont possédés essentiellement par les grandes exploitations.

Tableau 2. Superficies irriguées disponibles moyennes par type d'exploitation.

Table 2. Average size of available irrigated land per farm type.

Types d'EA Moyenne par exploitation (ha)	Grandes SIAON > 5 ha*	Moyennes SIAON 2,5 à 5 ha*	Petites SIAON < 2,5 ha*	Sans terre aménagée attribuée** SIAON ≈ 0 ha*	Ensemble
Superficie irriguée disponible	9,46	4,14	2,08	0,60	3,27
Dont superficie en location	0,65	0,18	0,15	0,37	0,28
Superficie disponible par personne	0,47	0,41	0,28	0,12	0,31
Superficie disponible par actif	0,94	0,77	0,59	0,23	0,62

EA : exploitation agricole.

* SIAON = superficie irriguée attribuée par l'Office du Niger.

** Sans attribution foncière de terre aménagée par l'Office du Niger, mais avec des terres hors casiers ou en location.

Source : auteurs.

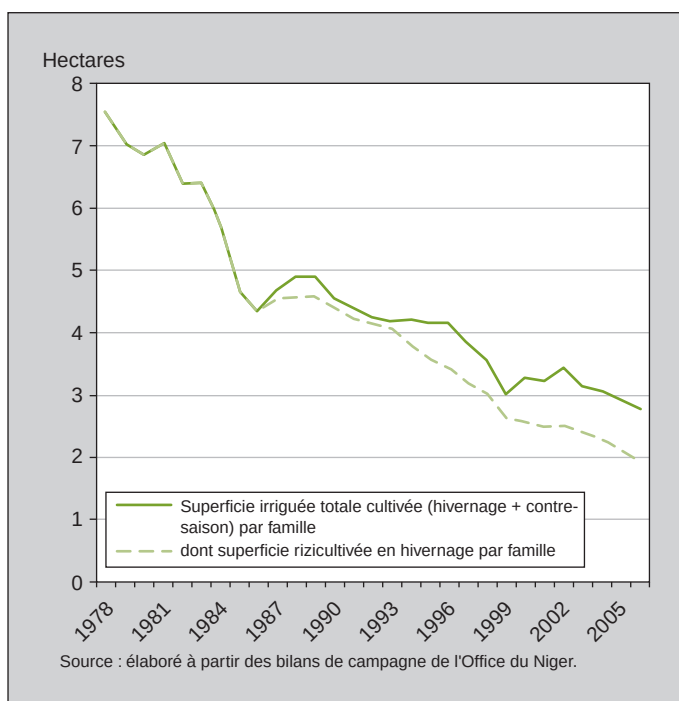


Figure 1. Évolution des surfaces irriguées cultivées par famille attributaire à l'Office du Niger.

Figure 1. Evolution of irrigated cultivated area for families having received land in the Office du Niger.

Pratiquement toutes les exploitations utilisent des intrants. Les pratiques de fertilisation sont fonction de la capacité financière des exploitations : les grandes exploitations se rapprochent des doses recommandées alors que les

doses les plus faibles sont apportées par les *petites* et les *sans terre aménagée attribuée*. Plus du tiers des chefs d'exploitation déclarent ne pas avoir accès au crédit de campagne pour obtenir les intrants, essentiellement des

possédants de petites exploitations ou d'exploitations avec des impayés, et des *sans terre aménagée attribuée*.

La campagne 2003 a été mauvaise pour les cultures irriguées en raison notamment d'une pluviosité élevée provoquant des inondations, de difficultés de drainage, de difficultés d'approvisionnement en intrants, de maladies et d'attaques de chenilles. Dans notre échantillon, selon les déclarations des producteurs, le rendement moyen en riz n'a été que de 3,4 t/ha. Les grandes exploitations ont obtenu en moyenne 3,60 t/ha, les petites, 3,25 t/ha, et les *sans terre* 3,15 t/ha. Ces niveaux de rendement sont nettement inférieurs aux statistiques officielles (Office du Niger, 2004), qui, sur la base de carrés de rendement, indiquent une moyenne générale de 5,6 t/ha.

Le recours à de la main-d'œuvre extérieure est généralisé. Les travaux payés à la tâche, exécutés souvent par des groupes de jeunes ou de femmes, permettent une redistribution de la valeur ajoutée entre exploitations et au sein des exploitations.

Comparaison des indices de pauvreté monétaire

Les indicateurs de pauvreté monétaire ont été comparés à ceux de l'EMEP (tableau 3). L'incidence (P0), qui mesure la proportion des individus en dessous du seuil, est de 63 % soit à peine plus faible que les chiffres de la DNSI (2004) pour le milieu rural de la Région de Ségou (65 %) mais nettement plus bas que pour le milieu rural national (81 %). La profondeur de la pauvreté (P1), qui correspond à l'écart moyen au seuil (déficit de dépense en pourcentage du seuil), est de 23 % en zone ON contre 39 % pour le milieu rural national. Enfin, le taux de sévérité (P2), qui mesure l'écart de la consommation par rapport au seuil de pauvreté, est de 11 % en zone ON, contre 23 % pour le reste du Mali rural. La situation est donc sensiblement meilleure dans la zone de l'Office du Niger : le pourcentage de pauvres reste élevé mais les indices de profondeur et de sévérité, nettement plus faibles, indiquent qu'une part importante de ces familles pauvres a des dépenses moyennes proches du seuil de pauvreté ; autrement dit, il y a moins de familles « très pauvres ».

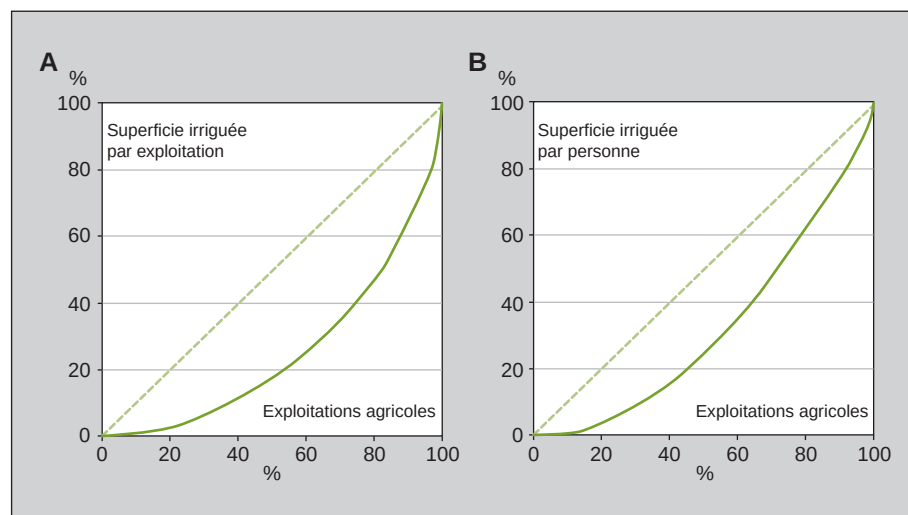


Figure 2. Courbes de concentration de la superficie irriguée disponible.

Figure 2. Concentration curves for available irrigated land per farm (A) and per person (B)
A) par exploitation ; B) par personne.

Tableau 3. Comparaison des Indices de pauvreté Foster, Greer et Thorbecke pour la zone Office du Niger et pour le milieu rural de la région de Ségou et du Mali.

Table 3. Comparison of Foster, Greer, and Thorbecke poverty indices for the Office du Niger with rural areas in the Ségou region and in Mali.

Dépense per capita	P0 (%)	P1 (%)	P2 (%)
Zone de l'Office du Niger*	63	23	11
Région de Ségou milieu rural**	65	-	-
Mali milieu rural**	81	39	23

* Résultats des enquêtes ; ** Source : (DNSI, 2004).
P0 = incidence ; P1 = profonde ; P2 = sévérité.

La contribution de l'aménagement hydroagricole à la réduction de la pauvreté reste donc modeste. La forte croissance démographique naturelle, renforcée par l'installation de migrants, et un rythme d'aménagement de nouvelles terres irriguées très faible se sont traduits par une baisse du foncier disponible par famille (Béliers et Kuper, 2002). Les effets positifs de la croissance de la production agricole, à foncier quasi constant, ont été limités par la croissance de la population.

L'analyse par zone fait apparaître de nettes différences. Dans les anciennes zones rizicoles, la part de la population en dessous du seuil de pauvreté est moins importante que dans les nouvelles zones aménagées, probablement en raison du capital productif accumulé et de l'expérience acquise.

Discussion

Pour les populations étudiées, l'accès difficile aux facteurs de production et de mauvaises conditions de production déterminent en grande partie la pauvreté constatée.

La superficie disponible a baissé sous les effets conjugués de la croissance démographique et de l'arrivée de migrants, de l'éclatement des familles, de la réattribution réduite des terres après les réhabilitations. La détermination de seuils d'attribution devrait prendre en compte les objectifs souhaités en termes de réduction de la pauvreté et de reproduction des exploitations agricoles familiales.

Les difficultés d'approvisionnement en intrants, d'accès au crédit et aux équipements, les maladies et attaques

de prédateurs, les inondations et les problèmes de gestion de l'eau sont à l'origine d'une baisse de productivité. Un mauvais résultat technique sur une parcelle peut provoquer le départ d'un cycle de dégradation progressive des performances techniques et de la situation financière, pouvant contraindre l'exploitant à louer une partie de ses parcelles pour ne pas se faire évincer. Les familles déjà dans une situation de forte vulnérabilité, dépossédées d'une partie du capital productif, tombent alors dans une trappe à pauvreté (Bourguignon *et al.*, 2007). Ce processus peut aller jusqu'à la perte totale du foncier par éviction pour non-paiement de la redevance hydraulique. Ainsi, en 2004, suite à de mauvaises récoltes, l'Office du Niger a procédé à l'éviction de près de 5 000 familles ; une partie a été réinstallée en 2005, après une lutte menée par le Sexagon, le principal syndicat d'exploitants.

Durant les décennies 1980 et 1990, avec les investissements réalisés pour la réhabilitation des infrastructures, les mesures de libéralisation et restructuration économiques et la diffusion d'innovations techniques, économiques et institutionnelles, le développement de l'irrigation avait permis une forte croissance agricole avec une augmentation des revenus des EAF (Jamin, 1994 ; Mariko *et al.*, 2001). Jusqu'à la fin des années 1990, les investissements publics dans la zone étaient consacrés à la réhabilitation des rizières. L'évolution de la démographie et une dégradation tendancielle des conditions de production ont rapidement grignoté les acquis. Pour faire face, il aurait fallu aménager de nouvelles terres pour améliorer

l'installation des plus pauvres et permettre aux moyennes et grandes exploitations d'installer leurs enfants. C'est aujourd'hui le principal enjeu pour le devenir de l'agriculture familiale dans cette zone. Mais il se heurte à d'autres logiques de développement. L'État malien souhaite l'émergence d'un pôle agro-industriel, dans cette zone à fort potentiel, et favorise l'installation de grandes entreprises privées en leur attribuant de grandes superficies de terres à aménager pour l'irrigation (Brondeau, 2011). Ces attributions soulèvent de nombreuses questions, notamment de ressources en eau, d'impacts sur les systèmes agraires en aval (Marie *et al.*, 2007 ; Zwarts *et al.*, 2005) et du devenir de l'agriculture familiale.

Les avantages et inconvénients d'un modèle agricole patronal ou agro-industriel par rapport au modèle d'agriculture familiale n'ont pas été, jusqu'ici, véritablement évalués, notamment en termes de lutte contre la pauvreté. L'accès au foncier de plus en plus réduit remet en cause la viabilité économique et sociale du modèle d'agriculture familiale (Sourisseau, 2002). Les systèmes techniques qui ont fait le succès de l'Office du Niger reposent sur une forte intensification en travail, avec de petites parcelles cultivées en traction animale et une bonne maîtrise technique (Jamin, 1994). En Afrique de l'Ouest, les grands projets agro-industriels de l'époque coloniale ont été des échecs ; les tentatives de développement d'une agriculture motorisée (y compris à l'Office du Niger), mal maîtrisée, se sont souvent traduites par de nombreux problèmes, notamment de dégradation des sols. Une agriculture très intensive avec un recours

accru aux intrants, en particulier les pesticides, augmentera les risques de pollution. Le développement de l'agriculture patronale et agro-industrielle ouvre des perspectives d'emplois agricoles salariés, mais il pourrait, selon les options techniques prises, accentuer les problèmes environnementaux et il contraint les stratégies de reproduction des exploitations familiales et les aspirations sociales d'installation du plus grand nombre d'exploitants, notamment des *sans terre aménagée attribuée*.

Les options de développement pour l'agriculture familiale passent probablement par la définition de seuils de superficie minimum pour assurer la viabilité des exploitations, c'est-à-dire des exploitations à la fois moins vulnérables et plus productives pouvant assurer leur reproduction économique dans un contexte de croissance démographique mais aussi leur reproduction sociale (Susila et Bourgeois, 2006).

La préservation des acquis en termes de réduction de la pauvreté par l'irrigation dans la zone Office du Niger est liée au devenir du modèle d'agriculture familiale ; celui-ci dépendra à la fois des mesures de politique foncière qui seront prises, mais aussi de la mobilisation des exploitants vis-à-vis des arbitrages qui seront faits pour que l'installation des entreprises privées ne se fasse pas à leur détriment. Il dépendra aussi de la possibilité de mobiliser des fonds pour aménager des terres pour les petits paysans.

Conclusion

À l'Office du Niger, la pauvreté est moins importante (ampleur, profondeur et sévérité) que dans le milieu rural de la région de Ségou et de l'ensemble du Mali. Les investissements réalisés par l'État et les bailleurs de fonds pour développer l'irrigation avec des exploitations familiales, ont généré une forte croissance agricole,

et ont contribué à la réduction de la pauvreté, même si cela reste modeste en regard des investissements réalisés. Cependant, malgré la reconnaissance d'une amélioration de leur niveau de vie, les exploitants sont inquiets quant à leur avenir. Les mauvaises récoltes de 2003 et les évictions de 2004 ont renforcé ces inquiétudes, qui reflètent la dégradation des conditions de production et l'évolution des attributions foncières. L'accès au foncier étant la contrainte majeure, dans un contexte d'augmentation de la population, liée à la croissance démographique naturelle et à l'arrivée de migrants attirés par ce pôle de développement, la lutte contre la pauvreté passe notamment par l'extension des superficies irriguées au profit de l'agriculture familiale. Or les options prises ces dernières années pour l'allocation du foncier et les investissements dans les aménagements semblent plutôt donner la priorité au développement d'une agriculture confiée à de grandes entreprises privées. ■

Remerciements

Cette étude a été financée par la Coopération néerlandaise et l'Office du Niger. Les auteurs remercient par ailleurs Robin Bourgeois, Jean-Jacques Gabas et Jean-Yves Jamin pour leurs commentaires constructifs.

Références

- Bélières JF, Kuper M, 2002. L'extension des périmètres. Un problème d'eau et de disponibilités financières. In : Bonneval P, Kuper M, Tonneau JP, eds. *L'Office du Niger grenier à riz du Mali. Succès économiques, transitions culturelles et politiques de développement*. Montpellier ; Paris : Cirad éditions ; Kartala.
- Bourguignon F, Ferreira FHG, Walton M, 2007. Equity, efficiency and inequality traps: A research agenda. *J Econ Inequal* 5 : 235-56.
- Brondeau F, 2011. L'agrobusiness à l'assaut des terres irriguées de l'Office du Niger (Mali). *Cah Agric* 20 : 136-43. doi: 10.1684/agr.2011.0472.

- Coulibaly Y, Bélières JF, Koné Y, 2006. Les exploitations agricoles familiales du grand périmètre irrigué de l'Office du Niger au Mali: évolutions et perspectives. *Cah Agric* 15 : 562-9.

- DNSI, 2004. *Enquête malienne sur l'évaluation de la pauvreté (EMEP), 2001. Principaux résultats*. Bamako : Ministère du Plan et de l'aménagement du territoire ; Banque mondiale.

- Gebregziabher G, Namara RE, Holden S, 2009. Poverty reduction with irrigation investment: An empirical case study from Tigray, Ethiopia. *Agric Water Manage* 96 : 1837-43.

- Intizar H, Munir AH, 2004. Irrigation and poverty alleviation: review of the empirical evidence. *Irrig and Drain* 53 : 1-15.

- Jamin JY, 1994. *De la norme à la diversité : l'intensification rizicole face à la diversité paysanne dans les périmètres irrigués de l'Office du Niger*. Thèse de doctorat, Institut national agronomique de Paris-Grignon, Paris.

- Jamin JY, Havard M, Mbétid-Bessane E, Djamen P, Djonnewa A, Djondang K, Leroy J, 2007. Modélisation de la diversité des exploitations. In : Gafsi M, Dugué P, Jamin JY, Brossier J, eds. *Exploitations agricoles familiales en Afrique de l'Ouest et du Centre*. Paris : éditions Quae

- Kébé D, Sanago O, Bélières JF, Keita MS, Keita S, Hilhorst T, 2005. *Evaluation de la pauvreté en zone Office du Niger. Rapport Final*. Bamako : Institut d'économie rurale.

- Marie J, Morand P, N'Djim H, 2007. *Avenir du fleuve Niger*. Collection Expertise collégiale. Paris : IRD éditions.

- Mariko D, Chohin-Kuper A, Kelly V, 2001. Libéralisation et dévaluation du franc CFA: la relance de la filière riz irrigué à l'Office du Niger au Mali ? *Cah Agric* 10 : 173-84.

- Office du Niger, 2004. *Rapport bilan de campagne 2003-2004 saison et contre-saison*. Ségou (Mali) : Office du Niger.

- Ravallion M, 1992. *Poverty Comparisons: A guide to concepts and Methods*. Living Standards Measurement Study. Working Paper 88. Washington (DC) : World Bank. http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2000/04/28/000178830_98101902174198/Rendered/PDF/multi_page.pdf.

- Sourisseau JM, 2002. La pertinence du modèle paysan. Les risques d'une réorientation radicale des modes de mise en valeur. In : Kuper M, Tonneau JP, eds. *L'Office du Niger grenier à riz du Mali. Succès économiques, transitions culturelles et politiques de développement*. Montpellier ; Paris : Cirad éditions ; Kartala.

- Susila WR, Bourgeois R, 2006. In the name of growth and equity: The future of oil palm smallholders in Indonesia. *Moussons* 9-10 : 87-107.

- Zwarts L, van Beukering P, Koné B, Wymenga E, 2005. *Le Niger, une artère vitale. Gestion efficace de l'eau dans le Bassin du Haut Niger*. Totnes (UK) : NHBS.

Enjeux de la recomposition des exploitations agricoles collectives des grands périmètres irrigués en Algérie : le cas du Bas-Cheliff

Hichem Amichi^{1,3}
Gilles Bazin¹
Foued Chehat²
Olivier Ducourtieux¹
Jean-Louis Fusillier³
Tarik Hartani⁴
Marcel Kuper^{3,5}

¹ Agroparistech
UP Systèmes agraires et développement rural
16, rue Claude Bernard
75005 Paris
France
<hichem.amichi@agroparistech.fr>
<gilles.bazin@agroparistech.fr>
<olivier.ducourtieux@agroparistech.fr>

² École nationale supérieure agronomique (Ensa)
Département de l'économie rurale
Hassan Badi
Alger 16200
Algérie
<f.chehat@ensa.dz>

³ Cirad
UMR G-eau
73, rue JF Breton
34398 Montpellier
France
<jean-louis.fusillier@cirad.fr>

⁴ École nationale supérieure agronomique (Ensa)
Département du génie rural
Alger
Algérie
<t.hartani@ensa.dz>

⁵ IAV Hassan II
Département de l'eau et des infrastructures
BP 6202
1, Rue Allal Al Fassi
Madinat Al Irfane
10101 Rabat
Maroc

Résumé

La réforme de 1987 du secteur agricole public en Algérie a donné naissance à des exploitations agricoles collectives et individuelles, de tailles plus modestes et plus autonomes que les domaines étatiques dont elles étaient issues. Par la suite, les exploitations collectives ont été divisées de manière informelle suite à des différends entre attributaires. Cet article propose une analyse de la crise actuelle du modèle algérien d'agriculture collective dans le périmètre irrigué du Bas-Cheliff. L'objectif est d'analyser l'émergence de nouvelles formes d'exploitations agricoles, de comprendre leur différenciation actuelle et de déterminer les principaux facteurs qui influencent les trajectoires d'évolution. Nous mettons en évidence une grande diversité de formes d'exploitations agricoles et une hétérogénéité de leurs performances économiques, qui dépendent de la structure antérieure des exploitations et de la capacité des agriculteurs à mettre en place des arrangements pour l'accès à l'eau. La reconnaissance des nouvelles formes d'exploitations agricoles apparaît nécessaire à la relance des productions, affichée comme l'objectif d'une politique agricole renouvelée.

Mots clés : Algérie ; exploitation agricole ; périmètre irrigué ; politique agricole ; réforme foncière.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; territoire, foncier, politique agricole et alimentaire.

Abstract

Transformation of collective farms of large irrigation schemes in Algeria. Issues and options: The case of the Lower Cheliff

The reform of the public agricultural sector in Algeria in 1987 led to the creation of collective and individual farms, smaller and more autonomous than the earlier state domains. This reform has been informally pursued from the 90s onwards with an individualisation of collective farms due to internal conflicts of assignees. We analyze the current crisis of the Algerian model of collective agriculture through an agrarian diagnosis of irrigated agriculture in the Lower Cheliff Valley. The aim is to understand the current differentiation between farms and to find the main factors influencing their development path. Our results show a great diversity of farm types and some heterogeneity in their economic performance, depending on the agricultural heritage of the state domains, as well as on farmers' capacity to develop local arrangements for access to water. The recognition of new farm types seems crucial to contribute to increasing agricultural production, which is the objective of a renewed agricultural policy.

Key words: agricultural policies; Algeria; farms; irrigation schemes; land reform.

Subjects: economy and rural development; territory, land use, agricultural and food production policy, water.

Pour citer cet article : Amichi H, Bazin G, Chehat F, Ducourtieux O, Fusillier JL, Hartani T, Kuper M, 2011. Enjeux de la recomposition des exploitations agricoles collectives des grands périmètres irrigués en Algérie : le cas du Bas-Cheliff. *Cah Agric* 20 : 150-6. doi : 10.1684/agr.2010.0459

Tirés à part : H. Amichi

Les années 1980 ont marqué le début d'une phase de transition dans l'économie des pays de l'ex-bloc socialiste, avec la remise en cause des principes d'organisation collectiviste à planification étatique au profit d'une économie de marché (Lerman, 2001). L'Algérie, pays non aligné mais ayant fortement collectivisé son agriculture après l'indépendance en 1962, a elle aussi lancé un processus de décollectivisation de l'agriculture (Ait Amara, 2002). Les grands périmètres irrigués, qui concentrent l'essentiel du potentiel productif du pays et des infrastructures agricoles publiques, sont particulièrement affectés par ces réformes. La réforme du secteur agricole de 1987, engagée dans le cadre d'une politique d'ajustement structurel négociée avec le Fonds monétaire international (FMI) (Bedrani, 1995), a provoqué le fractionnement du domaine agricole de l'État en de nouvelles unités de production, autonomes et de tailles plus modestes : les exploitations agricoles collectives (EAC) et les exploitations agricoles individuelles (EAI) (Jouve, 2006). En parallèle, le niveau de soutien public (crédit, équipements) aux exploitations agricoles du secteur privé qui ont été très peu associées aux précédentes politiques agricoles (« autogestion » et « révolution agraire »), s'est accru et s'est aligné sur celui du domaine de l'État (Bedrani, 1987). L'objectif politique affiché de la réforme (loi 87/19) était de satisfaire les besoins alimentaires du pays en augmentant la production et la productivité des terres (République algérienne, ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1987).

La particularité de cette réforme est que la décollectivisation n'est que partielle : si une infime partie des terres publiques est confiée à des familles gérant des exploitations autonomes (EAI, 2 % des surfaces distribuées), les domaines agricoles socialistes (DAS) sont fractionnés en structures collectives de trois à dix familles d'anciens salariés (EAC, 89 % des surfaces distribuées), dont la taille, l'équipement et l'assolement dépendent de l'historique contrasté des DAS antérieurs. La superficie restante (9 %) a été conservée en fermes publiques pilotes, notamment pour l'expérimentation et la vulgarisation (Côte, 1996). Cette décollectivisation partielle traduisait-elle une volonté

politique de favoriser à terme l'émergence d'exploitations de grandes tailles, capitalistes, ou bien celle de prévenir une telle concentration en attribuant les terres en usufruit plutôt qu'en pleine propriété avec une limitation des îlots attribués (Bedrani, 1987) ? En tout cas, la réforme ne visait pas à favoriser l'émergence et le développement d'une agriculture paysanne familiale dans les périmètres irrigués du pays.

Vingt ans après la réforme, il est intéressant d'en étudier l'impact sur les structures agraires, qui ont notablement évolué en s'écartant du modèle promu initialement. La réforme de 1987 fut rapidement suivie d'un processus informel de décollectivisation des EAC, qui se sont divisées dans certains cas en plusieurs sous-groupes, puis en exploitations individualisées. Le fractionnement des EAC s'est accompagné d'une nouvelle dynamique, qui a vu l'apparition d'une nouvelle catégorie de producteurs – les locataires – qui louent les terres d'EAC auprès des attributaires officiels pour les mettre en valeur, marquant ainsi le début de nouveaux rapports sociaux autour du domaine foncier de l'État (Imache *et al.*, 2009). Pour caractériser ces dynamiques agraires souvent ignorées, nous les étudierons sur la base d'un exemple régional, le périmètre irrigué de Ouarizane, où l'agriculture collective est

fortement représentée dans un contexte de ressource hydrique pour l'irrigation très limitée et déclinante du fait des besoins croissants et prioritaires en eau urbaine (Bouarfa *et al.*, 2009).

Méthode

Le périmètre irrigué de Ouarizane (6 000 hectares) se situe dans le Bas-Cheliff (65 000 hectares), plaine alluviale marquée par une forte salinité, au nord-ouest de l'Algérie (*figure 1*). Le climat, semi-aride, se caractérise par des étés très chauds, des hivers froids et des précipitations annuelles limitées (250 mm).

Pour étudier l'évolution de l'agriculture dans la région, nous avons analysé les dynamiques agraires à Ouarizane en deux étapes :

- identification des différents types d'exploitations existantes en 2007 par l'analyse historique de leur différenciation. Une trentaine de témoins ont été interrogés pour reconstituer les dynamiques d'évolution et de différenciation des exploitations agricoles issues de deux ex-domaines socialistes (sur les huit DAS que comptait la commune), représentant 15 % de la surface agricole utile (SAU) des terres publiques de Ouarizane, et une ancienne coopérative d'anciens

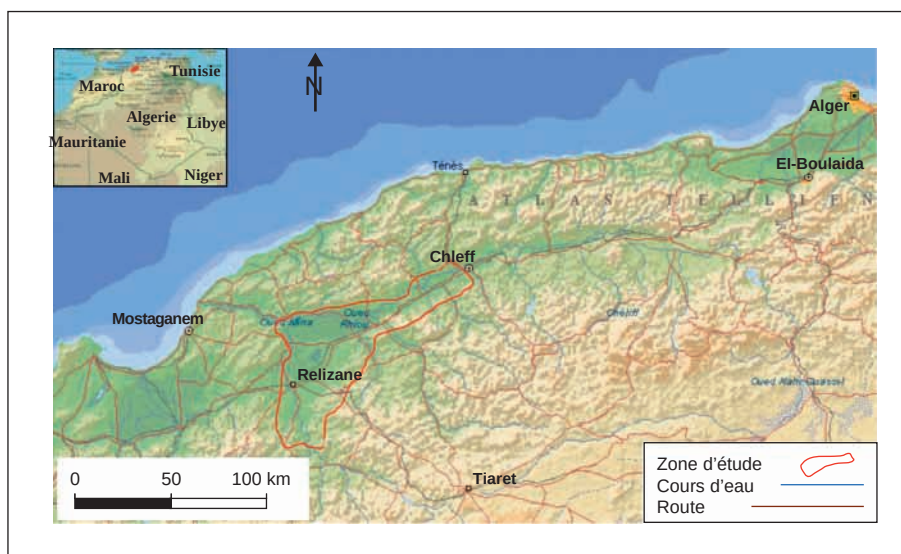


Figure 1. Localisation de la zone d'étude.

Figure 1. Research area.

Source : Source: Encarta, 2006.

combattants (sur deux), représentant 2 % de la même SAU ;

– caractérisation du fonctionnement technique et des performances économiques des types identifiés, en réalisant deux à dix enquêtes d'exploitation détaillées pour chacun des types, selon leur importance dans la SAU actuelle de la commune. Ces derniers sont modélisés en tant que système de production agricole défini comme un ensemble homogène d'exploitations (Cochet et Devienne, 2006).

Sur un graphique, les revenus agricoles des systèmes de production en fonction de la surface cultivée par actif familial (travaillant à plein-temps sur l'exploitation) sont représentés par des segments de droite, dont la SAU maximale par actif est une limite technique, tandis que la SAU minimale par actif est une limite économique, limites constatées sur le terrain (Dufumier, 1996). La représentation graphique permet de comparer les résultats économiques des différents

systèmes de production aux seuils de capitalisation (ou « reproduction élargie » : niveau de revenu permettant à un actif familial de dégager une épargne qui pourrait être investie dans un forage) et de reproduction (ou « reproduction simple » : revenu espéré par les travailleurs familiaux dans un emploi à l'extérieur, soit environ 1 400 euros/an, salaire minimum en 2007). Le produit brut a été évalué sur la base du rendement moyen attendu par l'agriculteur, en prenant en compte sa variation interannuelle (aléas techniques, climatiques et économiques)

Résultats

Reconfiguration des EAC et diversité des systèmes de production actuels

La crise des EAC (69 des 71 EAC issues des 8 DAS de Ouarizane ont éclaté en

entités plus petites) a donné lieu à une grande diversité d'exploitations agricoles sur les terres publiques. L'analyse historique de leur évolution nous a permis de les classer en six systèmes de production distincts (*figure 2, tableau 1*). Les EAC restées unies composent un premier système de production, très marginal aujourd'hui (0,4 % de l'effectif total des exploitations de Ouarizane). Elles ont une superficie qui varie entre 30 et 40 hectares pour sept attributaires et un système de culture fondé sur l'arboriculture, héritée des DAS. Les « EAC éclatées » spécialisées en arboriculture forment le système 2 : la majeure partie de leur superficie est plantée en olivier, avec une céréaliculture pluviale sur les terres labourables. Leur superficie varie entre 4 et 8 hectares pour un seul actif familial. Les « EAC éclatées » à dominance maraîchère avec un héritage limité en arboriculture composent le système 3. Leur superficie varie de 4 à 9 hectares par

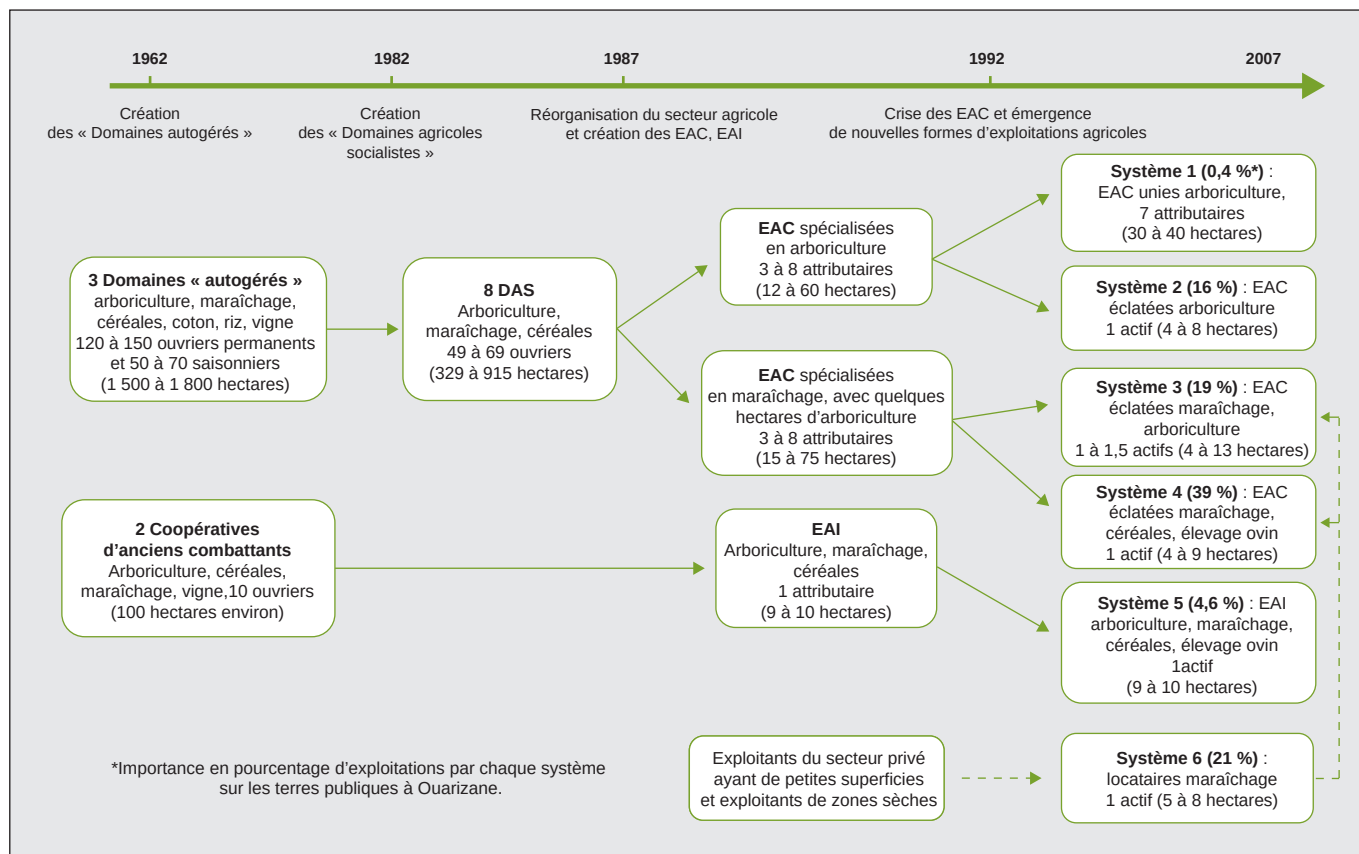


Figure 2. Différenciation des structures de production de 1962 à 2007 dans la commune de Ouarizane.

Figure 2. Differentiation of the farm types from 1962 to 2007 in the municipality of Ouarizan.

EAC : exploitations agricoles collectives ; EAI : exploitations agricoles individuelles.

Tableau 1. Principales caractéristiques des six systèmes de production identifiés.

Table 1. Main characteristics of the six types of farming systems.

Exploitations examinées		Systèmes de production											
		Système 1		Système 2		Système 3		Système 4		Système 5		Système 6	
		EAC unies (2)		EAC éclatées (4)		EAC éclatées (10)		EAC éclatées (8)		EAI (5)		Locataires (5)	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Superficie totale (ha)		30	40	4	8	4	13	4	9	9	10	5	8
Nombre d'actifs familiaux		7		1		1	1,5	1		1		1	
Cultures pratiquées (% SAU)		Oranger (~60 %) Olivier (~20 %) Céréales		Olivier (~70 %) Céréales		Oranger (~30 %) Artichaut Céréales		Artichaut Céréales		Oranger (~40 %) Artichaut Céréales		Pastèque Melon Artichaut	
Élevage ovin (têtes)		0		0		0		3 5		3 5		0	
Équipements		Tracteur Pompe Charrue		Manuel		Manuel		Manuel		Tracteur pneumatique Pompe, charrue		Pompe Tuyaux d'irrigation	
Accès à l'eau d'irrigation		Accès au réseau public + forage privé		Accès au réseau public		Accès au réseau public		Achat d'eau aux voisins		Accès au réseau public + forage privé		Achat d'eau aux voisins	
Accès au capital		Accès aux subventions de l'État		Pas d'accès aux subventions de l'État		Pas d'accès aux subventions de l'État		Pas d'accès aux subventions de l'État		Accès aux subventions de l'État		Mobilisation de capitaux privés	
Tenure foncière		Cédée en jouissance collective par l'État		Cédée en jouissance collective par l'État		Cédée en jouissance collective par l'État		Cédée en jouissance collective par l'État		Cédée en jouissance individuelle par l'État		Location informelle	
VAN/actif (€)		2 270	3 400	900	1 810	1 160	2 620	940	2 110	4 040	4 490	3 550	5 680
RAN/actif familial (€)		1 580	2 710	890	1 790	1 150	2 600	980	2 150	3 280	3 730	3 040	5 170
Importance sur les terres publiques à Ouarizane	En surface (% SAU)	1,5		11		19		44		5,5		19	
	En nombre (% exploitations)	0,4		16		19		39		4,6		21	

EAC : exploitations agricoles collectives ; EAI : exploitations agricoles individuelles ; SAU : surface agricole utile ; VAN : valeur ajoutée nette ; RAN : revenu agricole net.

actif familial. Le système 4 regroupe les « EAC éclatées » à dominante de cultures maraîchères sans arboriculture héritée. Leur superficie par actif familial varie de 4 à 9 hectares, cultivés essentiellement en artichaut avec un peu de céréales et un petit élevage ovin (trois à cinq brebis). Ces exploitations, qui n'ont ni forage, ni accès prioritaire au réseau d'irrigation public, sont les plus vulnérables face à la crise hydraulique. Les EAI de 9 à 10 hectares, issues des coopératives d'anciens combattants, forment le système 5, et sont diversifiées en cultures maraîchères et en arboriculture. Dix pour cent de leur SAU sont couverts par d'anciennes plantations et 30 % par des plantations récentes. La terre labourable est cultivée en céréales, en association avec un élevage ovin. Enfin, le système 6 regroupe les locataires, spécialisés dans les cultures maraîchères (pastèque, melon, artichaut) avec 5 à 8 hectares pour un actif familial. Il est caractérisé par un recours important à des salariés saisonniers. Ce sont des agriculteurs qui proviennent en général du secteur privé, qui possèdent des capitaux, et sont attirés par le foncier irrigable, potentiellement disponible avec la déprise de certaines EAC éclatées.

Des performances économiques contrastées conditionnant l'évolution des exploitations

À partir de la comparaison des revenus dégagés par les six systèmes de production, nous distinguons trois statuts économiques des exploitations, délimités par les seuils de capitalisation et de reproduction simple. Des tendances d'évolution future des exploitations peuvent être extrapolées pour chacune de ces catégories :

- capitalisation rapide pour les exploitations de types 5 et 6 (EAI et locataires) ;
- reproduction simple pour les exploitations du système 1 et celles des systèmes 2, 3 et 4 avec une surface supérieure à 5 hectares ;
- disparition des exploitations des systèmes 2, 3 et 4 ayant une superficie inférieure à 5 hectares (*figure 3*).

Exploitations agricoles en phase de capitalisation rapide

Ces exploitations (systèmes 5 et 6) se différencient par leurs moyens et leur niveau d'investissement largement

supérieurs aux autres et par des revenus agricoles élevés (supérieurs à 3 000 euros/actif familial/an). Elles sont en mesure d'accumuler du capital qu'elles peuvent investir dans l'intensification de la production ou le développement d'activités complémentaires.

L'épargne des EAI (système 5) est capitalisée dans l'arboriculture et dans les forages d'irrigation (10 000 euros pour un forage de 100 m de profondeur) ; d'autres possibilités existent (élevages ovin et bovin, notamment) mais sont limitées par la disponibilité en force de travail familiale.

Les locataires disposent aussi d'un niveau élevé de revenu, fondé sur des cultures à fortes valeurs ajoutées et à cycle de production court (pastèque, melon). L'accès au foncier par la location de terres publiques des EAC étant informel, tout investissement à long terme est dissuadé. Les locataires se rabattent sur des stratégies à court terme pour rentabiliser rapidement leurs équipements, quitte à passer par une utilisation minière des ressources (eau, sol). L'épargne accumulée peut être mobilisée pour l'agrandissement par la location de nouvelles surfaces, à la condition qu'un accès à l'eau soit possible (forage sur la parcelle ou achat d'eau de voisinage).

Exploitations agricoles en reproduction simple

Ces exploitations (systèmes 1 et 2-3-4 de plus de 5 hectares) ont des revenus agricoles moyens, supérieurs à 1 400 euros/actif familial, permettant leur maintien à moyen terme mais insuffisants pour dégager une épargne susceptible de financer des investissements lourds comme un forage, ou des changements conséquents des systèmes de culture et d'élevage. Les « EAC unies » (système 1) ont la majeure partie de leurs terres en arboriculture (orangers et oliviers). La faible productivité (20 kg/pied d'olivier et 30 kg/pied d'oranger) de ces vergers, hérités dans leur totalité des domaines socialistes, tient à leur vieillissement (90 ans pour l'olivier et 60 ans pour l'oranger en moyenne), car la capacité financière des exploitations est insuffisante pour renouveler les plantations. Ces exploitations se trouvent dans une situation vulnérable où un simple incident, comme l'avarie

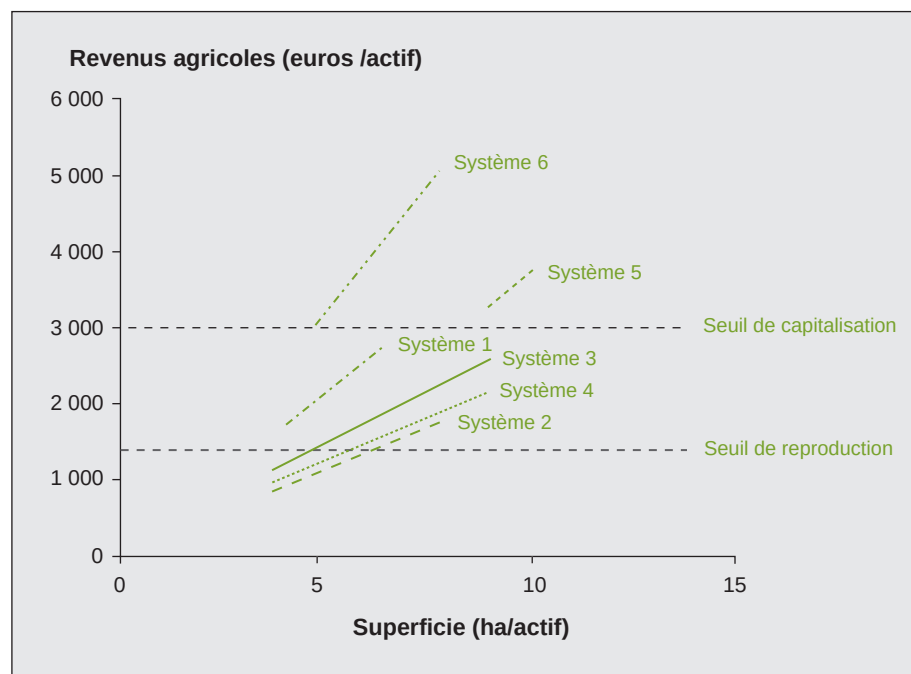


Figure 3. Résultats économiques des six systèmes de production agricole (2007).

Figure 3. Economic results of the six farming systems (2007).

(fréquente) d'un forage, met en péril les récoltes puisque l'eau du réseau public fait gravement défaut. L'accumulation des difficultés pourrait conduire certaines de ces exploitations fragiles à leur disparition à terme.

L'avenir des « EAC éclatées » des systèmes 2, 3 et 4 de plus de 5 hectares est encore plus incertain, du fait de revenus sensiblement inférieurs et des difficultés d'accès à l'eau puisqu'elles n'ont pas de forage. Elles tentent de se diversifier vers l'élevage (ovin, bovin laitier) en valorisant leurs ressources fourragères (herbes dans les vergers, paille de céréales, tiges des artichauts), mais cela nécessite des investissements, limités par une faible capacité d'épargne.

Exploitations agricoles en voie de cessation d'activité

Ces exploitations (systèmes 2, 3 et 4 de moins de 5 hectares) dégagent des revenus familiaux inférieurs au seuil de reproduction, insuffisants pour subvenir à leurs besoins et reproduire leur système de production. La faiblesse des revenus est liée à leur petite taille, couplée à un faible niveau d'équipement et à l'incapacité à s'orienter vers des cultures à plus forte valeur, faute de fonds de roulement et d'un accès au crédit rural. Elles n'ont pas d'accès à l'eau, qu'il s'agisse de forages privés ou du réseau public. Ces exploitants cherchent à vendre leur force de travail à l'extérieur pour assurer le revenu familial, voire pour financer le fonctionnement de l'exploitation (trésorerie et renouvellement de l'investissement). Faute d'opportunités suffisantes de travail rural et urbain, ces exploitations tendent à céder leurs terres en fermage à des exploitants mieux dotés en capital, tels que les locataires (système 6).

Discussion

L'analyse de la différenciation des systèmes de production dans le périmètre de Ouarizane a permis d'identifier les facteurs déterminant les trajectoires d'évolution des exploitations agricoles.

Il s'agit d'abord de l'accès différencié à l'eau, avec une crise hydraulique qui a touché la région depuis une quinzaine

d'années suite aux sécheresses et à l'attribution prioritaire de l'eau aux villes côtières. Les disponibilités en eau dans les retenues n'ont permis d'irriguer, entre 2004 et 2008, qu'environ 2 000 hectares en moyenne par an, soit 7 % de la superficie classée du périmètre du Bas-Cheliff. Priorité est donnée à des allocations de survie pour les plantations arboricoles au détriment des cultures annuelles, sans prendre en compte les apports des forages individuels (non enregistrés). Il existe aujourd'hui des exploitations sans accès à l'eau alors que d'autres bénéficient d'un double accès : forages individuels et réseau public.

La répartition des moyens de production (terres, systèmes d'irrigation, équipements) des domaines de l'État après leur dissolution n'a pas été faite de manière égalitaire. D'une part, ces domaines différaient entre eux (assolement, équipements, forages, surface par actif) et cette hétérogénéité se retrouve dans l'héritage des EAC ; d'autre part, les immobilisations corporelles (plantations, forages) n'étaient pas uniformément réparties sur le territoire d'un DAS, alors que les EAC furent constituées en lots contigus de tailles similaires. Ainsi, le fait pour des exploitations d'avoir hérité de vergers ou de forages leur a conféré un avantage économique sur les exploitations moins bien dotées. Les EAI, politiquement privilégiées, ont été non seulement favorisées par leur héritage arboricole et parfois par des forages associés, mais aussi par une attribution individuelle des terres, facilitant un investissement familial précoce soutenu par des appuis publics (subventions et crédits bonifiés ; sources : enquêtes d'exploitation). Les bons résultats économiques qu'elles obtiennent et leur capacité à capitaliser dans des vergers sont, dans une certaine mesure, révélateurs du succès de cette forme d'exploitation. Les structures agraires (« EAC éclatées », locataires) qui ont émergé depuis les années 1990, ne sont pas officiellement reconnues, elles sont de ce fait exclues des programmes de développement agricole (subventions, crédit rural). La méconnaissance de ces exploitations provient en partie du système de recensement statistique, orienté plus vers la connaissance de la production agricole totale que vers la caractérisation des systèmes de pro-

duction et d'activité des ménages (Laurent et Rémy, 2000).

Alors que les pouvoirs publics montrent une certaine perplexité sur les effets de la division des EAC, nous considérons que les nouvelles formes d'exploitations agricoles peuvent s'avérer performantes sous certaines conditions, notamment si elles sont accompagnées dans leur développement par un accès au crédit. Dans le monde, les exploitations familiales marchandes de taille moyenne créent souvent plus de valeur ajoutée et d'emplois que les exploitations patronales, capitalistes ou étatiques de plus grandes tailles (Dufumier, 2006). À l'échelle locale du Bas-Cheliff, nous avons observé que 80 % des nouvelles unités de production issues de l'éclatement des EAC, se sont maintenues dès lors qu'elles dépassaient un seuil critique de 5 hectares par actif familial ; ces exploitations familiales dégagent des revenus supérieurs au seuil de reproduction, malgré les deux handicaps que constituent l'accès très limité à l'eau et l'absence d'appui public.

Conclusion

La volonté de conserver une mise en valeur des terres publiques sous forme de concession foncière donnée par l'État à des collectifs d'agriculteurs semble se confirmer avec la nouvelle loi d'orientation agricole promulguée en août 2008 (République algérienne, ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 2008). Cependant, en janvier 2010, le décret d'application n'est toujours pas paru au journal officiel, ce qui laisse en suspens de nombreuses questions, notamment la définition légale future des exploitations. Pour que l'intervention de l'État soit efficace et pertinente, il est impératif de prendre en compte la diversité des formes réelles d'exploitation et de construire sur cette base de nouvelles réformes. L'exemple de Ouarizane montre que l'État ne peut atteindre ses objectifs d'amélioration de la production et de la productivité agricole en laissant sans soutien tout un pan des structures qu'il a contribué à mettre en place. À partir de cette analyse de portée locale, nous avons pu comprendre

des mécanismes clefs de la différenciation actuelle des exploitations agricoles sur les terres publiques, qui couvrent près de 2,5 millions d'hectares en Algérie. ■

Remerciements

Nous remercions le ministère français des Affaires étrangères pour le soutien de nos travaux dans le cadre du projet SIRMA (Économie d'eau en Systèmes Irrigués au Maghreb).

Références

Ait Amara H, 2002. La transition de l'agriculture algérienne vers un régime de propriété individuelle et d'exploitation familiale. *Options Méditerranéennes* 36 : 127-37.

Bedrani S, 1987. Algérie : une nouvelle politique envers la paysannerie ? *Revue de l'Occident Musulman et de la Méditerranée* 45 : 55-66.

Bedrani S, 1995. L'intervention de l'État dans l'agriculture en Algérie : constat et propositions pour un débat. *Options Méditerranéennes* 14 : 83-99.

Bouarfa S, Marlet S, Douaoui A, Hartani T, Mekki I, Ghazouani W, et al., 2009. Salinity patterns in irrigation systems, a threat to be demystified, a constraint to be managed: field evidence from Algeria and Tunisia. *Irrigation and Drainage* 58 : 273-84.

Cochet H, Devienne S, 2006. Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale. *Cah Agric* 15 : 578-83.

Côte M, 1996. *Pays, paysages, paysans d'Algérie*. Paris : CNRS éditions.

Dufumier M, 1996. *Les projets de développement agricole : manuel d'expertise*. Paris : Karthala éditions.

Dufumier M, 2006. Diversité des exploitations agricoles et pluriactivité des agriculteurs dans le Tiers Monde. *Cah Agric* 15 : 584-8.

Imache A, Bouarfa S, Kuper M, Hartani T, Dionnet M, 2009. Integrating 'invisible' farmers into a regional debate on water productivity: the case of informal water and land markets in the Algerian Mitidja plain. *Irrigation and Drainage* 58 : 264-72.

République algérienne, ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 1987. Loi 87/19 déterminant le mode d'exploitation des terres agricoles du domaine national et fixant les droits et obligations des producteurs. *JORA* n° 50, 19 décembre 1987.

République algérienne, ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 2008. Loi 08/10 traitant des prescriptions relatives aux mutations foncières et aux dispositions relatives au remembrement. *JORA* n° 56, 10 août 2008.

Jouve A, 2006. Évolution des structures de production et modernisation du secteur agricole au Maghreb. *Options Méditerranéennes* 36 : 223-34.

Laurent C, Rémy J, 2000. L'exploitation agricole, en perspective. *Courier de l'Environnement* 41 : 5-23.

Lerman Z, 2001. Agriculture in transition economies: from common heritage to divergence. *Agricultural Economics* 26 : 95-114.

Faut-il subventionner la création de réserves d'eau pour l'irrigation ?

Une approche par la modélisation microéconomique

Sébastien Loubier¹
Jean-Christophe Poussin²
Guy Gleyses¹
Owen Le Mat³
Patrice Garin¹

¹ Cemagref
UMR G-Eau
365, rue Jean-François Breton
BP 5095
34196 Montpellier
France
<sebastien.loubier@cemagref.fr>
<guy.gleyses@cemagref.fr>
<patrice.garin@cemagref.fr>

² IRD
UMR G-Eau
361, rue Jean-François Breton
BP 5095
34196 Montpellier cedex 05
France
<jean-christophe.poussin@ird.fr>

³ ACTeon
5, place Sainte Catherine
68000 Colmar
France
<o.lemat@acteon-environment.eu>

Résumé

Dans de nombreux bassins-versants, la mise en œuvre de la directive cadre européenne sur l'eau remet en question les autorisations de prélèvements agricoles. Dans ce contexte, les agriculteurs irrigants réclament la création de réserves d'eau pour compenser la réduction de leur quota d'eau d'irrigation et éviter la chute de revenu qu'elle induit. Nous présentons ici une méthode d'évaluation économique et financière de ces investissements et montrons comment il est possible d'aider à la décision publique en identifiant des seuils de rentabilité. Cette méthode, qui combine une approche classique d'évaluation de projets et la modélisation microéconomique, est appliquée au bassin-versant de la Boutonne où l'Administration prévoit de réduire de 84 % les quotas d'eau alloués à l'irrigation. Nos calculs montrent que cette réduction engendrerait à l'échelle du bassin une baisse du revenu agricole de 3,2 millions d'euros et qu'il faudrait créer 15,5 Mm³ de réserves d'eau pour compenser intégralement la réduction de quotas (19,2 Mm³). Mais ce projet de création de réserves d'eau pour l'irrigation n'est pas réalisable sans la participation de l'État aux investissements. Pour ce type d'aménagement, les considérations économique et financière ne suffisent pas, à elles seules, pour décider. Elles peuvent néanmoins servir à évaluer les impacts de niveaux de subvention.

Mots clés : aide à la décision ; analyse microéconomique ; irrigation ; réservoir d'eau ; subvention.

Thèmes : eau ; économie et développement rural ; méthodes et outils.

Abstract

Should the building of water reservoirs for irrigation be subsidized? An approach based on microeconomics

In numerous river basins, the implementation of the Water Framework Directive challenges the administrative authorization delivered for agricultural withdrawals. In such a context, farmers demand public subsidies for building water reservoirs filled in winter for summer use (substitution reservoirs) in order to compensate the water quota reduction and prevent drop in income. We here present a financial and economic assessment method for such projects and highlight how it is possible to support the decision in assessing profitability thresholds. This method combines classical project economic analysis and microeconomic modelling. It is implemented in the Boutonne River basin, where an 84% agricultural water quota reduction is planned. Our calculation shows that this quota reduction could lead to a drop of 3.2 M€ in agricultural income at the basin scale and creation of a 15.5 Mm³ water reservoir could offset the 19.6 Mm³ quota reduction. However, this creation of a water reservoir for irrigation is not feasible without

Pour citer cet article : Loubier S, Poussin JC, Gleyses G, Le Mat O, Garin P, 2011. Faut-il subventionner la création de réserves d'eau pour l'irrigation ? Une approche par la modélisation microéconomique. *Cah Agric* 20 : 157-64. doi : 10.1684/agr.2011.0484

state aid. Economical and financial criteria alone do not make it possible to decide on creating the reservoir, but they are usable for determining the impacts of public subsidize rates.

Key words: decision support; irrigation; microeconomic analysis; subsidies; water reservoirs.

Subjects: economy and rural development; tools and methods; water.

En France, au cours des 20 dernières années, les conflits d'usages de l'eau se sont multipliés (Brun, 2003 ; Bouba-Olga *et al.*, 2009). En effet, dans de nombreuses régions, la demande d'eau d'irrigation a fortement augmenté sous l'influence combinée de la Politique agricole commune (PAC) et des politiques locales d'aménagement du territoire. Cette forte demande affecte les autres usages de l'eau et l'état des écosystèmes aquatiques.

En 2000, la promulgation de la directive cadre européenne sur l'eau (OJEC, 2000) a imposé la mise en œuvre de mesures visant à restaurer le « bon état » de l'eau et des écosystèmes aquatiques au niveau de chaque « masse d'eau » à l'horizon 2015. Une « masse d'eau » est une entité hydrologique (tronçons de rivière) ou hydrogéologique (aquifère) dont on peut caractériser le fonctionnement et l'état des perturbations anthropiques¹. La création de ressources en eau supplémentaires et l'utilisation d'instruments réglementaires (gestion volumétrique des prélèvements avec une réduction des quotas de prélèvement par rapport aux références historiques) sont les deux mesures les plus fréquemment débattues sur les bassins où les prélèvements, trop importants à l'étiage, mettent en péril les écosystèmes aquatiques. Ainsi, conformément à l'article 77 de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (JORF, 2006), il est prévu, sur ces bassins dits déficitaires, de définir le volume maximal prélevable par usage, puis de mettre en cohérence les autorisations administratives de prélèvement.

Par exemple, face à la réduction des autorisations de prélèvements dans la nappe de Beauce, Bouarfa *et al.* (2011) analysent avec la profession les stratégies permettant de réduire la demande en eau d'irrigation. Ici, nous proposons une méthode pour évaluer la rentabilité financière et économique de la création de « réserves de substitution » que les agriculteurs irrigants réclament dans de nombreux bassins-versants pour compenser la réduction de prélèvement d'eau à l'étiage. Ces réserves, remplies durant les hautes eaux hivernales, sont utilisées pour l'irrigation en substitution des ressources « naturelles » en eau déficitaires en été. Elles ont pour but d'atténuer la chute de revenu induite par la réduction des autorisations de prélèvement (Montginoul et Erdlenbruch, 2010). L'argumentaire de cette atténuation de la chute du revenu agricole se fonde sur la coresponsabilité des services de l'État qui, dans les années 1980 à 1990, ont consenti aux agriculteurs des autorisations de pompage pour développer l'irrigation, sans s'assurer au préalable que la ressource était disponible en quantité suffisante. Les agriculteurs ont ainsi investi dans des équipements d'irrigation, investissement qu'ils souhaitent amortir.

Les coûts d'investissement pour la création de ces réserves étant particulièrement élevés, les agriculteurs irrigants sollicitent un soutien financier public. Le décideur public est ainsi confronté à un problème traditionnel croisant la rentabilité financière de l'investissement du point de vue de l'utilisateur et sa rentabilité économique du point de vue de la collectivité dans son ensemble (Garraabé, 1994). Si l'une et l'autre sont positives, alors le projet est réalisable sans soutien financier public. Si toutes deux sont négatives, alors le projet ne doit pas voir le jour.

Si la rentabilité économique est positive, l'État peut envisager de subventionner le financement du projet. Si, en revanche, elle est négative, il doit dissuader sa réalisation au moyen d'instruments économiques (taxation) ou réglementaires.

L'objet de cet article est de présenter une méthode d'évaluation de la rentabilité de ces réserves d'eau pour l'irrigation appliquée au bassin-versant de la Boutonne, en Charente, où les autorisations de prélèvement doivent subir une réduction drastique de 84 %. À ce niveau de réduction, considérant qu'un meilleur pilotage de l'irrigation – déjà largement mis en œuvre par les agriculteurs – permettrait d'économiser au mieux 20 % d'eau, il n'y a que deux options : soit la quasi-disparition de l'irrigation, soit son maintien en tout ou partie par le recours à des réserves d'eau de substitution.

Méthode générale

Calcul de la rentabilité

Pour évaluer la rentabilité de réserves de substitution, il est nécessaire de comparer les résultats financiers des exploitations agricoles pour différents scénarios. L'indicateur de résultat financier (Ind ϕ) retenu correspond à la somme de la marge brute (MB) et des subventions de la PAC découplées de la production, ou DPU (droits à paiement unique), moins les charges de structures (CS) imputables aux réserves de substitution, lesquelles sont considérées comme proportionnelles aux volumes créés. Nous considérons que les structures des systèmes de production demeurent inchangées, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de changements des niveaux de charges de

¹ Journal officiel de la République française, n° 0027 du 2 février 2010, p. 1953.

structures (hormis celles qui sont imputables aux réserves). Ainsi, comparer cet indicateur financier entre deux situations équivaut à estimer une variation de revenu. À l'échelle du bassin, on applique la méthode d'agrégation proposée par Le Grusse (2001) fondée sur la typologie des exploitations. Le résultat financier à l'échelle de l'ensemble du bassin correspond alors à la somme pondérée de l'indicateur financier de chaque type d'exploitation :

$$Ind\phi = \sum_j n_j (MB_j + DPU_j - V_j^{sk} CM)$$

où :

- j désigne le type d'exploitation ;
- n_j est l'effectif d'exploitations du type « j » ;
- V_j^{sk} est le volume de réserves de substitution créé ;
- et CM le coût moyen annuel d'investissement par m³ d'eau stocké. La marge brute MB_j d'une exploitation de type « j » est la somme des marges dégagées par chaque culture ; elle peut s'écrire :

$$MB_j = \sum_i S_i (p_i q_i - \bar{V}_i c - C_i + PAC_i)$$

où :

- i est l'indice du type de culture ;
- q_i , son rendement ;
- p_i , son prix de vente ;
- $\bar{V}_i$, le volume moyen d'eau consommé par la culture ;
- c, le coût variable d'un mètre cube d'eau ;
- C_i , les charges opérationnelles hors consommation d'eau ;
- et PAC, le montant de la prime couplée à la production.

Le calcul du coût moyen annuel d'investissement pour un mètre cube d'eau stocké « CM » est différent selon que l'on se place du point de vue de l'utilisateur ou de celui de la collectivité. Pour l'agriculteur irrigant, nous considérons qu'il doit emprunter pour financer la part non subventionnée du coût de la création des réserves. En supposant qu'il s'agit d'un emprunt à annuités de remboursement constantes, on peut écrire :

$$CM = I (1 - \alpha) \frac{i(1+i)^d}{(1+i)^d - 1}$$

où :

- α représente le taux de subvention ;
- i, le taux d'intérêt des emprunts ;

- d, la durée d'emprunt ;
- et I, le coût d'investissement d'un mètre cube d'eau stockée.

Du point de vue de la collectivité, la rentabilité est également représentée par le revenu agricole total, mais nous considérons que le taux de subvention des réserves est nul et que les investissements sont amortis sur leur durée de vie moyenne.

Ainsi, le coût moyen annuel d'investissement (CM) s'écrit :

$$CM = I \frac{a(1+a)^{DDV}}{(1+a)^{DDV} - 1}$$

où :

- a est le taux d'actualisation ;
- DDV, la durée de vie des réserves de substitution ;
- et I, le coût d'investissement d'un mètre cube d'eau stockée.

Ainsi, l'horizon temporel considéré pour l'analyse financière (point de vue de l'utilisateur) est donc implicitement la durée d'emprunt et pour l'analyse économique (point de vue de la collectivité), la durée de vie moyenne des infrastructures.

La collectivité est donc limitée aux exploitations agricoles et aux bailleurs de fonds. L'évaluation de la rentabilité économique des réserves demeure très partielle, puisque l'ensemble des effets induits sur les filières de production ainsi que les bénéfices en termes d'aménagement du territoire et les dommages environnementaux éventuels ne sont pas pris en compte. À l'horizon de 25 ou 50 ans, le changement climatique aura sans doute un effet sensible sur les besoins des cultures en eau d'irrigation et sur les rendements ; mais cet aspect n'a pas été pris en compte dans les calculs. De même, les systèmes de prix agricoles – susceptibles de fluctuer beaucoup plus rapidement et fortement que le climat – ne sont pas corrigés pour illustrer l'évolution du marché et les variations de subventions PAC ne sont pas non plus prises en compte.

Choix d'assolement

Le paramètre central de la méthode de calcul présentée ci-dessus est l'assolement. Pour le déterminer, nous nous fondons sur un diagnostic territorial (classes de réserve utile des sols, climat,

besoins en eau des cultures et disponibilité en eau) et sur la typologie des exploitations qui irriguent, puis nous modélisons le comportement de chaque type d'exploitation face à divers scénarios. Nous utilisons ici des modèles de programmation linéaire pour évaluer l'impact de ces scénarios sur la demande en eau, les assolements et les revenus. Ces modèles, détaillés dans Loubier *et al.* (2010), consistent à rechercher la combinaison de facteurs de production qui maximise l'espérance de revenu sous un ensemble de contraintes déterministes (superficie, rotation culturale, main-d'œuvre, alimentation du bétail...) et stochastiques rendant compte de la variabilité inter-annuelle des besoins en eau des cultures et de la disponibilité en eau en période estivale. Dans cet univers aléatoire, nous utilisons la méthode du MOTAD (*minimization of the total absolute deviation* [Bouzit *et al.*, 1993 ; Hazell et Norton, 1986]) pour représenter l'aversion des agriculteurs aux risques. La MOTAD transfère toute la variabilité des paramètres du programme dans la fonction objectif. Le risque sur le revenu est estimé par un estimateur linéaire de la variance : l'estimateur MAD.

Dans les bassins auxquels nous nous intéressons, on observe généralement la mise en place de mesures réglementaires de restriction d'usages en été (arrêtés d'interdiction de pompage), instaurées dès les années 1990, quand le cumul des autorisations a dépassé de plus en plus fréquemment les volumes disponibles à l'étiage. Ainsi, au printemps, on considère qu'il n'existe aucun aléa sur la ressource disponible (la disponibilité en eau correspond à un quota garanti sans défaillance). En été, en revanche, la ressource disponible est aléatoire. Nous considérons alors que sa disponibilité est inversement proportionnelle aux besoins en eau des cultures : en années sèches, les besoins sont forts et les restrictions d'usages sont fréquentes. On calcule ainsi pour chaque année climatique un coefficient de réduction de la disponibilité en eau estivale (Loubier *et al.*, 2010).

L'assolement optimal, qui maximise l'espérance de revenu de chaque type d'exploitation, est alors calculé pour trois scénarios :

- le scénario de référence, qui correspond à la situation des exploitations

agricoles avant la décision de réduire les quotas ;

- le scénario avec réduction des quotas mais sans création de réserves ;
- le scénario avec création de réserves de substitution.

Analyse des résultats

Le différentiel de revenu entre les deux premiers scénarios permet d'estimer la perte de revenu agricole engendrée par la réduction des autorisations de prélèvements. Ensuite, on mesure l'impact de la création de réserves de substitution sur l'atténuation de la perte de revenu. En nous plaçant du point de vue des irrigants puis de la collectivité, nous estimons les taux de subvention nécessaires

pour assurer la rentabilité (financière/économique) de ces infrastructures.

Application au bassin de la Boutonne

Principales caractéristiques

Le bassin-versant de la Boutonne, qui s'étend sur 1 320 km², est tributaire de la Charente et est rattaché au comité de bassin Adour-Garonne (*figure 1*). Les sécheresses estivales y sont assez sévères et avec le développement continu de l'irrigation depuis 1976, les débits d'étiage passent très fréquemment sous les seuils de débit de

crise, provoquant des restrictions d'usage. Le bassin a donc été classé par l'État en zone de répartition des eaux (ZRE), où tous les prélèvements agricoles sont soumis à autorisation et où un système de gestion volumétrique est instauré. Chaque préleveur d'eau s'est donc vu attribuer un quota à répartir selon les différentes périodes de l'année, quota révisé en cours de saison selon l'état de la ressource. Mais ce système de gestion s'est avéré relativement inefficace (Granjou et Garin, 2006 ; Bouba-Olga *et al.*, 2009). Il a donc été décidé de réduire les autorisations de prélèvement de 84 % pour les agriculteurs prélevant de l'eau en rivière et dans la nappe d'accompagnement (les irrigants qui prélèvent dans les nappes profondes de l'Infra-Toarcien ne sont

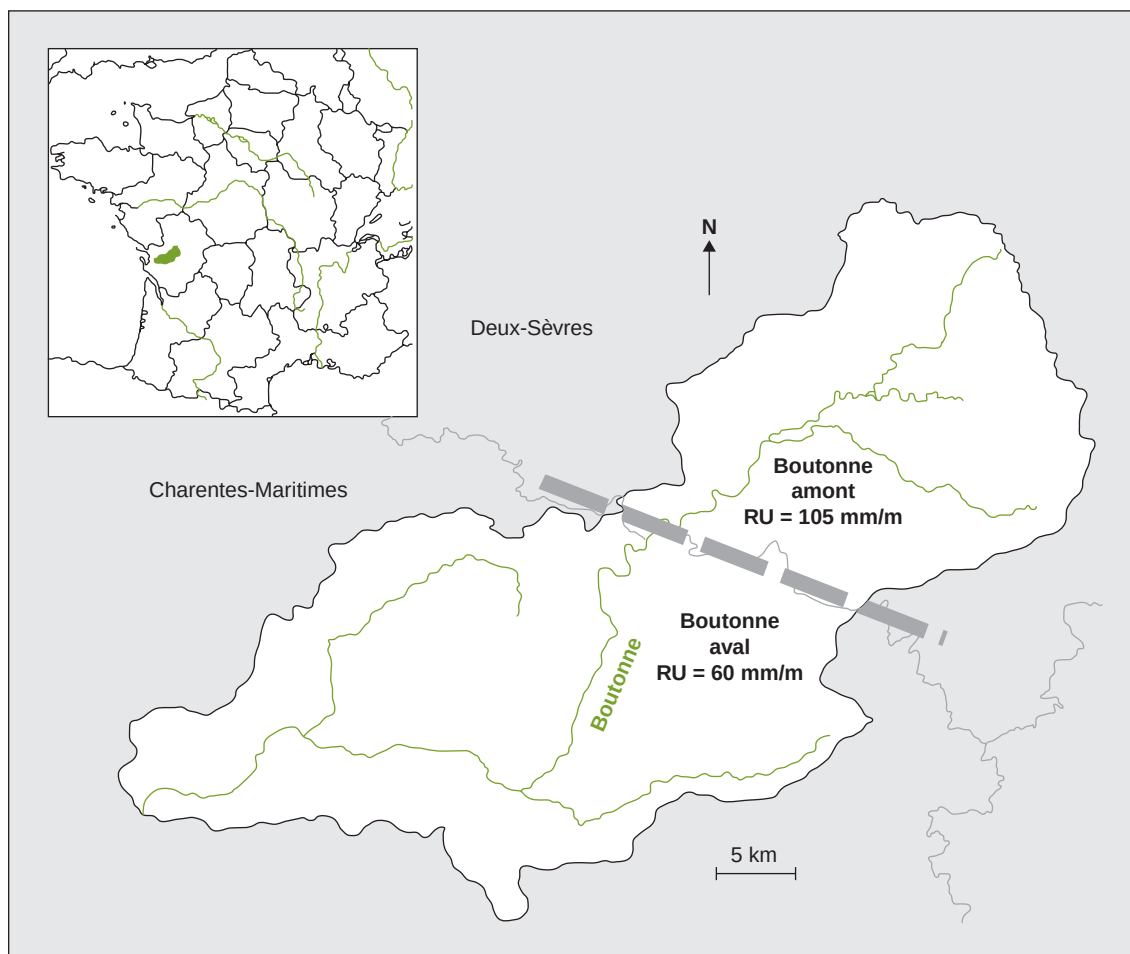


Figure 1. Localisation du bassin-versant de la Boutonne en région Poitou-Charentes (France).

Figure 1. Boutonne river basin location in Poitou-Charentes region (France).

RU : réserve utile.

pas concernés par ces mesures de réduction et ne sont donc pas pris en compte ici). Ces autorisations passeraient ainsi de 19,6 Mm³ à 3,2 Mm³, dont 2,8 Mm³ en période estivale.

En cas de création de réserves de substitution, il y aurait alors trois catégories d'agriculteurs irrigants :

- ceux qui sont connectés à une ou plusieurs retenues et ne prélèvent plus d'eau dans le milieu ;

- les agriculteurs non connectés, mais pouvant prélever la ressource délaissée par la première catégorie en raison de leur adhésion au projet ;

- ceux qui n'adhèrent pas au projet et dont le quota est réduit de 84 %.

Ne connaissant pas *a priori* l'effectif d'agriculteur irrigants non adhérents, nous considérons que tous adhèrent au projet et qu'un système de péréquation des charges d'investissement dans les réserves serait instauré. Sur l'ensemble du bassin, nous avons retenu deux zones pédoclimatiques :

- la Boutonne amont avec des sols à réserve utile moyenne (105 mm d'eau/m de sol) et un climat relativement sec ;

- la Boutonne aval avec un climat plus humide et des sols à réserve utile faible (60 mm/m) dans les parcelles irriguées.

Dans ces deux zones, les besoins moyens en eau d'irrigation des principales cultures ont été calculés sur la base des chroniques climatiques de 1988 à 2007. Dans la Boutonne amont, les besoins en eau d'irrigation des cultures de printemps (pois et blé) sont moins élevés que dans la Boutonne aval, mais ceux des cultures d'été (maïs et tournesol) sont sensiblement identiques, voire supérieurs.

Typologie et modèles des exploitations agricoles

La surface agricole utile (SAU) des agriculteurs irrigants est de l'ordre de 45 000 hectares, dont 13 700 hectares irrigués (cela inclut ceux qui prélèvent de l'eau dans la nappe de l'Infra-Toarcien). La majeure partie de cette SAU porte des grandes cultures, réparties de façon à peu près équilibrée entre cultures d'été (maïs principalement) et cultures d'hiver (blé tendre principalement). L'irrigation y joue un rôle important, puisque 70 % des cultures d'été sont irriguées.

Le recensement agricole de 2000 et l'enquête structure de 2005 ont été utilisés pour construire une typologie d'exploitation. Deux types d'exploitations ont été retenus pour la modélisation : un type « céréalier pur » et un type mixte « céréalier/éleveur de vaches laitières ». Ces deux types occupent 95 % de la surface irriguée du bassin et représentent 75 % des exploitations qui irriguent. Leurs caractéristiques moyennes sont légèrement différentes à l'amont et l'aval (*tableau 1*).

Ces deux types d'exploitations dans les deux zones climatiques ont été modélisés en intégrant l'aversion des agriculteurs au risque et un aléa intégrant à la fois la variabilité inter-annuelle des besoins en eau des cultures et celle de la disponibilité en eau liée aux restrictions d'usages (Loubier *et al.*, 2010). Dans le scénario de référence, cet aléa est représenté à l'aide d'un coefficient de réduction du volume prélevable (k). Il varie entre 0 pour les années sans restriction, et 0,4 en années sèches, comme en 2005, lorsque les besoins en eau des cultures ont été les plus élevés et les restrictions d'usage les plus fortes. Pour les deux autres scénarios, dès lors que le régulateur (l'État) réduit les autorisations de prélèvements, nous considérons que la fréquence des restrictions d'usage est réduite proportionnellement. Ainsi, quand les volumes prélevables sont réduits à 3,2 Mm³ pour l'ensemble des ressources superficielles du bassin, nous considérons qu'il n'y a plus de restrictions d'usage. À la différence de modèles microéconomiques comparables, tels que ceux développés par Reynaud (2009), nous recherchons ici un comportement interannuel moyen chez les irrigants et non les conséquences d'une année particulière sur leur comportement.

Le calage des modèles a consisté à tester s'ils permettaient de représenter correctement la situation de référence (absence de réduction du volume autorisé, système de prix de 2006 et découplage partiel des aides aux productions végétales). À l'échelle du bassin, les estimations simulées (assolement et volume d'eau consommé) sont proches des observations. La prise en compte de l'aléa sur la disponibilité en eau permet de mettre en évidence la stratégie d'adaptation des agriculteurs : l'aléa sur la disponibilité en eau en période estivale les conduit à plus de

prudence. En effet, les irrigants prélevant en ressource superficielle et soumis aux restrictions ($k = 0,4$ comme en 2005) utilisent en moyenne 63 % de leur quota, alors que ceux qui ne sont pas soumis à ces restrictions, en prélevant dans la nappe de l'Infra-Toarcien ($k = 0$) consomment 73 % de leur quota. À l'échelle du bassin, les superficies irriguées simulées sont inférieures de 12 % aux superficies observées. Malgré cet écart, nous avons choisi de ne pas procéder à un calage supplémentaire. En effet, les superficies irriguées « observées » sont en fait une extrapolation du recensement agricole 2000 qui précède la réforme de la PAC en 2003. Or, cette réforme a souvent engendré une baisse de la superficie irriguée avec un maintien des volumes consommés (Gleyses, 2006). On peut donc considérer que l'écart entre l'assolement simulé et l'assolement extrapolé traduit cette évolution.

Paramètres des scénarios testés

Au-delà du scénario de référence (Sref, 19,6 Mm³ autorisés) et du scénario de réduction du volume prélevable (S0, 3,2 Mm³ autorisés), nous avons défini pour le scénario de création de réserves de substitution deux modalités illustratives des incertitudes sur le coût d'investissement d'un mètre cube stocké. Dans les deux cas, la durée de vie retenue pour ces infrastructures a été fixée à 50 ans. Dans le scénario S1, on considère un coût d'investissement constant ($I_{S1} = 4$ euros/m³) quel que soit le volume créé à l'échelle du bassin. Dans le scénario S2, ce coût varie selon le volume total stocké :

$$I_{S2} = 12 - 2,7 \ln(V_{sk})$$

où V_{sk} représente le volume stocké. Ce coût d'investissement est élevé (12 euros/m³) quand les volumes stockés sont faibles, puisqu'il faudrait créer de nombreuses petites réserves pour garantir l'accès à l'eau au plus grand nombre d'utilisateurs ou bien restreindre le nombre de réserves mais développer en contrepartie des réseaux collectifs de desserte ; il est proche de S1 lorsque le volume stocké est important.

Tableau 1. Caractéristiques moyennes des types d'exploitations d'amont et d'aval du bassin, et impacts des scénarios sur les volumes d'eau autorisés et consommés, et sur le revenu.

Table 1. Average characteristics of upstream and downstream farm types, and impact of scenarios on withdrawal and consumed volumes, and income.

		Céréales		Mixtes (céréales – lait)	
		Amont	Aval	Amont	Aval
Effectif des agriculteurs irrigants		48	191	23	43
Effectif prélevant en ressource superficielle		21	191	10	43
SAU (hectare)		134	133	127	127
UTA (total)		1,7	1,7	2,4	2,4
Bovins lait		0	0	55	53
Scénario de référence	Volume autorisé	72 540	82 500	52 080	62 500
	Volume consommé	46 995	51 954	26 475	32 180
	Superficie irriguée	31	42	20	30
	Marge brute + DPU	94 292	97 815	167 646	164 575
Scénario de réduction du volume prélevable	Volume autorisé	11 606	13 200	8 333	10 000
	Volume consommé	8 614	9 661	5 570	6 564
	Superficie irriguée	7	8	5	6
	Marge brute + DPU	82 531	84 036	161 989	158 311

SAU : surface agricole utile ; UTA : unités de travail annuel ; DPU : droits à paiement unique.

Dans les deux cas, nous considérons que les utilisateurs (ou le gestionnaire des réserves de substitution) financent la part des investissements non subventionnés en recourant à des emprunts sur 25 ans au taux d'intérêt constant $i = 4\%$. Ainsi, il devra faire face à des annuités d'emprunts pendant les 25 premières années alors que la durée de vie des réserves a été fixée à 50 ans. Du point de vue de la collectivité, le coût moyen d'investissement est calculé sur 50 ans avec un taux d'actualisation « a » égal à 4% .

Résultats

Impact de la réduction du volume prélevable

L'impact de la réduction de quota de prélèvement sur le revenu est deux fois plus fort dans les exploitations céréalières que dans les exploitations

mixtes céréales/lait : la chute en valeur absolue se situe entre 11 760 à 13 780 euros chez les premiers et entre 5 660 et 6 260 euros chez les seconds qui ont pourtant une valorisation supérieure du mètre cube d'eau (tableau 1). Cela s'explique par la combinaison de trois facteurs :

1. Les laitiers disposent d'autorisations de prélèvement plus faibles que les céréaliers ;
2. Leur aversion au risque est supérieure (le ratio volume consommé/volume autorisé est plus faible) ;
3. Le système de prix retenu est relativement peu pénalisant pour l'achat d'aliments.

Les laitiers disposent d'autorisations de prélèvement plus faibles que les céréaliers, leur aversion au risque est supérieure (le ratio volume consommé/volume autorisé est plus faible) et enfin, le système de prix retenu est relativement peu pénalisant pour l'achat d'aliments.

En termes d'assolement, le maïs irrigué voit sa superficie très fortement

réduite ; il est remplacé par des oléagineux, des céréales et, dans une moindre mesure, par du maïs ensilage pluvial (dans les exploitations mixtes). Néanmoins, la superficie en blé tendre irriguée au printemps est fortement réduite afin d'allouer en été la ressource disponible au maïs irrigué qui bénéficie d'une valeur marginale de l'eau plus élevée.

Les volumes d'eau consommés diminuent un peu moins (79 %) que les volumes autorisés (84 %). Cela est dû au fait que les $3,2 \text{ Mm}^3$ autorisés après réduction des quotas sont disponibles avec certitude, alors que la disponibilité des $19,6 \text{ Mm}^3$ originellement autorisés était incertaine. Ainsi, compenser intégralement la réduction de quota par des réserves de substitution « certainement » disponibles engendrerait une augmentation des consommations.

À l'échelle de l'ensemble du bassin (hors les prélèvements sur la nappe de l'Infra-Toarcien), la réduction du volume prélevable entraînerait une diminution annuelle de revenu

agricole de 3,2 millions d'euros, soit 11 % de baisse par rapport à la situation de référence et 0,195 euros/m³ supprimé. L'objectif de la création de réserves de substitution serait de modérer cette perte de revenu.

Impact de la création de réserves d'eau de substitution

Pour évaluer l'impact de la création de ces réserves sur l'atténuation de la baisse du revenu agricole, nous sommes partis de la situation résultant de la réduction des quotas et avons simulé l'effet de la création de tranches successives de 1 Mm³ de réserve. Le coût d'exploitation et d'entretien des réserves (pompage et maintenance) a été estimé à 0,08 euro/m³. Il correspond à la mise en pression du réseau (0,05 euro/m³), au remplissage hivernal de la réserve (0,015 euro/m³), à la maintenance et l'abonnement électrique (0,015 euro/m³).

La figure 2 illustre les résultats de cette simulation. La courbe noire correspond au gain total à l'échelle du bassin en considérant que les réserves sont subventionnées à 100 % et que les agriculteurs n'en supportent que le coût d'exploitation et d'entretien. Dans ce cas, il serait nécessaire de créer 15,5 Mm³ de réserves pour compenser intégralement la baisse de revenu

(3,2 millions d'euros) engendrée par la réduction des quotas. Ainsi, malgré un surcoût de pompage annuel de l'ordre de 700 000 euros à l'échelle du bassin, la création de seulement 15,5 Mm³ de réserves compenserait intégralement la réduction de 16,4 Mm³ des volumes prélevables.

Mais si les irrigants supportaient l'intégralité du coût d'investissement, les deux scénarios de création de réserves (courbes « S1 irrigant » à coût d'investissement par Mm³ constant et « S2 irrigant » à coût d'investissement variable) ne permettent pas d'atténuer la perte de revenu mais l'aggravent quel que soit le volume de réserve créé (la perte serait de l'ordre de 1 million d'euros pour 15,5 Mm³ créés). La rentabilité financière de la création de réserves serait donc négative. Sans intervention publique, les réserves de substitution ne seraient donc pas rentables pour les irrigants. Si on se place du point de vue de la collectivité (courbes « S1 collectivité » et « S2 collectivité »), il est plus difficile de conclure. Lorsque le coût d'investissement est minimum (S1), on observe une légère rentabilité : le bénéfice est compris entre 0 et 0,3 million d'euros à l'échelle du bassin. En revanche, le scénario S2 génère une perte collective limitée comprise entre 0 et 0,6 million d'euros. Cela montre que la rentabilité économique des réserves de substitution est incertaine.

Discussion et conclusion

Ces résultats démontrent à première vue la non-rentabilité financière des projets de réserves de substitution en l'absence de subvention, doublée d'une rentabilité économique incertaine. Toutefois, ces calculs de rentabilité sont très partiels. Ils ne rendent notamment pas compte des impacts de cette réduction de quota sur l'activité des filières amont et aval ou sur le prix du foncier agricole (irrigable/non irrigable). De même, les effets de la création de réserves en termes d'aménagement du territoire sont difficilement évaluable. Un complément méthodologique est donc nécessaire pour lever cette incertitude sur la rentabilité économique de la création de réserves de substitution.

L'analyse des conséquences de la réduction des quotas d'eau alloués à l'irrigation dépasse les simples considérations économiques. En effet, il faut aussi considérer l'acceptabilité sociale d'une telle mesure et la responsabilité des parties prenantes vis-à-vis de l'actuelle pénurie d'eau. D'une part, la perte importante de revenu engendrée par la réduction drastique des quotas peut engendrer la faillite d'une partie des exploitations. D'autre part, c'est l'Administration qui par le passé a délivré des autorisations de prélèvement supérieures à la capacité des milieux ; elle est donc en partie responsable de la situation actuelle. Les critères sociopolitiques sont donc au moins aussi importants que le critère de rentabilité économique. Dans ce contexte, notre analyse peut les aider à fixer un taux de subvention minimal permettant aux irrigants de dégager un différentiel de marge (par rapport à l'absence de subvention) simplement positif, sans nécessairement chercher à compenser intégralement la baisse de revenu. Dans l'hypothèse d'un faible coût d'investissement (S1), la rentabilité financière devient positive lorsque le taux de subvention est compris entre 10 et 20 %. Dans l'hypothèse S2, plus réaliste, ce taux de subvention devrait être compris entre 20 et 70 %. Ainsi, pour la création des 6,3 Mm³ que réclament les irrigants de la Boutonne aval, le

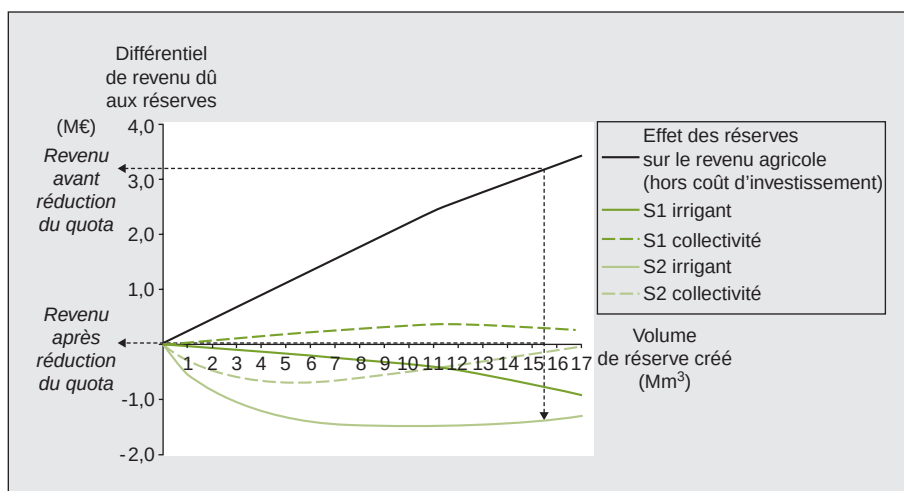


Figure 2. Variation du différentiel de revenu à l'échelle du bassin pour les divers scénarios de création de réserves de substitution en fonction du volume de réserve créé.

Figure 2. Income variation at basin scale for the various substitution reservoir scenarios according to the created reservoir volumes.

S1 : coût d'investissement par m³ constant ; S2 : coût d'investissement variable ; irrigant : financement par emprunt sur 25 ans ; collectivité : amortissement sur 50 ans.

seuil de rentabilité financière est atteint, d'après nos calculs, avec 50 % de subvention.

Pour gérer l'inadéquation entre demande et ressource en eau, d'autres instruments de type économique peuvent s'avérer efficaces : les mesures agri-environnementales (MAE) de « désirrigation » ou les aides au désinvestissement (primes à la casse pour le matériel d'irrigation), par exemple, incitent toutes deux les agriculteurs à arrêter l'irrigation (Loubier *et al.*, 2008). La méthode présentée ici ne permet malheureusement pas d'évaluer leur efficacité. De nouveaux développements des modèles microéconomiques devraient permettre d'identifier des combinaisons optimales d'instruments. Ces développements nécessiteraient cependant une bonne connaissance de la perception que les agriculteurs ont du futur. Loubier et Gleyses (2009) ont en effet démontré que les agriculteurs dont la perception se limite au court terme acceptent plus facilement des MAE ou des aides au désinvestissement. Mais ces combinaisons d'instruments sont-elles stables dans le temps ? Lorsque les prix agricoles sont bas, des taux de subventions élevés sont nécessaires pour assurer la rentabilité financière des réserves de substitution et des MAE d'un montant assez faible peuvent être attractives. À l'inverse, lorsque ces prix sont élevés, le montant des MAE doit être élevé pour les rendre attractives et les réserves de substitution sont financièrement rentables sans soutien public. La forte volatilité des prix agricoles de ces dernières années ne facilite pas la prise de décision, chez les agriculteurs pour choisir leur assolement ou pour investir, comme chez les décideurs publics qui tentent d'élaborer des

politiques à moyen et long termes. Ces politiques visent à la fois à préserver la situation présente et préparer celle du futur. Envisager la situation des systèmes de production du bassin de la Boutonne à l'horizon de 25 ou 50 ans en tenant compte des impacts des changements climatiques et socio-économiques relève alors du domaine de la prospective. ■

Remerciements

Ce travail a bénéficié du soutien financier de l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques et de la Commission européenne. Les auteurs tiennent à remercier Manuella Broussey, animatrice du SAGE Boutonne, pour sa disponibilité et sa coopération notamment au travers de la mise à disposition de documents et de données ainsi que les relecteurs anonymes de cet article.

Références

- Bouarfa S, Brunel L, Granier J, Mailhol JC, Morardet S, Ruelle P, 2011. Évaluation en partenariat des stratégies d'irrigation en cas de restriction des prélèvements dans la nappe de Beauce (France). *Cah Agric* 20 : 124-9. doi:10.1684/agr.2010.0461.
- Bouba-Olga O, Boutry O, Rivaud A, 2009. Dossier « Économie de la proximité » Un approfondissement du modèle exit-voice par l'économie de la proximité. *Natures Sciences Sociétés* 17 : 381-90. doi:10.1051/nss/2009063.
- Bouzit AM, Rieu T, Rio P, 1993. Modélisation du comportement des exploitations agricoles tenant compte du risque : application du MOTAD généralisé. *Economie Rurale* 220-221 : 69-73.
- Brun A, 2003. Aménagement et gestion des eaux en France : l'échec de la politique de l'eau face aux intérêts du monde agricole ». *VertigO* (3). <http://vertigo.revues.org/3779>.
- Garabé M, 1994. *Ingénierie de l'évaluation économique*. Paris : Ellipses Edition Marketing.
- Gleyses G, 2006. *Mise en œuvre de la PAC : impact de la réforme de juin 2003 sur la demande en eau d'irrigation*. Rapport final de la convention EAHF DGFAR – Cemagref. <http://cemadoc.cemagref.fr/-ref/PUB00020689>.
- Granjou C, Garin P, 2006. *Organiser la proximité entre usagers de l'eau : le cas de la gestion volumétrique dans le Bassin de la Charente*. Développement Durable et Territoires - Dossier 7 (Proximité et environnement) - <http://developpementdurable.revues.org/document2694.html>.
- Hazell PBR, Norton RD, 1986. *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*. New York : Macmillan.
- JORF, 2006. Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques. *Journal officiel de la République française* (303), 31 décembre 2006 : 20285.
- Le Grusse P, 2001. Du local au global les dynamiques agro-alimentaires territoriales face au marché mondial. Quels instruments d'aide à la décision pour l'élaboration de Stratégies Territoriales ? *Options méditerranéennes, Ser B Etudes et recherche* 32 : 239-58.
- Loubier S, Gleyses G, 2009. *Évaluation de l'impact de mesures de réduction des prélèvements agricoles proposées par l'IGE et le CGAAER (2007)*. Action N° 30 - Convention Cemagref – ONEMA, Année 2008 <http://cemadoc.cemagref.fr/-ref/PUB00028308>.
- Loubier S, Gleyses G, Montginoul M, Garin P, Christin F, 2008. Entre création de ressources et mesures réglementaires : quelle place pour la gestion de la demande en eau d'irrigation en Charente. *La Houille Blanche* 3 : 88-96.
- Montginoul M, Erdlenbruch K, 2010. Les réserves de substitution sont-elles une solution à la pénurie d'eau ? *Ingénierie – EAT* 59-60 : 131-6.
- OJEC, 2000. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of European communities* (L 327), 22.12.2000, 23 October 2000 : 0001.
- Reynaud A, 2009. Adaptation à court et à long terme de l'agriculture au risque de sécheresse : une approche par couplage de modèles biophysiques et économiques. *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement* 90 : 121-54.