

Institut National Polytechnique de Lorraine

Ecole Doctorale :

Sciences et Ingénierie des Ressources,
Procédés, Produits et Environnement – RP2E (num. 0410)

Dossier d’Habilitation à Diriger des Recherches

Spécialité : Sciences Agronomiques

***Quelle agronomie pour le développement durable ?
histoires, concepts, pratiques et perspectives***

Candidat :

Sylvain Perret

CIRAD-TERA, Mars 2005

Numéro d’enregistrement : 05/05

Centre de Coopération Internationale
en Recherche Agronomique pour le Développement

- ... *"Who are you ?" said the Caterpillar.*

This was not an encouraging opening for a conversation.

*Alice replied, rather shyly,
"I – I hardly know, Sir, just at present – at least I know who I was when I got up this
morning, but I think I must have changed several times since then." ... -*

L. Carroll "Alice's adventures in wonderland" (1865)

*A tous ceux qui savent combien courir un marathon
est plus complexe que courir un cent mètres, fût-ce 422 fois.*

Sommaire

<i>Sommaire</i>	5
<i>Préambule</i>	6
<i>Partie 1 : Introduction</i>	7
<i>Partie 2 : L'agronomie, les sociétés humaines et le développement durable....</i>	11
2.1. L'agronomie : histoires, contours, évolutions	11
2.2. Le développement durable comme projet.....	40
<i>Partie 3 : De l'étude des objets de la nature, à l'étude des projets impliquant la nature : une trajectoire d'agronome</i>	57
3.1. Fertilité, aptitude culturelle du milieu et durabilité	57
3.2. Les questions du changement technique et de l'innovation	66
3.3. La diversité des modes d'exploitation agricole du milieu. Approches typologiques	81
3.4. Pratiques des producteurs, processus de décision et durabilité	90
3.5. Recherche-action, recherche-intervention : modélisation et participation comme principes d'action.....	106
<i>Partie 4 : Conclusion : une épistémologie et des résolutions pour des pratiques de recherche en agronomie au service du développement durable</i>	121
4.1. L'agronomie : état des lieux	121
4.2. Des principes et des suggestions pour aller plus loin	124
<i>Références cités dans le texte</i>	127
<i>Liste des publications et documents produits par le candidat</i>	137

Préambule

Ce dossier d'Habilitation à Diriger des Recherches a été défendu le 15 février 2005 à l'Institut National Polytechnique de Lorraine, et évalué par le jury suivant :

- Professeur A. Guckert, ENSAIA Nancy (Président du jury)
- Dr. Alain Vidal, Hdr, Cemagref Paris (Rapporteur)
- Professeur J. Caneill, ENESA Dijon (Rapporteur)
- Professeur H. Manichon, CIRAD Paris (Rapporteur)
- Dr. E. Torquebiau, Hdr, CIRAD Montpellier
- Professeur S. Plantureux, ENSAIA Nancy.

Le dossier initial de demande d'inscription avait été évalué par le Professeur P. Jouve (CNEARC Montpellier).

Ce dossier d'HDR a été hébergé par l'Ecole Doctorale Ressources, Procédés, Produits et Environnement (num. 0410) dirigé par le Professeur Sylvain Plantureux.

Compte rendu synoptique de la soutenance

Au terme de la soutenance, le jury a salué la qualité du dossier thématique, l'effort de synthèse, et de recherche bibliographique qu'il représente. L'effort de reconstruction / repositionnement des activités du candidat dans une réflexion d'ensemble sur l'agronomie et le développement durable a été également souligné. L'intérêt de cette synthèse a été jugé indéniable. Les qualités d'enseignant-chercheur, de pédagogue (nombre d'étudiants encadrés, participation active à l'enseignement) et de rédacteur du candidat ont été reconnues. Enfin, le jury a estimé que sa reconnaissance professionnelle à un niveau international semble bien établie.

Le jury a par ailleurs été plus critique, voire sévère sur certains aspects du dossier, et sur la présentation orale. La liste suivante résume ces critiques et pourra intéresser les futurs candidats au diplôme :

- faible production académique du candidat (publications dans des revues internationales à facteur d'impact) ;
- conclusions et perspectives personnelles trop peu développées (programmes futurs) ;
- faible mobilisation des travaux personnels, et leur description plus technique, à la fois à l'écrit et à l'oral ;
- faible originalité d'ensemble des travaux du candidat ;
- dispersion des thèmes choisis, et faiblesse des illustrations concrètes ;
- excès de questions laissées en suspens (institutionnalisation, échelles et impact de la recherche-action, la dimension écologique) ;
- abus de réflexion philosophique et épistémologique ;
- présentation orale finalement décevante, manquant d'illustrations.

En dépit de ces critiques, le diplôme a été attribué au candidat, après 3 heures de soutenance / discussion.

Le présent document constitue une version réduite du dossier complet, et inclut seulement le rapport thématique, la liste des références citées dans le texte, et la bibliographie du candidat.

Dans le texte, les citations de documents produits par le candidat sont simplement des numéros, placés entre parenthèses, en gras, et qui renvoient à la liste bibliographique en fin de document.

Malgré un effort d'édition et d'adaptation de cette version réduite, il pourra subsister dans le texte quelques références à des annexes disparues, voire quelques erreurs et coquilles. Le lecteur voudra bien les excuser. J'espère que ce dossier pourra intéresser mes collègues agronomes, et aider les aspirants à l'habilitation.

Partie 1 : Introduction

- Les hommes dont les recherches sont fondées sur le même paradigme adhèrent aux mêmes règles et aux mêmes normes dans la pratique scientifique.... En l'absence d'un paradigme, ... tous les faits qui pourraient jouer un rôle dans le développement d'une science donnée risquent de sembler également importants. -

T. Kuhn "La structure des révolutions scientifiques" (1962)

L'agronomie, champ disciplinaire situé typiquement à l'interface entre nature, sociétés et sciences, a une histoire récente mais riche, et relève de fondements épistémologiques très originaux. Le point de vue adopté dans ce document est que cette histoire est intimement liée aux projets politiques, sociaux, économiques, scientifiques et environnementaux que des acteurs locaux, nationaux et internationaux se sont donnés à différentes époques¹.

De nouveaux paradigmes (voir encadré 1), de nouvelles postures et pratiques de recherche en agronomie sont apparus au fil de ces projets de société, les accompagnant, parfois les précédant et les forgeant. Anciens et nouveaux paradigmes se sont ainsi souvent superposés, et cohabitent au sein d'organisations de recherche et de formation en agronomie, tels que le Cirad². C'est donc une entrée épistémologique que je choisis pour développer ma réflexion, avant d'aborder des aspects plus techniques.

Parmi ces projets, le développement durable, apparu dans les années 1980, s'impose aujourd'hui comme cadre consensuel, comme projet planétaire, dans les discours sur ou par la recherche et les politiques de la recherche. Dans la pratique, les réflexions et analyses autour de ce concept restent plutôt le fait d'économistes et d'écologues, sur l'environnement, les politiques environnementales ou agricoles. Ces réflexions sont par ailleurs souvent globales, et peinent à atteindre le niveau local. On constate également la relative discrétion des disciplines techniques, et leur difficulté apparente à intégrer ce concept aux pratiques de recherche ou, en tout cas, à faire explicitement référence à la durabilité, comme objectif ou comme principe d'action. Certains évoquent même déjà un certain essoufflement du concept de développement durable, faute de déclinaisons locales, techniques, concrètes.

Le thème du présent rapport concerne les relations entre l'agronomie et ses pratiques, et ce projet de société qu'est le développement durable. Il s'agit de discuter, sur la base d'exemples et sans prétendre à l'exhaustivité, les dimensions épistémologiques et pratiques du champ scientifique « Agronomie », et de son utilité sociale, dans une perspective de développement durable.

En d'autres termes, les questions que ce document souhaite aborder sont les suivantes : Quels ressorts se cachent derrière les pratiques des agronomes ? Comment l'agronomie a-t-elle contribué à forger ce nouveau projet planétaire qu'est le développement durable ? En retour, comment ce projet pèse-t-il sur les pratiques actuelles de l'agronomie, sur ses options ? Comment l'agronomie, en tant que domaine scientifique, peut-elle mieux se positionner pour

¹ Parmi ces projets ou « mots d'ordre », on peut citer notamment et sans chronologie ni localisation : sécurité alimentaire, lutte contre la pauvreté, développement rural, développement local, développement économique, intensification de la production agricole, révolution verte, qualité des produits, développement durable, préservation de l'environnement, multifonctionnalité de l'agriculture, intégration sociale, etc.

² Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

répondre à ce défi ? Cette contribution se limite-t-elle à améliorer la durabilité des modes d'exploitation agricole du milieu, et d'utilisation des ressources naturelles, ou peut-elle toucher à d'autres aspects du développement durable, tels que l'équité, la participation, la gouvernance locale, le développement territorial, etc. ? Et comment ?

Encadré 1. Les paradigmes

Dans ce document, nous utiliserons de façon répétée le concept de *paradigme*, au sens épistémologique de Kuhn, et non pas linguistique. Dans le foisonnement d'usages et de définitions ambiguës du terme, on retiendra deux acceptions, précisées par Kuhn lui-même après la sortie de son ouvrage clef en 1962, *la structure des révolutions scientifiques*. Un paradigme désigne l'ensemble des théories, des connaissances, des valeurs et des techniques que partage un groupe scientifique sur un sujet, à un moment donné. Un paradigme fournit donc la manière de poser et d'entreprendre la résolution d'un problème. C'est la «*matrice disciplinaire*» qui forme le cadre, l'ensemble de repères, auxquels les scientifiques d'une discipline se réfèrent lorsqu'ils évoquent des résultats ou des problèmes se posant dans leur domaine. Le mot paradigme désigne aussi la manière dont le chercheur qui est éduqué dans une discipline apprend à reconnaître, à isoler et à utiliser ces repères. Cette seconde acception renvoie à la phase pratique de la formation d'un scientifique. Pour Kuhn, un paradigme possède donc des dimensions sociologiques et pédagogiques.

Illustrant une certaine crainte des confusions et l'apparente difficulté du concept à passer en français, Legay (1997) ou Hubert (2004) par exemple s'obstinent à parler de *point de vue* lorsqu'ils désignent l'ensemble que constitue le statut que les chercheurs donnent à leur recherche, le type de connaissance qu'ils produisent, les démarches employées, le mode d'intervention mis en oeuvre, etc. A mon sens, il s'agit bien là de paradigme.

Comme un cadre, un paradigme soutient, mais aussi délimite et enferme ; d'où l'importance des paradigmes dans l'évolution des sciences, rythmée par des ruptures, voire des luttes entre paradigmes. Avec le concept de paradigme, Kuhn défend ainsi l'idée que les sciences n'avancent pas d'une façon progressive, consensuelle, linéaire et cumulative, mais par des phases de renouvellement radical, en installant de nouveaux cadres de perception et d'appréhension des problèmes. Plus tard, Lakatos (1978) précise le concept et le fait sortir du cadre de la recherche scientifique. Pour lui, un paradigme est une certaine vision que la société a d'elle-même et du monde, qui influence la façon dont la science se construit, et qui est incluse dans ce qu'il appelle le «*programme de recherche*». Pour lui, les paradigmes se succèdent moins par des ruptures que par des processus de divergence, de fusion, de cohabitation, de compromis successifs. On est très proche de la définition de l'*épistémè* de Foucault (1966), qui désigne l'ensemble du projet culturel et scientifique, et du système de valeurs que se donne une société à une époque donnée.

Au delà de la prise en compte du concept de durabilité, le texte qui suit milite en fait pour une «*agronomie de l'action*»³, pour une recherche socialement responsable, impliquée dans la formation, critique et réflexive des sujets et projets de société qu'elle aborde, mais en même temps, une agronomie qui se donne des limites, qui ne prétend pas tout faire, et qui se fonde dans l'interdisciplinarité lorsque c'est nécessaire.

Les récentes étapes de ma carrière fourniront des illustrations, et des bases de discussion. La conclusion essaiera de fournir quelques pistes, résolutions et suggestions, parmi lesquelles une posture de recherche clairement partenariale et participative, modélisatrice et prospective est promue.

Avant d'en arriver à ces propositions, mon argumentaire va d'abord m'amener à cerner les concepts : l'agronomie, le développement durable, la durabilité. Il ne s'agira pas d'aboutir à un glossaire définitif, mais de discuter les concepts, leurs histoires, leurs acceptions, leurs dimensions, pratiques et évolutions récentes, propres et comparées, par une analyse

³ Pour paraphraser B. Hubert (2004).

personnelle et bibliographique. Il s'agit aussi de circonscrire les dimensions du développement durable (vaste sujet, aux multiples définitions), les objets de la durabilité, qui sont accessibles à l'agronome, sur lesquels il peut espérer agir.

L'analyse des relations entre agronomie et durabilité sera ensuite conduite d'une part au travers d'exemples et d'expériences tirés de mon parcours professionnel d'agronome, d'autre part au travers de discussions originales, sur des thèmes qui me semblent porteurs d'avenir ou d'enjeux pour la discipline, au fil de ces exemples. Ces analyses, alimentées de références bibliographiques, concerneront les thèmes suivants :

- 1) Interactions entre modes d'exploitation du sol et caractéristiques du sol : revisiter **la notion de fertilité et la relation plante-milieu-technique**, pour mieux appréhender la durabilité des systèmes de production ;
- 2) Développer des technologies conservatoires pour améliorer la durabilité des modes d'exploitation agricole du milieu : **les questions de l'adoption et de l'innovation**
- 3) Comprendre et représenter la diversité des modes d'exploitation agricole du milieu : **intérêts et limites des techniques typologiques**
- 4) Etudier et modéliser les pratiques des producteurs dans un objectif d'appui : **gérer les systèmes productifs et les ressources, construire la durabilité**
- 5) Modélisation et participation comme **principes d'intervention visant la durabilité** : cas de la gestion de périmètres irrigués collectifs

Le choix de ces thèmes est évidemment en relation avec les activités que j'ai menées dans ma carrière, mais ce n'est pas le seul critère⁴. J'ai choisi ces thèmes surtout parce qu'à mon sens ils permettent de décliner, de préciser la contribution de l'agronomie au projet de développement durable, et à ses composantes. En particulier, ils illustrent les possibles postures, pratiques et paradigmes qui peuvent non seulement aider à faire progresser les pratiques agricoles et les connaissances sur les modes d'exploitation durables du milieu en vue de production agricole et de développement (surtout thèmes 1, 2 et 3), mais aussi, pour certains, à intégrer d'autres dimensions du développement durable en tant que projet de société : équité, respect des savoirs locaux, et prise en compte de la diversité, participation et gouvernance locale (surtout thèmes 2, 3, 4 et 5).

Ce n'est pas par hasard si ces thèmes sont présentés ici dans l'ordre chronologique dans lequel je les ai successivement abordé. Cette succession correspond à une trajectoire, **de l'étude des objets de la nature vers l'étude des projets des hommes impliquant la nature**. Ces thèmes traitent de fertilité, d'innovation, de typologies, de pratiques paysannes, de modélisation, de recherche-action, comme autant de concepts et de termes emblématiques des activités (ou des velléités) d'une génération d'agronomes embarqués dans l'aventure de la recherche-système. Pourvu d'une expérience et d'un point de vue, forcément limités et subjectifs, mais soutenus par une littérature abondante et aussi internationale que possible, je souhaite les discuter au fil de ce document.

Mon ambition est de réunir quelques bases épistémologiques, théoriques et méthodologiques, sans prétendre à l'exhaustivité mais plutôt en tirant les enseignements de certaines références⁵

⁴ D'autant que j'ai également choisi de ne pas développer d'autres sujets sur lesquels j'ai travaillé et qui sont listés en annexe 3

⁵ Dans le texte, mes propres références seront simplement des numéros, placés entre parenthèses, en gras, et qui renvoient à la liste bibliographique en fin de document.

et de ma trajectoire de chercheur. Cette trajectoire « migratrice », quoique courte et modeste, une parmi tant d'autres, m'a conduit dans différents domaines de l'agronomie (physique du sol, gestion des ressources naturelles, irrigation, bilan de l'eau, mécanisation, analyse des pratiques, approche systémique, etc.), voire à ses frontières (économie, analyse institutionnelle et politique, sciences de gestion, sociologie), au travers d'activités de recherche et d'activités d'enseignement.

Si elle apparaîtra peut être dispersée, voire errante, cette trajectoire illustre assez bien, me semble-t-il, d'une part la diversité et le spectre couvert par la discipline agronomique, et d'autre part, certains changements de paradigme et de posture d'agronomes, intervenus durant les 25 dernières années. Elle illustre également quelques sujets importants liés à ces changements : interdisciplinarité d'équipe, multidisciplinarité et évolution individuelle, institutionnalisation de la recherche-action, prise en compte de l'espace, de la diversité des situations agraires, la relation Recherche – Enseignement - Développement, les différences entre agronomies dans les mondes francophone et anglophone, entre autres.

Ce texte tente modestement de lier paradigmes et pratiques. J'espère que les incursions épistémologiques et les allers-retours entre réflexion sur l'agronomie et le développement durable, exemples concrets, étude bibliographique, et résultats ne gêneront pas trop le lecteur. En des temps où les sociétés cultivent des relations ambiguës de dépendance et de répulsion, de fascination et de crainte envers la science et la technologie, où le politique presse le scientifique de clarifier et de renforcer son utilité sociétale, il m'a semblé important de se poser la question des ressorts internes qui sous-tendent l'agronomie et ses pratiques, et des cadres sociétaux qui les justifient. En retour, il est également important de clarifier les contributions possibles de l'agronomie aux projets que se donnent les sociétés. D'où la nécessité de combiner incursions épistémologiques et études de cas pratiques.

Les textes qui suivent sont personnels, mais la réflexion qui les sous-tend s'est nourrie des échanges et des travaux collectifs auxquels j'ai pu participer au fil des années, aux côtés de collègues du Cirad ou d'organisations partenaires, de stagiaires de passage ou de maîtres à penser, de paysans et d'agents de développement. Ces contributions sont diverses et nombreuses, et certains de ces « inspireurs » n'auront sans doute qu'un vague souvenir de ces échanges, parfois limités en temps et en espace, mais qui m'auront tous profondément marqué et, je l'espère, inspiré.

Parmi ceux-ci, je tiens à remercier Gerhard Backeberg, Jacques Bougère, Jacques Caneill, Alain Capillon, Francois Casabianca, Jean-Marc Chastel, Marna de Lange, Frédéric Demarne, Christian Deverre, Stefano Farolfi, Dominique Guilluy, Johann Kirsten, Pierre-Yves Le Gal, Hubert Manichon, Georges Manière, Marie-Rose Mercoiret, Roger Michellon, Abd El Wedoud Ould Cheikh, Jean-Marie Paillat, Marc Piraux, Roland Pirot, Ricardo Ralisch, Michel Robert, Jean Servant, Louis-Georges Soler, Eric Tavernier, Tesfaye Lemma Tefera, Daniel Tessier, Michel Vauclin, et les producteurs, paysans, agents de développement des Hauts de La Réunion, de l'île Maurice, des provinces du Limpopo et du Cap de l'Est en Afrique du Sud, du Kanem au Tchad, du Parana au Brésil, de la Montagne Noire en France, des Hararghe Highlands en Ethiopie, avec qui j'ai pu travailler ou interagir lors de mes affectations, missions et travaux.

Enfin, je tiens à remercier sincèrement le Professeur Sylvain Plantureux, qui a accueilli, et a accepté de diriger ce dossier d'Habilitation à Diriger des Recherches, au sein de l'Ecole Doctorale RP2E.

Partie 2 : L'agronomie, les sociétés humaines et le développement durable

- ... Même la recherche qui se revendique comme la plus fondamentale est impliquée dans l'évolution des idées qui organisent notre monde... en particulier celle de développement durable, que certains scientifiques se représentent comme une injonction du monde politique, probablement éphémère, comme une sorte de mode. Elle résulte en fait, à un moment donné, d'une construction fondée tout autant sur les dynamiques sociétales que sur celles de l'histoire des théories et des connaissances : croissance, développement, environnement, trouvent leurs fondements dans les théories et les raisonnements scientifiques ! ... -

B. Hubert. "Pour une écologie de l'action" (2004)

2.1. L'agronomie : histoires, contours, évolutions

2.1.1. De l'émergence de l'agriculture...

Il est admis que les premiers systèmes de culture et d'élevage sont apparus à l'époque néolithique, il y a environ 10 000 ans, dans quelques régions peu nombreuses et peu étendues de la planète, et à partir d'autotransformations et sédentarisation de quelques uns des systèmes de prédation qui régnaient alors sur le monde habité (Mazoyer & Roudart, 1997). Des chasseurs-cueilleurs sont ainsi devenus agriculteurs, mettant en œuvre deux formes initiales principales d'agriculture : les systèmes d'élevage pastoral, et les systèmes de culture sur abattis-brulis. Ces derniers ont évolués en des formes très diverses de systèmes agraires post-forestiers, dont un grand nombre existe toujours, notamment dans les zones en développement (décrits par Ruthenberg, 1993; Dixon & Gulliver, 2002).

Pendant des millénaires, les populations humaines ont assuré leur survie puis leur développement économique par la production agricole, et ont mis en œuvre des innovations dans leurs modes d'exploitation du milieu physique et biologique, fondant ainsi les premières grandes sociétés humaines, des Andes aux rives du Nil, de la Mésopotamie à l'extrême orient, autour de la Méditerranée. Ainsi, nouveaux outils et mécanisation, procédés et infrastructures d'irrigation, successions et associations culturelles, procédés de stockage et de transformation des produits, amendements organiques, plantes améliorées, et même lutte biologique contre des ravageurs ont pris place et ont évolué au fil des âges (Mazoyer & Roudart, *op. cit.*). Ces innovations, on le voit au travers de ces exemples, concernent différentes échelles et objets, de la plante au champ cultivé, jusqu'à l'ensemble de parcelles ou la région exploitée (exploitation, zone de parcours, ou périmètre irrigué par exemple). L'association agriculture-élevage y est souvent naturelle, omniprésente.

2.1.2. ... à l'émergence d'une science de l'agriculture

a) Une hypothèse forte : la co-évolution agronomie et sociétés

Mazoyer et Roudart (*op. cit.*) ont décrit en détail comment l'homme est devenu agriculteur, quelles différenciations ont pris place dans les systèmes agricoles, comment ces systèmes ont contribué au développement de l'humanité depuis environ 10 000 ans. Mais pourquoi certains hommes sont-ils devenus agronomes ? Ou plutôt, pourquoi les sociétés ont-elles éprouvé le besoin d'établir une science de l'agriculture ?

La question qui nous intéresse ici relève de la genèse de la science de l'agriculture, que l'on peut dater à environ trois siècles, soit une infime fraction du temps de genèse et de différenciation de l'agriculture elle-même.

D'abord, des processus historiques décrits par Mazoyer & Roudart (*op. cit.*), on peut extraire plusieurs éléments :

- Les systèmes agricoles sont des construits sociaux ; s'ils exploitent les ressources naturelles, et donc dépendent de processus et de lois physiques, thermodynamiques, biologiques, chimiques, ils répondent avant tout à des impératifs dictés par les hommes : individus, familles et sociétés ; De Rosnay (1975) assimile ainsi l'agriculture à *une entreprise organisée de domestication de l'énergie solaire* ;
- Cette organisation, ces construits sociaux concernent plusieurs échelles, de la plante à la parcelle, à l'exploitation (ou son équivalent), à la région, voire à la société et son empreinte spatiale dans son ensemble (Malézieux & Trebuil, 2000) ;
- Comme le souligne aussi Denis (1999), la mise en place de ces systèmes a donné lieu à (et s'est nourri de) une accumulation considérable, progressive, endogène et différenciée de connaissances, plus ou moins structurées et spatialement fragmentées, par les sociétés humaines qui mettaient en œuvre ces systèmes, et sans contribution exogène (de type scientifique et technique) d'aucune sorte. Ce point renforce l'idée que la connaissance est bien un processus dynamique, qui appartient aux sociétés, et non pas aux seuls mondes scientifique et académique (De Rosnay, *op. cit.*).

A mon sens, ces considérations ont plusieurs conséquences extrêmement originales et intéressantes au plan épistémologique et pratique.

(1) D'abord, elles placent l'agronomie, comme science de l'agriculture, dans une situation quasi unique dans l'histoire des sciences. Des connaissances et des innovations endogènes en matière d'agriculture préexistent largement à la structuration de la science de l'agriculture. A partir du XVIII^e siècle, l'agronomie semble se superposer, prendre le relais d'une connaissance et de techniques préexistantes et millénaires, structure cette connaissance⁶, et génère des connaissances et des techniques nouvelles. La prise en compte de la connaissance, des savoir-faire et des pratiques des producteurs constitue une étape importante de ma carrière (6, 13, 24, 79, 82, 92). L'analyse des pratiques, à des fins de connaissance, puis pour alimenter des modèles, sera évoquée dans la troisième partie de ce document

(2) Ensuite, la tension dialectique entre construction sociale et bases physiques donne à l'agronomie sa double vocation, et son originalité. Elle doit générer des connaissances nouvelles, fondées sur la reconnaissance et l'application d'un ou plusieurs paradigmes

⁶ Sans doute pas assez dans un premier temps, comme nous le verrons dans le chapitre sur l'analyse des pratiques.

communs, et évaluées par la communauté scientifique concernée. Elle doit aussi proposer des alternatives aux pratiques en cours, émettre des recommandations, prescrire des solutions adaptées, aptes à résoudre les problèmes de l'agriculture, dans une société donnée. Et ces prescriptions sont évaluées selon leurs effets techniques, sociaux et économiques, par d'autres corps sociaux (politiques, scientifiques non-agronomes, membres de la société civile). Sur ce point encore, ma propre évolution illustre assez bien cette tension entre, d'une part, le diagnostic et la production de connaissance sur la fertilité, sa construction (5, 7, 8, 17, entre autres), et d'autre part, la modélisation participative et heuristique (notamment 6, 19, 22, 29) et réflexions sur les conditions de l'adoption de techniques par les producteurs (30, 32, 55). Ces aspects seront également évoqués dans la troisième partie.

(3) A l'instar de l'agriculture, qui a toujours été « pilotée », façonnée par les projets des hommes, leurs objectifs et leurs aspirations, l'agronomie est elle aussi pilotée par (ou du moins interagit fortement avec) les projets des sociétés et des temps qu'elle traverse. Il y a co-construction, puis correspondance entre paradigme scientifique et projet de société. Nous venons de voir qu'elle est aussi évaluée, non seulement sur la qualité des connaissances qu'elle génère, mais aussi sur les retombées de ses recommandations. L'agronomie doit combiner spéculation et action, connaissance, théorie et pratique. Nous tombons donc dans le champ d'application des paradigmes évoqués dans l'introduction, dans la nécessité permanente d'explicitier, de définir les ressorts, les raisons d'être et d'agir des agronomes, leurs paradigmes. Sur les différents terrains, objets et projets que j'ai abordés, il m'a souvent semblé nécessaire d'explicitier ces ressorts politiques, sociaux ou historiques, de prendre un certain recul, quitte à parfois toucher aux marges du champ de l'agronomie proprement dit (4, 15, 18, 42, 50, 53, 111, 125).

(4) Enfin, l'agronomie est par nature difficile à cerner, de part les échelles considérées, les disciplines scientifiques multiples mobilisées. Il s'agit donc plutôt d'un domaine scientifique que d'une science, à l'interface entre (1) les sociétés humaines et leurs projets, (2) la nature et ses processus, et (3) les sciences qui décrivent ces processus. Comme l'écrit Denis (*op. cit.*) : « cet ensemble constitue un champ disciplinaire original par ses caractéristiques contextuelles, épistémologiques, idéologiques, institutionnelles, déterminant en partie ses questions, ses méthodes et ses résultats ». Ce statut particulier explique sans doute la dispersion, parfois l'errance des agronomes, écartelés entre différents paradigmes, leur appartenance disciplinaire, les besoins des terrains qu'ils abordent. Nous verrons que les organisations qui les emploient ont suivi (et suivent toujours) les mêmes errances institutionnelles, au gré des courants sociétaux.

Il ressort de cette première analyse une certitude : si l'agronomie s'est progressivement mise en place et structurée, c'est dans le substrat favorable d'un contexte historique, et c'est surtout pour répondre à des objectifs, à des projets de société que les connaissances et les techniques agricoles endogènes au monde agricole lui-même, anciennes et en cours, ne pouvait plus satisfaire.

Les raisons de cette substitution (ou plutôt superposition, car les acteurs de l'agriculture ne cessent d'innover et d'améliorer leurs savoirs et savoir-faire) sont sans doute socio-économiques, à la fois spatiales et temporelles (102): les échelles liées aux enjeux et projets ne sont plus seulement celles de la famille ou de la communauté rurale ; des enjeux nationaux (indépendance alimentaire, balance commerciale), puis planétaires émergent (début de mondialisation des échanges sur les grandes filières) ; le rythme endogène des innovations et d'accumulation des connaissances est trop lent, par rapport à celui de l'environnement socio-

économique (Sébillotte, 1994) ; leur caractère est trop fragmentaire et localisé, les échanges entre sociétés et leurs connaissances de l'agriculture ne sont pas assez denses et fréquents.

Uphoff (2002) et Gillet *et al.* (2003) évoquent également l'accélération de la dégradation des ressources naturelles comme justification à l'introduction de recherche et de vulgarisation, pour pallier aux défauts des pratiques paysannes anciennes, plus toujours adaptées.

Denis (1999), Boulaine (1992) et Mazoyer & Roudart (1997) avancent des raisons complémentaires, liées à un contexte idéologique et philosophique : l'agronomie émerge dans les courants physiocratique puis utilitariste du XVIII^e siècle, au tout début de l'industrialisation, à une époque où la ruralité était presque tout. C'est le début de la première révolution agricole. Aussi, les connaissances scientifiques nouvelles acquises aux XVIII^e et XIX^e siècle en chimie, en botanique, en biologie, puis en génétique, nécessitaient un « véhicule » nouveau, plus intégré que les disciplines elles-mêmes, pour leur transmission vers les campagnes et les acteurs agricoles (eux-mêmes objets d'alphabétisation massive à ces époques).

Ce véhicule a fait l'objet de choix institutionnels, de stratégies différentes en matière de recherche, d'enseignement et de vulgarisation. Les chapitres suivants vont confirmer et illustrer ces éléments.

b) Histoire de l'agronomie : des débats, et des choix institutionnels

A partir de ce point, il me semble intéressant de faire un bref rappel historique de l'évolution de l'agronomie en France (et dans le monde), de façon à observer comment ces échelles et objets ont été traités, comment les fonctions d'enseignement et de recherche ont été organisées, et comment on aboutit à la définition actuelle du champ disciplinaire, et à ses paradigmes dominants.

Au début du XVII^e siècle, le pionnier Olivier de Serres commence à élaborer ce que l'on peut appeler une méthode agronomique, en utilisant la comparaison et l'expérimentation (notamment sur l'assolement, sujet typiquement agronomique) (Deffontaines, 1991). En Italie à la même époque, Tarello et Campanella écrivent des « rappels d'agriculture » pour les nobles lettrés (Farolfi, com. pers.). Ce n'est que le début d'un bouillonnement général d'idées, extrêmement fécond au début et milieu du XVIII^e siècle et que décrivent Boulaine (1992) et Denis (1999).

Certains considèrent que ce nouveau domaine de connaissance, appelé « agriculture », n'est que la simple application d'une science à laquelle elle appartient totalement : la chimie ou la botanique par exemple. D'autres lient ensemble économie, agriculture et chimie, et en font une discipline globalisante. D'autres encore, au début du XIX^e siècle, considèrent l'agronomie comme un domaine théorique et technique particulier, induit par les pratiques agricoles, à la façon dont l'architecture prend ses origines dans les métiers du bâtiment. Ces débats et les orientations possibles vont peser lourdement sur les choix institutionnels, notamment en matière d'enseignement (Boulaine, *op. cit.*).

Derrière ces débats et ces définitions, on devine aussi plusieurs questions sous-jacentes : Quels sont les problèmes à résoudre ? Qui les choisit (décideurs politiques, scientifiques, ou paysans) ? Où et comment chercher les réponses (dans les lois, les champs, la ferme, les laboratoires, les marchés, etc.) ? Quelles disciplines enseigner aux futurs agronomes ? (Denis, *op. cit.*).

Ces débats anciens restent étonnamment d'actualité et renvoie à la question initiale posée : quelle agronomie, avec quel(s) paradigme(s), pour quel projet de société ? On pense au

développement durable, que l'on abordera plus loin. On pense également au cas de l'Afrique du Sud, dont l'appareil de recherche et de vulgarisation agricole a complètement changé d'objectifs, d'objets, et de valeurs (en un mot, de paradigme), avec l'avènement d'un nouveau projet politique, social et économique, à la fin de l'apartheid (4, 42, 59, 61, 104, 110). On pense aussi à la réforme de la politique agricole commune en Europe et à ses conséquences sur la programmation et les postures de recherche.

Le terme agronome apparaît en France en 1760, pour désigner un nouveau type de personnage, mi «savant», mi praticien, dont le métier est lié à l'agriculture, mais qui n'est pas producteur lui-même. On continue d'ailleurs à parler aussi d'«agriculteurs» (*agriculturist* en anglais) ou d'«œconome» pour désigner ces auteurs qui cherchent à utiliser la science pour améliorer l'agriculture (Denis, *op. cit.*). Le terme agronomie est introduit l'année suivante, en 1761.

Au milieu du XVIII^e siècle et presque jusqu'à la révolution française, H-L. Bertin, d'abord contrôleur général de l'agriculture puis secrétaire d'Etat, va, pendant une vingtaine d'année, conduire des réformes décisives qui vont structurer le mouvement agronomique, né avec le bouillonnement intellectuel des Lumières: réformes agraires, création d'établissement d'enseignement agricole, de «sociétés d'agriculture et d'œconomie», etc. (Landais & Bonnemaire, 1996). Cette impulsion publique entraîne une multiplication d'études et d'expérimentations, dont témoigne la littérature agronomique très importante, notamment dans des revues de vulgarisation (Boulaine, *op. cit.*; Denis, *op. cit.*). La science moderne se définit alors en effet par la primauté de l'observation et de l'expérience. Ce phénomène est général en l'Europe de l'ouest, et aux Etats-Unis dès leur indépendance. Les sociétés d'agriculture des différents pays échangent ouvrages, scientifiques et semences. Le travail au champ ou à la ferme, revendiqué, démarque nettement les activités des agronomes de celles des chimistes ou même des botanistes.

En France, l'école d'Alfort (1765) va s'attacher à traiter les grandes questions de «l'économie rurale», en associant la zootechnie naissante aux démarches agronomiques (Landais & Bonnemaire, *op. cit.*). Certaines chaires de techniques vétérinaires appliquées sont remplacées par des chaires plus ouvertes aux sciences telles que l'économie rustique, la chimie. Puis, l'agronomie s'institutionnalise séparément au début du XIX^e siècle, avec la création de l'école d'agriculture de Grignon en 1824 et la société royale d'agronomie en 1828.

Un ministère de l'Agriculture est créé en 1839 et l'institutionnalisation s'accélère, sous la houlette des pouvoirs publics. En 1843, de Gasparin établit son «cours d'agriculture», et participe à la création de l'Institut Agronomique de Versailles, en 1848, qui est le premier niveau d'un système intégré comprenant aussi écoles régionales et fermes-écoles dans chaque département.

Après l'enseignement, l'Etat organise la recherche, sous la forme, en France (1868) et aux Etats-Unis, de stations expérimentales (stations d'agronomie) vouées aux analyses et aux expériences.

Il faut attendre le milieu du XIX^e siècle et le développement de la physique, la biologie et surtout la chimie puis la génétique, pour que l'agronomie commence à étoffer ses bases scientifiques, d'abord avec la chimie agricole (les travaux de Liebig sur l'alimentation minérale des plantes), la production végétale (de Gasparin), plus tard génétique et sélection variétale, suite aux travaux de Mendel.

Il est important de noter que cette première étape favorise l'étude séparée des facteurs de production (sol et climat), et des plantes. Les résultats d'expérimentation sont fortement cloisonnés, référencés à des milieux (Deffontaines, *op. cit.*). L'agronomie est alors fortement normative et concentrée au niveau de la parcelle et de la plante cultivée. L'agronomie a chronologiquement élargi ses espaces d'investigation.

On notera également que l'agronomie, en tant que domaine scientifique, s'est donc développée, structurée, et institutionnalisée en France par l'enseignement dans des établissements agricoles, pas dans les universités. Contrairement à d'autres pays⁷, la France (comme l'Espagne) choisit des lieux différents, séparés, pour conduire recherche, enseignement et vulgarisation (Denis, *op. cit.* ; Landais & Bonnemaire, *op. cit.*).

L'Institut de la Recherche Agronomique (IRA) ne sera créé qu'en 1924, et voyait son champ d'investigation limité « au sol et aux plantes ». Pas plus que l'enseignement, la recherche agronomique n'existe pas dans les universités, qui n'ont mandat que sur les disciplines scientifiques, telles que physiologie, botanique, biologie, génétique, chimie, etc.

Au sortir de la seconde guerre mondiale, cette logique académique a contribué à isoler et à retarder l'agronomie française. Par ailleurs, les deux guerres et des décennies de protectionnisme et de conservatisme agrarien n'ont autorisé qu'une lente évolution (Servolin, 1989). La loi de 1946 et la création de l'INRA vont s'attacher à rattraper ce retard, et à confirmer et organiser la séparation institutionnelle et fonctionnelle des activités de la recherche, de l'enseignement, puis de vulgarisation en matière d'agronomie (Landais & Bonnemaire, *op. cit.* ; Servolin, *op. cit.*).

Cette organisation va faire merveille durant 30 ans (les fameuses « trente glorieuses ») : c'est la révolution agricole contemporaine, basée sur la grande motorisation, la sélection de plantes à fort potentiel de rendement, l'utilisation d'engrais chimiques, de produits phytosanitaires, d'herbicides (Mazoyer et Roudart, *op. cit.*). L'objectif en est clair et unique : l'augmentation de la production par l'intensification, i.e. l'augmentation de la productivité de la terre et de la main d'œuvre (voir encadré 6, au chapitre 3). L'Etat coordonne l'ensemble et régule les grands marchés (la CEE prendra la suite). Les connaissances scientifiques produites par les chercheurs sont diffusées par l'enseignement supérieur agricole, et valorisées en collaboration avec l'appareil de développement agricole et les filières. La vulgarisation / prescription des modèles techniques normatifs s'effectue essentiellement par l'enseignement technique et l'encadrement agricoles.

La recherche agronomique dans les colonies, puis dans les pays nouvellement indépendants à partir de 1960, s'appuiera sur les mêmes principes et organisations. Plus largement, les instituts de recherche internationaux (CGIAR⁸) fonctionneront également sur un tel système (top-down) jusque dans les années 1980 (Mazoyer & Roudart, *op. cit.*, Jouve, 1995). C'est la révolution verte, variante de la révolution agricole contemporaine, sans la grande motorisation (l'utilisation d'une main d'œuvre nombreuse, peu qualifiée et donc peu coûteuse est encore possible dans ces pays encore très majoritairement ruraux).

⁷ En Angleterre par exemple, l'Université d'Oxford crée une Faculty of Agriculture en 1796.

⁸ Consultative Group for International Agricultural Research ; des instituts comme l'IWMI, l'ICRAF, le CIAT, etc. en font partie.

c) Bilan d'un premier paradigme : des succès économiques et scientifiques

Au plan épistémologique, Denis (*op. cit.*) considère que la première période de l'agronomie s'étend des origines aux années 1960-70. Pour Mazoyer & Roudart (*op. cit.*), c'est la période de la première révolution agricole. Elle correspond à la recherche d'un objectif unique : l'augmentation de la production, et de la productivité de la terre et de la main d'œuvre. Le projet est productiviste, fortement encadré et aidé par les Etats, même dans les sociétés libérales. Même si Malthus dans son «*Essai sur le principe de population*» s'inquiète en 1798 «*de la soutenabilité de l'environnement au regard du renouvellement des espèces*» et de l'extraction des ressources (cité par Camerini, 2003), ce point de vue reste très marginal, et en aucun cas ne va orienter les recherches conduites ou les projets de société durant cette période.

Denis (*op. cit.*) précise que les objectifs de la recherche agronomique aux XVIII^e et XIX^e siècles sont surtout de limiter les risques, éviter les accidents de type phytosanitaire, obtenir des rendements plus constants, et coloniser des terrains jusqu'alors considérés impropres à l'agriculture. Avec les progrès des connaissances dans les domaines phytosanitaires, de la sélection variétale, de l'alimentation minérale des plantes, des sols et de la bioclimatologie, entre autres, l'agriculture du XX^e siècle peut envisager une augmentation régulière des rendements et de la qualité des produits. Les tendances consommatrices des sociétés occidentales se confirment à partir des années 1950 et renforcent le paradigme productiviste.

Ces objectifs, conférés à l'agriculture, sa recherche et son industrie, sont ceux des sociétés civiles qui se succèdent durant cette longue période, et sont reconduits plus ou moins tacitement. Ils s'accompagnent de méthodes, valeurs et principes (formant un paradigme) d'abord très empreints de scientisme (selon l'esprit des XVIII^e et XIX^e siècles), puis teintés de déterminisme et positivisme : la recherche va expérimenter et identifier des solutions techniques, de façon sectorielle, qui seront enseignés dans les centres d'enseignement agricole, et qui seront diffusés par les services de vulgarisation. On observe (des effets), on recherche et expérimente (des causes, des facteurs, des déterminants), on valide et généralise, et on diffuse.

La recherche se fait essentiellement en laboratoire et en station, parfois de façon pluri-annuelle et multi-locale selon des variantes pédo-climatiques (par les centres de recherche et les instituts techniques). La diffusion se fait au travers de démonstrations, formations, diffusion d'information selon différentes modalités. Les producteurs sont considérés par ce système comme les bénéficiaires finaux du processus de production de connaissance et de références techniques.

Dans la mesure où l'agronomie, et surtout les disciplines qu'elle mobilise (notamment l'écophysiologie) enregistre des résultats spectaculaires et positifs durant toute cette période, l'évaluation qui en est faite est très favorable et ne remet pas en cause ce modèle, ses objectifs, ni le paradigme productiviste.

Au plan scientifique, l'écophysiologie débouche ainsi sur des modèles d'élaboration du rendement pour un nombre toujours croissant de plantes cultivés (voir ci après), et qui promettent un contrôle toujours plus fin de la production à l'échelle de la parcelle, et l'optimisation du potentiel photosynthétique. Les connaissances approfondies des facteurs du milieu physique (sol et climat) alimentent ces modèles. Les apports de la biochimie et de la biologie moléculaire, puis des biotechnologies, notamment appliquées au génome, font également progresser le potentiel de production, la réduction des risques. La plante d'une part, le champ cultivé, la parcelle d'autre part, constituent donc les échelles d'observation, d'expérimentation et de mesure privilégiées.

Il faut souligner que l'agronomie, par sa nature finalisée, et intégrée, a contribué à faire progresser les connaissances dans beaucoup de disciplines scientifiques : génétique, physiopathologie végétale et animale, physiologie végétale, anatomie et biologie des micro-organismes symbiotiques, pédologie, microclimatologie, plus récemment, les biotechnologies, la biologie moléculaire et cellulaire, le génie génétique, etc. (Denis, *op. cit.*).

A la fin de ce cycle, et, en France, par le qualificatif « trente glorieuses⁹ », la société civile elle-même salue les succès économiques et techniques de l'agronomie, et de tout le système recherche – enseignement - vulgarisation. Selon les mêmes principes, on s'apprête à engager le monde en développement sur la voie de la révolution agricole contemporaine, via la révolution verte.

On note toutefois un secteur très enclavé : l'enseignement de l'agronomie. Recherche et enseignement sont pris dans une spirale encyclopédique (Landais & Bonnemaire, *op. cit.*). Alors que les écoles d'ingénieur techniques et managériales tentent de mieux « coller » au marché du travail, font une place à l'économie, se rapprochent des filières de production et de transformation, et du secteur industriel et coopératif, cette tendance « ingénierie » n'existe quasiment pas dans les écoles d'agronomie. Par ailleurs, elles ne forment pas de chercheurs en agronomie à proprement parler puisque la discipline n'a aucune existence dans les universités. Quelques DEA se mettent en place, la possibilité de délivrer des doctorats est accordée aux écoles nationales supérieures d'agronomie, en partenariat avec des universités, mais les formations académiquement reconnues (DEA et doctorats) s'inscrivent dans les espaces définis par les disciplines biologiques et les sciences de la nature.

2.1.3. Les sociétés évoluent. L'émergence de nouveaux projets

La seconde période de l'agronomie, qui débute dans les années 1960-70, correspond à l'émergence de questions sur le modèle dominant. C'est le début de la seconde révolution agricole (Mazoyer & Roudart, 1997). On peut dire que le paradigme productiviste adopté par la recherche agronomique apparaît de moins en moins adapté, d'abord parce qu'à côté de succès indéniables, il enregistre également des échecs, mais également parce que les sociétés dans lesquelles ce modèle est appliqué changent, ainsi que leurs besoins, leurs aspirations et, finalement, leurs valeurs et leurs projets. L'émergence de nouveaux paradigmes va profondément modifier les sociétés, le monde de la recherche, et l'agronomie.

L'occurrence de surproductions dans les pays du Nord ne peut pas être attribué directement à la posture générale de recherche agronomique, mais n'en questionne pas moins les ambitions (Mazoyer & Roudart, *op. cit.*). A partir des années 1980, l'augmentation de la productivité agricole n'est généralement plus un objectif prioritaire. On se tourne vers les industries de transformation, et plus généralement vers un pilotage par l'aval de la production agricole : la grande distribution devient le canal quasi exclusif de l'écoulement des produits, et dicte ses exigences en terme de qualité, de diversité, et de quantité.

Ce pilotage par l'aval déplace les préoccupations des opérateurs et donc les questions de recherche. Les problématiques liées à la production s'accompagnent désormais de

⁹ Que l'on peut donc situer entre la fin de la seconde guerre mondiale, et les années 1970, Mazoyer & Roudart (1997) parlent d'ailleurs plutôt des « 25 glorieuses ».

problématiques liées à la gestion de la production, puis à la gestion des produits, en intégrant les filières jusqu'à la distribution, voire la consommation, sur des questions logistiques, institutionnelles, économiques et socio-économiques.

Les consommateurs s'expriment, et leurs préférences changent. Cela ne concerne pas seulement les produits agricoles et leur qualité, mais également la façon dont ils sont produits. Des inquiétudes et une conscience collective émergent autour de questions sanitaires, environnementales¹⁰ et sociales (la question du commerce équitable, des conditions sociales de production dans les pays du Sud¹¹).

Les succès de l'agriculture dans les pays développés sont ceux d'un seul type d'agriculture, celle qui a pu atteindre des niveaux de production très hauts, par l'augmentation de productivité des facteurs terre et travail, l'accumulation de capital (et l'endettement), la spécialisation (et l'augmentation des risques), l'utilisation massive d'intrants chimiques (à leur seuil de rentabilité économique, mais souvent au-delà de leur seuil de nuisance environnementale). Cette agriculture nourrit largement les populations et contribue à la puissance économique des pays, mais un tri drastique s'est opéré, et l'agriculture ne concerne plus qu'une très faible proportion de la population active.

Contrairement aux espérances de la fin du XIX^e siècle, les progrès de l'agriculture n'ont pas enrayer l'exode rural. En fait, le secteur agricole a bien joué son rôle historique de facteur de passage vers des sociétés développées, mais surtout industrielles et urbanisées (De Rosnay, 1975). A côté de la désertification des campagnes, une des conséquences de cette sélection est l'accroissement des inégalités régionales à l'échelle des pays. A l'heure des politiques de décentralisation dans toute l'Europe, la question du développement rural se pose (Van der Ploeg *et al.*, 2002).

En France, dès 1966, le décret qui confie la responsabilité du développement agricole à la profession (établissement des Chambres d'Agriculture, des SUAD) constitue un changement drastique et durable des relations entre les producteurs et la recherche. Ceux-ci formulent progressivement de nouvelles demandes d'aide méthodologique et technique, qui vont susciter à leur tour une démarche de recherche agronomique plus directement concernée par le processus de développement (Landais & Deffontaines, 1988).

Parallèlement, dans les pays du Sud, se développe une forte remise en cause du modèle de développement fondé sur la recherche et la vulgarisation agricoles importé du Nord. L'écart de développement se creuse toujours plus entre pays développés et pays du Sud. La révolution verte n'a pas eu lieu, en tout cas pas avec l'ampleur et l'extension espérées. (Mettrick, 1993 ; Mazoyer & Roudart, *op. cit.*).

On commence à réaliser que malgré une production globale de nourriture théoriquement suffisante pour chaque habitant de la planète, famines et effets de la malnutrition restent courantes dans beaucoup de pays du Sud. A partir des années 1970-80, la révolution des moyens de communication et d'information permet l'affichage quotidien, partout, des images des inégalités alimentaires et de niveau de vie. Les désastres naturels, les conflits sont des causes importantes de pauvreté et de famine, et s'étalent sur les écrans de télévision du Nord. La fin du siècle est également marquée par les premières grandes catastrophes industrielles,

¹⁰ *Inquiétudes et points de vue pas toujours fondés ou rationnels, faute d'information et de documentation de la part des scientifiques, longtemps incapables de communiquer avec les sociétés dans lesquelles ils vivent et pour lesquelles ils travaillent (cas de l'encéphalopathie spongiforme bovine, des OGMs, des risques sanitaires humains et végétaux, des pollutions par les excédents de pesticides et de fertilisants)*

¹¹ *La question du travail des enfants, de la répartition équitable de la valeur ajoutée cumulée, notamment.*

également médiatisées (les effets des pollutions au mercure, Bhopal, Seveso, puis Tchernobyl, entre autres). Tout cela contribue sans aucun doute à l'évolution de paradigme des sociétés occidentales¹².

Au coté de ces éléments sociaux et économiques, émergent des préoccupations liées à l'environnement. C'est au début des années 1970 que des changements vont s'opérer tant dans la prise de conscience que dans les débats relatifs aux questions d'environnement. En 1972, le rapport Meadows («*The limits to growth* »¹³, publié par le Club de Rome) fait sensation en introduisant un raisonnement basé sur le couplage développement/ environnement, en soulignant que l'avenir de la planète et de l'espèce humaine est menacé par le maintien du rythme de croissance économique et démographique, en suggérant la croissance zéro. Des prévisions cauchemardesques décrivent une planète non habitable dans le futur, en raison des pollutions générées par l'expansion industrielle au Nord, auxquelles s'ajoutent les pronostics d'explosion démographique au Sud (Aknin *et al.*, 2002 ; Camerini, *op. cit.*).

Toujours en 1972, la conférence des Nations Unis sur l'environnement humain, à Stockholm, est un événement car elle réunit pour la première fois 113 pays, en un forum réunissant pays développés, pays en développement, pays communistes. Même si les retombées immédiates en seront très faibles, et que la crise pétrolière des années 1970 va éclipser pour une décennie ces soucis émergents (Aknin *et al.*, *op. cit.*), la prise de conscience planétaire prend racine, et se cessera de s'accroître.

Même si l'industrie et le mode de développement des pays du Nord sont les premiers suspects qui suscitent ces prises de conscience, l'agriculture et ses propres modèles commencent également à être remis en cause.

On le voit, les décennies 1960 à 80 sont riches en changements de paradigme, en prises de conscience sur les sujets de l'équité, des modèles de développement, de l'environnement, du sens même donné à la production et à l'activité agricole. L'ensemble de ces éléments, et pas seulement l'émergence de réflexion sur la relation environnement / développement, constitue sans aucun doute le ferment qui aboutira à la formulation explicite du concept-projet de développement durable, que j'aborderais spécifiquement au chapitre suivant.

2.1.4. La science évolue. L'émergence de nouveaux paradigmes

a) Paradigmes successifs

Une longue suite de paradigmes ponctue l'histoire des sciences. «*Loin d'avancer selon un mouvement rectiligne, elle emprunte des méandres. Les impasses, les retours en arrière, les renversements de situation, les bouleversements sont constitutifs d'une science qui se fait* » (Jarrosson, 1992). Malgré ce parcours mouvementé, on peut identifier différents paradigmes successifs :

¹² En 1985, les écoliers français se mobilisent pour recueillir féculents et céréales pour l'Ethiopie... en 2000, les parents de ces mêmes enfants exigent, au nom du principe de précaution, l'exclusion de la viande de bœuf des menus des cantines où ils mangent... voir aussi note 9.

¹³ « Halte à la croissance ! » pour sa traduction française

- la science grecque, et la promotion de la dialectique, de la démonstration, et de la logique déductive, l'idée de révélation par l'expérience,
- puis la science du moyen âge et au XVII^e siècle, où s'installe la quantification, la mesure dans l'expérimentation, la mise en équation de la nature, où progressent les mathématiques et la laïcisation de la science,
- le Siècle des Lumières, et le morcellement de la science en disciplines, et l'avènement des épistémologies mécaniste, scientiste, puis positiviste.

Ces étapes vont apporter les paradigmes les plus marquants, dont les influences sont encore perceptibles ça et là, dans les pratiques actuelles des scientifiques, et donc des agronomes.

La fin du XX^e siècle est marquée par un rejet du projet mécaniste. La physique quantique, la thermodynamique, la chimie du XX^e siècle ont montré les limites de ce paradigme. Au plan philosophique, il est désormais accepté que la science n'offrirait sans doute pas à l'humanité une explication complète du monde. Mieux, il est également accepté que la démarche scientifique puisse se passer d'un tel objectif. On redécouvre que le qualitatif est aussi porteur de sens.

Il faut toutefois souligner que ce virage ne va pas de soit, qu'une grande partie du monde scientifique a résisté et résiste encore. Débats, voire conflits, opposent chercheurs et équipes, et on observe une grande diversité de postures et de pratiques dans le monde scientifique, et notamment en agronomie. Il est vrai aussi que selon les objets étudiés (objets ou projets, états ou processus), le choix de paradigme à adopter n'apparaît pas toujours évident pour les acteurs. Dans ce cas, comme Kuhn (1962) le souligne, le paradigme ancien et dominant prévaut. J'ose résumer l'état des «forces en présence » à partir du début du XX^e siècle de la façon suivante :

- Issu d'une longue lignée de scientifiques et philosophes, de Descartes à A. Comte, le paradigme positiviste pose que le problème à élucider est donné *a priori*, par les faits et les observations qui en sont faites, et que sa compréhension nécessite une démarche analytique, visant à déterminer la structure de l'objet à étudier, à identifier les éléments, à rechercher les relations causales. La neutralité de l'observateur est donnée. Le positivisme a favorisé l'avènement des disciplines scientifiques séparées, et pose implicitement la question de la scientificité des sciences humaines, peu propices à l'administration des principes de causalité, d'évidence, de quantification. Il s'agit typiquement d'une épistémologie à deux options : le vrai ou le faux.
- Le paradigme constructiviste, qui émerge tout au long du XX^e siècle, pose que le problème lui-même n'est pas donné. Il se construit. Sa compréhension passe par une perspective d'ensemble, par une projection sur les finalités et les résultats possibles d'actions (y compris de l'observateur lui-même) ou de décisions. Ce paradigme appelle l'interdisciplinarité, et l'étude de processus, de projets, plutôt que d'objets¹⁴. Il s'agit d'une épistémologie aux multiples options : le vrai, le faux, le possible, le souhaitable, le souhaité. Les résultats ne sont pas appréciables selon les critères

¹⁴ Les anglophones parlent plus volontiers de « first order science » et de « second order science », non pas pour positionner hiérarchiquement ces deux paradigmes, mais pour les distinguer, pour signaler l'émergence chronologiquement plus récente du second, et pour souligner les caractères constructiviste de leur épistémologie, et systémique de leur démarche (Funtowicz & Ravetz, 1990). A mon sens, cette terminologie pourrait fort bien provenir de la cybernétique, qualifiée de «premier ordre » lorsqu'elle traite de systèmes fermés, auto-régulés, et de «second ordre » lorsqu'elle traite de systèmes sujets à des modifications internes, dits auto-organiseurs (cf. l'entrée Sciences des Systèmes de l'Encyclopedia Universalis, par J.L. Le Moigne).

classiques de l'administration de la preuve. En d'autres termes, le fait qu'une conjecture sur un déroulement futur (scénario) ne se réalise pas ne signifie pas que cette conjecture soit fautive ou dénuée de pertinence.

Ces débats à caractère philosophiques ont commencé avec le XX^e siècle, et les acteurs principaux en auront d'abord été des philosophes, des mathématiciens et des physiciens (Jarrosson, *op. cit.* ; Lecourt, 1999). De façon concrète, ces changements vont faire émerger de nouvelles approches qui vont diffuser dans la plupart des disciplines scientifiques. Ma propre carrière est marquée par le passage lent et progressif, incertain parfois, d'un paradigme à l'autre. Je reviendrai assez longuement sur les implications méthodologiques des paradigmes émergents dans le chapitre 3.5, notamment en terme de validation des connaissances.

b) La ré-émergence de la systémique

A mon sens, l'établissement de la systémique, comme science des systèmes, discipline à part entière, dans les années 1960-70 constitue un apport majeur, dont les implications et retombées s'étendent bien au delà de cette discipline, dans d'autres disciplines (y compris l'agronomie comme nous le verrons juste après), et dans les postures générales des scientifiques. Comme le montre bien Le Moigne (1999), il y a relation directe entre systémique et modélisation, prise en compte de la complexité, interdisciplinarité. Et comme nous le verrons au chapitre 3.5, il y a un parallèle frappant et une communauté de fondements épistémologiques entre systémique et recherche-action.

Même si le concept de système, étonnamment universel¹⁵, émerge du bouillonnement des Lumières, c'est bien dans ce mouvement de renouveau des sciences à la seconde partie du XX^e siècle qu'il va s'épanouir, écartant au passage certains paradigmes dominants qui l'avaient estompé pendant deux siècles.

Le Moigne (1999) décrit cette ré-émergence, citant les neurobiologistes, mathématiciens et cybernéticiens des années 1950, qui vont privilégier la modélisation de *systèmes pilotés*. H.A. Simon (de 1947 à 1993), J. Piaget (1967), et von Bertalanffy (de 1950 à 1968, et la publication de sa fameuse «*General Systems Theory*»), parmi d'autres, s'intéressent plutôt à la modélisation des *systèmes organisés*.

Pour Le Moigne (*op. cit.*), les deux paradigmes fondateurs de la science des systèmes sont la cybernétique et le structuralisme, tel que pensé par J. Piaget (1967), puis développé en constructivisme par E. Morin (1980).

H.A. Simon (à partir de 1947) va travailler à remettre en cause l'*Homo œconomicus*, modèle classique de l'économie, complètement informé, infiniment sensible aux variations de son environnement, et qui prend des décisions rationnelles, à la recherche d'un optimum, le *one best way*. L'idée de *rationalité limitée* fera flores, notamment en économie, en sciences de gestion, et en agronomie (Sébillotte, 1994). Elle accepte le principe que tout agent économique et social, individuel ou collectif, évolue dans l'incertain, n'a pas accès à toute l'information nécessaire pour prendre des décisions, et subit l'influence de facteurs d'environnements (régulations sociales, institutions, externalités) et de mécanismes internes (psychologie, interactions et dynamiques internes dans le cas de groupe) qui limitent encore cette rationalité. Nous y reviendrons au chapitre 3.4.

¹⁵ Son origine grecque (*Systema* : agencement ou assemblage) lui vaudra de passer pratiquement sous la même forme dans toutes les langues européennes.

Tous vont poser les bases d'une science des systèmes, que E. Morin (1980, 1982), puis Le Moigne (1990), notamment, vont contribuer à faire mûrir dans les années 1980-90 en y associant les concepts de complexité et d'organisation, les dimensions téléonomique et heuristique, et le paradigme constructiviste. Dès 1975, J. De Rosnay vulgarise et diffuse largement ces concepts et les paradigmes qu'ils portent.

Nous reviendrons sur ces éléments et paradigmes au chapitre 3.5 consacré à la recherche-action, car ils fondent à mon sens une grande partie des possibilités d'action et de recherche de l'agronomie, dans un objectif de développement durable. Liu (1994) et Selener (1997) décrivent l'émergence de la recherche-action au cours du XX^e siècle, d'abord en psychologie expérimentale, dans les sciences de l'éducation, puis dans les secteurs productifs et le développement. Ce domaine, plus démarche que science, s'inscrit complètement en ligne avec les principes et paradigmes évoqués ici.

Encadré 2. Les systèmes complexes, leur modélisation

Un système est un ensemble d'éléments en interaction. A cette définition simple, qui peut s'appliquer à un très grand nombre d'objets naturels ou manufacturé (les systémiciens estiment que tout objet du monde réel est assimilable à un système ; von Bertalanfy (1968) clamait : *Systems everywhere* !), Le Moigne (1984) définit 3 types, se fondant sur une complexification croissante: le type machine, systèmes informés et régulés ; le type organisme vivant, systèmes décisionnels avec mémoire et capacité de coordination ; le type humain, systèmes incluant les caractéristiques précédentes, plus celles d'apprentissage, d'imagination, d'auto-finalisation, d'intentionnalité.

Il est intéressant de souligner l'attribut de finalité. C'est la dimension téléonomique de certains organismes, de projets et d'organisations humaines, dimension qui introduit celle de complexité. Il existe des processus, des objets dits complexes (des systèmes dits ouverts, tels que les sociétés, la connaissance, les organisations, etc.) que nulle expérience, observation ou analyse n'arrive à expliquer, à circonscrire ou à prédire complètement, fût-ce en probabilité. « *Un système complexe est, par définition, un système que l'on tient pour irréductible à un modèle fini, aussi compliqué, stochastique, sophistiqué que soit ce modèle, quelle que soit sa taille, le nombre de ces composants, l'intensité de ses interactions* » (Le Moigne, 1990). La notion de complexité n'a donc rien à voir avec celle de complication, mais plutôt avec celles d'imprévisibilité potentielle, d'émergence et de changement possible de sens, d'organisation, de finalité, de comportements nouveaux. Elle appelle donc la stratégie, comme l'affirme E. Morin (1990). Le temps est important. Il n'y a pas un déterminisme latent, une intelligence telle qu'elle pourra, à force d'efforts, d'observation ou de calculs, prédire l'avenir de ce processus ou de cette organisation, qui serait immuable, intemporel. La complexité est donc une propriété délibérément attribuée à un phénomène ou à un objet. Loin d'être un constat d'échec pour le scientifique (on ne pourra jamais réduire cet objet à un modèle explicatif complet déterministe, mécaniste), cette propriété attribuée ouvre des perspectives vers l'intelligibilité de ces objets par la modélisation, accompagnant leur évolution, et non pas seulement cherchant à les décrypter. Dans ce cadre, il ne s'agit pas de simplifier pour découvrir l'intelligibilité (modélisation analytique, par une démarche cartésienne, relevant de l'épistémologie positiviste), mais de modéliser pour construire l'intelligibilité (modélisation systémique, relevant de l'épistémologie constructiviste). On privilégie le futur du projet ou de l'organisation, ses finalités (dimension téléonomique), et non pas les causalités. La modélisation n'est pas une fin en soit, un produit, mais plutôt un projet de connaissance, d'apprentissage, de recherche de réponses ou de re-formulation de questions (dimension heuristique), et finalement, un outil de stratégie.

En terme d'application, on pense aux organisations humaines, et à l'intérêt d'une telle démarche dans des systèmes organisés, pilotés (coopérative ou système de culture par exemple) comme systèmes complexes. La modélisation de tels systèmes est elle-même un projet complexe, c'est-à-dire potentiellement changeant, interdisciplinaire et interactif, par lequel les acteurs impliqués (y compris l'équipe de recherche interdisciplinaire) vont raisonner, comprendre, apprendre, décider.

Enfin, ces modèles peuvent prendre des formes extrêmement variées, parfois fort éloignées de la seule formulation d'algorithmes : dès lors que l'on vise à *la construction intentionnelle de représentations* susceptibles de rendre intelligible un phénomène perçu comme complexe, *d'amplifier le raisonnement de l'acteur* (Le Moigne, 1990), de *favoriser l'exercice de ses capacités cognitives* (Avenier, 1997), on fait acte de modélisation.

L'encadré 2 est une tentative de clarification et d'illustration simple (une gageure au milieu de la complexité !) de ces concepts, principes et paradigmes, notamment en relation avec la modélisation comme méthodologie.

Nombres de disciplines et domaines de recherche vont bénéficier de tous ces apports et fonder, au moins en partie, leurs pratiques sur le paradigme constructiviste et la modélisation systémique : sciences de gestion et logistique, sciences de la décision, sciences de l'éducation et cognition, neurosciences, biologie, écologie, éthologie, sociologie, sciences politiques, informatique et intelligence artificielle, agronomie, parmi d'autres. De nouvelles sciences vont même se structurer à partir de cette épistémologie (e.g. la prospective).

En 1979, Passet redéfinit le développement, à contre-pied du paradigme déterministe, comme « *une croissance complexifiante multidimensionnelle* » : complexifiante car accompagnée d'un double mouvement de diversification et d'intégration permettant au système de croître en se réorganisant, sans perdre sa cohérence ; multidimensionnelle dans la mesure où par delà l'économique strict, la qualité des relations établies entre les hommes et avec leur environnement est prise en compte. C'est une définition éminemment constructiviste, qui annonce la problématique de développement durable.

En 1997, Bawden milite pour une approche systémique de la recherche sur la gestion des ressources naturelles. Il entreprend une typologie des paradigmes (points de vues) en œuvre, en positionnant sur deux axes d'une part les visions réductionniste et holistique qui s'opposent, d'autre part les épistémologies positiviste et constructiviste, elles aussi opposées (figure 1).

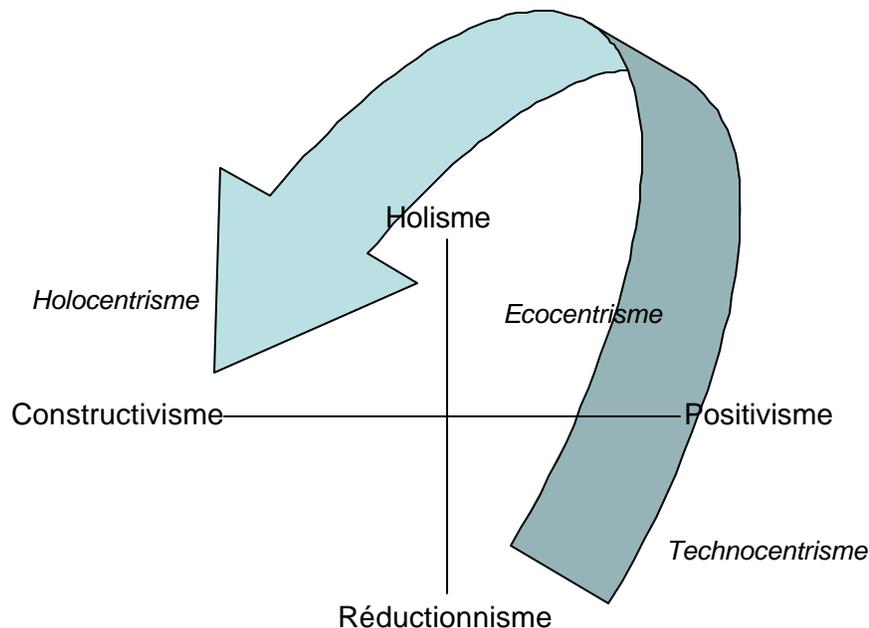


Figure 1. *Les différents points de vue sur la gestion des ressources naturelles renouvelables (d'après Bawden, 1997)*

Le premier cadre allie réductionnisme et positivisme. Comme nous l'avons évoqué, ce paradigme technocentré promeut la technique comme voie de mise en valeur de la nature, sa domestication. Il se caractérise par la notion de productivité. C'est le paradigme qui a dominé la pensée agronomique depuis son origine, et qui favorise la production de références et de connaissances dites objectives, l'expérimentation comme unique méthode scientifique, la normalisation, l'analyse par discipline, la séparation et la hiérarchie dans les responsabilités, et la prescription descendante comme mode de transmission des connaissances.

Le second cadre relève de l'écologie scientifique. L'objectif principal n'est plus la productivité, mais plutôt la gestion des processus biologiques qui sont au service d'activités productives et dont il faut préserver l'intégrité. La notion d'écosystème émerge directement de ce paradigme, comme concept théorique dont la dimension spatiale reste toutefois imprécise. Les notions d'équilibre, d'interaction, de dynamique (de population par exemple) sont aussi attachées à ce cadre. Ce n'est plus l'objectivité des faits qui compte mais plutôt la cohérence et la pertinence des interactions observées et représentées.

Le troisième cadre, holistique, relève du constructivisme et souligne la dimension téléonomique : on s'intéresse aux projets et aux interactions sociales, aux objectifs. On ne prend plus seulement en compte les cycles et processus de la nature, mais aussi les projets des hommes qui impliquent la nature, leurs intentions, leurs pratiques. En d'autres termes, les systèmes de connaissance et d'action deviennent aussi importants que les systèmes naturels. L'émergence, notamment de connaissance, l'action collective, la médiation, la représentation, la modélisation de systèmes complexes, dans une diversité de points de vue et de solutions possibles, sont les composantes clés de ce paradigme, parmi d'autres.

Cette typologie est extrêmement pertinente et utile, comme support à notre réflexion, nous la ré-utiliserons par la suite pour traiter des définitions possibles du développement durable et de l'agriculture durable.

Ce panorama rapide souligne bien que les évolutions sociétales en terme de préoccupations et de paradigmes à la fin du XX^e siècle sont concomitantes à des évolutions des sciences elles-mêmes. On peut même faire l'hypothèse d'une co-évolution, l'une nourrissant l'autre. Comme le dit Jarrosson (*op. cit.*) pour caractériser la situation des sciences à la fin du XX^e siècle : « *La science rassemble une somme de connaissances, de théories, de potentialités de développement inouïe au regard de ce qu'était son ambition jadis. Elle permet de faire beaucoup de choses, mais n'éclaire plus les hommes sur certaines questions majeures qui les préoccupent et qui résistent à toute tentative de solution technique. Plus que jamais, l'Homo technicus est plongé dans l'incertitude et la perplexité. Perplexité de voir qu'il peut des choses prodigieuses et maîtrise toujours si mal son destin.* ».

La prise en compte de la complexité, comme « concept nomade », se jouant du cloisonnement positiviste des sciences (Stengers, 1987), marque définitivement le nouveau paysage épistémologique à la fin du XX^e, avec l'espoir de dépasser perplexité et incertitude, pour une construction de l'avenir. Prigogine & Stengers (1986) parlent d'une *métamorphose de la science*, pour caractériser ces changements qui se caractérisent par une description de l'homme *dans* le monde qu'il décrit.

2.1.5. L'agronomie évoluée : échelles, organisations, concepts

Les questions majeures qu'évoque Jarrosson (*op. cit.*) sont celles évoquées au chapitre sur l'évolution des sociétés. La persistance des famines et de la malnutrition sont imputables à

plusieurs facteurs : conflits armés, systèmes de distribution défailants, inégale répartition des moyens de production et donc différentiels de productivité (Mazoyer et Roudart, *op. cit.*). D'autres problèmes, certes moins immédiatement dramatiques, ne contribuent pas moins à questionner les fondements et les pratiques de la recherche agronomique : l'environnement menacé, l'équité bafouée, les zones rurales délaissées, les filières du Nord en excédent de production mais en crise de qualité et d'institutions, la production stagnante, voire en décroissance au Sud, etc. Dans ce contexte, les solutions techniques ne sont pas suffisantes, voire sont inutiles.

En même temps, les «révolutions scientifiques» (au sens de Kuhn) en cours et l'émergence de nouveaux paradigmes et approches (décrite plus haut) vont diffuser dans le domaine agronomique et révolutionner ce domaine scientifique.

a) Une explosion du domaine de l'agronomie

Tout d'abord, les objets de recherche vont évoluer, se diversifier, loin du seul champ d'investigation limité «au sol et aux plantes» qui avait été confié à la recherche agronomique avant la seconde guerre mondiale. Au plan des «nouvelles frontières» que se donne l'agronomie à la fin du XX^e siècle, on doit souligner plusieurs voies nettement différentes, qui contribuent à «écarteler» le champ disciplinaire.

Une première voie est celle de la maîtrise de la matière vivante, aux niveaux cellulaire et moléculaire, puis par la manipulation du génome. Cette voie sort rapidement du champ de l'agronomie classique, même si elle se développe aussi au sein des organismes de recherche agronomique, au côté des universités. On ne peut plus considérer ceux qui l'adoptent comme des agronomes *sensu stricto*¹⁶.

L'écophysiologie et le concept d'élaboration du rendement

A partir des années 1970, l'écophysiologie des plantes cultivées, couplée à la bioclimatologie et la science du sol, atteint un niveau de connaissance du processus d'élaboration du rendement qui permet d'envisager d'atteindre le potentiel photosynthétique et un contrôle des rendements d'un nombre croissant de plantes cultivées¹⁷. Les recherches engagées, et qui se poursuivent encore aujourd'hui, restent pour la plupart à caractère analytique classique, même si les moyens nouveaux en informatique permettent des modélisations mécanistes très poussées. Le changement épistémologique qui intervient est le rejet de toute relation linéaire entre technique appliquée et résultat obtenu (rendement). La technique n'est plus une recette isolée, le champ cultivé n'est plus considéré comme une boîte noire, mais comme un système matériel dont il s'agit d'explicitier le fonctionnement dans le temps (Sebillotte, 1974). On voit poindre les signes d'une appropriation de nouvelles références, avec l'apparition de termes tels que système racinaire, système sol-plante, ou plante-milieu, écosystème cultivé, etc. La modélisation est une voie importante, un peu négligée initialement par les organisations françaises (Siband, 1992). En intégrant l'effet des techniques culturales à ces processus d'élaboration du rendement (la modification des conditions pédoclimatiques ou physiologiques de production par des facteurs d'origine anthropiques), on touche au trio plante-milieu-technique, cher à R. Gras (Gras *et al.*, 1991). C'est la voie choisie par de

¹⁶ Certains sélectionneurs « classiques », agronomes d'avant cette révolution biotechnologique, se sont recyclés dans cette voie, mais pas tous. On notera que la sélection variétale classique a plutôt déserté le domaine de la recherche publique, pour se limiter à la recherche privée semencière, et à certains instituts techniques.

¹⁷ En 1976, la revue *Advances in Agronomics* ponctue ces succès d'un numéro spécial, n°28.

nombreux agronomes (agro-écophysiolologistes, agro-bioclimatologistes, et agro-pédologues). Elle a constitué le support de ma thèse de doctorat, puis de nombreux travaux et publications (5, 11, 19, 43, 63, 84, notamment). L'introduction du facteur humain, dans une certaine mesure, ne change pas grand-chose à la posture générale : même si on intègre un niveau d'organisation supplémentaire, avec le champ cultivé, la technique appliquée n'est qu'un autre facteur explicatif. Un champ de recherche complémentaire, associé à cette « voie » milieu-plante-technique, est l'étude des états du milieu au sein des écosystèmes cultivés (7, 8, 17, notamment)

La prise en compte du fonctionnement globale de l'exploitation

En réponse aux limites rencontrées dans l'adoption de solutions techniques par les agriculteurs, notamment au Sud, au vu de la grande diversité de résultats et des performances de producteurs exposés à un même ensemble de conditions pédoclimatiques et économiques, et avec l'émergence de problèmes d'organisation et de gestion dans le monde agricole, d'inéquité et de diversité dans le monde rural, de nouveaux terrains d'investigation se développent. L'exploitation agricole dans son ensemble devient un objet d'étude pour les agronomes. On cherchera d'abord à en représenter le fonctionnement, par une approche dite globale (Benoit *et al.*, 1988). On cherche à représenter la diversité des exploitations agricoles à l'échelle de petites régions, à émettre un diagnostic fonctionnel sur leurs performances (Sébillotte, 1979 ; Capillon, 1993). J'ai conduit de nombreux travaux sur les approches typologiques, notamment avec des étudiants (1, 12, 75, 80, 107) (cf. chapitre 3.3).

La prise en compte des pratiques des producteurs

Parallèlement, on s'intéresse aux pratiques des agriculteurs et des organisations (Milleville, 1987 ; Landais & Deffontaines, 1989), et sur les décisions qui sous-tendent ces pratiques (Papy, 1996). Milleville (*op. cit.*) souligne que « *le niveau où se pose un problème n'est pas toujours celui où ce problème pourra être résolu* ». Une telle formulation traduit déjà le caractère constructiviste (quel problème ?) et « interventionniste » (où et comment le résoudre ?) d'approches adoptées par certaines équipes. Cette voie de l'agronomie emprunte aux sciences de gestion, aux sciences de décision et de la cognition, aux pratiques de la recherche industrielle en matière d'organisation, de logistique, de recherche-intervention (Moison, 1997), aux sciences de l'éducation et aux sciences sociales, en matière de recherche-action (Selener, 1997). Mes travaux les plus récents s'inscrivent dans cette lignée (2, 3, 6, 13, 24, 29, 38, 39, 72) (cf. chapitre 3.4).

La tentation du développement local

En réponse aux limites du développement agricole et rural, l'agronomie investit d'autres niveaux d'organisation. La maîtrise des processus de développement, la gestion de l'espace rural, des ressources naturelles, les nouveaux rôles de l'agriculture dans les sociétés d'aujourd'hui (multifonctionnalité) constituent de nouveaux enjeux. S'associant aux sciences humaines (géographie, économie, sciences sociales), l'agronome étend son domaine d'investigation à la région rurale, au terroir, et contribue au diagnostic (Bedu *et al.*, 1987 ; Guéringer *et al.*, 1993), à l'élaboration des politiques de développement, notamment par la modélisation (Deffontaines *et al.*, 1994). J'ai fait quelques incursions dans ce domaine, avec quelques travaux d'expertise et d'enseignement, en zonage (73, 106) et en analyse régionale, institutionnelle et technique (14, 56, 58, 59).

Voilà donc le panorama que l'on peut dresser aujourd'hui. Il pourra paraître subjectif, et non exhaustif, mais il me semble qu'il souligne l'explosion du domaine de l'agronomie en

« modules ». On pense ici aux « programmes de recherche » de Lakatos (1978), c'est à dire à une série de thématiques scientifiques proches car articulés entre eux, relevant d'une même méta-discipline (l'agronomie *sensu lato*) et visant un objectif général identique, mais différentes car accompagnées chacune de leur propre corpus méthodologique, de bases conceptuelles particulières et d'objectifs précis. En tout état de cause, on est bien loin du domaine unique, limité *aux sols et aux plantes* de l'IRA jusqu'en 1946 en France.

Il me semble que dans les 3 dernières «voies» nouvelles, ci-dessus listées, montre deux innovations importantes : l'introduction de l'«acteur», et celle de la pratique. La technique n'est plus considérée seulement comme une «variable explicative» des états du milieu, mais comme une «variable à expliquer». Elle devient pratique dès lors qu'un acteur (le producteur) l'applique à dessein, dans un système piloté et un réseau de contraintes. Les changements ne consistent pas seulement à changer d'échelles, ni même à éventuellement prendre en compte les points de vue et les pratiques des opérateurs de l'agriculture et du développement rural. Il s'agit de faire de ces acteurs, de leurs projets, et de leurs pratiques les objets centraux de la recherche.

Ces changements, finalement rapides, ont suscité des adaptations institutionnelles importantes, et qui ne sont sans doute pas terminées, au vu des réformes de structure quasi-continues des organismes de recherche agronomique (en France en tout cas). Ils se sont aussi appuyés sur des innovations conceptuelles et théoriques que nous aborderons plus loin.

b) L'adaptation des organisations

Au plan institutionnel, la voie qui traite de l'écophysiologie, des sciences du climat et du sol, et des écosystèmes cultivés s'est située la plus en continuité, dans les structures existantes. Cette agronomie est actuellement localisée à l'INRA dans les directions scientifiques « Environnement, Ecosystèmes Cultivés et Naturels », et « Plante et Produits du Végétal », et dans le département « Environnement et Agronomie ». Au Cirad, elle existe dans la plupart des départements qui, à leur dénomination et à quelques regroupements près, perpétuent les anciens instituts coloniaux, organisés en filière / plante ¹⁸.

Les domaines expérimentaux de ces organisations sont toutefois entrés dans une phase difficile. Godard et Hubert (2002) estiment, pour l'INRA, que « *la pertinence de leur apport aux démarches de recherche ne s'impose plus avec évidence* ». Les temps ne sont plus aux expérimentations canoniques, en situations contrôlées, qui permettaient les comparaisons de rendements ou de croissance. La modélisation du processus d'élaboration des rendements, d'un côté, la prise en compte de la diversité régionale de l'autre, exigent un travail en situation, multi-délocalisé, une appropriation par les agents de développement locaux, l'informatisation des formes de représentation tirées des expérimentations.

On observe que ces formes d'expérimentation en milieu contrôlé persistent dans le monde anglophone. Il est vrai que les organismes nationaux de recherche y jouent aussi souvent le rôle d'instituts techniques, et que les universités utilisent de tels outils à des fins de formation et de démonstration en écophysiologie et en *agronomy*.

Pas plus que ces anciennes structures, les anglophones ne chercheront à retailleur la cote pour une agronomie appliquée à d'autres échelles, et l'*agronomy* pour eux s'arrête à l'écophysiologie, à l'étude des écosystèmes cultivés et des facteurs du milieu. C'est le cas

¹⁸ Le Département Cultures Annuelles (CA) remplaçant l'Institut de Recherche en Agronomie Tropicale (IRAT), et le département Fruits, Légumes et Horticulture (Flhor) succédant à l'Institut de Recherche sur les Fruits et Agrumes (IRFA).

dans les universités, où les autres échelles (exploitation, région agricole et rurale) sont traitées par d'autres disciplines, notamment l'économie, la sociologie rurale et l'*extension* (que l'on peut traduire par formation - vulgarisation, et qui constitue une discipline académique à part entière)¹⁹.

Dans beaucoup d'instituts de recherche nationaux et dans les centres du CGIAR, c'est le mouvement « *Farming System* », lui aussi émergeant dans les années 1970, qui incarnera cette ouverture de l'agronomie vers d'autres échelles et d'autres projets. Des rapprochements et comparaisons seront établis des deux cotés, par exemple par Pillot (1987), Mettrick (1993), Jouve (1995), et lors du symposium international « Recherche Système en Agriculture et Développement Rural » de Novembre 1994, à Montpellier. Avec Gibbon (1994), il faut noter que ce mouvement reste inconnu du monde universitaire, anglophone comme francophone, ce qui ne permet pas la formation de jeunes chercheurs à ces approches, et ne facilite pas la tâche des chercheurs qui se revendiquent de ce mouvement en terme de publications, et plus largement de reconnaissance académique.

En revanche, les voies de l'approche globale de l'exploitation agricole, de l'analyse des pratiques, et du développement local donnent lieu à des innovations dans les organismes de recherche agronomique français. A la fin des années 1970, début années 1980, l'INRA et le Cirad se dotent de départements pour aborder ces nouvelles problématiques, les changements d'échelle et d'objets qu'elles impliquent.

Le département Systèmes Agraires et Développement (SAD) à l'INRA, le département des Systèmes Agraires (DSA) au Cirad sont créés. Ils hébergent non seulement des agronomes, mais aussi des économistes, socio-économistes, sociologues, géographes, zootechniciens. A l'instar des anglophones avec le mouvement *Farming System*, ces organisations se dotent de ce que j'appellerais une méta-discipline finalisée, une ingénierie du développement agricole et rural local, et qui regroupe ces différentes disciplines : la recherche-développement (Tourte & Billaz, 1982 ; Pillot, 1987). Cette méta-discipline s'appuie sur les principes d'interdisciplinarité de la recherche, de partenariat avec les acteurs de l'agriculture, et de prise en compte de la demande et des contraintes du milieu socio-économique. Plusieurs thèmes sont abordés :

- Le diagnostic, qui ne se limite pas aux conditions biophysiques de la production ;
- L'expérimentation et la mise au point de solutions techniques adaptées, en situation ;
- Le processus de transfert et d'appropriation des innovations techniques, partant des pratiques existantes, à améliorer ;

Ces différents thèmes se déroulent en étroite collaboration avec les producteurs eux-mêmes, impliquant un caractère local, et non générique *a priori* des résultats obtenus.

A cette échelle, cette démarche est identique à celle du mouvement *Farming system*, qui privilégie toutefois le diagnostic rapide et peu quantifié (RRA et PRA²⁰), alors que la recherche-développement s'applique à la formalisation, la représentation et la modélisation des processus observés (par l'approche globale de l'exploitation, les typologies par exemple) (voir aussi note ²³). La production de connaissance est donc une finalité importante, affichée. Cela rapproche ce mouvement de celui de la recherche-action (voir ci après), même si

¹⁹ C'est dans cette logique que j'appartiens au Department of Agricultural Economics, Extension and Rural Development à l'Université de Pretoria.

²⁰ Rapid Rural Appraisal et Participatory Rural Appraisal, et les nombreux outils affiliés décrits par Mettrick (1993)

Albaladejo & Casabianca (1997) estiment que, malgré les intentions, ces recherches restent fondamentalement basées sur *une conception linéaire et descendante des processus d'innovation*.

Mais à la différence de l'approche *farming system* qui, malgré la prise en compte de l'environnement de l'exploitation, tend à se cantonner à l'exploitation et à la parcelle agricole en terme de finalisation de la recherche (Gibbon, 1994)²¹, la recherche-développement, notamment au Cirad, aborde l'environnement socio-économique des exploitations, et au delà la question du développement local, de sa planification, de la formulation de politiques de développement (Tonneau *et al.*, 1994). Les agronomes sont moins impliqués, ces échelles concernant plutôt des économistes et socio-économistes, des géographes.

Il est important également de noter le caractère implicitement idéologique de ces approches, recherche-développement comme *farming system*, qui s'intéressent en premier lieu à l'agriculture familiale, peu insérée dans les marchés, notamment des zones en développement, et non pas à l'agriculture industrielle capitaliste. Cette posture rejoint le paradigme sociétal lui-même en évolution et évoqué plus haut.

Au regard du thème général de ce document, il est intéressant de noter que le terme «système agraire» (voir aussi note²⁸) était initialement commun à la dénomination de ces départements, retenu sans doute pour représenter à la fois les échelles nouvelles abordées (au-delà de la parcelle), et l'approche générale «systémique». Il est également intéressant de noter que les départements héritiers directs de ces deux précurseurs se nomment désormais respectivement Sciences de l'Action et Développement (toujours SAD) et Territoires, Environnement, Acteurs (Tera, ex DSA, puis ex SAR)²². Ces terminologies dénotent un éloignement certain des problématiques strictement agricole, éloignement finalement en ligne avec les évolutions sociétales évoquées plus haut. On peut finalement observer qu'il n'y a plus beaucoup d'agronomes dans ces départements (cf. note²³ également).

Enfin, deux autres processus sont à relever, à coté des évolutions institutionnelles internes aux établissements de recherche agronomique.

Du coté de la formation en agronomie, les écoles supérieures d'agronomie restent les seuls organismes à former des agronomes *sensu stricto*, mais force est de constater qu'à partir de la fin des années 1980, la plupart d'entre-elles alimentent un marché du travail complètement ouvert, à la faveur de la crise de l'emploi qui touche désormais aussi les cadres. Les ingénieurs agronomes formés ne travaillent plus majoritairement ni dans la recherche agronomique, ni dans les instituts techniques, ni dans les organismes de développement, mais dans l'informatique, l'agro-alimentaire et l'agro-industrie, le commerce, etc. Une minorité d'entre eux entreprend des doctorats. En tout état de cause, les organismes de recherche agronomique se détournent de plus en plus des agronomes généralistes (*plante-milieu-technique*), et privilégient le recrutement de spécialistes disciplinaires, d'origine universitaire croissante (modélisateurs, juristes, géographes, spécialistes des sciences de l'information, sociologues, etc.), le plus souvent destinés à rejoindre des équipes pluridisciplinaires²³.

²¹ D'autres niveaux sont considérés, mais comme facteurs d'environnement, les marchés des intrants, des produits, etc.

²² Département Systèmes Agraires, Systèmes Agroalimentaires et Ruraux, départements successifs auxquels j'ai appartenu au Cirad.

²³ La délégation scientifique Agronomie du Cirad s'inquiétait en 2000 du creux démographique observé : seulement 17% des agronomes du Cirad ont moins de 35 ans. Ce pourcentage a sans aucun doute encore diminué aujourd'hui.

Du côté de la relation avec le développement agricole *s.s.*, en France, à partir de la fin des années 1960, la recherche va prendre ses distances avec le monde professionnel et les instituts techniques, nouvellement créés et qui se chargeront de mener leurs propres expérimentations, notamment en sélection variétale et conduite des cultures, de diffuser leurs résultats.

Après avoir investi le domaine de la production agricole il y a trois siècles, l'agronomie désormais semble refluer, se tourner vers d'autres échelles, d'autres problématiques. L'agriculture capitaliste, intensive, comme modèle unique soutenu par la recherche agronomique pendant tant d'années, se retrouve plus ou moins orpheline de la recherche publique, en tout cas dans le secteur de la production²⁴.

Ce processus typiquement européen, trouve une illustration troublante avec l'évolution de la recherche agronomique en Afrique du Sud. Universités comme institut national de recherche²⁵, désormais en compétition pour les financements, et à cours de subventions directes, se détournent complètement de l'agriculture commerciale exportatrice, pourtant source de richesse et d'emploi pour le pays, pour se consacrer presque exclusivement à l'agriculture familiale de subsistance, diversifiée ou «en transition» des anciens bantustans. Le problème de la recherche agronomique, en Afrique du Sud comme dans d'autres pays du Sud, est que ce virage politique et sociétal ne s'est pas encore accompagné d'une vraie révolution scientifique (au sens de Kuhn), c'est-à-dire d'un changement de paradigme, de pratique, fondé sur des bases épistémologiques et théoriques solides. Je ne partage que partiellement le point de vue de Whiteside (1998) sur ce point, qui estime que le problème repose dans le manque d'institutionnalisation (i.e. la création *ex nihilo* de départements transversaux, «*Development*» ou «*Farming systems*»). L'agronomie en Europe, aux Etats-Unis et dans beaucoup de pays du Sud a bénéficié d'apports conceptuels issus d'autres sciences, comme décrit au chapitre précédent. Ce n'est manifestement pas encore le cas des pays d'Afrique Australe, qui ont souffert d'un isolement international drastique jusqu'au début des années 1990.

c) De nouvelles bases conceptuelles et théoriques

Au plan conceptuel, un changement important intervient et fonde ces évolutions de problématiques et de structures : l'intrusion du paradigme systémique, puis des pratiques systémiques en agronomie.

A mon sens, ce virage est crucial, d'abord parce qu'il donne des fondements épistémologiques et théoriques, des «*traits de scientificité*» (Sébillotte, 1994) aux vellétés de changements d'échelles et d'engagement des agronomes dans le développement agricole et rural, ensuite parce que les concepts qui sont créés sont des concepts *agronomiques*, qui ne se rattachent pas à d'autres disciplines scientifiques. Malgré De Gasparin, et son esquisse précoce de théorisation agronomique (1843), l'agronomie n'a semblé souvent être qu'un domaine de recherche, voire d'ingénierie, ensemblier de disciplines scientifiques et académiques, porteuses de leurs propres paradigmes, théories et pratiques.

L'approche systémique vise précisément à l'analyse des relations, à la mise en évidence des niveaux d'organisation, grâce à un éclairage multidisciplinaire dépassant la spécialisation des sciences et le cloisonnement des savoirs (INRA-SAD, 1980).

²⁴ A leur égard, les centres d'intérêt se déplacent d'une part vers l'impact environnemental de leurs pratiques, et vers les questions de politiques agricoles et agri-environnementales.

²⁵ Agricultural Research Council

En France, dans les années 1970, Sébillotte et la chaire d'Agronomie de l'INA-PG vont être les initiateurs principaux de l'application de la systémique à l'agronomie. Ruthenberg (1981, réédition 1993) par exemple jouera le même rôle dans le monde anglophone, au côté de Norman (1981), Merrill-Sands (1986)²⁶.

Ces auteurs observent que nombres d'entités du monde agricole, unités de production, exploitations agricoles, constituent des systèmes organisés et/ou pilotés (voir p.24), objets de prédilection des systémiciens pour construire leurs théories. Sébillotte (1974 ; 1978) établit le champ cultivé comme un système matériel. Tout en reconnaissant la différence entre techniques de l'agronome, et pratiques de l'agriculteur (voir chapitre 3.2 à ce sujet), il établit que l'ensemble des techniques utilisées forme lui-même un système immatériel, chaque technique ne pouvant se concevoir indépendamment l'une de l'autre, de part leurs interactions et leur chronologie. C'est le concept d'itinéraire technique, qui se définit comme « *la combinaison, logique et ordonnée, de techniques culturales qui permettent de contrôler le milieu et d'en tirer une production donnée* » (Sébillotte, 1974 ; 1978). Ses conséquences pratiques sont d'abord qu'il n'existe pas *a priori* une technique isolée à conseiller plutôt qu'une autre, ensuite que plusieurs itinéraires techniques peuvent être préconisées pour un même champ cultivé, en fonction du résultat escompté.

Ce concept prend tout son sens avec la diversité des types d'agriculture à laquelle les agronomes sont confrontés aujourd'hui, et qui nécessite une grande diversité de réponse, dans un réseau dense de contraintes. Il permet en outre de mettre en relation la logique technique de l'agronome, et celle de l'agriculteur.

De la même manière, le concept de système de culture (déjà introduit par de Gasparin en 1843 dans son cours d'agriculture) est « *un système immatériel appliqué à des ensembles de parcelles gérés dans le temps de manière identique* » (Sébillotte, 1994). Ce concept recouvre « *l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Chaque système de culture se définit par deux critères : (1) la nature des cultures et leur ordre de succession dans le temps (les rotations culturales de de Gasparin) ; (2) les itinéraires techniques appliqués à ces différentes cultures, y compris le choix des variétés* » (Sébillotte, 1990).

Par ces deux concepts, les agronomes bénéficient d'une des richesses de l'approche systémique : la dimension téléonomique (voir p.25 et encadré 2).

Pour l'agronome engagé dans l'action (l'amélioration des pratiques des agriculteurs), l'idée est de produire, à partir des connaissances acquises, des systèmes d'action théoriques (itinéraires techniques et systèmes de culture) que l'agriculteur pourra éventuellement adopter, et adapter, convertir en pratiques, pour conduire dans la réalité les systèmes matériels que sont les champs cultivés. Il s'agit d'envisager la mise en oeuvre concrète des résultats théoriques (quelle action, à quel moment, comment), en intégrant les risques et les contraintes de l'agriculteur, et qui sont absents du système théorique.

²⁶ Toutefois, mon impression est que beaucoup d'auteurs anglophones (Chambers, 1983, par exemple et le mot d'ordre « *farmers first* », ou l'école de Cornell) ont plutôt initialement privilégié l'engagement dans l'action, la participation paysanne, l'expérimentation en situation réelle, et le développement d'outils pratiques pour les mettre en oeuvre, plutôt que la création de solides bases conceptuelles, théoriques et épistémologiques de leurs pratiques. Cette absence de bases scientifiques du mouvement « *Farming system* » a été souvent critiquée, à la fois par le monde académique et par les agents de développement, et a sans doute ralenti son adoption, et le ralliement des agronomes du monde anglophone. Cela explique peut être aussi l'essoufflement actuel du mouvement « *Farming system* » (journal international supprimé en 2002, organisation internationale et sections locales moribondes, difficultés à organiser d'autres symposiums internationaux...).

Ces considérations ouvrent le champ de recherche sur les décisions des agriculteurs, champ que j'aborderai au chapitre 3.4.

Capillon & Sébillotte (1990) identifient et définissent un autre système, l'exploitation agricole comme système de production. L'exploitation agricole familiale est assimilée à un système finalisé par les objectifs de la famille, confrontée à un ensemble de contraintes et d'opportunités internes et externes. Le fonctionnement de l'exploitation agricole est considéré comme «*un enchaînement de prises de décision dans un ensemble de contraintes, en vue d'atteindre des objectifs qui régissent des processus de production et que l'on peut caractériser par des flux divers (monnaie, matière, information, travail), au sein de l'exploitation, et avec l'extérieur*».

Pour Osty (1978), étudier l'exploitation agricole comme un système, c'est considérer d'abord l'ensemble avant d'étudier les parties. L'exploitation agricole n'est pas la simple juxtaposition d'ateliers de production ni l'addition de moyens et de techniques. Elle est un tout organisé qui ne répond pas à des critères simples et uniformes d'optimisation. Pour cet auteur, il s'agit aussi de prendre en compte, même qualitativement, les relations internes essentielles et notamment leur articulation dans le temps. Le fonctionnement de l'exploitation ne se décrit ni en termes mécaniques ni «*à coups de relations linéaires*». Il est fait d'équilibres imbriqués, précaires et évolutifs.

Plus récemment, au regard de la diversification croissante des activités et des sources de revenus des ménages ruraux des pays en développement, les équipes anglaises d'économie rurale du DFID ont défini un *livelihood system*²⁷ (Scoones, 1998 ; DFID, 2000), extrêmement pertinent dans une perspective de recherche et d'enseignement. Ce système est en fait un cadre méthodologique, un modèle (*sustainable livelihood framework*), qui vise à caractériser différentes composantes jugée cruciale pour la durabilité des systèmes de production (au sens de Capillon & Sébillotte), mais qui s'étendent explicitement au-delà de l'agriculture.

Enfin, le système agraire²⁸ est défini par Mazoyer et Roudart (1997) comme un outil intellectuel qui permet d'appréhender la complexité des situations agricoles à l'échelle régionale des sociétés rurales et de rendre compte des transformations historiques et de la différenciation géographique de l'agriculture. Analyser et concevoir l'agriculture pratiquée à un moment et en un lieu donnés en terme de système agraire consiste à y distinguer deux sous-systèmes principaux : l'écosystème cultivé et le système social productif. Cela consiste aussi à étudier l'organisation et le fonctionnement de chacun d'eux et de leurs relations.

Une telle ambition ne peut pas s'appuyer sur la seule connaissance de processus intervenant aux échelles de la parcelle cultivée ou de l'exploitation agricole. D'où l'impérative nécessité de l'interdisciplinarité, de recherches dans lesquelles la contribution des agronomes n'est qu'une parmi d'autres.

L'encadré 3 fournit une compilation de différentes définitions de systèmes en agriculture, extraites et compilées pour un de mes supports de cours.

²⁷ Traduisible en « système d'activités et de revenus »

²⁸ L'utilisation tout azimut du terme *Système Agraire*, notamment dans la dénomination de départements de recherche, a conduit inévitablement à en galvauder le sens méthodologique défini par Mazoyer notamment. Dans les années 1980, c'est devenu un terme passe-partout, censé identifier les recherches sur le développement agricole et rural à des échelles régionales. C'est encore le cas aujourd'hui malheureusement.

Encadré 3. Further definitions about systems in agriculture (extrait de 104):

Crop management sequence (*itinéraire technique*) :

“A logical and methodical combination of cropping techniques applied to a given plant species, to manage the environment in order to achieve a given production objective” (Sebillotte, 1978)

Cropping system (*système de culture*) :

“The range of technical methods used on fields treated in an identical manner. Each cultivation system is defined by two criteria: the nature of the crops and the cropping sequence (which used to be called crop rotation), and the crop management sequences applied to these different crops, including the choice of crop varieties” (Sebillotte 1990).

Livestock production system (*système d'élevage*) :

“A range of interacting elements and technical methods, organised in order to manage the resources in order to gain different products from animals (milk, meat, skin and leather, traction force, manure, etc) or for other objectives”. (Landais, 1992).

“A group of techniques and practices carried out by a community to exploit the plant resources in a given space by the animals in conditions compatible with the objectives and the constraints of the environment”. (Lhoste, 1985)

Farming system (agricultural production system) (*système de production*) :

“The coherent combination, in time and space, of means of production (land, labour force, equipment, capital) dedicated to plant and/or animal production” (Dufumier, 1987).

“A structured ensemble of the means of production ... combined together in order to provide crop and/or livestock products with a view to satisfying the objectives of those responsible for production”. (Jouve, 1992).

“A goal-oriented system encompassing the family and open to its environment” (Ruthenberg, 1981).

“A unique and reasonably stable arrangement of farming enterprises that the household manages according to well-defined practices in response to physical, biological and socio-economic environment and in accordance with the household's goals, preferences and resources. These factors combine to influence output and production methods. More commonality is found within the system than between systems. The farming system is part of larger systems –e.g., the local community- and can be divided into subsystems –e.g., cropping systems.” (Shaner et al., 1982).

“A specific farming system arises from the decision taken by a small farmer or farming family with respect to allocation different quantities and qualities of land, labour, capital and management to crop, livestock and off-farm enterprises in a manner which, given the knowledge the household possesses, will maximise the attainment of the family goals”. (Norman, 1980).

“The total of production and consumption decisions of the farm-household including the choice of crops, livestock, off-farm enterprises and food consumed”. (Byerlee et al., 1980.)

Agrarian system (*système agraire*) :

“The association in space of the products and the techniques used by a society in order to satisfy its needs. It expresses in particular the interaction between a bio-ecological system represented by the natural environment and a socio-cultural system, through practices stemming principally from technical experience”. (Vissac, 1979).

“A historically constituted and sustainable manner of utilising the environment, a system of forces of production adapted to the bioclimatic conditions of a given space and responsive to the social needs and conditions of the moment. The internal coherence of the manner of utilising the environment is related to the broader technical, economic and social conditions of production”. (Mazoyer, 1979)

A partir de ces concepts qui fondent scientifiquement une agronomie renouvelée, nombres d'équipes vont s'engager dans de nouvelles pratiques de recherche. L'interdisciplinarité n'est

pas seulement un principe hérité de la systémique et imposé par l'action, elle devient l'objet de réflexion et de développement méthodologique (Jollivet, 1992). Surtout, elle devient la passerelle entre sciences de la nature et sciences de la société, si nécessaire au vu des enjeux du monde d'aujourd'hui. La recherche-action, ensemble de principes d'intervention, d'action et de connaissance, s'étoffe, se structure et s'applique dans le domaine de l'agronomie et du développement des organisations agricoles et des communautés rurales (Selener, 1997; Albaladejo & Casabianca, 1997).

d) L'agronomie aujourd'hui : quelle définition ?

Après ce panorama, qui évoque un éclatement qui rend difficile la définition du domaine agronomique²⁹ d'aujourd'hui, il semble utile de se donner quelques repères, en particulier dans la perspective d'envisager les contributions possibles de l'agronomie au développement durable.

Les différences de métiers et de domaines couverts par l'agronomie, de la plante aux territoires ruraux contribuent à la difficulté à cerner ce champ scientifique, comme évoqué au chapitre précédent. En même temps, il convient sans doute de reconnaître la dynamique qui sous tend ces incertitudes et ces changements de définitions. L'agronomie et ses définitions reflètent finalement les projets changeants, évolutifs des sociétés en matière de production agricole, de développement rural, et d'environnement. Les définitions successives peuvent être considérées comme les marqueurs de ces projets, ces centres d'intérêts. Elles reflètent aussi les paradigmes en vigueur dans les équipes ou groupes scientifiques dont leurs auteurs sont issus.

Prudent, le Larousse agricole estime en 1981 que l'agronomie est «*l'ensemble des sciences et des principes qui régissent la pratique de l'agriculture, à l'exception de ce qui a trait à la médecine vétérinaire.*» Une telle définition s'en remet à l'objet d'étude –l'agriculture– pour définir les échelles et les modes d'intervention. Elle trahit aussi de douloureuses ruptures institutionnelles (l'histoire d'Alfort évoquée précédemment)³⁰. Tout aussi général, Denis (1999) confirme cette large acception du terme agronomie, «*qui désigne un vaste domaine qui réunit l'ensemble des études scientifiques et techniques s'intéressant à la production et à la valorisation agricoles*».

Pour Hénin (1967), l'agronomie est «*une écologie appliquée à la production des peuplements des plantes cultivées et à l'aménagement des terrains agricoles.*» Pour Deffontaines (1991), cette définition est à l'origine du développement de deux courants, l'un analytique, vers une écophysologie des espèces végétales utiles à l'homme, impliquant l'étude de leur croissance et de leur développement dans leurs relations avec les conditions et facteurs du milieu, l'autre, englobante, vers une agronomie comme science des techniques agricoles.

Même si ce second courant reste à clarifier (quelles échelles, quels objets ?), cette dichotomie rejoint l'analyse des chapitres précédents, à quelques variantes près. Ces deux courants seront

²⁹ On notera que le terme agronomie (au sens large) n'a d'équivalent direct qu'en Espagne et en Italie. En Allemagne, au Pays-Bas (science de l'économie rurale) et dans les pays anglophones (Agricultural sciences ou sciences de l'agriculture), on utilise des termes plus englobants. En anglais, « Agronomy » désigne l'agronomie au sens limité d'écophysologie et étude des facteurs du milieu sur la production, et « agronomics » s'applique aux études en micro-économie et productivité

³⁰ L'édition de 1991 (qui compte quand même 1207 pages) est plus sibylline et ne consacre que 2 lignes à l'entrée Agronomie : « Ensemble des sciences et des principes qui régissent la pratique de l'agriculture », et 2 autres lignes à l'entrée Agronomie : « Personne versée dans la théorie de l'agriculture en vue d'en perfectionner la pratique »

représentés à partir du milieu des années 1970, dans ce que l'on peut appeler une « école française d'agronomie », respectivement autour de la Chaire d'Agronomie de l'INA-PG, et du département Agronomie de l'INRA (écophysiologie des peuplements végétaux cultivés, interactions avec les facteurs de production et le milieu), et dans le département Systèmes Agraires et Développement (SAD) de l'INRA.

Sébillotte en 1974 reprend ces deux courants, et les explicite en deux objectifs, conformes au caractère finalisé de la discipline : augmenter les connaissances sur les relations entre peuplement cultivé, milieu et techniques culturales d'une part, agir au niveau de la pratique agricole d'autre part. Ce faisant, le domaine d'étude et d'intervention, partant du champ cultivé, englobe également l'agriculteur et les conditions de production spécifiques à son exploitation agricole.

Manichon (1996) reprend la définition de Hénin, et définit l'agronomie comme « *une écologie appliquée qui a pour fonction d'étudier les écosystèmes cultivés : leur état, leur fonctionnement, leur dynamique, leur conduite, leur production, et les conséquences qu'ils induisent dans leur environnement* ». On note l'introduction explicite d'une préoccupation environnementale. Manichon reprend également les principes de base de Sébillotte : orientation vers l'action, la production de connaissance, la prise en compte de l'espace, et du temps. Malgré l'accent porté sur les écosystèmes cultivés (et donc sur le champ cultivé), il suggère trois niveaux d'intervention de l'agronome, fondé sur la structuration des activités agricoles :

- La parcelle, comme unité élémentaire des écosystèmes cultivés ; les objets d'étude en sont les facteurs du milieu, leur évolution, le peuplement végétal, les actes techniques ; les concepts d'itinéraire technique et de système de culture sont centraux.
- L'exploitation agricole, comme assemblage d'unités de production et comme unité décisionnelle ; c'est le système de production.
- Des espaces géographiques plus englobant, tels que le terroir villageois, le bassin de collecte, le bassin versant, le périmètre irrigué et son environnement, comme unités d'organisation ou de décision concernant la production, les produits, les ressources naturelles, etc. ; le système agraire s'applique à cette échelle.

Mobilisant l'analyse historique et épistémologique des chapitres précédents, j'ai tendance à rejoindre Deffontaines (1991) qui place lui aussi le champ cultivé au centre de la « juridiction » de l'agronomie. Pour lui, le champ cultivé est :

- le lieu où s'élabore le rendement (et j'ajouterais plus largement, où s'expriment la plupart des externalités positives et négatives de l'activité de production végétale),
- le cadre des pratiques agricoles,
- le cadre d'application des décisions des producteurs,
- un élément de l'exploitation agricole,
- une composante des systèmes écologiques locaux, y compris non cultivés,
- une partie d'un espace géographique régional.

Il est vrai que l'agronomie a toujours eu typiquement pour objet d'étude le champ cultivé (*ager*). Nous avons vu qu'il est abordé selon deux points de vue (historiquement chronologiques), selon l'importance et le rôle accordé au fait technique, et selon le type de système dont on parle.

Le premier point de vue considère plutôt le fonctionnement de l'agrosystème, ou écosystème cultivé, associant le sol, les plantes, le bioclimat et les techniques culturales, ces dernières étant plutôt vues comme des facteurs explicatifs. Les systèmes en jeu sont de type organismes vivants, écosystèmes cultivés. L'analyse des processus sur un ou plusieurs cycles culturaux permet d'explicitier les mécanismes d'élaboration du rendement d'une culture et d'apprécier l'évolution du milieu cultivé. De telles préoccupations engagent les agronomes à nouer des relations avec d'autres disciplines : écophysiologie, bioclimatologie, science du sol, etc. (Biarnès & Milleville, 1998).

Le second point de vue considère le champ cultivé comme un système piloté dans un cadre de contraintes (Sébillotte, 1987). Certaines de ces contraintes sont d'ordre agronomique (au sens premier, itinéraires techniques, systèmes de culture), d'autres relèvent du fonctionnement de l'exploitation agricole (système de production), d'autres enfin relèvent de décisions prises à l'extérieur de l'exploitation (système agraire, société). Les techniques appliquées deviennent donc plutôt les variables « à expliquer ». Ce point de vue suppose l'implication d'autres disciplines telles que l'économie, la géographie, les sciences sociales et humaines, les sciences de gestion, au côté de l'agronomie *s.s.*

2.1.6. Conclusion : pour une agronomie systémique et constructiviste

Dans le cadre de la différenciation institutionnelle de ce second point de vue, on a eu tendance à parler d'agronomie-système (et d'agronomes-système) pour en désigner les pratiques (et les acteurs). Cela n'a pas de sens, ni en terme de méthode, ni en terme d'objets de recherche. En effet, les agronomes écophysiologistes, s'intéressant à l'élaboration du rendement sont des agronomes systémiciens, au même titre que ceux qui s'intéressent aux systèmes de culture ou aux systèmes agraires. De plus, les deux manipulent à la fois des systèmes matériels (organismes, organisations...) et immatériels (modèles d'élaboration du rendement, modèles d'action, représentations mentales, sociales).

Il n'en reste pas moins que les repères épistémologiques des agronomes me semblent multiples dans les organisations de recherche, et parfois aussi contradictoires (e.g. privilégie-t-on l'expérimentation ou la modélisation ?; considère-t-on le fait technique comme une variable explicative ou une variable à expliquer ?). Plus important, ils sont le plus souvent implicites. Cela ne les empêche pas de sous-tendre fortement les pratiques de recherche, et donc les jugements que les acteurs portent sur ces pratiques, leurs objectifs désignés, les résultats obtenus.

En ligne avec l'exclamation de von Bertalanfy (*Systems everywhere !*), peu de chercheurs aujourd'hui ne contestent la pertinence de l'approche systémique, elle-même avatar du paradigme constructiviste, au côté des principes d'interdisciplinarité, d'engagement de la recherche dans la société. En tout état de cause, c'est cette approche que j'ai adoptée dans ma carrière, non sans une certaine progression, ni sans questionnements, que j'illustrerai dans les chapitres 3.4 et 3.5.

Mon objectif était d'explicitier ces repères, d'en faire un tour d'horizon, de leurs origines historiques à leurs traductions institutionnelles. Cela me paraît être une étape incontournable, dans la perspective d'évaluer la possible contribution de l'agronomie au développement durable, comme nouveau paradigme sociétal.

Denis (1999) pose sans détour la question du devenir de l'agronomie en temps que domaine scientifique : « *S'agit-il d'un terme commode qui tendra à disparaître à partir du moment où les divers secteurs mobilisés autour de la productivité agricole peuvent se rassembler*

différemment, avec d'autres, autour de deux préoccupations croissantes : la gestion de l'environnement d'une part, et la maîtrise de la matière vivante [...] d'autre part ; l'agronome devenant gestionnaire de l'espace rural ou ingénieur biotechnologiste ? Ou bien le contexte rural et para-rural (ses traditions, son histoire, ses institutions, sa façon de poser et de résoudre les questions etc.) restera déterminant pour identifier et maintenir l'agronomie ».

Poser cette question renvoie, à mon sens, à constater l'intérêt limité des sociétés actuelles pour ce qui se passe à l'échelle de la parcelle agricole, en ligne avec les nouvelles priorités et projets qu'elles se donnent³¹, et c'est sans doute un point important. Il me semble cependant que l'agronomie peut et doit conserver une place et un rôle essentiels, en relation avec la problématique de développement durable.

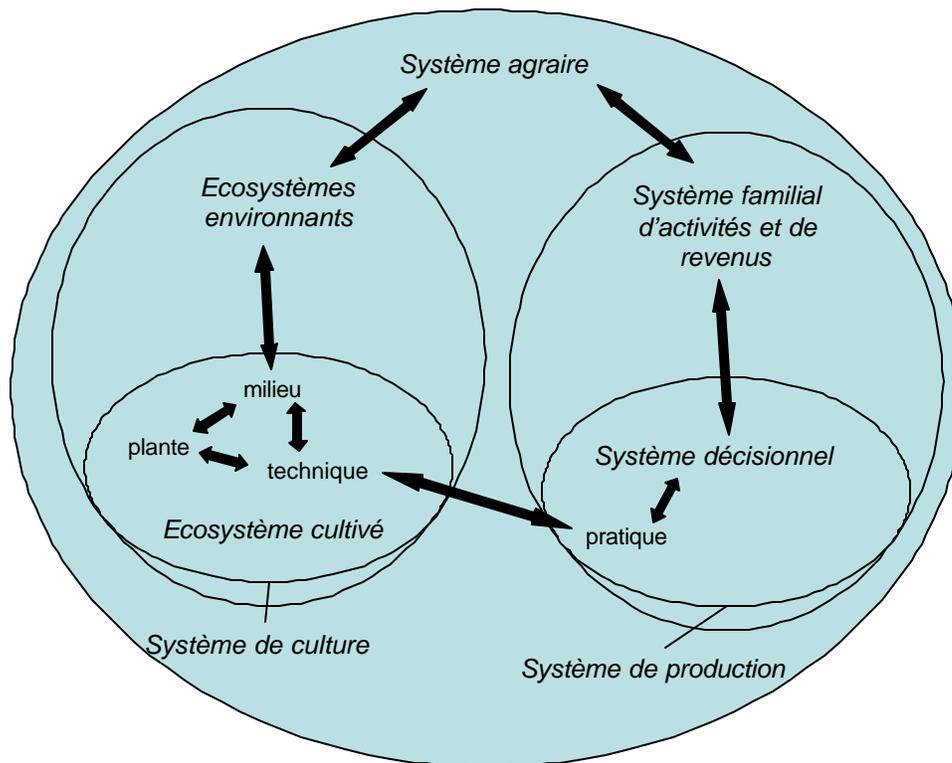


Figure 2. Tentative de circonscription du champ d'intervention de l'agronomie.

Avant de détailler ce point de vue dans les chapitres suivants, j'espère déjà être parvenu à déplacer la question, à circonscrire et à définir l'agronomie contemporaine comme un domaine scientifique, renforcé par les évolutions de la fin du XX^e siècle. La figure 2 tente d'illustrer les connexions et les contours des différents domaines qui concernent l'agronomie. L'idée ici est de montrer comment, à partir d'un épicycle constitué du champ cultivé, l'agronome est amené à s'intéresser :

³¹ Intérêt limité qui se traduit par la rareté des financements de recherche pour cette échelle

- Aux relations plante-milieu-technique, au sein de systèmes de culture, d'écosystèmes cultivés ; dans une perspective environnementale (on pense au développement durable), les modifications des états du milieu et des ressources dans ce système sont de première importance ;
- Aux techniques elle-même, à leur genèse en tant que pratiques, résultantes d'un système décisionnel au sein du système de production, l'exploitation agricole.

Intégré à des équipes pluridisciplinaires, l'agronome peut être également amené à travailler sur :

- la place du système de production agricole dans le système d'activités et de revenus englobant (la famille), et au-delà, dans l'organisation régional et ses évolutions, le système agraire ;
- l'impact des techniques sur les états du milieu, y compris hors des limites de l'écosystème cultivé.

Ces contours et connexions ne sont évidemment pas neutres en terme de contribution de l'agronomie systémique à la problématique de développement durable. La question est de savoir si cette contribution se limite au domaine technique, à l'acquisition de connaissances utiles ou si le paradigme systémique, constructiviste peut apporter d'autres dimensions. J'illustrerai cette réflexion au chapitre 3.

Du panorama présenté dans ce chapitre, il apparaît que la recherche *en* agronomie n'est plus la recherche *sur* l'agriculture *s.s.* La prise en compte de dimensions environnementales et sociales dans le cadre du développement durable oblige l'agronome à changer d'objets et surtout de démarches. Nous allons y venir juste après.

Il apparaît aussi que la recherche en agronomie n'est plus la recherche agronomique. Au plan institutionnel, les organismes de recherche dits agronomiques affichent des thèmes de travail qui vont du génome au changement climatique global. D'où l'utilité de la tentative de clarification de ce chapitre.

2.2. Le développement durable comme projet

Ce chapitre s'attache à définir ce concept, devenu projet de société, que constitue le développement durable. Au regard des objectifs de ce document, il s'agit d'en identifier les composantes auxquelles l'agronomie peut contribuer. Comme je l'ai fait au chapitre sur l'agronomie, des détours épistémologiques et historiques seront faits, de façon à bien cerner les fondements de ce concept, et à éventuellement être en mesure d'en isoler les convergences avec l'agronomie.

2.2.1. Pour ou contre, des fondations idéologiques

Comme nous l'avons abordé brièvement au chapitre 2.1.3., les opinions publiques et les Etats ont pris conscience, depuis environ 30 ans, des enjeux majeurs qui concernent le devenir de la planète et de l'humanité. Le rapport Brundtland en 1987 (CMED, 1989) (et sur lequel nous reviendrons) reconnaît la crise écologique (biodiversité), l'écart grandissant entre les pays en voie de développement et les pays industrialisés, la crise énergétique, la crise de l'environnement, la crise institutionnelle, comme les différents aspects d'une même problématique mondiale.

Weber (2002) liste les rendez vous qui ont eu lieu, depuis Stockholm en 1972 jusqu'à Johannesburg en 2002, ainsi que les nombreuses conventions qui marquent les progrès lents mais significatifs dans la mise en œuvre de mesures concrètes concernant ces grandes dynamiques environnementales. Plus important au regard des objectifs de ce document, il souligne l'évolution des enjeux de ces conférences : l'économie à Founex en 1971, l'environnement à Stockholm en 1972, l'économie au coté de l'environnement à Rio en 1992, le social à Johannesburg en 2002. C'est bien la problématique de développement dans toutes ces composantes, y compris environnementale mais pas seulement, qui semble prise en compte désormais. C'est ce tout que constitue le développement durable.

Comme le rappellent Godard & Hubert (2002), la problématique de développement durable compte désormais au nombre des valeurs que la communauté internationale, relativement consensuelle, souhaite promouvoir pour organiser son développement dans la paix, et préserver un monde viable. Elle se veut aussi réflexive par rapport aux effets de la mondialisation et du type de développement qui se met en place depuis quelques décennies.

De telles ambitions appellent évidemment les sceptiques, et notamment ceux qui rappellent que le *développement*, déjà non encombré de son appendice *durable*, est un concept biaisé, un mensonge, un échec cuisant, et une « *croyance occidentale* » (Rist, 1993 ; Latouche, 2001). Dans la même lignée, Hours (2002) condamne le concept. Pour lui, c'est le « *trompe-l'œil* » qui est durable : le développement tout court, véhicule et « *faux nez* » du capitalisme, cheval de Troie du néo-colonialisme.

Pour le moins, Stengers (1998) met en garde contre une « *rhétorique de bonne volonté* », qui peut rapidement devenir « *un fourre-tout* », notamment pour « *des recherches qui auraient fort bien pu relever d'un autre programme* ».

Becker *et al.* (1999) estiment que l'émergence du concept et des discours sur le développement durable correspond à une érosion du concept de *développement* lui-même, vu comme un modèle général de transformation historique des sociétés du Nord, aujourd'hui inapproprié à la fois aux conditions du Sud, et aux besoins urgents de changement de

paradigme dans les sociétés du Nord. Pour ces auteurs, ces dernières doivent être considérées comme des sociétés en « *re-développement* » tant les besoins en transformation sont profonds.

Le rapport Brundtland lui-même reconnaît que le développement durable est « *une construction culturelle* (je dirais un paradigme), *une affaire d'interprétation, de délibération et de jugements portés par les acteurs* ». Hubert (2002) estime que le concept de durabilité mêle les faits et les valeurs, et « *réhabilite la dimension politique de la gestion des affaires des hommes* ».

Pour la suite, et la question qui nous intéresse, ce que l'on doit retenir de ces débats, c'est que tout ne peut être labellisé comme relevant du développement durable, ni même du développement tout court. Aussi, au delà de la rhétorique, des définitions et des ambitions d'ensemble, ce sont bien les pratiques mises en œuvre, tout comme les résultats obtenus, qui comptent, notamment à l'échelle locale.

Il convient de souligner également que le concept de développement durable n'est qu'un parmi d'autres, nés de ces conférences et de l'évolution de la recherche, et des prises de conscience des sociétés humaines (l'écodéveloppement en est un autre, décrit ci après). Cet ensemble procède de changements globaux de la relation entre nature et culture (Martin, 2002). Camerini (2003) observe que l'affirmation du développement durable comme un paradigme sociétal correspond bien une prise de conscience générale, à un changement des relations entre sociétés et nature, mais qu'en même temps, les termes « développement » et « développement durable » sont loin de faire l'objet d'un consensus dans les mondes scientifique et politique.

2.2.2. Origine du concept

Aux premières réunions internationales sur les questions d'environnement (notamment après Stockholm), succède un période moins active en terme de mobilisation, perturbée par la crise pétrolière (voir p.22). Deux courants se développent cependant.

D'une part, le catastrophisme généré par le rapport Meadows en 1972 fait école et un certain radicalisme se développe dans certains cercles (nécessaire contrôle de la démographie, décroissance, recherche d'un état matériellement et énergétiquement stationnaire). D'autre part, et plus intéressant, apparaît le mouvement de l'écodéveloppement, que Godard & Hubert (2002) situent dans la tradition de la pensée sur le développement. Les idées fortes en sont (Sachs, 1980):

- Une approche purement conservacionniste de la nature est indéfendable ; la protection de l'environnement et des ressources doit se penser *de l'intérieur* des stratégies de développement ; c'est parce qu'une société tire ses ressources d'un milieu qu'elle est amenée à se soucier de son entretien et de sa sauvegarde (sans que cette condition soit suffisante) ;
- Le développement doit s'attacher à satisfaire de façon prioritaire les besoins fondamentaux, matériels et immatériels, des populations les plus démunies, et non pas de seulement se préoccuper des demandes solvables ;
- Il s'agit de favoriser la prise d'autonomie des personnes, des populations et des organisations, sans confondre autonomie et autarcie ;
- Les choix techniques (de procédés et de produits) sont les variables d'ajustement et d'harmonisation des différents objectifs poursuivis, et constituent le point

d'articulation principal entre nature et sociétés ; une place essentielle doit donc être accordée à la recherche d'alternatives techniques, non pas par le seul transfert Nord-Sud, mais par l'adaptation de techniques appropriées aux conditions précises de leur insertion ; la combinaison de technologies modernes et de techniques plus simples est donc possible dans des séquences techniques³² prenant en compte le niveau de qualification des acteurs ; au sein des enchaînements productifs, le recyclage doit prendre place, faisant des déchets une ressource (dans les limites de l'économiquement raisonnable), limitant ainsi la pression sur les ressources, et les rejets polluants ;

- La solidarité transgénérationnelle doit se traduire par la préservation des ressources renouvelables, et le ménagement des ressources non renouvelables ;
- Les seuls mécanismes du marché ne peuvent permettre de réaliser ces objectifs, des régulations et une forme de planification doivent être mise en place, sur des principes de subsidiarité, de décentralisation et de développement local ; la place de l'animation et de la coordination participative est centrale ; de même, les règles des relations économiques internationales doivent être transformées, et ne plus être abandonnées aux seules logiques commerciales et financières ; ainsi, cours des matières premières agricoles exportées par les pays du Sud, contrats d'approvisionnement, coopération scientifique et technique, doivent être faire l'objet d'attentions particulières.

D'après Sachs (*op. cit.*), «*l'écodéveloppement est un développement des populations par elles-mêmes, utilisant au mieux les ressources naturelles, s'adaptant à un environnement qu'elles transforment sans le détruire ... c'est le développement lui-même, tout entier qui doit être imprégné, motivé, soutenu par la recherche d'un équilibre dynamique entre la vie et les activités collectives des groupes humains et le contexte spatio-temporel de leur implantation* ». Pour Aknin *et al.* (2002), l'écodéveloppement correspond donc à quatre nécessités : la prise en charge équitable des besoins, la prudence écologique, l'autonomie de décision, et la recherche de modèles endogènes à chaque contexte historique, culturel et écologique.

Cet ensemble appelait finalement un «*nouvel ordre économique international*» (Godard & Hubert, *op. cit.*). Malgré l'adoption de l'écodéveloppement par les Nations Unis jusqu'à la fin des années 1970, son contenu trop critique, et sans doute trop radical pour les sociétés du Nord, a valu à ce concept-projet d'être abandonné, au profit de celui de développement durable, plus politiquement correct (Aknin *et al.*, 2002).

Cette étape n'est pourtant pas neutre au regard de la question qui nous intéresse, et c'est la raison pour laquelle j'ai choisi d'y consacrer quelques paragraphes, car l'écodéveloppement, concept inspirateur de celui de développement durable, était bel et bien porteur de valeurs et d'orientations pratiques, aptes à l'expression de l'agronomie systémique et en ligne avec la démarche constructiviste (participation et autonomisation des acteurs, action locale, développement technologique en phase avec les stratégies d'acteurs, entre autres). Nous reviendrons sur ces valeurs et principes lors du chapitre 3.

Il faut attendre 1983 pour que les Nations Unies soumettent à G.H. Brundtland et la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (CMED) la question

³² On pense évidemment aux itinéraires techniques des agronomes

suivante : comment renouer avec la croissance de façon à faire reculer les inégalités et la pauvreté sans détériorer l'environnement légué aux générations futures ?

La Commission dite Brundtland se donne un mandat en 1984, qui affirme « *qu'il est possible de bâtir un avenir plus prospère, plus juste et plus sûr, en le fondant sur des politiques et des pratiques permettant d'étendre et de soutenir les fondements écologiques du développement* » (cité par Camerini, 2003). La commission était surtout composée de spécialistes de l'environnement, et elle réussit à dresser un catalogue exhaustif des problèmes menaçants l'équilibre écologique de la planète. (n'oubliant que le problème notable des transports). Nous avons vu que l'idée de *soutenabilité* remonte à Malthus, mais c'est le rapport Brundtland et ses retombées immédiates qui contribuent à populariser la notion de « développement durable³³ ».

A côté de cette innovation, l'intérêt du rapport est de concilier croissance économique et environnement, cette notion de croissance étant plutôt liée à des aspects qualitatifs³⁴. En outre, le rapport Brundtland introduit une troisième dimension : la dimension sociale.

La conférence de Johannesburg sur le Développement Durable consacre définitivement le terme en 2002.

2.2.3. Définition et acception du développement durable

Camerini (*op. cit.*) dénombre une centaine de définitions et d'interprétations du terme, et souligne les dangers d'une telle profusion pour l'avenir même de la notion. Il est ici proposé de s'en tenir³⁵ à la définition originelle qui en est faite dans le rapport Brundtland (CMED, 1989), avant d'en envisager les déclinaisons dans le domaine agricole :

« Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion :

- *le concept de « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder priorité absolue, et*
- *l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels. »*

Cette définition fait apparaître deux dimensions importantes : la dimension éthique, qui s'exprime au travers de l'idée de justice intergénérationnelle, ainsi qu'avec la priorité absolue accordée aux démunis (un monde inéquitable *aujourd'hui* ne peut pas être durable, rappelle Weber, 2002), et la dimension épistémologique liée au progrès du savoir et ses limitations contingentes, technique et institutionnelle.

³³ Traduction française finalement retenue pour « Sustainable development », au détriment de « soutenable ». Camerini (2003) souligne que le choix n'est pas neutre. La « soutenabilité » renvoie à la capacité de l'environnement à supporter un niveau de production, et donc aux capacités physiques de la planète, alors que la « durabilité » met d'avantage l'accent sur les aspects sociaux de l'équité, intrinsèquement liés à la durée (l'anglais « sustainable » contient cette référence au temps). Selon le terme français employé, on privilégie donc la dimension physique ou la dimension sociale et temporelle.

³⁴ Le rapport Meadows (1972) avait fait la même association, mais en la fondant sur des bases quantitatives (la croissance zéro).

³⁵ Pour une raison finalement simple: c'est la définition qui fait l'objet d'un relatif consensus international politique et scientifique.

La définition s'appuie sur ces dimensions pour articuler trois composantes : la composante économique, exprimée au travers des termes de besoins et de développement ; la composante écologique, comme conséquence d'une nouvelle relation entre générations, comme connaissance de la biosphère et de ses mécanismes régulateurs ; la composante sociale en tant qu'élément organisateur des relations société – nature, et entre les hommes. Camerini (*op.cit.*) signale un grand nombre d'interprétations qui voient dans le développement durable un développement « soutenable » ou « viable » pour l'environnement, en excluant toute dimension éthique ou de justice. Cette dimension éthique est pourtant fondamentale, car elle relève de la dialectique bon/mauvais, en rupture avec la dialectique vrai/faux de la démarche scientifique classique.

Dubois & Mahieu (2002) insistent sur la dimension sociale du développement durable, ou durabilité sociale. L'objectif général de lutte contre la pauvreté est pour eux réducteur, peu opératoire, et en tout cas à préciser. Dans la lignée des travaux de Sen, ces auteurs proposent de revisiter le concept de pauvreté selon des critères d'accessibilité (des services, de l'information, de biens, de valeurs, de l'éducation), de capacités (à s'organiser, à décider, à développer des technologies, etc.) et d'équité inter- et intra-générationnelle.

Landais (2002b) identifie des valeurs-objectifs au développement durable, ce sur quoi il y a accord et qui donne le cadre des priorités et des actions à mettre en œuvre. Il insiste lui aussi sur les composantes sociales : équité, justice sociale, qualité de vie, etc., qui sont autant de normes sociales nouvelles qui contribuent à définir le paradigme.

Pour Camerini (*op. cit.*) le développement durable selon le rapport Brundtland est une notion anthropocentrique, qui renouvelle la relation des sociétés avec le temps. Le développement durable est finalement un paradigme, complètement en phase avec les métamorphoses de la science (au sens de Prigogine & Stengers), et les évolutions sociétales contemporaines : la situation est préoccupante mais l'avenir reste incertain, à construire, la science peut y aider, mais les limites des connaissances et des organisations sociales préservent d'un nouveau scientisme. Et les postures des sociétés et des individus, leur capacité à s'engager et à prendre leurs responsabilités sont essentielles.

Godard & Hubert (2002) admettent que le développement durable « trouve sa source dans le registre de l'idéologie, au sens neutre d'ensemble de valeurs et d'idées mobilisatrices pour l'action, plus que dans la science ». Ses dimensions symboliques, technologiques, économiques et politiques lui confèrent des enjeux et des ambitions, mais finalement pas de moyens ou de critères pour sa mise en œuvre. L'impulsion qui le sous-tend provient de l'espace politique international, des réseaux d'experts mondiaux, des grandes ONG, des organisations intergouvernementales.

Dans ce registre idéologique, il est intéressant de noter que des organisations telles que l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN), le WWF, et le programme Environnement des Nations Unies (UNEP), se sont alliés en 1992 pour proposer leur propre définition, évidemment plus écocentrée, du développement durable ³⁶ : « *Living sustainably depends on accepting a duty to seek harmony with other people and with nature. The guiding rules are that people must share with each other and care for the Earth. Humanity must take no more from nature than nature can replenish. This in turn means adopting life-styles and development paths that respect and work within nature's limits* » (IUCN, WWF & UNEP, 1992).

³⁶ Je préfère ne pas traduire pour ne pas risquer de mal retranscrire l'esprit du message.

Reste donc, me semble-t-il à décliner le concept de développement durable de façon opérationnelle, non rhétorique ou velléitaire, notamment dans le domaine qui nous intéresse ici, la recherche en agronomie. Pour ce faire, je suggère d'opérer un glissement dialectique vers la notion de *durabilité*, à mon sens plus ouverte et plus opératoire : durabilité de quoi ? pour qui ? Nous venons d'aborder l'importance de la durabilité sociale par exemple.

2.2.4. Développement durable, agriculture durable, agronomie

a) Pourquoi l'agriculture doit-elle être durable ?

Comme le souligne Weber (2002), on conçoit aisément que les grandes dynamiques environnementales, comme le changement climatique, la disponibilité de la ressource en eau, la biodiversité, la désertification, aient des impacts négatifs sur le devenir des économies et des sociétés. *«Moins évidente pour le public et pour les gouvernements est la globalité du désastre de la pauvreté et de ses conséquences actuelles et potentielles ; encore moins évidentes sont les interactions entre pauvreté, ressources renouvelables et environnement».*

C'est pourtant un élément essentiel à prendre en compte dans le cadre de ce document, notamment si l'on sort du contexte « développé », pour aborder le problème de développement durable au Sud.

Nous avons vu comment l'humanité a cherché à maîtriser puis à s'affranchir des ressources naturelles par l'agriculture. A la prédation initiale (chasse, cueillette, pêche) a succédé l'artificialisation du milieu, jusqu'aux excès de la période récente. Il faut toutefois reconnaître que les excès de l'agriculture intensive, aussi dommageables soient-ils pour l'environnement, sont limités aux pays du Nord (voire à quelques localités de ces pays), et ont bien peu contribué directement à la dégradation générale des ressources renouvelables de la planète, dont les causes premières sont bien l'industrialisation et, dans une moindre mesure, l'urbanisation. Ce n'est donc pas sous l'angle des externalités négatives que je proposerais d'aborder le rôle de l'agriculture dans le développement durable (en tout cas pas essentiellement). Et comme Whiteside (1998), il me semble important de focaliser notre réflexion sur la durabilité de l'agriculture familiale, en développement³⁷.

L'agriculture, c'est à dire les modes d'exploitation du milieu terrestre à des fins de production primaire végétale ou animale³⁸, ne saurait être tenue pour responsable sérieuse de ses dégradations au plan mondial, ni de l'impérative nécessité de revisiter nos relations à la nature. Mais elle pourrait bien continuer à être, pour quelques milliards d'individus, la seule voie réaliste, immédiate, pour survivre, en fournissant de la nourriture et des revenus monétaires. Comme l'affirme Mazoyer et Roudart (1997), *«il n'y a pas d'autres voies que de continuer à cultiver la planète pour y multiplier les plantes et les animaux domestiques, tout en maîtrisant la faune et la végétation sauvages».*

Uphoff (2002) nous rappelle le challenge immense qui se dresse à l'humanité, et plus particulièrement à sa composante rurale, productive d'aliments : pour éradiquer l'insécurité

³⁷ Traduction personnelle de l'anglais *Smallholder agriculture*

³⁸ Définition personnelle ; le Larousse agricole (édition 1991) propose : *Ensemble des travaux visant à utiliser et à transformer le milieu naturel pour la production de végétaux et d'animaux utiles à l'homme.*

alimentaire mondiale et satisfaire les marchés d'ici à 2050, il faudra au moins doubler la quantité de nourriture produite, et cela avec une réduction d'environ un tiers des terres actuellement allouées à l'agriculture (par habitant), et une réduction sans doute encore plus drastique de la ressource en eau allouée à l'agriculture.

L'agriculture doit surtout augmenter sa productivité par un usage plus intensif des ressources renouvelables (cf encadré 6). Le challenge est donc multiple : intensifier et utiliser mieux les ressources en terre et en eau, respecter ces ressources et les préserver pour le futur, et produire plus en quantité et en qualité. Durant la révolution verte et les 30 glorieuses, de fortes augmentations de production et de productivité ont été réalisées. Mais, comme nous l'avons vu, cela s'est fait généralement au détriment des ressources naturelles, des équilibres territoriaux et sociaux, et dernièrement, de la qualité des produits. Et les progrès réalisés n'ont touché que les pays industrialisés et quelques niches limitées au Sud.

Alors qu'en France le nombre des exploitations agricoles a diminué de 3% par an en moyenne de 1995 à 2000, et de 2.3% par an depuis, l'agriculture du Sud reste de loin le principal moyen de se nourrir et de lutter contre la pauvreté (Mazoyer & Roudart, *op. cit.*). Par ailleurs, Hervieu (2002) démontre pourquoi la solution d'un monde nourri par un petit nombre d'agriculteurs du Nord n'est pas durable, aux plans environnementaux et territoriaux, comme aux plans économiques, sociaux et politiques (même si la globalisation et la libéralisation à sens unique des échanges semblent nous y conduire).

En elle-même, l'agriculture, y compris (surtout ?) dans ses formes les plus traditionnelles, est encore et toujours une activité durable, depuis 10 000 ans, malgré les progrès technologiques. Il est ainsi important de souligner la *durabilité* exemplaire de nombres de systèmes de production dits traditionnels, ayant traversé les siècles, les événements climatiques, les chocs, tendances et saisonnalités de toutes sortes, ayant appris à anticiper et à gérer le risque (Eldin & Milleville, 1989). Plus largement, il convient de souligner les capacités innovantes des sociétés rurales et agricoles, sur les plans techniques, mais aussi économiques, culturels et institutionnels (Dupré, 1991).

Toutefois, comme nous l'avons vu plus haut, ces innovations «endogènes» ne sont pas toujours suffisantes, et les capacités d'innovation autonome des acteurs locaux sont rendus caduques, inefficaces, voire nuisibles, dès lors que des changements plus rapides, moins contrôlables ou moins prévisibles interviennent. La durabilité est menacée. D'où la possible contribution des agronomes, et la conception d'alternatives techniques, économiques, managériales, institutionnelles ou organisationnelles.

Cet élément est certainement très important dans une perspective de durabilité des systèmes techniques. Mais comme le souligne Godard & Hubert (2002), l'agriculture est interrogée non seulement sur ce qui touche à sa propre durabilité, dont elle a su trouver les voies depuis des millénaires, mais aussi pour ses relations avec les sociétés, et leur environnement. Nous avons vu par ailleurs que le seul développement technologique n'apporte pas toutes les réponses à la complexité du développement des sociétés humaines.

Dans une perspective de développement durable, notamment au Sud, l'agriculture (et sa durabilité) est donc un élément incontournable, essentiel, d'abord parce qu'il constitue un lien fonctionnel, à la fois culturel, économique, technique et institutionnel, entre nature et sociétés humaines, ensuite parce que la vie (la survie) de millions de ruraux dépend toujours et dépendra encore longtemps de l'exploitation du milieu terrestre à des fins de production primaire végétale ou animale.

b) Définir l'agriculture durable

A la faveur de la nature mal circonscrite et floue des concepts de développement et d'agriculture durables, une certaine confusion sémantique et conceptuelle règne³⁹ et illustre bien la difficulté à passer des concepts aux pratiques, du projet sociétal à l'action concrète. Il s'agit donc maintenant de définir l'agriculture durable, incluant ces différentes dimensions.

La contribution de l'agriculture au développement est une évidence historique (Mazoyer & Roudart, 1997 ; De Rosnay, 1975), sa contribution potentielle au développement durable est une hypothèse forte, compte tenu des interactions entre activités agricoles et équilibres économiques, sociaux et écologiques, notamment au Sud. Cette contribution suppose que les pratiques de l'agriculture soient elles mêmes durables, c'est-à-dire notamment respectueuses de l'environnement, mais aussi que l'agriculture dans son ensemble contribue à un développement plus durable des sociétés. Ainsi, Godard & Hubert (*op. cit.*) évoquent deux formes de contribution de l'agriculture au développement durable : l'une vise à une durabilité autocentrée (l'agriculture et ses pratiques sont durables *par et pour elles-mêmes*), et l'autre vise une contribution à la durabilité des territoires et collectivités auxquels appartient l'agriculture. L'agriculture durable devrait donc assumer ces deux contributions.

Dès 1984, Douglas s'interroge sur la durabilité dans le domaine agricole et propose trois entrées :

- la productivité, ou comment les processus de production agricole sont-ils durables ;
- les processus biologiques et écologiques sur lesquels repose la production ;
- l'entrée communautaire ; il s'agit de la vie sociale, l'intensité des interactions, l'accès aux technologies et leur maîtrise.

Par rapport à ces entrées, Pearson (2003) parle de multidimensionnalité de la durabilité : biophysique, économique et sociale. En terme d'approche, il est intéressant de noter que les trois cadres paradigmatiques proposés par Bawden (1997, vu au chapitre 2.1.3.b) s'appuient également sur des dimensions différentes : technocentrisme, écocentrisme et holocentrisme.

Fréret & Douguet (2001) positionnent les «familles» d'agricultures dans ces mêmes cadres et opposent clairement «agriculture raisonnée», appartenant au cadre réductionniste / positiviste, (au coté de l'agriculture de précision), par rapport à l'agriculture durable, appartenant au cadre holistique / constructiviste. Par ailleurs, ces auteurs positionnent l'agriculture biologique dans le cadre écocentré, holistique / positiviste.

Probablement situé entre agriculture biologique (écocentrée) et agriculture durable est celui de l'agroécologie, toutefois plus soucieux de production et de bien être social que l'agriculture biologique. Ce courant agroécologique s'appuie sur le concept d'agroécosystème (ou écosystème cultivé) et propose des définitions de l'agriculture durable où l'on note une prévalence de considérations écologiques. Ainsi, Conway (1987) définit la durabilité comme la capacité d'un agroécosystème à maintenir sa productivité lorsqu'il est soumis à des évènements perturbateurs majeurs, de toute nature. Il introduit ainsi la notion de résilience. D'un autre coté, Altieri (1989) définit l'agriculture durable comme un système qui vise à maintenir sa productivité sur le long terme, sans dégrader les ressources utilisées, par

³⁹ Confusion illustrée par exemple lorsque le Conseil des Ministres du 19 août 2004 communique que «le développement économique et social ... repose sur l'amélioration du développement durable des pratiques agricoles » ?

l'utilisation de technologies à faibles intrants qui améliorent la fertilité du sol (nous y reviendrons au chapitre 3.1), par le maximum de recyclage de ses sous-produits, par la diversification des productions, par le contrôle biologique des pestes.

Whiteside (1998) propose d'adapter au domaine agricole la définition Brundtland du développement durable. Pour lui, l'agriculture durable, dans le contexte du Sud, c'est :

“Agriculture which meets today's livelihoods needs, without preventing the needs of neighbours or future generations from being met; this is achieved by the continuous efforts of men, women and children to adapt complex rural livelihoods to a changing environment, so as to protect and enhance the stocks of natural, physical, human and social 'capital' available to themselves and to future generations”

Cette définition confirme le rôle que peut jouer l'agriculture pour atténuer la pauvreté, promouvoir l'équité dans le contexte d'agriculture familiale, tout en s'opposant à l'idée de surexploitation de la nature. Elle reconnaît également le caractère dynamique, continu du processus de développement. Elle manque toutefois d'un peu de précision en terme d'action possible.

Par ailleurs, Tiffen & Bunch (2002) soulignent que l'agriculture durable doit être une agriculture en permanente évolution, selon un processus d'apprentissage.

Pretty (1995) et Whiteside (*op. cit.*) précisent que l'agriculture durable ne peut se limiter à la mise en œuvre de technologies appropriées. Ils estiment que trois conditions fondent l'agriculture durable :

- un environnement politique et des services à l'agriculture appropriés ;
- des organisations locales durables ;
- des technologies appropriées.

Landais (2002a) précise ces idées et propose un cadre conceptuel de la durabilité des systèmes agricoles, basé sur leur relation à leur environnement, selon quatre liens :

- un lien économique, qui correspond aux marchés amont et aval dans lesquels s'insèrent l'exploitation et son système de production ;
- un lien social, qui correspond à l'insertion de l'exploitant et de sa famille dans les réseaux sociaux environnants, non marchands ;
- un lien intergénérationnel, par la transmission patrimoniale et la solidarité entre générations ;
- enfin, un lien environnemental, écologique, qui correspond aux relations de l'exploitation avec son environnement naturel.

Ces liens, qui ne dérogent en rien à la définition «Brundtland» du développement durable, renvoient respectivement à quatre composantes de la durabilité de l'exploitation agricole :

- sa viabilité économique, liée aux revenus agricoles et non agricoles du ménage, aux possibles aides extérieures. Cette viabilité dépend d'une part des performances des systèmes productifs de l'exploitation (en diversité, qualité et quantité de produits) et des marchés environnants (prix aux produits, prix des intrants, accessibilité, fiabilité, etc.).

- sa vivabilité sociale, qui renvoie à la qualité de vie de l'exploitant et de sa famille. Des facteurs endogènes (stress, perception du risque, difficultés internes, pénibilité du travail, etc.) comme exogènes (accessibilité physique, intégration à des réseaux sociaux, reconnaissance locale, etc.) sont identifiables. L'intensité, la qualité, la densité et la diversité des relations que l'exploitation tisse avec son environnement social détermine en grande partie sa vivabilité.
- sa transmissibilité, très liée aux deux précédentes composantes, renvoie à la fois à la possibilité de transmettre le patrimoine, et à l'intérêt que portent les nouvelles générations à cette transmission. L'image de l'agriculture et du métier d'agriculteur, les valeurs qu'ils véhiculent, la qualité de vie dans l'exploitation agricole sont notamment des facteurs importants.
- sa reproductibilité environnementale, qui dépend de la qualité des pratiques agricoles, considérée au regard de leur impact sur les ressources naturelles. Comme déjà évoqué, les effets négatifs des modes d'exploitation agricole du milieu sur l'environnement, pour l'instant limités, ne conduisent pas à leur remise en question dans les pays développés. Ces effets sont pour l'instant diffus (effet à distance) et plutôt à long terme (pollutions, accumulations, érosion). En revanche, des pratiques inappropriées dans des milieux tropicaux très fragiles causent parfois des dommages importants et plus immédiats.

Avec ces quatre composantes, Landais (*op. cit.*) introduit l'idée d'une agriculture renouvelée, multifonctionnelle, porteuse de fonctions économiques, sociales et environnementales. On retrouve ici le changement de paradigme déjà évoqué au chapitre 2.1.3. Ainsi, comme l'affirme Godard & Hubert (2002), l'agriculture est interrogée non seulement sur sa viabilité propre, *dont elle a su trouver les voies à travers son évolution depuis plusieurs siècles*, mais aussi sur ses relations avec une société en transformation.

A mon sens, parler d'agriculture durable, c'est donc aussi parler de l'agriculture dans le cadre d'un projet de développement durable, de sa place, de sa contribution à ce projet, qu'il soit territorial, collectif, strictement rural et agricole ou non.

c) Quelle approche scientifique de l'agriculture durable ?

Pour le monde anglophone, et dans la mouvance de la Banque Mondiale notamment, la dégradation des ressources renouvelables constitue le lien direct entre durabilité et fertilité du milieu (thème abordé au chapitre 3.1). Pourtant, comme nous l'allons voir, c'est la discipline économique qui aujourd'hui cadre l'essentiel du champ scientifique de la durabilité. Biot *et al.* (1995) situent les travaux successifs qui ont été réalisés sur ce thème dans trois cadres idéologiques et politiques, qui ont générés des paradigmes et postures de recherche différenciés :

- L'approche «classique» (au sens de la Banque Mondiale), à mon sens représentée par les néo-malthusianistes et les travaux de Hardin (et sa fameuse *tragédie des communs*) par exemple, considère les producteurs et usagers ruraux comme ignorants des problèmes environnementaux, irrationnels dans leurs décisions et pratiques, marquées par une tradition implicitement considérée comme arriérée. Les problèmes environnementaux résultent de pratiques inadaptées des usagers. De façon plus structurelle, la démographie galopante, le manque de planification, et l'ignorance sont incriminés. Ces problèmes nécessitent des solutions environnementales, incluant de véritables grands travaux de conservation des sols (terrasses, courbes de niveau), et

appliquées de façon bureaucratique, centralisée et descendante. Le monde paysan est traité de façon paternaliste et ni l'influence du marché et de l'environnement économique sur les usagers ruraux, ni leur capacité d'action collective ne sont considérés. Cette approche est un peu celle de la révolution verte lorsqu'elle a tenté de s'appliquer au Sud en développement, jusqu'au début des années 1970.

- L'approche populiste, que l'on peut situer autour des travaux de Conway et Chambers, et en partie Boserup, par exemple, place les producteurs et usagers ruraux au centre du débat (on pense au fameux « *farmer first* » de Chambers), idéalisant leurs capacités à s'organiser, à raisonner et à agir collectivement. Les savoirs et pratiques locaux sont également mis en avant et quelque peu idéalisés, et en aucun cas jugés impliqués dans la dégradation des ressources. Les problèmes environnementaux résultent d'une gestion défaillante de l'Etat. Les causes structurelles en sont des règles imposées par un marché capitaliste prédateur, une distribution des ressources politiquement biaisée et des technologies inappropriées. Ces problèmes nécessitent donc des solutions sociopolitiques générées par des processus ascendants, et des technologiques alternatives, notamment agronomiques et conservatoires, appliquées par les communautés elles-mêmes (*farmer-to-farmer*), aidées par des ONG et des activistes. Cette approche a été promue par la Banque Mondiale pendant près de deux décades, jusqu'à la fin des années 1980 et a fortement marqué l'approche *farming system* des anglophones à ses débuts (techniques de *PRA* et *RRA*, etc.). Cette approche, privilégiant la décentralisation, et la conduite des projets de développement par les communautés, et aujourd'hui très critiquée, notamment par la Banque Mondiale elle-même, pour ses faiblesses, et quelques faillites notoires (Mansuri & Rao, 2004).
- L'approche néo-libérale s'est développée depuis la fin des années 1980, la chute du bloc soviétique, et l'avènement de la globalisation. Cette approche se situe dans la mouvance de l'écodéveloppement, de l'économie de l'environnement en plein essor, et finalement du développement durable. Des auteurs tels qu'Ostrom sur l'action collective et la gestion des ressources, ou Ellis sur le paysannat en développement, ainsi que le mouvement systémique, me semblent représenter cette mouvance. Les producteurs et usagers ruraux sont considérés comme rationnels, mais cette rationalité est limitée par l'asymétrie d'information et des marchés défaillants. Les problèmes environnementaux sont attribués aux défaillances institutionnelles : politiques agricoles et environnementales inadaptées ou incomplètes, lourdeur bureaucratique et manque de régulations. De façon structurelle, les droits d'accès et d'usage (*property rights*) inadaptés, les prix, et les tendances démographiques sont les causes identifiées des dégradations environnementales observées. Celles-ci nécessitent des solutions économiques et institutionnelles, par des formes de régulations du marché, des droits d'accès et d'usage appropriés, une politique économique sur les ressources, incluant la tarification et des outils incitatifs (taxes, permis, quotas, etc.), la prise en compte des externalités. L'action collective est centrale, mais considérée sous l'angle de la négociation, de la gestion / résolution de conflits, des compromis. Aucune technologie particulière n'est promue *a priori*.

C'est ce dernier cadre qui est promu actuellement. En terme de recherche, on conçoit que l'économie en soit la discipline leader. Comme je l'affirmais dès l'introduction de ce document, dans la pratique, les réflexions et analyses autour du concept de durabilité sont aujourd'hui plutôt le fait d'économistes et d'écologues, sur l'environnement, les politiques environnementales ou agricoles. Le courant recherche-système (et *farming system*) en agronomie, ainsi que les approches de recherche-action sont nés dans le second cadre

politique, et évolue maintenant dans le troisième. Il reste donc à définir les entrées possibles pour les agronomes dans ce courant. D'emblée, il me semble qu'une alliance et des activités transdisciplinaires avec l'économie des ressources et de l'environnement s'imposent.

Hubert (2004) identifie dans la littérature deux points de vue : l'un privilégie une approche de la disponibilité des ressources, l'autre privilégie une approche du fonctionnement des systèmes biologiques et des systèmes sociaux. Thompson (1997, cité par Hubert 2004) formule cette distinction, entre *resource sufficiency* et *functional integrity*.

L'approche par la ressource propose une hiérarchisation (de l'abondance à l'état critique), et repose sur la substituabilité entre ressources par rapport à la consommation (demande ou usage), et sur le rendement d'utilisation (productivité) compte tenu du progrès technologique. L'approche par l'intégrité fonctionnelle est systémique et inclue les activités humaines et leurs impacts sur les systèmes biophysiques. Cette approche s'intéresse plus à la durabilité des systèmes autour de la ressource, qu'à la durabilité de la ressource elle-même. Les questions de recherche s'attachent donc à identifier les points critiques de cette durabilité des systèmes, et à rechercher des alternatives renforçant cette durabilité.

Ainsi, dans le cadre d'un paradigme différent (autres valeurs-objectifs, au sens de Landais, 2002b) et de cadre institutionnels et politiques en évolution, la durabilité de l'agriculture renvoie sans doute à sa capacité à se transformer et à répondre au double challenge posé précédemment : durabilité autocentrée et durabilité des systèmes englobants.

Une telle approche de la durabilité privilégie la modélisation systémique, au sens de Le Moigne (1984 ; 1990) et que nous avons évoqué au chapitre 2.1.3. Elle oblige l'observateur d'un système à rendre compte de manière dynamique du fonctionnement du système étudié, mais aussi de ses transformations et de ses relations avec l'environnement (Hubert, 2004). On s'intéresse au devenir du système, et pas seulement à l'état des ressources qu'il mobilise. Cette posture est exigeante car elle peut amener à s'intéresser à des objets qui, pour être pertinents, peuvent sortir du champ habituel des approches agronomiques, en espace, en temps, et en transversalité. Ce sont en effet les objets et projets gérés directement par les agriculteurs. L'observation, l'analyse, puis la modélisation des pratiques des agriculteurs eu égard à ces projets sera l'approche privilégiée. Nous y reviendrons plus loin.

L'approche scientifique que propose Bawden (1997), et que nous avons évoquée au chapitre 2.1.3, repose sur le paradigme constructiviste et des démarches systémiques. Elle suppose une évolution des modalités du travail de recherche vers des protocoles d'observation sur le terrain (et non plus en laboratoire ou en station expérimentale), et vers la modélisation. L'implication du chercheur lui-même dans un partenariat pour la formulation de la problématique, puis l'action collective visant à aborder cette problématique en est un élément central, qu'Hatchuel (2000) qualifie de recherche-intervention.

Il est important de souligner ici que telle ou telle posture n'est pas considérée supérieure à une autre (en elle-même, l'approche systémique est ouverte et inclue les autres approches techno ou éco-centrées). Mais en même temps, en écho à Stengers (1998), il faut reconnaître et assumer le fait que des objectifs nouveaux, définis dans le cadre du développement durable, ne peuvent pas être atteints à partir de n'importe quelle posture de recherche. Chacune de ces postures de recherche a des règles qui lui sont propres et qu'il faut respecter. Hubert (2004) estime que c'est même une garantie de scientificité. Nous développerons ces aspects pour la recherche-action en 3.5.

d) Recherche en agronomie et développement durable : quels objets ?

Comme le rappelle Hubert (2004), au Sommet de la Terre de Johannesburg en 2002, il a été fait référence à la science dans toutes les enceintes, comme une des clefs du développement durable. La science et la technologie sont invoquées à la fois pour caractériser les problèmes et pour trouver des solutions. Ceci s'ajoute à la perception nouvelle du caractère ambivalent de la science, vecteur plébiscité de progrès et de facilités au quotidien, mais aussi porteur de risques, de débordements, de menaces nouvelles.

La question est donc maintenant la traduction de ses éléments en problématiques de recherche, pour les chercheurs, et notamment pour les agronomes.

Parmi les scientifiques, ce sont surtout les écologues, économistes et physiciens de différentes disciplines qui ont contribué à la prise de conscience sur les questions d'environnement, et à l'émergence du concept de développement durable, surtout en alimentant les réflexions en données et en informations (Godard & Hubert, *op. cit.*). On peut repérer toutefois des contributions non négligeables des agronomes, surtout tropicalistes, sur différents sujets : désertification (notamment au Sahel), gestion de la ressource en eau, pauvreté et insécurité alimentaire, état des sols et impact des écosystèmes cultivés ou de l'élevage. Ces contributions ont été cruciales et doivent se poursuivre, mais notre question est différente

La question qui nous est posée est plus prospective, c'est celle de la contribution de l'agronomie au concept projet de développement durable, dans sa réalisation. Pour y répondre, il est important ici de circonscrire les termes et objets.

Compte tenu des changements sociétaux récents, les projets sous-jacents sont déplacés de la production ou de la productivité de certains facteurs de production, vers d'autres problématiques plus complexes, plus transversales, touchant des espaces plus larges, des temps plus longs. Comme évoqué plus haut, l'objectif est double : la durabilité des modes d'exploitation agricole du milieu rural (durabilité autocentrée), dans le cadre du développement durable d'entités englobantes (territoires ou collectivités rurales).

Nous avons vu que le sujet de travail de l'agronome est l'agriculture, avec comme épicycle le champ cultivé, vu et traité selon différents angles et échelles (figure 1). La durabilité autocentrée de l'agriculture peut donc se décliner selon les différents systèmes pilotés et/organisés que nous avons décrits :

- Les relations plante-milieu-technique, au sein de systèmes de culture, d'écosystèmes cultivés ; dans une perspective environnementale, les modifications des états du milieu et des ressources dans ce système sont de première importance ;
- Les techniques elle-même, leur genèse en tant que pratiques, résultantes d'un système décisionnel au sein du système de production, l'exploitation agricole, mais aussi dépendantes de systèmes de normes générés par des groupes sociaux plus larges (Darré, 1996).

Toutefois, le regard sur la technique doit évoluer. La sélection d'une technique se fait généralement selon un objectif ou une performance donnée, un résultat ou un effet singulier désiré. Cet objectif a été jusqu'à présent la production et/ou la productivité d'un facteur de production. Il faudra désormais savoir évaluer les pratiques et développer des techniques sur

des bases éthiques⁴⁰, sociales et environnementales, selon des critères temporels et spatiaux différents, et en liant les techniques entre elles. Le concept systémique d'itinéraire technique constitue un bon point de départ, mais il n'est pas suffisant.

Comme le rappelle Pichot (1992), le système de culture est un sous-ensemble du système de production, lequel est aussi un sous-ensemble du système d'activités et de revenus de l'exploitant. Ainsi, en cascade, toute contrainte ou opportunité apparaissant à un niveau englobant, bien loin de la parcelle, peut avoir un effet sur les décisions et les modes d'exploitation de la dite parcelle. Et les projets, objectifs, stratégies de l'exploitant et de sa famille vont s'exprimer jusque dans les modes d'exploitation de cette parcelle. Ignorer ces systèmes englobants peut entraîner une incompréhension profonde et chronique des pratiques de l'agriculteur par l'agronome, et à l'absence répétée de pertinence de toute proposition d'alternative technique.

Deffontaines (1998) rappelle également que le projet de développement durable oblige à un nouveau regard sur la gestion des ressources naturelles en agriculture. Ainsi l'évaluation de l'état général du milieu après chaque cycle agricole ne peut s'en tenir aux seuls facteurs et conditions du climat, sol, plantes jugés nécessaires à la poursuite du projet de production agricole. Cette évaluation suppose de prendre en compte les effets de l'activité agricole sur d'autres éléments du milieu naturel que ceux considérés classiquement par l'agriculteur. Ainsi, la qualité de l'eau qui transite sous les racines des cultures peut avoir un impact sur les nappes, exploitées comme ressource en eau domestique. La diffusion non contrôlée du génome de cotons génétiquement modifiés (pollinisation croisée) peut avoir des conséquences sur la flore sauvage en Afrique du Sud.

Ces éléments suggèrent que l'agronome, intégré à des équipes pluridisciplinaires, peut donc être également amené à travailler sur la contribution de l'agriculture au développement durable d'entités territoriales ou collectives englobantes, en s'intéressant à :

- la place du système de production agricole dans le système d'activités et de revenus englobant (la famille), et au-delà, dans l'organisation régional et ses évolutions, le système agricole, le territoire rural, et sa durabilité ;
- l'impact des techniques sur les états du milieu, y compris hors des limites de l'écosystème cultivé ; incluant l'impact des biotechnologies sur la biodiversité, ou les pollutions diffuses des nappes par exemple (évoquées plus haut).

On voit que dans cet ensemble, les choix techniques (de procédés et de produits) sont les variables d'ajustement et d'harmonisation des différents objectifs poursuivis, et constituent le point d'articulation principal entre nature et sociétés ; une place essentielle doit donc être accordée à la recherche d'alternatives techniques, non pas par le seul transfert Nord-Sud, mais par l'adaptation de techniques appropriées aux conditions précises de leur insertion. Nous aborderons le sujet de la diffusion et de l'adoption technologique au chapitre 3.

⁴⁰ *Tout en conservant à l'esprit qu'il est parfois délicat d'appréhender les dimensions éthiques et sociales de certaines pratiques typiquement discriminatoires mais largement répandues et acceptées dans certains contextes socio-culturels du Sud (cas des ségrégations raciales, religieuses, sexuelles, sociales existantes en Afrique, au Moyen Orient, en Inde, ou ailleurs).*

2.2.5. Conclusion: quelle contribution des agronomes à la problématique de développement durable ?

Le développement durable, les acceptions qui peuvent en être adoptées dans le domaine agricole, les approches scientifiques possibles, et les objets possibles de recherche pour l'agronome ont été discutés dans les chapitres précédents.

Avec Landais (2002b), on ne peut que reconnaître la difficulté à traduire en termes scientifiques le projet de développement durable, en particulier eu égard à ses dimensions idéologiques, politiques et éthiques. Les nouvelles postures de recherche qu'il impose nécessitent notamment l'abandon de l'expérimentation normative et l'appréhension de nouvelles échelles spatiales et temporelles, plus vastes.

Il me semble toutefois que les évolutions conceptuelles et épistémologiques récentes de l'agronomie en tant que domaine scientifique l'ont bien préparé à ce nouveau challenge. L'approche systémique et la modélisation constituent en particulier des véhicules bien adaptés pour répondre aux questions posées aux agronomes sur le sujet de la durabilité.

Par ailleurs, au regard des changements de nature des relations entre science et sociétés, il n'est plus possible de postuler la neutralité des activités de recherche scientifique et technique (Godard & Hubert, *op. cit.*). Ainsi, la manière même dont les recherches sont conduites apparaît ou non comme un facteur d'accessibilité, de capacitation, d'équité, de facilitation, d'intégration, ou au contraire comme un obstacle pour le développement, dans ses composantes humaines et sociales notamment (pour reprendre les termes de Dubois & Mahieu, 2002).

Les approches systémiques, la modélisation et la recherche-intervention semblent non seulement aptes à fournir des éléments de réponse aux questions techniques, organisationnelles ou économiques posées, mais en plus elles semblent en mesure de forger une nouvelle relation du chercheur à la société civile, et de générer par elles même de l'équité, de la participation, de l'information locale, de la connaissance, comme autant de dimensions fondamentales du développement durable, dans ses aspects humains et sociaux. En d'autres termes, la façon de travailler importe autant que les résultats attendus, la fin justifie des moyens (la systémique) et des méthodes (participation, analyse téléonomique, cheminement heuristique, modélisation) adaptées.

Je reviendrai sur ce point à la fin du chapitre 3.

Suite à ce chapitre introductif, je propose d'aborder les relations entre les pratiques de la recherche en agronomie pour le développement, et le concept de durabilité, au travers de thèmes spécifiques que j'ai abordés au cours de mon parcours professionnel et qui me semblent porteurs d'avenir ou d'enjeux pour la discipline. Les chapitres suivants renvoient à ces différents thèmes, de façon chronologique par rapport à l'évolution de mes activités, de l'étude des interactions entre milieu, plantes et techniques, à l'étude du fonctionnement des exploitations agricoles.

Ces analyses, alimentées de références bibliographiques et de réflexions personnelles, concerneront les thèmes suivants :

- 1) Interactions entre modes d'exploitation du sol et caractéristiques du sol: revisiter **la notion de fertilité et la relation plante -milieu-technique**, pour mieux appréhender la durabilité des systèmes de production ;

- 2) Développer des technologies conservatoires pour améliorer la durabilité des modes d'exploitation agricole du milieu : **les questions de l'adoption et de l'innovation**
- 3) Comprendre et représenter la diversité des modes d'exploitation agricole du milieu : **intérêts et limites des techniques typologiques**
- 4) Etudier et modéliser les pratiques des producteurs dans un objectif d'appui : **gérer les systèmes productifs et les ressources, construire la durabilité**
- 5) Modélisation et participation comme **principes d'intervention visant la durabilité** : cas de la gestion de périmètres irrigués collectifs

Comme déjà évoqué, j'ai choisi ces thèmes parce qu'à mon sens ils permettent de décliner, de préciser la contribution de l'agronomie au projet de développement durable, et à ses composantes, notamment à l'aune des réflexions épistémologiques des chapitres précédents. En particulier, ils illustrent les possibles postures, pratiques et paradigmes qui peuvent non seulement aider à faire progresser les pratiques agricoles et les connaissances sur les modes d'exploitation durables du milieu en vue de production agricole et de développement (surtout thèmes 1, 2 et 3), mais aussi, pour certains, à intégrer d'autres dimensions du développement durable en tant que projet de société : équité, respect et prise en compte de la diversité, participation et gouvernance locale (surtout thèmes 2, 3, 4 et 5).

Dans les chapitres qui suivent, j'ai délibérément choisi de ne pas revenir en détail sur les résultats techniques qui y sont évoqués, que je cite simplement pour baliser la réflexion. Il sera toujours loisible au lecteur de se référer aux publications correspondantes.

Partie 3 : De l'étude des objets de la nature, à l'étude des projets impliquant la nature : une trajectoire d'agronome

3.1. Fertilité, aptitude culturelle du milieu et durabilité

- ... La question de la fertilité ne se pose que parce qu'il y a des agriculteurs devant produire pour la communauté et assurer la reproductibilité de leurs unités de production... (). Il n'y a pas de fertilité en soi, mais en rapport avec des modalités culturelles d'utilisation de l'espace. -

M. Sébillotte "Fertilité et systèmes de production" (1989)

3.1.1. Fertilité : définitions, acceptions

Je souhaite ici revenir sur les premières étapes de ma carrière de chercheur en agronomie et gestion des ressources naturelles, de façon à illustrer le renouvellement relativement récent de la notion de fertilité. Il me semble intéressant de suivre l'évolution du concept de fertilité, au fil de quelques références bibliographiques et de mes travaux personnels qui me semblent avoir couvert différentes dimensions ou acceptions du concept.

Sébillotte (1993) souligne le caractère polysémique, voire flou, de la notion de fertilité. Il précise qu'il faut prendre en compte tous les *sens* du mot, sous jacents à tous ces *usages*, si l'on souhaite comprendre les *processus producteurs* de la fertilité. On peut identifier des acceptions différentes et successives de la fertilité :

- Elle peut être définie comme un jugement synthétique sur les situations culturelles, permettant leur comparaison, par exemple en vue d'échanges. Cette définition se rapproche des notions d'état donné, de valeur de fonds. C'est celle des acteurs de transactions foncières ou du remembrement par exemple (Sébillotte, 1989).
- Sébillotte (*op. cit.*) rappelle également combien la notion de fertilité a été longtemps associée à la valeur des sols proprement dits, et à leur *fécondité* j'oserais dire. Pour les agronomes anciens, comme Olivier de Serres, il s'agit de conserver cette fertilité en cultivant « en bon père de famille » comme gage pour l'avenir. Cette idée ancienne de préservation du fonds, pour en assurer la transmission est en ligne avec l'idée moderne de durabilité. Cette fertilité est d'abord intimement associée à une relation fonctionnelle entre agriculture et élevage. Le statut humique du sol, maintenu par des restitutions organiques, est l'indicateur premier de la fertilité du sol.
- Plus tard, les agronomes parlent de *composantes de la fertilité* (Sébillotte, 1989). Ce sont des caractéristiques du milieu qui correspondent à des fonctions que le milieu doit remplir dans les processus productifs. Il faut souligner ici que ce « milieu » est maintenant très large, bien au-delà du seul sol, même s'il reste d'abord limité aux ressources naturelles et au climat. Raunet (1992) dresse une liste de ces caractéristiques d'ordres pédologiques, climatiques (le rayonnement notamment), topographiques, phytosanitaires. Les composantes de type humaines et socioéconomiques sont dans un premier temps évoquées timidement (systèmes de culture). Sébillotte (1989) s'en tient à des composantes du milieu physique et estime que c'est bien cet ensemble sol, climat (le rayonnement notamment, qui définit un

potentiel photosynthétique et donc une production maximale) et milieu biologique (pression adventice et phytosanitaire par exemple) qui doit être considéré pour définir les potentialités du milieu. Pour Sébillotte (*op. cit.*), une appréciation de la fertilité elle-même par les potentialités et le rôle du milieu pose problème car elle s'expose à des confusions avec des différences de potentialités, et avec les effets des systèmes de culture (notamment les effets précédents). En outre, ces derniers introduisent dans la fertilité les notions de choix, de risque, de coût, et de souplesse d'utilisation : sera plus fertile un milieu qui, pour des coûts voisins, autorisera la mise en place de systèmes de culture très différents (plus de souplesse pour l'agriculteur), ou celle de systèmes de culture assurant une plus grande régularité de rendements (moins de risque), etc. C'est pour cela que Sébillotte (*op. cit.*) propose la notion d'*aptitude culturelle d'un milieu*, plus précise que celle de fertilité dès lors que l'on s'en tient aux potentialités spécifiques du milieu physique.

- L'aptitude culturelle d'un milieu se rapporte à la notion de potentiel, au regard de caractéristiques du milieu (sol, climat), en vue d'objectifs donnés, et par la mise en œuvre de systèmes productifs donnés. Il s'agit d'un jugement global porté sur le milieu du triple point de vue des potentialités, des coûts (de l'extériorisation de ces potentialités) et des risques, estimés du point de vue de la souplesse et de la sécurité exprimés dans le choix et la mise en œuvre des systèmes de culture (Sébillotte, 1989 ; 1993).
- Dans la mouvance recherche-développement (décrite en 2.1.4), Pichot (1995) propose une définition plus large de la fertilité qui intègre le social et l'économique, le comportement de l'agriculteur : *l'aptitude d'un milieu à satisfaire durablement les besoins des populations rurales au travers de systèmes de production et d'aménagement qu'elles mettent en œuvre, il s'agit donc d'une résultante de l'interaction entre homme et milieu, et un construit social, produit en continu*. Une telle définition introduit un lien explicite entre fertilité et durabilité, et en même temps considère le «milieu» dans une acception extrêmement large, incluant les ressources naturelles, les marchés, les infrastructures, l'environnement économique, etc. La fertilité est ici au cœur de la dialectique entre potentialités du milieu *dans son ensemble* et marges de manœuvre des acteurs (Sautier & Muchnik, 1995).

Nous discuterons ces acceptions à la lumière d'expériences et d'exemples. Il est important de noter ici que, pour la littérature anglophone et internationale, l'acception de la fertilité (*fertility*) s'arrête à un jugement d'ensemble sur l'aptitude du sol à produire, éventuellement décliné en composantes selon les spécialités : physiques, chimiques, biologiques, hydriques et hydro-dynamiques, etc., et/ou selon des critères de durabilité et de résilience (Conway, 1987 ; Altieri, 1989 ; 2002 ; Pretty, 1994). L'école de pensée française en agronomie, menée par Sébillotte notamment, va encore se distinguer en travaillant le concept plus loin.

3.1.2. Fertilité et aptitude culturelle du milieu

a) L'expression d'un potentiel de production

Le thème de fertilité des sols et de sa relation avec les activités productives aura marqué toute la première partie de ma carrière de chercheur, depuis mes travaux de DEA qui tentaient d'établir un lien entre les sols de Montagne Noire Audoise, leurs caractéristiques physico-

chimiques, géomorphologiques, et faunistiques, et la productivité des prairies, en relation avec le climat (63, 88). Une typologie régionale des principaux sols sous prairie a été établie, et propose des clefs de reconnaissance fondée sur des caractères faunistiques (principales plantes typiques) et géomorphologiques (position dans le paysage, pente, pierrosité de surface, etc.), à l'usage des praticiens locaux. Une analyse de données pluriannuelles de productivité de la terre dans les prairies naturelles et cultivées discrimine nettement les types de sols identifiés selon les rendements en herbe. Le climat, et notamment la longueur de la période estivale sans pluie, exagère ces différences certaines années, notamment lorsque les comparaisons impliquent des types hydromorphes de bas fonds.

La fertilité est ici considérée comme l'expression d'un potentiel de production, fonction de caractéristiques du sol et du climat. Elle est donnée.

On voit toutefois poindre la relation aux systèmes productifs lorsque l'étude montre que le potentiel de production d'un type de sol donné n'est pas le même selon que celui-ci supporte une prairie naturelle ou une prairie semée, cultivée, et ce quelque soit le climat. De même, certains caractères des sols (hydromorphie, pente, pierrosité) ne permettent pas la mise en œuvre de certains systèmes. On se réfère ici à la notion d'aptitude culturale du milieu, et non pas directement à la notion de fertilité (Sébillotte, 1993).

Comme nous l'avons évoqué au chapitre précédent, l'école de pensée de l'agroécologie a très tôt lié fertilité du sol et agriculture durable (Conway, 1987 ; Altieri, 1989 ; 2002 ; Pretty, 1994, notamment). Ainsi, Altieri (1989) définit l'agriculture durable comme un système qui vise à maintenir sa productivité sur le long terme, sans dégrader les ressources utilisées, par l'utilisation de technologies à faibles intrants qui améliorent la fertilité du sol, par le maximum de recyclage de ses sous-produits, par la diversification des productions, par le contrôle biologique des pestes. L'assimilation agriculture durable / agroécologie est totale dans une telle définition.

b) L'aptitude culturale en interaction avec les systèmes de culture

Ma thèse de doctorat (62), et plusieurs publications plus récentes (5, 7, 8, 16, 19, 20, 25, 26, 27, 34, 35, notamment) ont abordé les interactions dynamiques entre systèmes de production et sols, notamment dans les zones d'altitude de l'île de la Réunion et en Guadeloupe, en cultures mécanisées ou manuelles. Elle m'a permis d'approfondir cette réflexion sur la fertilité, notamment à partir du cas original et intéressant des sols andiques.

Les travaux réalisés montrent bien la forte réactivité des matériaux andiques à des variations énergétiques, de type physique ou hydrique. Des seuils énergétiques sont mis en évidence, au-delà desquels certaines propriétés physiques et hydriques sont altérées de façon irréversible. Ces seuils correspondent à certains états de pression ou de dessiccation auxquels sont couramment soumis les horizons superficiels d'andosols, dès lors qu'ils sont mis en culture.

En d'autres termes, on montre que certaines caractéristiques du sol qui en déterminent l'aptitude culturale (rétention de l'eau, comportement au travail, sensibilité à l'érosion, etc.), mais aussi plus intimes telle que la composition granulométrique, sont modifiées en retour par le mode d'exploitation qui en est fait (défrichage d'abord, puis mise en culture manuelle ou mécanisée) !

Raunet (1992) évoque les modifications multiples que les systèmes de culture provoquent sur le milieu, sous formes d'entrées ou de sorties (flux de matière et d'énergie entre sol et plantes), et sous forme de changements d'état au dessus du sol (microclimat), à la surface du sol, dans le profil cultural, à l'échelle de la parcelle. Mais les travaux sur les andosols révèlent

des modifications intimes de caractères jusqu'alors jugés comme donnés, permanents, intrinsèques (tels que la microporosité et la rétention en eau, la texture, en tout cas mesurée par des techniques granulométriques standard, 51).

Les résultats obtenus en laboratoire, couplés avec des observations et des expérimentations de terrain (notamment en terme de profil cultural, infiltrométrie, et hydrométrie superficielle) ont permis de proposer des modèles d'évolution des horizons superficiels d'andosols cultivés, à la Réunion et en Guadeloupe (5). Les figures 3 et 4 résument ces modèles.

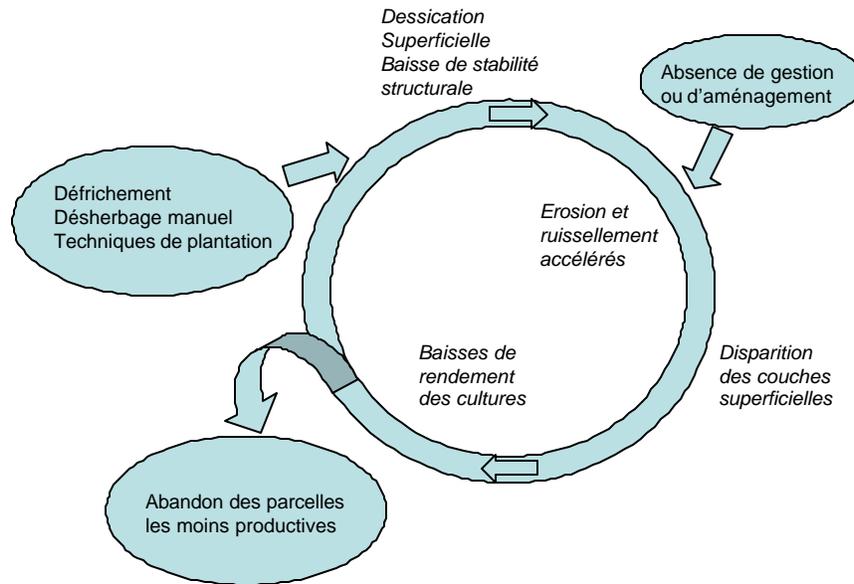


Figure 3. *Modèle d'évolution des horizons superficiels des andosols sous systèmes à base de géranium à la Réunion : interactions entre pratiques culturales et état du sol (5).*

Ces modèles décrivent les processus d'anthropisation d'horizons superficiels, en équilibre dans des contextes naturels, et qui évoluent sous culture en des substrats différenciés, souvent instables et fragiles. Des pratiques inappropriées, non durables, (abandon de la jachère, absence d'aménagements anti-érosifs, et désherbage manuel par sarclages répétés à la Réunion ; fréquente destruction motorisée de la bananeraie pour replantation en Guadeloupe) entretiennent un cercle vicieux de dégradation du sol, de baisse de rendements, d'augmentation des coûts. Les conditions de pente et le climat tropical humide à pluies de forte intensité constituent évidemment des facteurs aggravants. Ces exemples entraînent plusieurs réflexions.

D'abord, la variabilité, la réactivité et la vitesse d'évolution des horizons concernés ne peuvent être décrites par les seules références pédogénétiques. Les notions d'histoire culturelle et énergétique (le travail du sol, le bioclimat), d'érosion, de système de culture, de système de production (les pratiques de gestion du milieu à des fins productives en général), s'imposent comme déterminants de l'état d'un horizon superficiel cultivé à un instant donné.

Ces déterminants peuvent être exploités à des fins conservatoires et de réhabilitation du milieu (la notion de restauration de l'aptitude culturelle du milieu). D'autres résultats expérimentaux montrent en effet comment certaines techniques culturales innovantes, alternatives, permettent de gérer la fragilité et l'instabilité des horizons cultivés, en zones tropicales humides

(agroforesterie, mulching et plantes de couverture, rotations culturales et jachère herbacée, etc.) (Altieri, 2002).

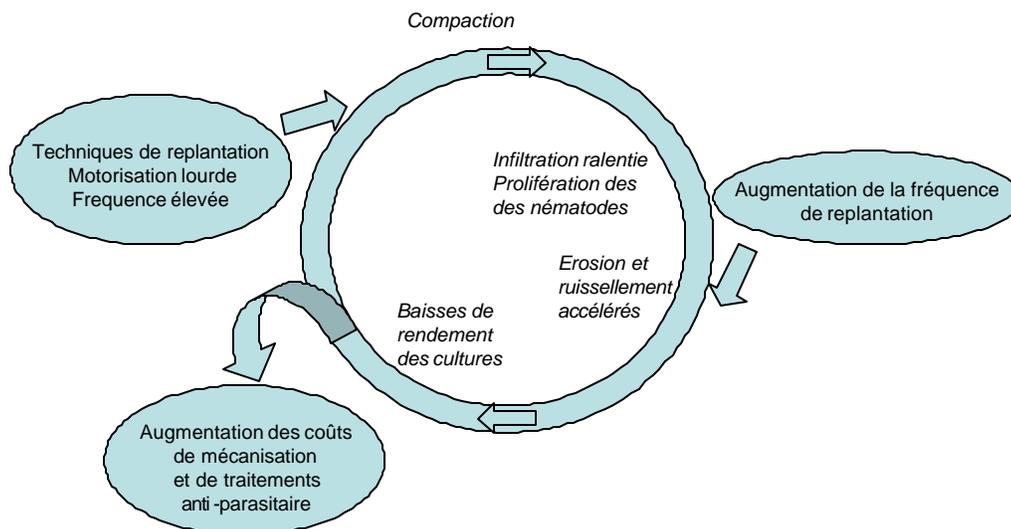


Figure 4. *Modèle d'évolution des horizons superficiels des andosols sous bananeraie en Guadeloupe : interactions entre pratiques culturales et état du sol (5).*

Ensuite, ces exemples constituent une illustration de la convergence entre agriculture non durable et baisse de l'aptitude culturale d'un milieu. Les andosols des Hauts de la Réunion, gérés comme ils l'ont été après l'abandon de la pratique de la jachère dans les systèmes à base de géranium, ont incontestablement perdu leur aptitude culturale (figure 3), les parcelles ont été progressivement abandonnées, les rendements se sont effondrés, et finalement la filière entière a presque complètement disparu.

c) *Jusqu'où peut on parler de fertilité ? et de quoi ?*

Le cas des bananeraies guadeloupéennes est plus ambigu, ou en tout cas, pose la question du lien entre durabilité et fertilité, telle que définie par Pichot (1995). Nul ne contestera que les pratiques de replantation fréquente des grandes exploitations bananières de Guadeloupe soient non durables, voire carrément minières en termes environnementaux, générant compaction et hypoxie des sols, coûts exorbitants en énergie, infestation de nématodes et dégradation des sols, éminemment péjoratifs pour l'environnement, voire la santé humaine⁴¹, etc. Il n'en reste pas moins que ces milieux et ces pratiques « *satisfont depuis plusieurs années (est-ce durablement ?) les besoins des populations concernées (quelques grands propriétaires terriens en tout cas), au travers de systèmes de production et d'aménagement qu'elles mettent en œuvre* », fût-ce par le jeu de prix artificiellement ajustés, d'aides européennes et de marchés protégés, qui leur permettent la motorisation lourde et les coûts d'énergie élevés, les coûts de traitements importants, etc. Cette exploitation minière du milieu et ses conséquences étonnement favorables et « durables » pour ceux qui la pratique n'est pas sans rappeler la

⁴¹ Les pulvérisations de fongicides se font couramment par avion en Guadeloupe, et des produits de traitements nématicides sont dilués dans l'eau d'irrigation des bananeraies. De telles pratiques ont déjà provoqué des accidents mortels, et pour le moins des problèmes de santé humaine.

thèse de Ruthenberg (en 1981, réédition en 1993) qui suggère qu'historiquement il peut être intéressant d'exploiter d'une manière minière les terres si cela permet la mise en place d'un autre secteur économique, l'industrie par exemple, qui ensuite fournira les moyens non seulement d'une restauration, mais aussi d'une amélioration plus forte de la fertilité. Néanmoins, une telle thèse met en cause la question de la reproductibilité même de l'agriculture, de sa vivabilité, y compris pour les riverains, aux sens de Landais (2002a), et son rôle dans le développement économique.

Ces exemples de diminution de l'aptitude culturale du sol quasi autoentretenu par les interactions milieu/ pratiques culturales constituent-ils des cas de diminution d'ensemble de la fertilité, dans son acception intégrant *l'ensemble du milieu* ? Se poser une telle question pose déjà problème me semble-t-il. A tout le moins, il me semble que l'élargissement de la définition telle que Pichot (1995) le propose n'aide pas à définir les liens entre cette fertilité extrêmement large. Si l'on souhaite décrire les interactions entre l'organisation sociale, l'organisation économique (à des échelles très larges autour de l'exploitation agricole), le milieu dans *toutes* ses composantes, y compris infrastructurales par exemple, et enfin, les modes d'exploitation du milieu biophysique à des fins de production agricole, il n'est peut être plus pertinent de se référer à la fertilité *stricto sensu*.

Par ailleurs, la notion de fertilité, dans ce genre d'acception, apparaît très anthropocentrée, et peut être aussi oublieuse des dommages possibles causés à l'environnement. Par rapport au cadre conceptuel proposé par Bawden (1997, voir figure 1), on a l'impression que le balancier est allé un peu trop loin dans l'holisme, oubliant au passage le respect de l'environnement et le souci d'éthique⁴², clefs de voûte du développement durable. C'est sans doute pour cela que Sébillotte (1993) suggère de s'en tenir au concept d'aptitude cultural lorsque l'on se réfère aux caractéristiques d'un milieu et leurs interactions avec les systèmes productifs.

Cette définition large pose à mon sens un second type de problèmes relatifs à la circonscription du domaine d'intervention de l'agronome. Ce point me semble aussi justifier le « retrait » vers la notion d'aptitude culturale du milieu proposé par Sébillotte (1989). Celui-ci appelait à s'intéresser à l'approche régionale de la fertilité, dans le sens d'une investigation systématique des relations causales et des co-évolutions entre systèmes de culture, dans leur diversité régionale, et aptitude culturale des milieux physiques concernés. Une telle approche me semble relever typiquement du mandat de l'agronomie, en relation avec celui de spécialistes des sciences du milieu et des ressources. En revanche, l'étude d'une fertilité qui inclut les marchés et l'environnement économique par exemple me semble relever d'interactions transdisciplinaires dans lesquels le rôle de l'agronomie est possible mais sans doute marginal, par rapport aux contributions des sciences sociales et économiques.

Pichot (1992) rappelle par exemple que la notion de système de culture ne peut être isolée de celle d'assolement (chère à de Gasparin), et cette dernière est liée aux débouchés des produits. Dans le même ordre d'idée, Sautier & Muschnik (1995) montre comment l'environnement économique, et notamment les possibilités de mise en marché et de transformation des produits influencent fortement, en feedback, les modes d'exploitation du milieu par les agriculteurs amazoniens (calendrier culturaux, types de culture, etc.). Il y a donc bien relation entre plusieurs niveaux.

⁴² Est-ce « bien » de matraquer les sols, de surconsommer de l'énergie, de sur-utiliser des pesticides, etc. même si on en tire durablement un profit ? Lorsque l'on parle de satisfaire les besoins des populations concernées, évoque-t-on seulement les exploitants, ou considère-t-on aussi les populations riveraines ?

Mais en même temps, il me semble un peu excessif de poser qu'une parcelle est moins « fertile » qu'une autre parce que son environnement socio-économique ou infrastructural est moins intéressant ou favorisant⁴³. N'y a-t-il pas dérive sémantique, sur le sens donné à la fertilité ? A tout le moins, il reste donc à bien définir les domaines d'intervention et d'investigation privilégiés des différentes disciplines.

En tout état de cause, ces avancées conceptuelles sur le thème de la fertilité, et le renouvellement du concept me semblent de nature à mieux le positionner dans le paradigme constructiviste et systémique évoqué au chapitre précédent, même si des précisions semblent nécessaire pour que cette fertilité « élargie » à tout le milieu soit clairement en ligne avec le projet de développement durable.

3.1.3. Vers une approche systémique de la fertilité

Certains de mes travaux ont spécifiquement abordé les relations sol / équipement en travail du sol mécanisé (**11, 18, 19, 25, 26, 34**, notamment). Ils soulignent également que ces relations sont bien de nature interactive dans la mesure où les horizons superficiels sont modifiés (parfois de façon drastique et durable dans le cas des sols andiques) par l'action des équipements, mais qu'en retour les performances des équipements dépendent largement de variables d'état du milieu (relations glissement / teneur en eau superficielle et cohésion ; puissance développée / masse volumique et cohésion). Etudiant plus particulièrement la traficabilité des sols (**19, 34**), on montre que c'est le processus décisionnel (l'intervention sur une parcelle donnée) qui est affecté par la perception qu'à l'agriculteur de l'état du milieu à un instant donné (état du sol et risque climatique). Un modèle mécaniste d'évolution de la teneur en eau du sol a été élaboré, en relation avec le climat et le cycle cultural de la canne à sucre (sur sols ferrallitiques du nord de la Réunion), non pas seulement pour alimenter une analyse fréquentielle des jours disponibles théoriques, mais comme outil de simulation de scénario et de réflexion auprès des producteurs de canne de la zone. Analyse des pratiques de préparation de sols canniers en rapport avec les objectifs de production et surtout d'organisation du travail des producteurs (calendrier), analyse des risques en terme de compaction et trituration des horizons superficiels, analyse des coûts encourus (en terme de consommation de carburant et temps de travaux), réflexion sur une organisation régionale de gestion de équipements collectifs ont ainsi été initiées par cette approche.

Ces recherches soulignent le caractère complexe de la fertilité, complexité relative à des processus décisionnels, eux même fondés sur des perceptions. On confirme avec Sébillotte (1993) l'omniprésence de la notion de coût, derrière celle de fertilité, celle-ci étant à la fois l'expression d'un potentiel d'un milieu, la résultante et le facteur-condition de choix technique par l'agriculteur.

Sautier et Muchnik (1995), en économistes, positionnent la fertilité et les stratégies des producteurs en terme de système de production à l'interface dynamique avec (1) l'organisation économique, et notamment les marchés et les circuits de valorisation des produits, (2) l'organisation sociale, les besoins des ruraux, et (3) l'écosystème. Ces auteurs mettent l'accent sur les interactions qui interviennent entre modes d'exploitation du milieu et circuits commerciaux et de transformation, car ils estiment que les perturbations ainsi induites

⁴³ Ce genre d'assertion était très en vogue lors du séminaire « Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides », Cirad 1995.

sur la fertilité du milieu et ses modes de gestion sont plus fréquentes et plus profondes que celles qui interviennent à l'intérieur même des exploitations.

Mes différents travaux sur les interactions entre modes d'exploitation du milieu, état du sol, performances techniques et économiques des itinéraires techniques confirment cette position interface de la fertilité, qui ne peut être abordée que de façon multicritère (67), systémique. La dimension heuristique et participative ébauchée par ces travaux sera développée aux chapitres 3.4 et 3.5. Elle renvoie à l'épistémologie constructiviste, promue au chapitre précédent.

Ces exemples, enfin, illustrent et confirment plusieurs principes :

- La fertilité, comme l'aptitude culturale, ne peut être « *chosifier* » (pour reprendre le terme de Sébillotte, 1993) : il n'est ni possible ni pertinent de les associer à un seul facteur, par une fonction déterministe (e.g. taux de matière organique) ; en cela, le concept d'itinéraire technique s'aligne bien avec ceux de fertilité et d'aptitude culturale, étant un combinat de facteurs et d'effets qu'il est illusoire de vouloir isoler et considérer séparément.
- La fertilité n'existe pas en elle-même, mais en référence à des systèmes de culture donnés, dans un contexte technologique donné (Sautier et Muchnik, 1995). Elle renvoie, en tant qu'aptitude culturale du milieu, à des pratiques agricoles données, visant des objectifs, impliquant des interactions avec le milieu, exposées à des risques et des coûts, et dépendantes d'un contexte d'ensemble économique, juridique, politique, social.
- Elle concerne donc plusieurs échelles spatiales imbriquées, de la parcelle à la région agricole. Elle concerne aussi plusieurs pas de temps, et notamment le temps long, dans la mesure où certains changements dans le contexte de l'exploitation peuvent être extrêmement rapides et/ou fréquents, alors que la plupart des composantes physiques de la fertilité du milieu ont des évolutions très lentes (sol) ou cycliques (climat).

La notion de fertilité tend à s'éloigner de celle de potentiel (de production par exemple) pour se rapprocher de celle de construit social et technique. Ainsi, les sols sont de moins en moins perçus comme fertiles intrinsèquement (ou possédant une aptitude culturale intrinsèque), comme les supports inertes d'activités productives. Leurs évolutions et les interactions dynamiques avec les systèmes productifs et avec d'autres facteurs biologiques et climatiques sont maintenant reconnues.

Sébillotte (1989) souligne l'idéologie sous jacente au concept, l'idée de son maintien comme une idée positive, naturelle, tournée vers l'avenir, tout comme le développement durable.

En tout cela, la notion de fertilité, dans l'acception systémique de son approche, est bien aussi finalement un *projet*, à l'instar du développement durable. Entretenir, améliorer l'aptitude culturale d'un milieu, n'est ce pas *tenter de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs* ?

Dans la littérature internationale actuelle, comme pour beaucoup d'agronomes francophones, la notion de fertilité est toujours fortement associée à celle de productivité potentielle⁴⁴. En cela aussi, elle est proche de l'idée d'agriculture durable car cette agriculture, en évolution

⁴⁴ Pour les anglophones, il n'est tout simplement pas d'autre fertilité que celle du sol (soil fertility)

permanente, doit être plus intensive (Uphoff, 2002). Pour autant, il me semble intéressant de préciser cette productivité en l'associant à des facteurs de production autres que le sol. Ainsi, l'augmentation de la productivité de la main d'œuvre (dans un objectif de réduction de la pénibilité, d'augmentation du temps non-agricole), des intrants chimiques (dans un objectif de réduction de leur utilisation pour limiter les risques environnementaux), de l'eau (dans le cadre de la réduction prévisible de la part de ressource dédiée à l'agriculture), etc. doivent rester les objectifs des agronomes, et font clairement partie du projet de développement durable.

Bedu *et al.* (1987) montrent par des études de cas que la fertilité est un des moteurs de la transformation des systèmes de culture. Ce chapitre voulait insister sur l'effet réciproque : l'évolution de la fertilité est bien fortement dépendante de systèmes de production agricole.

La fertilité du sol est bien une notion dynamique, éminemment technique (ses interactions avec les systèmes productifs) et donc sociale (comment les acteurs de la production définissent-ils leurs pratiques de gestion du milieu). Les questions du changement technique, de l'adoption de nouvelles pratiques par ces acteurs (les producteurs) se posent alors (chapitre 3.2).

3.2. Les questions du changement technique et de l'innovation

- ... Technical change is always a complex process with both biophysical and socioeconomic aspects, and so it is not a matter of introducing new physical things that exist independently of human interactions. Rather, it results from changes in the thinking and activities of individuals, households and communities as well as in market and organizational relationships. In such transitions, learning applied to new systems of behaviour and valuation, not just techniques or methods. -

J. Pretty & N. Uphoff "Agroecological innovations" (2002)

3.2.1. Introduction

A la suite de mes activités concernant la connaissance des sols et des interactions avec les systèmes de production, j'ai été amené à contribuer aux travaux d'une équipe pluridisciplinaire d'agronomes (systèmes de culture, agroforesterie, ressources en sol, agro-économie). Son objectif principal de développement était la mise au point et la diffusion d'alternatives aux techniques traditionnelles de mise en culture des zones d'altitude de la Réunion, dans un souci spécifique de protection contre l'érosion, et plus généralement, de durabilité des systèmes de production.

Les travaux ont porté plus particulièrement sur la mise au point de systèmes de culture avec travail minimum du sol, avec couverture végétale sèche ou vive, et/ou embocagement agroforestier productif.

Les travaux ont fait l'objet de publications (**5, 7, 8, 16, 17, 20, 27, 28, 33, 35**, notamment) et les résultats techniques obtenus sont indéniables, voire spectaculaires (effets de protection des sols contre l'érosion hydrique, de restauration des statuts chimiques et physiques des sols). Pourtant, après une dizaine d'année de recherche sur ces technologies, malgré la mise en place d'un dispositif intégrant organismes de recherche, de développement et de formation, et agriculteurs, leur diffusion est restée très marginale à la Réunion. La composante « systèmes de culture » de ce dispositif original et ambitieux a d'ailleurs été démantelée en 2002.

Plus tard, au Tchad, j'ai mené des travaux sur l'application de techniques de préparation des sols à des fins de stockage des eaux de ruissellement pour le semis de cultures vivrières (mil notamment) (**43, 64**). Là encore, au-delà de l'intérêt avéré des techniques aux plans bioclimatiques et physiologiques, les questions de l'applicabilité concrète par les acteurs locaux et de l'adoption de telles techniques se sont posées.

L'objet de ce chapitre n'est pas de revenir sur ces résultats techniques (même si les mérites de ces technologies, perçus par les agriculteurs, affectent bien leur adoption) mais plutôt de s'interroger sur la question plus large de l'adoption de technologies visant la conservation des ressources naturelles dans les systèmes agricoles du Sud, et plus particulièrement en Afrique Australe où j'ai eu à étudier cette question.

Cet objectif est d'ailleurs reformulé souvent comme un objectif de gestion durable des ressources par les agriculteurs. Nous avons en effet évoqué aux chapitres précédents (2.2.2 notamment) l'importance de l'innovation technologique, condition nécessaire (mais non suffisante ni exclusive toutefois) de la durabilité des systèmes de production, ou durabilité autocentrée. Dent (1994) rappelle que l'un des objectifs prioritaires de la recherche-système (*farming system research*) est adoption par les producteurs de technologies qui permettent

l'amélioration de leurs systèmes de production, en terme de quantité et de fiabilité des produits, et de durabilité⁴⁵.

Cet objectif est justifié par l'évolution préoccupante des ressources en eau et en sol dans beaucoup de zones en développement, dans lesquelles pression démographique, gouvernance locale défaillante, politiques publiques inadéquates, risques économiques croissants poussent les agriculteurs à des formes d'exploitation du milieu qui s'avèrent de plus en plus inadaptées, dégradantes pour les ressources, et donc non durables.

Même si l'on peut émettre des réserves sur la parfaite unanimité du diagnostic parmi les experts (quels indicateurs ?, quelles mesures ?), et évoquer les divergences importantes qui existent entre la perception qu'ont les populations locales sur ces dégradations et leurs conséquences réelles, et ces avis d'experts (Biot *et al.*, 1995), on peut tout de même s'accorder sur un point d'ensemble : les ressources renouvelables sont bien dans une situation globalement préoccupante.

Cependant, malgré les efforts de la recherche et la mise au point de nombreuses technologies visant à la conservation des sols et des eaux, l'adoption reste très limitée dans les zones en développement, et notamment en Afrique (Knox & Meinzen-Dick, 1999), en Afrique Australe (Stevens & Botha, 2001).

Ce chapitre s'efforcera d'examiner les causes et facteurs affectant cette adoption, au travers d'une analyse de publications récentes. Il s'agira de replacer les technologies dans leurs contextes potentiels d'application, socio-économiques, décisionnels, et politiques, notamment en situation d'agriculture familiale du Sud.

Dans le texte qui suit, j'utiliserai souvent le terme de technologies conservatoires, pour faire court, et désigner en fait des techniques et modes d'exploitation durables du milieu à des fins de production agricole.

3.2.2. L'enjeu de technologies conservatoires des ressources renouvelables

Pour aborder pleinement la question de l'adoption de technologies conservatoires, il me semble nécessaire de commencer par définir quelques traits de ces technologies, et de pointer les possibles différences de perspective entre chercheurs et agriculteurs sur la question de l'innovation.

D'après Whiteside (1998), les technologies de conservation des ressources renouvelables⁴⁶ sont des technologies qui permettent à un agriculteur d'atteindre un objectif de production désiré, tout en utilisant les ressources disponibles –eau, sol, travail, énergie, intrants, etc...- de façon plus efficace, et tout en maintenant sa capacité de production sur le temps long. D'où leur lien direct avec la durabilité des systèmes agricoles.

a) Une critique du paradigme positiviste en matière d'innovation

S'agissant des techniques de conservation de l'eau, leur principe est relativement simple : dans les systèmes de cultures pluviales en zones semi-arides, il est essentiel de collecter,

⁴⁵ D'après Dent (1998), cette priorité est implémentée essentiellement par l'expérimentation. Il évoque une autre priorité de la recherche-système, implémentée par des démarches de recherche-action et de modélisation, que nous aborderons au chapitre 3.5.

⁴⁶ Traduction de « resource-conserving technologies »

concentrer, conserver et stocker les rares précipitations et le ruissellement erratique, et de limiter l'évaporation directe à partir du sol. Lorsque cette eau additionnelle est mise à disposition des plantes (dans leurs zones d'enracinement), celles-ci évapotranspirent plus, la photosynthèse reprend (les besoins nutritionnels augmentent), et la production s'accroît.

Sur ces bases, les agronomes testent et développent des technologies depuis longtemps (Altieri, 2002). Il est communément admis que de tels principes, et l'obtention de résultats avérés, et bien diffusés, suffisent à assurer l'adoption des techniques par les agriculteurs. Le format habituel de tels résultats consiste en des rendements par unité de surface cultivée, mais ne fournit que rarement des informations sur la nature de la technologie promue : temps de travaux, besoins en capital, en intrants, formes d'organisation et de gestion requise pour la mise en œuvre, peut-elle être fragmentée en modules ?, peut-elle être adaptée, simplifiée, ou est-ce un « *package* » rigide ?, etc. Autant de questions qui sont cruciales du point de vue de l'agriculteur. Par ailleurs, les agents de développement et vulgarisateurs se voient confier le rôle de traduction et de transmission du message.

Une telle déconnexion entre les promoteurs d'une technologie (les chercheurs) et les utilisateurs potentiels (les agriculteurs) résultent probablement de divergences d'intérêts, d'objectifs, d'échelles de temps et d'espace et de perspectives (Bosc & Jamin, 1995). Par exemple, alors que la recherche s'évertue à développer des technologies conservatoires *per se*, en ligne avec les mots d'ordre de productivité de l'eau ou de durabilité, les objectifs immédiats des paysans du Sud est la survie et la couverture des besoins alimentaires et monétaires à court terme. Cette déconnexion provient également d'une vision bien ancrée – la résistance d'anciens paradigmes – que la recherche à d'elle-même et de son rôle sociétal, en tant que strict pourvoyeur de résultats et de technologies clef en main (Pretty & Chambers, 1993). Une telle perspective n'est pas propice aux échanges de connaissances, au dialogue, à la négociation entre acteurs, à la co-construction de projets de recherche, puis à la production transdisciplinaire de résultats, autant de traits qui caractérisent l'épistémologie constructiviste que nous avons évoqué précédemment.

Dans de nombreux cas et situations du Sud, le taux d'adoption de technologies reste très faible (Knox & Meinzen-Dick, 1999) et souligne les défaillances de ces approches réductionnistes et linéaires (Roling, 1994), en particulier dans le contexte d'agriculture familiale du Sud. Ces approches sont cependant encore très largement répandues et appliquées⁴⁷. Il est vrai qu'en Afrique Australe par exemple, en dépit de plus de 20 ans de promotion et de discours sur l'intérêt d'approches « *farming systems* », centrée sur les objectifs des paysans, leur mise en œuvre concrète reste confidentielle et rare (Whiteside, 1998).

Il me semble intéressant de reformuler quelques principes concernant la prise de décision des agriculteurs, et les processus d'innovation, de façon à entrevoir et discuter les possibilités d'une rencontre féconde entre offre de la recherche et innovation paysanne en matière de technologies conservatoires.

b) L'innovation vue par les agriculteurs

L'innovation est un processus clef de l'évolution économique, et donc du développement (Nelson & Winter, 1982; Treillon, 1992). Comme évoqué au chapitre 2, les paysans ont

⁴⁷ Il suffit pour s'en convaincre de regarder les actes du Symposium International sur « *Water Conservation Technologies for Sustainable Dryland Agriculture in Sub Saharan Africa* », tenu à Bloemfontein en avril 2003.

pendant des millénaires, domestiqué, amélioré, et utilisé des plantes et des animaux, inventé des outils, modifié continuellement leurs modes et moyens de production, les recombinaient de façon à améliorer la production, leur sécurité alimentaire, leurs revenus. Ces processus endogènes ou limités à des échanges entre communautés voisines, ne peuvent plus seuls permettre l'innovation nécessaire aux exigences socio-économiques et environnementales modernes, en évolution continue et rapide. La recherche agronomique a notamment pour fonction de pourvoir en solutions techniques, de façon à accompagner l'innovation rapide nécessaire, aidée par les moyens actuels de communication et d'information.

Il semble cependant que le processus d'innovation par l'agriculteur soit toujours constitué des mêmes ressorts : des choix et des compromis sont nécessaires. L'agriculteur reste le décideur ultime en la matière, dans un contexte de ressources et d'information limitées, de risques et d'incertitudes, mais aussi dans un contexte local et social donné, qui impose ses normes, telles des bornes au possible.

Du point de vue de l'agriculteur, l'innovation technologique en matière de conservation des ressources peut impliquer des choix et des décisions sur (1) des formes d'investissement immédiates et des espoirs de retours sur investissement à long terme, (2) des rendements actuels et futurs, (3) des équilibres entre rendements escomptés et leurs coûts de production associés, (4) des équilibres entre rendements escomptés et les risques encourus (Knox & Meinzen-Dick, 1999). Darré (1996) y ajoute le cadre imposé par la conformité à des normes sociales et culturelles, générées par le groupe auquel appartient l'agriculteur. Cet ensemble définit un portefeuille de choix possibles que l'agriculteur doit faire, en situation d'incertitude. Cette incertitude est associée aux bénéfices possibles sur le long terme d'une technologie conservatoire donnée, dans un contexte climatique et économique lui-même incertain.

Encadré 4. Les technologies ne sont pas des pratiques

Une technique ou une technologie constitue un moyen, un mode de production ou d'organisation, hors de tout contexte ; c'est une invention ou plus largement, un savoir. Une pratique est une technique qui a été empruntée, adoptée dans un contexte social et économique, qui est passée par un processus d'innovation (Ellis, 1993).

Les techniques peuvent être développées et formulées indépendamment des agriculteurs, et se réfèrent à la théorie. La technique est du domaine de la connaissance, alors que la pratique est du domaine de l'action. Les pratiques concernent les façons dont les agriculteurs travaillent, s'organisent, et sont très influencées par leurs conditions d'application (Milleville, 1987). Les pratiques sont supposées être le résultat d'une intention directe, elle-même dépendante des objectifs que se donne l'agriculteur, dans un contexte de contraintes, d'opportunités et de recherche d'efficacité. Enfin, les pratiques sous-tendent les itinéraires techniques, les systèmes de culture et de production, comme éléments essentiels de l'approche systémique.

Aristote avait déjà défini la *praxis*, en référence aux actions entreprises par des individus ou des groupes, y compris la quête de savoir, pour changer une situation, et la *theoria*, définie comme la quête de connaissance, pour elle-même (Selener, 1997).

En conséquence, les agents de la recherche et du développement doivent reconnaître qu'*adoption* renvoie le plus souvent à *adaptation*. Une technologie est rarement adoptée et appliquée sans modifications, imposées par les besoins, les contraintes et les limites rencontrées ou perçues par l'agriculteur. Par cette adaptation, une invention (une technologie) peut devenir une innovation (une pratique). C'est la mise en pratique de la technique.

A l'inverse, on peut passer du faire au savoir, en tirant de la pratique des enseignements techniques, dans un but de généralisation, de formalisation, d'élaboration de références techniques (Landais & Deffontaines, 1988). Ce point sera abordé au chapitre 3.4.

Par ailleurs, le processus d'innovation implique pour l'agriculteur l'adaptation d'une technologie donnée, sa traduction en pratique adoptée (voir encadré 4). Ce processus ne concerne le plus souvent pas simplement une technologie, mais plutôt un ensemble d'arrangements organisationnels et managériaux qui permettent l'adaptation et l'insertion de cette technologie dans le système d'activité de l'exploitation, pour qu'elle devienne une parmi d'autres, intégrée (Milleville, 1991 ; Bosc & Jamin, 1995). Enfin, ce processus peut même impliquer d'autres acteurs, au delà des limites de l'exploitation, si une forme d'action collective est requise pour sa mise en œuvre (e.g. pépinière, mécanisation, gestion de bassin versant, etc.) (Rasmussen & Meinzen-Dick, 1995).

Cet ensemble souligne la complexité du processus de décision et d'innovation au regard de technologies conservatoires.

Une telle complexité est même encore accentuée si l'on considère certains traits spécifiques du paysannat d'Afrique Australe (Low, 1986 ; Ellis, 1993), et particulièrement les défauts des marchés :

- Les paysans sont partiellement connectés aux différents marchés, qui sont de toute façon très imparfaits ; aux cotés des marchés des produits, les marchés du crédit, de l'information, de la terre et du travail sont faibles ou inexistants.
- Ils manifestent une aversion au risque lorsque exposés à un environnement très défavorable ; la subsistance devient alors la stratégie dominante.
- Les systèmes paysans d'Afrique Australe sont généralement très extensifs (cf. encadré 6), peu capitalisés, peu utilisateurs d'équipement ; la main d'œuvre n'y est elle-même pas très utilisée pour cause de rareté de main d'œuvre adulte masculine (migration).
- Ces systèmes montrent une diversification croissante de leurs activités et sources de revenus ; les revenus sociaux et non-agricoles⁴⁸ sont souvent majoritaires, aux cotés de beaucoup d'activités non rémunératrices menées dans le ménage (collecte de bois-énergie, d'eau domestique, soins aux enfants et aux malades⁴⁹).

Une technologie doit donc s'insérer non seulement dans le système de production, mais dans tout le système d'activités et de revenus⁵⁰, pour s'ajuster à la stratégie de la famille. Les échecs de la révolution verte en Afrique peuvent sans doute s'expliquer en grande partie par l'ignorance de cette nécessité.

Les chapitres suivants s'intéressent à certaines caractéristiques des technologies conservatoires des ressources qui doivent être considérées comme facteurs d'innovation.

⁴⁸ Notamment l'envoi d'argent par des parents travaillant en zones urbaines, phénomène très courant.

⁴⁹ Ce point est loin d'être anecdotique compte tenu de la prévalence du Sida dans la région, générant une proportion démographique anormale d'orphelins, et d'adultes malades.

⁵⁰ Traduction personnelle de l'anglais « Livelihood system »

3.2.3. La diversité, en nature et en échelle, comme facteur d'innovation

a) L'empreinte spatiale et la dimension collective des technologies

Il existe de très nombreuses techniques visant à conserver les ressources et s'intégrant dans les systèmes de production. Cette diversité concerne notamment les échelles auxquelles s'appliquent ces techniques.

Certaines intéressent le niveau de la parcelle ou de l'exploitation, et s'intègrent à l'itinéraire technique ou le système de culture. Elles n'impliquent que l'agriculteur individuel et ses décisions. Il s'agit par exemple de l'utilisation de variétés plus résistantes à la sécheresse, de modification de la densité de plantation, ou du calage d'un cycle, du stockage d'eau dans l'exploitation, de pratiques conservatoires à l'échelle de la parcelle (mulching, etc.).

D'autres, s'appliquant aussi dans l'exploitation, nécessite toutefois une forme d'entente, de coordination et/ou d'entraide entre plusieurs agriculteurs. Cela peut concerner par exemple le recyclage des résidus de culture à des fins de mulching ou de compostage, qui implique que les animaux errants de la communauté soient maintenus à l'écart même après les récoltes (cas en Afrique du Sud). De même, certaines techniques de semis direct ne peuvent être mises en oeuvre que par une mécanisation gérée collectivement (cas au Brésil). Ou encore, l'embocagement agroforestier ne peut être efficacement mis en oeuvre qu'au travers d'une entente entre voisins, et d'une pépinière collective (cas à la Réunion).

Enfin, certaines technologies n'ont de sens que mises en oeuvre à l'échelle de la communauté entière, d'un territoire, et impliquent forcément des formes d'action collective. Tel est le cas d'aménagements lourds (terrassement, nivellement, création de canaux) ou l'implication d'un groupe dans un aménagement donné de type périmètre irrigué dans lequel des formes de coordination peuvent être adoptées vis-à-vis de technologies conservatrices de l'eau par exemple.

Ce dernier type nécessite un certain degré de capital social (Ostrom *et al.*, 1994 ; DFID, 2000 ; Pretty, 2002), et la préexistence de plateforme pour l'action collective (association locale, groupe constitué) (Röling, 1994 ; Rasmussen & Meinzen-Dick, 1995). Le problème est que ces plateformes existent rarement, et que le bénéfice de ces technologies ne peut s'exprimer de façon isolée (Knox & Meinzen-Dick, 1999). Rasmussen & Meinzen-Dick (*op. cit.*) et Pretty (2002) soulignent que les caractéristiques des groupes d'utilisateurs et les arrangements institutionnels locaux sont des facteurs clés des capacités de gestion des organisations locales, et donc de l'adoption de technologies conservatoires d'application communautaire.

Sen (1993) a par exemple bien documenté la différence d'impact en terme d'adoption entre des approches visant des individus ou des groupes. Les organisations de producteurs constituent souvent des véhicules essentiels pour le développement et la dissémination de technologies conservatoires alternatives. En retour, certaines technologies, par leur intérêt évident pour les producteurs, peuvent déclencher des processus d'action collective jusqu'alors embryonnaires ou inexistantes.

b) Des pas de temps différents, et l'enjeu des droits d'accès

Certaines technologies conservatoires peuvent générer un retour sur investissement à l'échelle du cycle cultural, c'est-à-dire à court terme. C'est le cas de techniques d'irrigation ou le choix d'une variété particulière. Cependant, certaines technologies nécessitent un temps plus long

pour exprimer un bénéfice quelconque. Ainsi dans une étude particulièrement bien documentée en Ethiopie, Adnew (2000) estime qu'il faut entre 2 et 6 ans d'application pour que les paysans commencent à bénéficier de technologies de conservation des sols et de l'eau (voir aussi encadré 5).

Dans le cas de droits d'accès non sécurisés sur les ressources (droits fonciers en particulier), les agriculteurs ne disposent pas de la garantie de pouvoir bénéficier dans un futur plus ou moins lointain (selon la technologie) d'investissements qu'ils pourraient consentir aujourd'hui. De façon plus générale, Weber (2002) considère que, s'agissant du développement durable et de la lutte contre la pauvreté, les enjeux principaux peuvent être ramenés à des questions d'accès⁵¹, d'usage et de dynamique des interactions entre ressources et usages.

Ainsi en Inde, Pender & Kerr (1996) démontrent que les investissements les plus importants en matière de conservation de l'eau et des sols sont mis en œuvre par des propriétaires, au droits fonciers clairs et non disputés. En Afrique du Sud, le vide juridique et institutionnel actuel en matière de tenure foncière en zone communale n'incite pas les exploitants à investir dans des technologies conservatoires ou innovantes (4, 71, 76) et devient en lui-même un facteur de pauvreté, de sous-développement rural et de dégradation des ressources renouvelables (Lahiff, 1999 ; 4).

Par ailleurs, lorsque des producteurs sont réduits à des stratégies défensives de survie, leur pas de temps pour prendre des décisions est souvent très limité, ainsi que leur capacité à planifier leurs activités sur le long terme. On voit ainsi s'installer une spirale vers plus de pauvreté, des ressources en dégradation, et une durabilité non assurée.

La figure 5 reprend ces deux dimensions et résume l'influence des échelles temporelles et spatiales sur l'adoption de technologies conservatoires, et leurs relations respectives au degré de sécurité foncière et d'action collective. Pour une technologie donnée, plus son espace d'application est grand, plus elle requiert un haut degré d'action collective. De même, plus elle nécessite un temps long pour exprimer son efficacité, plus le degré de sécurité sur la tenure foncière, et plus généralement sur l'accès aux ressources concernées, doit être élevé.

Il est important de noter que certaines technologies peuvent être appliquées à l'échelle de la parcelle cultivée, mais requièrent des formes de coordination et d'action collective en matière d'accès aux intrants nécessaires, de mécanisation ou de gestion de la ressource.

Ce cadre d'analyse souligne le fait que l'adoption de certaines technologies passe par des processus d'innovation collective, technique et organisationnelle, parfois institutionnelle, alors que d'autres peuvent être promues à l'échelle individuelle. De la même façon, certaines technologies devront s'appuyer sur des droits d'accès aux ressources sécurisés, alors que d'autres peuvent s'appliquer en conditions de court terme et d'incertitude. Une telle diversité est donc extrêmement importante à prendre en compte.

Les qualités intrinsèques d'une technologie, son coût de mise en œuvre par exemple, ne suffisent donc pas à en déterminer la pertinence et la possible adoption par les producteurs (Rasmussen & Meinzen-Dick, 1995). La motivation, le savoir-faire individuel des producteurs ne suffisent pas non plus, mais doivent être combiné à des institutions locales (capital social, droits fonciers) (Jagger & Pender, 2003) et à un environnement extérieur à l'exploitation qui soit favorable (Röling, 1994 ; Whiteside, 1998).

⁵¹ Les « property rights » et plus généralement « institutions » de la littérature anglophone.

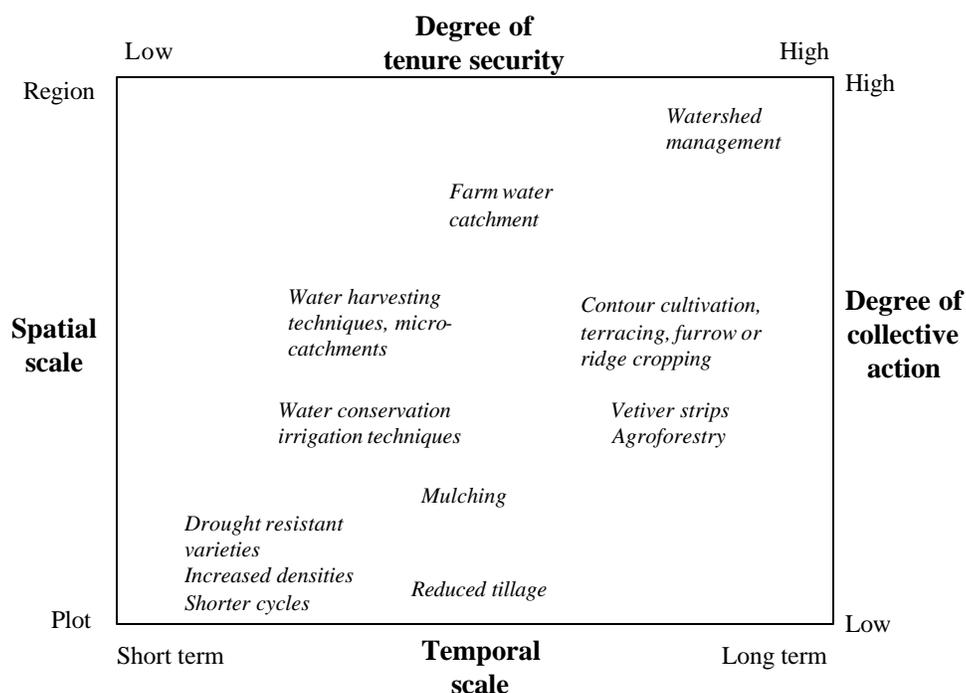


Figure 5. *Influence des échelles temporelles et spatiales sur l'adoption de technologies conservatoires : relations respectives au degré de sécurité foncière et d'action collective (publié dans 102, adapté de Knox & Meinzen-Dick, 1999).*

3.2.4. L'adoption de techniques conservatoires dépend du contexte

Ce chapitre vise à identifier quelques facteurs clefs de l'adoption de technologies conservatoires. Les acteurs de la recherche et de la vulgarisation agricole tendent à ne pas prendre en compte d'une part certaines caractéristiques internes de l'exploitation agricole, et d'autre part l'environnement socio-culturel et économique, dans lesquels est sensé se dérouler le processus d'innovation. Pourtant, comme le notent Landais et Deffontaines (1988), une technologie va devoir s'insérer dans un système que sa complexité rend unique. La pratique mise en œuvre n'est nullement l'avatar accidentel, localisé, de la technologie adoptée. Elle résulte d'un processus de décision, d'appropriation et d'adaptation expérimentale et progressive de la technique proposée, tenant compte à la fois des contraintes et des atouts propres au système concerné, et au projet de l'agriculteur.

a) *Le contexte interne à l'exploitation*

Knox & Meinzen-Dick (1999) listent et discutent une série de facteurs internes à l'exploitation agricole, et qui sont déterminants en terme d'adoption de technologies alternatives.

Parmi ceux ci, la situation financière du ménage est cruciale. D'abord parce qu'elle est souvent intimement liée aux relations de pouvoir dans la communauté, et aux droits d'accès sur les ressources. Le niveau de revenu et de capital détermine ensuite comment un ménage envisage des investissements et attribue une valeur d'escompte aux bénéfices possibles futurs.

Ainsi, ceux qui possèdent un capital financier et naturel élevé attribuent une valeur élevée à des retours sur investissement à moyen et long terme résultant de l'application de technologies conservatoires. Ils sont moins contraints par la sécurité alimentaire et les risques à court terme.

Le surplus de travail occasionné constitue une autre contrainte majeure à l'adoption de nouvelles technologies conservatoires en zones semi-arides (Kuyvenhoven & Ruben, 2002). L'action collective et l'entraide peuvent pallier à ce problème, notamment dans des économies peu monétarisées ou à forte émigration de main d'œuvre adulte. En tout état de cause, les besoins en main d'œuvre relatifs à une technologie donnée doivent être quantifiés et explicités.

Ces deux premiers points font l'objet d'une diversité importante au sein même d'une communauté donnée, dans laquelle les producteurs peuvent avoir de très différentes façons de procéder, relatifs à des objectifs différents. Cela renvoie à la notion de stratégie (Yung & Zaslavsky, 1992). Nous reviendrons sur ce point au chapitre suivant, mais il est important de souligner ici que l'identification des stratégies des producteurs constitue une étape importante dans l'identification de leurs besoins et de leurs possibilités d'innovation.

En dépit de l'utilisation très répandue du terme « agriculture familiale » dans la littérature traitant du développement, le rôle effectif de la famille entière dans le processus d'innovation est rarement évoqué (Salamon *et al.*, 1997). Ces auteurs soulignent que les études les plus récentes persistent à se focaliser sur le chef d'exploitation, individu masculin et supposé décideur unique. Une telle approche est vouée à l'échec dans le contexte rural d'Afrique Australe, dans lequel l'émigration masculine massive est la règle, et dans lequel le rôle des femmes et des personnes âgées dans la production et la prise de décision est prédominant. Ce point est également à relier à celui de la disponibilité en main d'œuvre, évoqué plus haut.

b) Le contexte socioculturel et les normes sociales

Par ailleurs, des normes sociales parfois difficilement contournables pèsent sur le processus de décision et la capacité d'innovation d'un ménage. Ces normes sont générées par le groupe social auquel appartient le ménage agricole (Darré, 1996 ; Pretty, 2002). Elles prennent la forme de tabous, de règles, de pratiques en matière de gestion de l'eau et des sols notamment, qui sans toujours pouvoir être justifiés de façon rationnelle, n'en constituent pas moins des institutions auxquelles l'agriculteur ne souhaite pas déroger⁵².

D'autre part, ces normes intègrent souvent du savoir local⁵³ qu'il est intéressant de prendre en compte dans le développement de technologies que l'on souhaite adaptées au contexte local.

La prise en compte de ce cadre socioculturel, avec ses freins et ses opportunités en matière d'innovation, me semble crucial si l'on se réfère à l'une des préoccupations du développement durable (héritée de l'écodéveloppement) évoquée au chapitre 2.2 : la mise au point d'alternatives technologiques non pas par le seul transfert Nord-Sud, mais par l'adaptation de techniques appropriées aux conditions précises de leur insertion.

⁵² Ainsi, nombre de petits producteurs des Hauts de la Réunion nous ont indiqué que, sans contester l'intérêt intrinsèque de techniques de couverture permanente du sol (anti-érosives, et anti adventices), il n'était pas question pour eux de « cultiver dans la saleté » et d'ainsi risquer de devenir la risée de leurs voisins, tout en ayant le sentiment d'être un « mauvais planteur » qui n'entreprendrait pas ses champs.

⁵³ Le « indigenous knowledge » des anglophones.

Les agents de la recherche et du développement doivent donc se familiariser avec ses différentes normes et avec les pratiques des producteurs, les prendre en considération dans l'élaboration d'alternatives techniques, et éviter tout jugement hâtif quant à leur pertinence au regard de critères purement technico-économiques (105).

c) La « demande » en technologies conservatoires, quelle recherche ?

Comme déjà évoqué, il est important de prendre en compte que les producteurs, dans des contextes d'agriculture familiale en développement, considèrent rarement en priorité des solutions techniques dont ils pourront bénéficier sur le temps long. L'adoption et l'application de technologies conservatoires ne sera perçue comme importante que lorsque l'environnement ou certaines ressources seront notablement dégradés, ou mieux, que ces effets occasionneront des baisses alarmantes et répétées de rendements (Gillet *et al.*, 2003).

En théorie, l'adoption de technologies sera facilitée si les priorités et modalités de recherche s'alignent avec les besoins et priorités des producteurs. La posture constructiviste suggérée aux chapitres précédents pour accompagner le développement durable suppose dans ce cas précis la participation des producteurs à l'identification des besoins et leur contribution au développement de technologies alternatives (Whiteside, 1998 ; 105).

Il convient toutefois de souligner ici que la « demande » en appui à l'innovation émanant de petits producteurs est dispersée, souvent vague, voire inexistante. Leurs besoins sont très divers, dépassent souvent les questions strictement agricoles, touchent rarement à des questions environnementales. Par ailleurs, cette demande hypothétique est parfois réinterprétée, distordue dans les discours d'acteurs politiques ou du développement, aux intérêts divers.

L'expression et l'interprétation en questions de recherche de cette demande évasive nécessitent des dispositifs particuliers, dédiés à la construction, à l'expression des besoins et des préoccupations des producteurs. Il apparaît également important de reconnaître le caractère non générique et localisé de cette demande, qui appelle donc des réponses locales et particulières. Nous reviendrons sur ces dispositifs au chapitre 3.5. En particulier, il semble important que soient bien documentés les bénéfices, limites et contraintes possibles d'une technologie (Whiteside, 1998), ainsi que les pratiques existantes en matière de gestion durable des ressources à des fins productives. Des pratiques et des savoir-faire locaux existent en effet souvent en matière d'agriculture durable, et méritent l'attention des chercheurs, comme autant de points de départ pour promouvoir le changement et l'innovation (Pretty, 1994 ; Pender & Kerr, 1996 ; Gandonou & Oostendorp, 2001). L'analyse des pratiques sera abordée au chapitre 3.4.

Whiteside (1998) insiste sur différents biais ou défauts de la recherche publique dans les pays d'Afrique Australe :

- la courte durée des expérimentations, par ailleurs souvent conduites en milieu contrôlé et/ou en conditions très favorables par comparaison à la diversité pédo-climatique environnante (voir encadré 5); les producteurs les plus pauvres, ceux considérés les moins performants, ou les femmes sont souvent écartés des procédures d'expérimentation en milieu paysan, ou même des démonstrations ou sessions d'information ou d'échanges ;
- l'attention excessive portée à la productivité de la terre comme indicateur ou critère d'évaluation des technologies, alors que d'autres facteurs sont souvent plus limitant

que la surface cultivable par exploitation dans la région (eau, main d'œuvre, intrants, trésorerie, par exemple) (Kuyvenhoven & Ruben, 2002) ;

- en dépit de la rhétorique ambiante sur l'approche « *farming system* » et le nécessaire changement de paradigme vers une recherche plus systémique, constructiviste et transdisciplinaire, les organisations de recherche de la région fondent leur structure sur les clivages entre disciplines, et la séparation des grandes filières ; par ailleurs, les sciences sociales, économie et sociologie incluses, sont notoirement sous-représentées dans ces organisations.

Encadré 5. Le problème du temps long dans la recherche sur les technologies conservatoires des ressources naturelles.

Les technologies qui permettent une gestion durable des ressources naturelles dans des processus productifs de type agricole, ou technologies conservatoires, inscrivent typiquement leurs effets sur le temps long. En d'autres termes, leur intérêt comparé à des techniques traditionnelles, et les bénéfices que pourra en tirer l'agriculteur ne seront visibles qu'après plusieurs cycles culturaux, voire plusieurs années. En revanche, les effets négatifs qu'elles pourraient présenter, par exemple en terme de besoins supplémentaires en main d'œuvre ou en baisse de rendement, sont souvent plus immédiats, plus visibles.

Dans ce contexte, les dispositifs expérimentaux habituels, classiquement conduits sur quelques années au mieux, ne sont pas pertinents. Il serait nécessaire de pouvoir les maintenir sur de plus longues périodes, de 10 ans ou plus, de façon à bien appréhender les fluctuations climatiques et les lentes évolutions des horizons superficiels des sols notamment. Cela revient à dire que les dispositifs de recherche sur les techniques visant la durabilité doivent être eux-mêmes durables !

Peu d'organisations de recherche ou d'instituts techniques peuvent se permettre cette durabilité des dispositifs aujourd'hui. Par ailleurs, ces expérimentations à long terme sont peu commodes à mettre en œuvre, ni à suivre en milieu paysan, et la station de recherche reste le recours typique, avec tous les biais qui entachent démarche et résultats dans ces conditions.

A mon sens, deux solutions s'offrent à l'agronome systémicien et constructiviste pour pallier à ces difficultés : d'une part, certaines technologies et pratiques locales qui ont fait leur preuve sur le temps très long en matière de gestion durable des ressources peuvent être divulguées et promues auprès d'autres groupes sociaux, voisins ou de régions proches (Adnew, 2000 ; Gandonou & Oostendorp, 2001) ; d'autre part, la modélisation (y compris dans des formes mécanistes en matière de croissance et développement des cultures, et de bilan des ressources) constitue un moyen puissant, à la fois d'investigation sur les variations possibles de résultats agronomiques et économiques sur le temps long (Siband, 1992), comme dans des démarches plus heuristiques et participatives avec les producteurs eux-mêmes (22, 38).

Comme cela est évoqué dans le texte, seule la dégradation sévère et avérée des ressources constitue souvent l'unique incitation effective pour les producteurs à s'engager dans la conservation (Gillet *et al.*, 2003). Il est souvent malheureusement trop tard pour espérer redresser la situation, au moins dans des délais et à des coûts raisonnables. Une démarche de modélisation, suivie de possibilités de simulation et de participation des producteurs, peut permettre d'accompagner ceux-ci dans la prise en compte du temps long, des conséquences futures possibles de décision et d'action d'aujourd'hui.

A côté de la recherche, la vulgarisation et les services de développement, faute de moyens et de formation des agents, restent souvent campés sur des postures d'intervention dépassées, parmi lesquelles le transfert de technologie (ToT) dans sa version la plus *top-down* reste étonnamment persistant, avatar d'une révolution verte qui n'a pourtant jamais récolté aucun succès dans la région.

d) La nécessité d'un environnement favorable

L'environnement climatique, sanitaire, social, politique et économique des petits producteurs en situation de développement est souvent caractérisé par une grande incertitude et des risques élevés. Le cadre d'analyse pour des systèmes de revenus et d'activité durables⁵⁴ (Scoones, 1998 ; DFID, 2000) permet de prendre en compte et de caractériser le contexte de vulnérabilité⁵⁵ de l'exploitation.

Les producteurs qui montrent la plus grande aversion au risque, souvent parce que déjà vulnérables et/ou peu doté en capital financier, naturel ou autre, seront les moins prompts à adopter une technologie alternative donnée, particulièrement si les retombées possibles de son application sont elles mêmes incertaines ou lointaines.

La compréhension de cet environnement est nécessaire, et doit être incluse dans le développement même des technologies.

En cas de faiblesse du capital financier de l'exploitation, notamment en terme de disponibilité de trésorerie à des temps clefs (investissements liés à la mise en œuvre d'une technologie, périodes de mise en culture), le recours au crédit peut faciliter le processus d'innovation. L'absence de garantie de nantissement pour les producteurs sans droit foncier clair les prive toutefois souvent de possibilité de prêt formel auprès des organismes bancaires. Cependant des systèmes informels locaux d'épargne / prêt ont depuis montré leur efficacité et leur pertinence. On retiendra toutefois que les défauts du marché du crédit peuvent constituer un frein aux investissements en matière de technologies conservatoires, comme le montrent Pender & Kerr (1996) en Inde.

De la même façon, les défauts en terme de capital physique nuisent à l'innovation : l'absence ou l'état dégradé d'infrastructures routières, l'accès défaillant à l'information, constituent parmi d'autres, des obstacles souvent rédhitoires.

Enfin, il faut reconnaître que les succès d'innovations en matière de technologies conservatoires sont souvent localisés. Cela semble incontournable comme résultat dans le cadre d'une démarche d'accompagnement de l'innovation. Le problème est qu'elles restent confidentielles ou non durables, en l'absence de politiques facilitatrices. La plupart des politiques de développement agricole et rural soutiennent toujours le paradigme productiviste, et promeuvent l'utilisation d'intrants et l'adoption de technologies exogènes⁵⁶. De telles politiques encouragent ainsi des formes d'agriculture non durables et à haut risque, peu adaptées au petit paysannat dans une perspective de réduction de la pauvreté, et générant des risques pour l'environnement (Pretty, 1994 ; Whiteside, 1998). Pretty *et al.* (2002) propose ainsi une série d'instruments de politique agricole et sociale, visant des critères précis de durabilité, et leurs implications en terme d'innovation.

⁵⁴ Traduction personnelle de « Sustainable Livelihood Framework »

⁵⁵ Traduction personnelle de « vulnerability context »

⁵⁶ On voit ainsi en 2004 ressurgir le thème de la révolution verte, renaissant de ses cendres et promu par certains penseurs de l'IFPRI, et évidemment ardemment critiqué par une large communauté de chercheurs intéressés par le développement durable et la réduction de la pauvreté (Le Monde du 11 août 2004).

3.2.5. Le besoin d'une recherche -développement adaptée

L'adoption de technologies visant à la durabilité des modes d'exploitation du milieu à des fins productives n'est pas une fin en soi.

Le changement technologique qui est promu doit être évalué au regard d'objectifs de développement durable des exploitations qui le mettent en œuvre, et plus largement des régions rurales dans lequel il s'insère. Il doit être au service du développement humain, du développement économique, de la préservation de l'environnement (Knox & Meinzen-Dick, 1999), comme autant de composantes indissociables, et donc appelant les compromis, au sein du projet sociétal de développement durable.

Encadré 6. Intensification ou extensification pour le développement durable ?

Les attributs *extensif* et *intensif*, appliqués à des systèmes productifs, sont des concepts d'économie et se rapportent à un ratio entre facteurs de production. Les notions d'*extensification* et d'*intensification* renvoient quant à elles plutôt à des processus, et font référence à une situation antérieure. Ces attributs et notions ne signifient rien s'ils ne sont rapportés à un des trois grands types de facteurs de production agricole, ou à une de leurs composantes : la terre, le travail, le capital (Brossier, 1987).

Contrairement à la notion de productivité, qui renvoie à un ratio entre production (rendement) et facteurs de production, ceux-ci pouvant être très divers (surface cultivée, main d'œuvre, intrants, ressource en eau, etc.), ces notions sont définies en agriculture en référence à l'usage qui est fait de la terre, facteur de production non reproductible et souvent disponible en quantité limitée dans l'exploitation agricole.

Dans le discours agronomique courant, l'agriculture est dite intensive lorsque le volume de la production par unité de surface est élevé, soit parce que les systèmes productifs mis en œuvre emploient beaucoup d'autres ressources par unité de surface, soit parce qu'ils font un usage efficace de ces ressources. Selon le cas, *intensif* rime donc ou non avec *productif*, et un système dit intensif peut être générateur de risques pour l'environnement, ou pas. D'où certaines confusions possibles.

Ces notions sont importantes dans une perspective de développement et d'agriculture durable.

L'évolution de l'agriculture vers la durabilité implique souvent une *intensification*, dans le sens d'un moindre usage des ressources renouvelables et des intrants chimiques, tout en maintenant, voire en augmentant la production par unité de surface. Cette voie implique augmentation de savoir-faire et/ou changement technologique, comme évoqué dans ce chapitre.

Le terme *extensification* constitue également une source de confusion dans le sens où il peut signifier d'une part, une *désintensification*, c'est-à-dire une moindre production par unité de surface tout en maintenant les marges et revenus, par une diminution des charges et coûts de production (une meilleure utilisation des intrants par exemple, et donc une réduction des risques environnementaux), d'autre part une utilisation plus extensive des territoires disponibles, soit en valorisant des surfaces complémentaires à l'exploitation (parcours, veines pâtures, etc.), soit en agrandissant l'emprise territoriale de l'exploitation.

Cependant, dans les deux acceptions, ces systèmes impliquent souvent agrandissement des exploitations, mais vont aussi de paire avec des politiques environnementales (moindre utilisation d'intrants par unité de surface), de lutte contre la déprise et l'enfrichement, l'aménagement du territoire rural, la protection contre les incendies, de réduction des coûts de production.

Par ces définitions et leurs implications, on constate donc que l'intensification est un processus qui peut accompagner le projet d'agriculture durable dans les pays du Sud, où un moindre usage des ressources renouvelables et des intrants chimiques (polluants et coûteux), associé à une augmentation des rendements, peuvent être des pistes intéressantes. L'extensification peut en revanche être plus adaptée à un développement rural durable dans les pays développés, confrontés à des problèmes de déprise et d'aménagement des territoires ruraux.

Ce que ce chapitre tente de souligner, c'est que l'innovation, le changement technique sont souvent indispensables au projet de durabilité de l'agriculture, mais ne peuvent se résumer à un dialogue fructueux entre des agents de développement convainquants et des agriculteurs dociles et attentifs. D'autres acteurs doivent jouer un rôle dans le processus, chercheurs, acteurs ruraux, acteurs politiques, etc. dans un dispositif centré sur les besoins des producteurs, la prise en compte de facteurs de l'environnement, l'élaboration participative de solutions techniques, et l'abandon d'approches de simple transfert vertical et univoque de savoir et de technique.

En particulier, il faut reconnaître que, souvent, un changement technique en matière de gestion durable des ressources à des fins de production renvoie à un processus d'intensification d'un au moins des facteurs de production (rarement le capital au Sud toutefois, mais plutôt la main d'œuvre) (Kuyvenhoven & Ruben, 2002) (voir encadré 6). Uphoff (2002) nous rappelle que pour éradiquer la faim et l'insécurité alimentaire dans le monde, il faudra au moins doubler la production mondiale de nourriture à l'horizon 2050, alors même que la surface cultivable par tête se réduira d'un tiers d'ici là, et que la part des ressources en eau réservée à l'usage agricole va sans doute être encore plus réduite.

Il s'agit donc d'une approche renouvelée du travail de l'agronome, un nouveau paradigme, qui peut s'appuyer sur les principes suivants (Whiteside, 1998 ; Piraux *et al.*, 1999 ; 55) :

- faire de l'agriculture familiale en développement la priorité, en ce que Whiteside (1998) qualifie de discrimination positive (*affirmative action*), avec comme objectifs la réduction de la pauvreté, la sécurité alimentaire, et bien sûr la durabilité des systèmes productifs (Uphoff, 2002) ;
- promouvoir une recherche localisée, adaptative, adaptée aux différents environnements, mêlant recherche en milieu contrôlé et en milieu paysan, et impliquant les agents locaux (Godard & Hubert, 2002) ;
- prendre en compte la demande effective, si besoin re-formulée, des producteurs en matière d'utilisation des ressources à des fins productives ; identifier leurs stratégies et priorités ; comprendre les systèmes locaux d'activité et de revenus et situer la place de l'agriculture dans ces systèmes ;
- promouvoir une approche transdisciplinaire et multisectorielle des problèmes, notamment en utilisant des critères d'évaluation des technologies de nature différentes (la productivité des ressources naturelles, et de tous les facteurs limitants identifiés par les producteurs ou les acteurs ruraux - énergie, main d'œuvre, intrants, etc.) (17) ;
- promouvoir la prise en compte du temps long, dans la recherche elle-même comme dans les partenariats autour de la recherche d'alternatives et de l'investigation du champ des possibles (Godard & Hubert, 2002) ;
- créer activement un environnement de compréhension et d'apprentissage mutuelle entre acteurs de la recherche, du développement, et acteurs ruraux (Röling, 1994 ; Campbell, 1994) ;
- reconnaître et analyser les pratiques et les savoir et savoir-faire locaux, capitaliser et communiquer sur cette recherche et cette innovation endogènes (32) (cf. chapitre 3.4) ;
- promouvoir la recherche d'options et favoriser des démarches heuristiques participatives aptes à amplifier le raisonnement des acteurs locaux (Le Moigne, 1990), de favoriser l'exercice de ses capacités cognitives (Avenier, 1997), plutôt que de

rechercher et promouvoir la solution unique à un problème posé (Whiteside, 1998 ; Uphoff, 2002).

Les tendances actuelles en matière de recherche en sciences de gestion vont dans ce sens. Des recherches en agronomie se sont approprié ces démarches de recherche-action, participatives et heuristiques (Röling, 1994 ; Campbell, 1994 ; Uphoff, 2002 ; **32**).

J'ai eu l'occasion de mettre en pratique ces principes dans le cadre du développement et de la promotion de technologies de compostage, et du développement d'une instrumentation de la gestion de la matière organique à la Réunion (travail réalisé par L. Vimeux, stagiaire). J'expliquerai dans les chapitres suivants comment j'ai pu le faire aussi dans le cadre de problématiques organisationnelles, managériales et institutionnelles dans des périmètres irrigués ; nous y reviendrons au chapitre 3.5 (**6, 13, 22, 24, 29, 39, 41, 71, 72**).

3.3. La diversité des modes d'exploitation agricole du milieu. Approches typologiques

- ... on peut regarder une pièce d'un puzzle pendant trois jours et croire tout savoir de sa configuration et de sa couleur sans avoir le moins du monde avancé : seule compte la possibilité de relier cette pièce à d'autres pièces, et en ce sens il y a quelque chose de commun entre l'art du puzzle et l'art du go ; seules les pièces rassemblées prendront un caractère lisible, prendront un sens : considérée isolément, une pièce d'un puzzle ne veut rien dire ; elle est seulement question impossible, défi opaque ... -

G. Perec. "La vie : mode d'emploi" (1978)

3.3.1. La diversité des situations agricoles comme objet d'étude

a) Pourquoi étudier les situations agricoles et leur diversité ?

Les résultats très mitigés de la révolution verte au Sud, notamment en Afrique, les faibles réponses aux incitations au changement technique (évoquées au chapitre précédent), la diversité de réponses aux efforts des structures de développement, ont amené les chercheurs et développeurs à s'interroger sur l'adéquation de leurs propositions aux contextes agraires auxquels elles étaient destinés (Mettrick, 1993).

Pour Yung (1994), ces opérateurs se sont mis à se préoccuper du milieu d'intervention sous deux formes. L'une privilégie l'optique agronomique et socio-économique attachée à l'analyse des structures de production, à l'adéquation des interventions ou propositions aux pratiques, aux systèmes de culture, aux systèmes de production, voire aux systèmes agraires. L'autre met l'accent sur l'adéquation des interventions aux objectifs des producteurs, à leurs stratégies (voir encadré 7), car ce sont eux *in fine* qui décident du sort des messages et des technologies qui leur sont diffusés. Pour Yung (*op. cit.*), ces deux formes d'intervention se complètent. A mon sens, elles tombent dans le champ d'intervention des agronomes, mais semblent nécessiter un travail transdisciplinaire impliquant les sciences sociales et économiques.

J'ai été impliqué dans ce type de travail visant à décrire à la fois la diversité des systèmes de production, des systèmes d'activité et de revenu et les stratégies des ruraux, soit directement, (12, 23, 54, 60), soit au sein d'une équipe pluridisciplinaire (71, 75, 73), soit au travers de travaux d'étudiant que j'ai encadré (1, 2, 76, 80, voir également la liste de stagiaires en annexe 2). Il est à noter qu'une composante importante de ma lettre de mission à l'Université de Pretoria concerne la formation aux méthodologies associées à ce type de recherche, à l'interface entre agronomie et socioéconomie (104, 106, 107). D'une façon générale, mon engagement a plutôt porté sur l'étude de la diversité des systèmes de production en condition d'agriculture familiale à la Réunion puis en Afrique du Sud.

A la Réunion, mes activités se sont orientées vers l'étude du changement technique, de la nécessaire évolution des pratiques de producteurs confrontés à une dégradation des ressources en sol et des rendements dans certaines situations, à des pénuries d'eau d'irrigation dans d'autres. D'une façon générale, ces producteurs constatent une réduction de la gamme des options possibles en terme d'itinéraires techniques, de systèmes de culture et de production

(que l'on peut traduire par les idées d'aptitude culturelle du milieu, de baisse de fertilité, de durabilité compromise). Au regard de ces principes généraux, relativement partagés au niveau sous régional à la Réunion, la nécessité d'aborder la diversité des situations agricoles s'est imposée. Si la diversité du milieu physique a été décrite et modélisée de façon précoce et complète à la Réunion (études pédologiques et bioclimatologiques), la diversité des exploitations de polyculture-élevage des Hauts de la Réunion, dans leur mode de fonctionnement, dans les pratiques mises en œuvre restait un domaine peu abordé.

Encadré 7. Les incontournables stratégies des producteurs

Comme évoqué dans ce chapitre, on observe chez les producteurs d'une région donnée différents modes de production, objectifs et pratiques. Ces différences reflètent en fait des stratégies différentes mises en œuvre.

Une stratégie peut être définie comme la combinaison de processus (plans, décisions et actions) qu'un individu ou un groupe d'individu (une firme, une famille) développe à dessein, et qui vise à changer (ou à maintenir) son environnement social, économique et/ou physique. Ces processus associent des ressources de différentes natures, des techniques, des savoirs et des savoir-faire (Olivier de Sardan, 1995).

Les producteurs élaborent leurs stratégies en réponse aux incertitudes et aux changements intervenant dans leur environnement, de façon à atteindre ou à maintenir un style et un niveau de vie, que l'individu ou le groupe se donne comme objectif. Le plus souvent, la stratégie mise en œuvre vise non pas la maximisation ou l'optimisation dans la combinaison des processus, mais plutôt la satisfaction (au sens économique), dans le cadre des objectifs fixés (Sébillotte, 1994).

Les cultures, les itinéraires techniques, les systèmes de culture, les animaux et les systèmes d'élevage, les systèmes de production, les systèmes de revenus et d'activité, en relation ou non avec la production agricole, etc. que les ruraux combinent et mobilisent, reflètent leurs stratégies (Yung & Zaslavski, 1992).

Par exemple, l'association agriculture-élevage dans les zones semi-arides d'Afrique Australe implique souvent la veine pâture sur les résidus de culture sur les terres communales. Cette pratique est courante, avec ses règles précises, touchant tant au niveau individuel que collectif, en terme d'accès aux parcelles, de calendrier, de rotation et de priorités des troupeaux. De telles pratiques ne peuvent intégrer des technologies impliquant du mulching par exemple, ou tout autre modification importante des itinéraires techniques, sans des modifications drastiques des règles en vigueur. La question de l'adoption et de l'innovation, abordée au chapitre 3.2, est donc déplacée de l'intérêt intrinsèque des technologies, à leur faisabilité au regard des stratégies en vigueur.

Par ailleurs, au sein d'une communauté, des stratégies différentes peuvent se développer, selon l'histoire des ménages, leur composition, leurs objectifs. Dans un objectif de développement, il est difficile de prendre en compte chaque stratégie, pour chaque ménage rural. D'un autre côté, il est impertinent de considérer ces ménages comme homogènes. D'où le développement d'approches typologiques, qui s'attachent à cerner des sous-groupes de ménages avec des stratégies et des caractéristiques similaires, au regard d'un objectif donné ou d'une certaine perspective de développement. Une perspective peut être les besoins et les possibilités d'innovation en matière de technologies conservatoires par exemple (chapitre 3.2).

De même, l'Afrique du Sud s'intéresse de façon très récente au développement agricole dans les anciens bantustans. La méconnaissance du fonctionnement des systèmes d'activité des ruraux, et de leur diversité, est une entrave sérieuse à toute initiative d'appui, de conseil et d'intervention. Eckert & Williams (1995) estiment même que l'erreur la plus répandue parmi décideurs et agents de développement est de considérer que les ruraux habitant dans les anciens bantustans constituent un groupe homogène, indifférencié. Une série d'études à caractère technique et socio-économique a été mise en œuvre, utilisant notamment la typologie de ménages agricoles comme méthodologie (12, 23, 60, 75, 76, et travaux de stagiaires).

Ce chapitre est focalisé sur cette méthodologie qui, pour être extrêmement répandue et utilisée par les agronomes qui s'intéressent à l'environnement technique et socioéconomique de leur intervention, n'en porte pas moins quelques contraintes, ambiguïtés et limites que je souhaite aborder ici. Je souhaite également montrer comment, au-delà du diagnostic, une typologie peut constituer un outil de communication et de participation, et être intégrée à des démarches de modélisation participative, à visée heuristique de compréhension du fonctionnement de systèmes complexes locaux.

b) Fondements théoriques : l'exploitation agricole vue comme un système

Nous avons vu au chapitre 2.1.4.c que l'agronomie considère désormais l'exploitation agricole comme un système ; système finalisé, englobant la famille, et ouvert sur son environnement (Ruthenberg, 1993 ; Sébillotte, 1994). De Bonneval (1993) précise que l'étude du *fonctionnement* des systèmes est au cœur de la démarche de recherche sur les systèmes agricoles. Ces fonctionnements, abordés de différents points de vue (organisation, décision, action), s'analysent à des niveaux divers : parcelle, peuplement végétal, système de culture, exploitation, terroir, paysage, filière, etc. Ils permettent de porter un diagnostic sur le système, d'en cerner les trajectoires d'évolution possibles, et de définir des types de fonctionnement.

Cette démarche est entreprise au niveau de l'exploitation agricole par l'approche typologique. Le fonctionnement de l'exploitation agricole est décrit par Capillon et Sébillotte (1980) comme un enchaînement de prises de décisions de l'agriculteur et de sa famille dans un ensemble de contraintes et d'atouts, en vue d'atteindre un ou plusieurs objectifs. Ces décisions génèrent et régissent des processus de production que l'on peut caractériser par des flux monétaires, de matière, d'information et de travail. Pour d'autres, le fonctionnement de l'exploitation peut être étudié à partir de l'organisation du système, la cohérence des facteurs entre eux, et à un niveau supérieur, les mécanismes liant les fonctions entre elles (de Bonneval, 1993). Ces deux approches se rejoignent en reconnaissant les pratiques comme des indicateurs du fonctionnement économique et technique, et comme révélateurs des stratégies en œuvre.

3.3.2. L'approche typologique

a) Origines et définitions

Mettrick (1993) rappelle qu'un des objectifs de la recherche-système en agronomie (*farming system research*) est de cibler et d'adapter les travaux à des conditions locales connues et spécifiques. Les recommandations et prescriptions ne peuvent toutefois toucher les agriculteurs individuellement, d'où le besoin d'identifier des groupes d'exploitations ou de ménages ruraux, suffisamment homogènes pour que des recommandations particulières puissent être adaptées et pertinentes. En 1976, Perrin *et al.* (cité par Mettrick, 1993) introduisent le concept de domaine de recommandation (*recommendation domain*), définit comme un groupe d'agriculteurs, assez homogène, présentant des conditions similaires, et donc à qui on peut faire le même type de recommandations. Initialement, ces domaines étaient identifiés plutôt selon des critères de conditions externes à l'exploitation (pluviométrie, zone agropédoclimatique) ou structurelles (taille, type de production). L'objectif était dual : identifier les besoins en recherche en fonction de la diversité des conditions locales, et favoriser l'adoption de technologies. Enfin, la définition des domaines peut être basée sur des données statistiques stratifiées, et sur des cartes et zonages agropédoclimatiques. Les

approches typologiques procèdent de fondements similaires, mais leur développement comme leurs produits sont différents.

En sociologie, le terme typologie désigne tout modèle conceptuel de classification, qui peut ou non être exhaustif dans son cadre empirique de référence (Jary & Jary, 1995). Il existe une longue tradition de l'utilisation des typologies en sociologie, notamment associée à la construction de « types idéaux » chère à Max Weber, cité par Whatmore (1994). Cet auteur précise que les démarches typologiques ont d'abord été utilisées en sociologie rurale pour distinguer la diversité des caractéristiques sociales et économiques des ménages. Même avec cet objectif particulier, les typologies peuvent différer en terme (1) d'objet d'analyse (exploitation agricole, ménage rural, unité familiale), (2) de critères de différenciation, et (3) d'objectifs.

Dans son contexte d'utilisation en agronomie, une typologie désigne à la fois la démarche qui conduit à distinguer des types, et le système de types lui-même, résultant de cette démarche (Perrot & Landais, 1993 ; Landais, 1998).

Dans le domaine agricole, une typologie est donc une tentative de regroupement d'unités productives (exploitations) selon leurs modes de fonctionnement et leurs caractéristiques, qui reflètent les objectifs et les stratégies des producteurs et de leurs familles. Voilà posée la différence principale entre typologies et domaines de recommandation : les premières reposent sur l'axiome qu'il n'est pas suffisant d'étudier la diversité des exploitations ou des ménages, mais qu'il convient d'étudier la diversité des pratiques et stratégies des exploitants et des ménages ruraux (Jouve, 1986).

Les typologies d'exploitations agricoles furent d'abord appliquées par les agronomes⁵⁷ à des contextes de production intensive, à des fins de diagnostic et de ciblage du changement technique (Capillon, 1985 ; Perrot & Landais, 1993 ; Landais, 1998). Elles ont été rapidement appliquées à des ménages ruraux, et utilisées dans le cadre d'étude des systèmes agraires, dans des zones en développement ou marginalisées, notamment au Sud (Laurent & Centres, 1990 ; Laurent *et al.*, 1998).

Souvent développée dans le cadre de projet de développement *s.l.* pour un diagnostic *ex ante*, ou une évaluation *ex post*, une typologie implique la constitution de groupes de ménages présentant des caractéristiques et des besoins similaires, les objectifs du projet de développement formant un des facteurs importants de l'exercice de classification. En effet, Jary & Jary (1995) insistent sur le fait que le rôle et l'utilité d'une typologie donnée sont relatifs aux perspectives théoriques et pratiques au sein desquelles elle est formulée. Nous reviendrons sur ce point très important.

Les étapes essentielles de la démarche et leurs adaptations possibles ont été décrites en détail par Capillon (1985), Bedu *et al.* (1987), Jouve (1986), Perrot et Landais (1993), Mettrick (1994), et dans des documents pédagogiques produits à l'Université de Pretoria (104, 107). L'objectif de ce chapitre n'est pas de revenir sur ces procédures, mais plutôt d'en discuter les produits et les finalités.

⁵⁷ Réintroduites et popularisées dans le domaine agricole et rural en France au début des années 1980 par les équipes d'agronomes de l'INA Paris-Grignon, par le département Systèmes Agraires et Développement de l'INRA, par le département Systèmes Agraires du CIRAD.

b) Fondements épistémologiques et théoriques des typologies

A partir de l'analyse de différents travaux typologiques réalisés en Europe rurale, Whatmore (1994) identifie trois modes de développement de typologies, chacun associés à une épistémologie donnée, et dont l'utilité et la légitimité sont perçues différemment :

- l'approche taxonomique, qui consiste en un tri des informations empiriques selon des critères morphologiques et structurels ; cette approche relève du paradigme positiviste, et trouve une légitimité scientifique et académique, relative à ce paradigme, dans l'analyse statistique qui est faite, et la reproductibilité de la méthode. Mon expérience de chercheur et d'enseignant confirme l'attrait d'une telle approche, notamment lorsqu'elle est appliquée par des étudiants, et/ou par des opérateurs méconnaissant le milieu rural dont sont originaires les données traitées⁵⁸ : une fois posée l'hypothèse de qualité des données exploitées, l'analyse statistique (de type discriminante ou par définition de clusters par exemple) s'avère commode et aisément reproductible, et ne nécessite ni expérience ni connaissance particulière. Toutefois, le choix des critères de discrimination reste déterminant, et l'absence de réflexion plus systémique et fonctionnelle sur ces critères conduit à des erreurs sérieuses de regroupement puis d'interprétation. En tout état de cause, la classification qui résulte d'une telle approche reste souvent structurelle et ne reflète pas vraiment les modes de fonctionnement respectifs des types définis. En outre, elle est totalement aveugle aux liens entre types (flux, échanges). Enfin, les frontières absolues, indiscutables, entre types, établis par la machine qui alloue exclusivement et exhaustivement toute exploitation à un type, ôtent toute possibilité de réflexion sur les exploitations interfaces, en transition, et donc sur les facteurs d'évolution des exploitations au sein de la typologie, sur les trajectoires possibles.
- L'approche relationnelle, qui consiste à identifier les relations structurelles, sociales ou économiques, observables entre exploitations agricoles ou entre elles et des entités extérieures (e.g. filières, organisations), et à regrouper celles-ci selon ces relations ; Whatmore (*op. cit.*) évoque l'épistémologie réaliste attachée à cette approche, qui est légitimée par l'observation et le raisonnement plutôt que par la statistique, et qui souffre de l'absence de méthode standardisée de classification, même si celle-ci repose plutôt sur des faits (les relations effectives, organiques entre des exploitations et des entités) que sur des hypothèses. Selon le paradigme réaliste, la typologie n'est pas une construction, ni un modèle, mais les types existent indépendamment de l'observateur, par leurs relations et fonctionnements.
- L'approche expérientielle, qui consiste au contraire à construire la classification sur toutes les informations observables et sur une série d'hypothèses formulées par l'opérateur, dont la posture et les choix vont éminemment orienter la typologie. Whatmore (*op.cit.*) rattache cette approche à l'herméneutique (on parle en France plus volontiers d'épistémologie instrumentaliste, à mon sens). La légitimité d'une telle approche est fortement contestée selon les critères positivistes de scientificité, eu égard au poids accordé aux hypothèses et à l'expérience de l'opérateur. Une autre forme de légitimité peut cependant émerger dès lors que la construction de la typologie s'appuie sur une reconnaissance d'identité et un auto-positionnement par les

⁵⁸ *Attrait exclusif exprimé par mes collègues de l'Université de Pretoria dès mon arrivée, collègues économistes ruraux qui, en bons statisticiens, n'envisageaient aucune autre approche qui soit acceptable d'après leurs canons (paradigmes) scientifiques et académiques.*

acteurs locaux eux-mêmes (producteurs, ruraux). Perrot (1991) évoque des typologies «à dire d'experts» pour désigner ces approches, lorsqu'elles sollicitent la connaissance d'agents de développement. Le problème majeur de cette démarche, par ailleurs fortement teintée de constructivisme et de systémique, est la grande difficulté de mise en œuvre par des opérateurs inexpérimentés ou méconnaissant le terrain étudié. J'ai pu expérimenter ce point à maintes reprises avec des étudiants. Par ailleurs, si la neutralité du chercheur n'existe pas, que dire de celles d'acteurs locaux, qui peuvent, consciemment ou non, biaiser l'élaboration de la typologie en fonction de leurs propres intérêts.

c) Potentialités et limites

Sébillotte (1994) reconnaît que les approches typologiques, en tant que démarches systémiques, ont permis des progrès considérables, tant pour la compréhension des comportements des acteurs que pour l'élaboration des conseils à leur apporter.

Whatmore (1994) voit toutefois dans une typologie une aide à l'analyse plutôt qu'un produit fini, ce qui rejoint les conclusions des travaux empiriques de Laurent & Centres (1990), mais également ma propre expérience (12, 75, et travaux de stagiaires). Par ailleurs, il faut reconnaître le caractère « périssable » d'une typologie, comme image prise à un instant donné, difficile à projeter, disqualifiant encore si besoin cette notion de produit fini.

Comme le montrent Jouve (1986), Laurent & Centres (1990) et Capillon (1993), une démarche typologique ne vise pas seulement la constitution de types, mais également à en comprendre et en expliciter les fonctionnements et les stratégies, et à relier les différents types entre eux, par l'étude historique de leurs facteurs d'évolution, et de façon synchronique par l'étude de leurs relations fonctionnelles (flux de produits, de main d'œuvre, etc. entre types).

Une telle démarche et ses produits constituent donc une formalisation et un modèle représentant la complexité d'une petite région rurale par exemple, et fournissent les moyens d'en comprendre et d'en analyser le fonctionnement à la fois de façon historique et synchronique.

Cela n'empêche pas des économistes et des sociologues de critiquer les typologies produites par les agronomes, critiques (rapportées par Sébillotte, 1994) portant notamment sur des insuffisances dans la prise en compte des relations entre unités, et sur la place excessive faite aux choix individuels. Si le premier type de critique n'est à mon sens pas valide, au regard des efforts et des résultats tangibles de certains travaux (Laurent & Centres, 1990; 12), le second type de critique renvoie à une ambiguïté : le niveau étudié (local) est différent du niveau où des résultats sont attendus (régional).

Ainsi, Sébillotte (1994) questionne le statut de modèle systémique des typologies, en évoquant leur difficulté à expliciter les lois de relations entre types, ou les lois de transformation du système d'ensemble (la région), alors même que pour chaque type, elles évoquent certains aspects des relations entre unités de production (flux, échanges, etc.). Il me semble que l'ambiguïté qui est soulevée renvoie au décalage entre les attentes des commanditaires ou clients potentiels d'une typologie et les objectifs des opérateurs qui la développent, et de façon corrélée, au décalage entre l'échelle d'application attendue pour les résultats (la région agricole) et les objets étudiés effectivement (des ménages ruraux, des exploitations). Une typologie est en effet souvent explicitement réalisée en vue d'actions de développement (sous entendu exogènes), et la plupart d'entre elles apporte en retour un appui précieux à ces actions.

« *Un modèle systémique ne peut se réduire à une simple agrégation de modèles systémiques des éléments du niveau inférieur* » (Sébillotte, 1994). Partant de ce principe, on peut considérer qu'une typologie est plutôt un produit hybride, qui modélise un niveau pour tenter de documenter un autre niveau.

Ces considérations ont une traduction concrète qui peut poser problème : les acteurs de l'élaboration d'une typologie (producteurs notamment) ne sont pas les mêmes que ceux qui vont s'intéresser au produit, et l'exploiter.

Malgré ces défauts, et de façon pratique, la compréhension des facteurs d'évolution des types, et de la dynamique d'ensemble d'une région donnée, peut permettre de faire d'une typologie un outil de prospective, au moins dans le futur possible des types (trajectoires) (Mettrick, 1993 ; 12). A mon sens, c'est en cela qu'une typologie est bien un modèle, comme le définit Sébillotte (1994) à propos d'un système complexe tel qu'une petite région rurale.

Pour ce faire, à l'instar des techniques de zonage, les démarches typologiques doivent s'efforcer de considérer l'environnement des exploitations agricoles qu'elles étudient, tel que les marchés par exemple. Les typologies peuvent aider à relier le local au régional, voire au global, le rural et l'urbain, le producteur et le consommateur.

Les complémentarités avec le zonage ont été soulignées (106, 107), comme une façon de préciser et de quantifier localement des observations faites à l'échelle régionales.

Whatmore (1994) insiste sur l'impérative institutionnalisation des résultats de typologies, pour qu'ils servent à construire des approches de recherche et de développement vers les populations rurales marginalisées ou en développement (l'idée de discrimination positive défendue par Whiteside, 1998). Sébillotte (1994) confirme que les résultats, partagés avec les décideurs politiques, les organisations paysannes, les services de développement et différents services de l'état, peuvent s'avérer très utiles, car ces acteurs y retrouvent souvent leur propre vision des situations agricoles.

Rey (1989) souligne la dimension politique que prennent certains résultats de typologies, lorsque des types présentent des intérêts économiques contradictoires. Des choix et des priorités peuvent ainsi être établis, par exemple dans le cadre du projet de développement territorial durable, ou d'agriculture durable.

Cet ensemble renvoie à ce que prône Sébillotte (1994) : une modélisation plus riche, qui intègre de multiples rationalités, et dont « *tous les niveaux réagissent avec les autres à tout moment* ». Mais il convient lui-même que transformer les typologies en modèles systémiques complexes exigerait beaucoup de travail. J'ajouterais qu'une fois encore, on risque de sortir du champ d'intervention de l'agronome, et qu'un travail pour le moins pluridisciplinaire, voire plutôt en sciences sociales et économiques s'impose. On touche en effet ici au développement régional, territorial. D'un autre côté, Sébillotte (*op.cit.*) suggère de s'en remettre aux acteurs locaux et aux agents de développement pour développer leurs propres typologies, dont ils sont en fin de compte les utilisateurs ultimes.

J'ai exploré pour ma part une autre piste. Avant de l'exposer ci après, il me semble important de souligner la grande utilité des typologies dans les processus de formation, que ce soit dans les domaines académiques de l'agronomie, de la vulgarisation (*extension*), de l'économie ou du développement rural. J'ai pu observer combien une typologie pouvait efficacement illustrer pour des étudiants les concepts associés aux systèmes en agriculture (des itinéraires techniques au système agraire entier), les notions de dynamique, de diversité et de complexité de ces systèmes. Il serait impertinent, voire malhonnête, de mettre en œuvre des travaux typologiques, toujours lourds, coûteux et longs, mobilisant les acteurs locaux, uniquement à

cette fin de formation. Mais il est souvent possible d'associer des étudiants, au côté d'agents de développement d'ailleurs, à des projets impliquant des typologies.

3.3.3. La typologie comme produit... et comme point de départ : alternatives

D'un point de vue théorique, Whatmore (1994) voit dans la démarche typologique, toutes approches confondues, une manière de lier observation empirique et explication théorie, mais en aucun cas constituer l'une ou l'autre. Elle souligne que l'utilité et l'usage des produits obtenus (les typologies) dépendent de la posture choisie parmi les trois décrites plus haut.

D'une façon générale, avec Gibbon (1994), on ne peut que regretter la focalisation excessive sur la partie diagnostic des travaux de typologie, et leur manque de fécondité en terme d'action. Ce point renvoie encore à l'ambiguïté discutée plus haut. La question récurrente, qui se pose à chaque fin de projet impliquant une typologie, est la suivante : comment en faire bénéficier les producteurs et les ménages ruraux qui ont participé, au moins par les informations qu'ils ont fournies, à l'élaboration du produit ?

Les expériences que j'ai pu conduire en la matière me conduisent à deux types de réponse :

- Une approche typologique constitue une *construction intentionnelle de représentations*. Ces représentations sont susceptibles de rendre intelligible des processus perçus comme complexes (les systèmes productifs, les systèmes d'activités et de revenus des ruraux, le système agricole régional). Il s'agit donc bien là d'un modèle, au sens de Le Moigne (1990). Ces modèles, quelque soit leur commanditaire, ont une forte capacité à informer les acteurs locaux, à amplifier leur raisonnement, leur réflexion sur leurs propres activités et logiques, à *favoriser l'exercice de leur capacités cognitives* (pour paraphraser Avenier, 1997). J'ai souvent constaté, non sans étonnement, que ces acteurs locaux ne disposaient pas *a priori* du genre d'information que leur fournit une typologie, qui permet à la fois prescription et prospective : comment se situent-ils par rapport aux autres ? que font les autres ? quelles sont leurs performances ? quels sont les problèmes des autres types ? qu'ont-ils eux-mêmes en commun avec d'autres exploitations ou ménages ? quels les trajectoires possibles des exploitations, en fonction de quels facteurs ? Le diagnostic, fustigé lorsqu'il ne débouche pas sur des prescriptions ou des propositions d'action, n'est donc pas vain s'il fournit une représentation partageable et compréhensible de la réalité aux acteurs locaux. De façon pratique, des sessions de restitution des typologies et des résultats techniques et économiques qu'elles contiennent doivent être organisées, à destination des producteurs ou ménages concernés. Nous touchons là à des dimensions importantes du développement durable, et négligée par les entrées techno ou écocentrées : l'apport d'information (ou la lutte contre son asymétrie), et la participation des populations rurales, comme formes de développement et de promotion individuelle et collective, et d'accès à plus d'équité.
- La sollicitation des capacités de réflexion des ruraux sur leurs propres systèmes peut prendre des formes plus spécifiques, plus sectorielles, plus locales, et surtout plus « interventionnistes » de la part des chercheurs, en fonction des problèmes à aborder. En Afrique du Sud, j'ai été amené à mobiliser des typologies réalisées dans des exploitations en systèmes irriguées, dans d'autres modèles technico-économiques traitant de la viabilité de périmètres nouvellement privatisés (22, 29, 39, 72, 108, 109). Ces méta-modèles visent d'abord au diagnostic partagé sur la situation du périmètre, diagnostic auquel la typologie contribue. Puis ils alimentent une démarche heuristique

et participative de recherche et de test de solutions, ou de simple prospection, à partir de simulation de scénarios discutés avec les acteurs locaux.

Ces aspects seront développés plus avant dans le chapitre 3.5, où il sera montré comment les typologies sont intégrées à ces méta-modèles et à des démarches de recherche-action (71).

On prend donc ici le contre-pied de la proposition de Sébillotte (1994) qui certes suggérait une intégration des typologies vers des modèles systémiques, mais à des échelles englobantes. La démarche entreprise ici s'engage au contraire dans le local et le sectoriel, parce que, comme nous le verrons, ces traits intéressent plus directement les acteurs, et donc sont plus féconds en terme d'action.

Au plan méthodologique, un des résultats de ces études typologiques a été de souligner qu'elles ne peuvent seules suffire à supporter l'élaboration d'un conseil technique sectoriel aux producteurs. L'analyse des pratiques des producteurs s'impose, et a été mise en œuvre à la Réunion (chapitre 3.4).

3.4. Pratiques des producteurs, processus de décision et durabilité

- ... Pour agir, il faut que la représentation du réel relie les variables d'action dont nous disposons à des objectifs, qu'elle hiérarchise ces variables et qu'elle fournisse des indicateurs de déclenchement des actions au cours du temps. Cette représentation, c'est le modèle. Mais modéliser un système pour l'action conduit à un autre regard que celui que l'on a lorsque l'on veut représenter tous les aspects d'une réalité : il faut savoir, en quelque sorte, simplifier, aller à l'essentiel pour que le modèle soit exécutable. –

M. Sébillotte "Recherche-système et action. Incursions interdisciplinaires" (1994)

3.4.1. Les pratiques des agriculteurs, cadrages

a) Définitions et bases théoriques

Au chapitre 3.2, l'encadré 4 a défini les pratiques des agriculteurs, par comparaison aux techniques proposées par les chercheurs. On a pu y voir que les définitions scientifiques agronomiques des unes et des autres étaient finalement proches du sens commun et de la définition du dictionnaire.

Ainsi, une pratique est une activité visant un résultat concret précis, ou une manière concrète d'exercer une activité (par opposition à une règle ou un principe). Une technique est un ensemble de procédés méthodiques, fondés sur des connaissances scientifiques, employés à la réalisation d'un objectif donné (production, communication, par exemple).

Les pratiques des agriculteurs sont donc les manières concrètes d'agir des agriculteurs (Milleville, 1987). Elles sont liées à l'opérateur et aux conditions dans lesquelles il exerce son métier. Les pratiques relèvent de l'action, et dépendent d'un contexte, alors que les techniques relèvent de la connaissance, et peuvent être décrites indépendamment de l'agriculteur qui les met en œuvre (Landais & Deffontaines, 1988). Comme l'indique la figure 4, elle ne font pas partie du système qui articule information, décision et action de l'agriculteur.

Chia (1987), en sortant du champ cultivé et s'intéressant aux pratiques de trésorerie, donne un sens plus large aux pratiques, comme étant « *les actes concrets par lesquels un agent économique (l'agriculteur) essaie de maintenir le fonctionnement de son unité de production (le système famille-exploitation) et d'adapter celle-ci aux changements internes ou externes en vue d'atteindre les objectifs qu'il se fixe* ».

En comparaison à des pratiques d'exécution, actes concrets isolés, Gras *et al.* (1989) identifie des pratiques de gestion, qui renvoient à la manière dont une même opération ou séquence technique est gérée pour un ensemble de parcelles ou d'animaux. D'autres auteurs (cités par de Bonneval, 1993) évoquent des systèmes de pratiques, ou combinaison cohérente de pratiques, pour traduire les relations logiques et fonctionnelles qui lient entre elles les différentes pratiques mises en œuvre pour atteindre un objectif donné.

Il me semble que les concepts systémiques d'itinéraires techniques et de systèmes de culture capturent bien ces différentes notions. Mais la question du sens du terme « pratique », et de ce qu'il recouvre peut toutefois être posée.

Landais et Deffontaines (1988) évoquent « des manières de faire », mais aussi des manières de ne pas faire, par opposition à une pratique dominante (e.g. omission volontaire d'une opération dans un itinéraire technique). Les agronomes privilégieront les activités productives, les pratiques au travers desquelles les producteurs agissent matériellement sur le système opérant (cf. figure 6). Mais la gestion de l'exploitation est un objet par nature transdisciplinaire pour la recherche, et donc ouvert.

En cohérence avec la représentation de la figure 6, Bedu *et al.* (1987) rappellent qu'une pratique doit être envisagée par référence à un ou des centres de décision : l'individu ou le groupe social qui en est à l'origine.

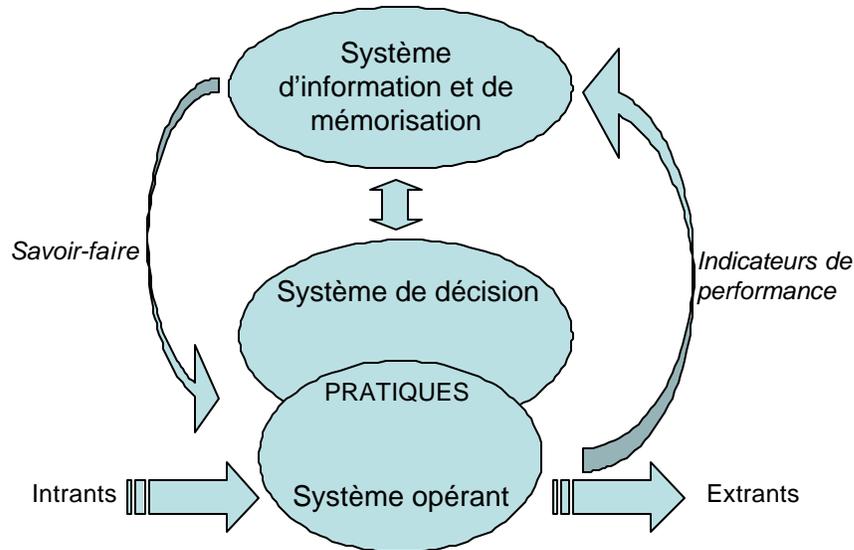


Figure 6. Articulation entre système d'information, système de décision et système opérant dans l'exploitation agricole. Localisation des pratiques (adapté de Landais & Deffontaines, 1988, et 105)

La figure 6 représente les pratiques, à l'interface entre système de décision et système opérant, comme complètement enchâssé dans le fonctionnement de l'exploitation. Alors que l'entrée des techniques dans le système se fait par le système d'information et de mémorisation.

Une autre caractéristique des pratiques est l'intention qui leur est attachée. Ainsi, toute action ne peut être qualifiée de pratique. Cette intention conduit à une certaine *régularité* et *répétitivité* des pratiques dans l'espace et dans le temps, aussi longtemps que les structures de l'exploitation, le référentiel technique de l'agriculteur, et les contraintes externes restent stables (Landais & Deffontaines, 1988). Ces caractéristiques seront exploitées avec les modèles d'action, et un cadre mécaniste et simplificateur, comme nous le verrons plus loin.

Un autre type de question est lié à la dimension des pratiques, de l'acte élémentaire (le réglage d'une charrue), à des ensembles plus englobants (le labour comme opération par exemple). Selon les objectifs visés, l'étude des pratiques s'intéressera aux niveaux les plus pertinents.

b) Pourquoi s'intéresser aux pratiques des agriculteurs ? Origines et développements

Comme le pose Pichot (1994), durant les années de la révolution verte «...*la recherche (agronomique) s'est nourrie de l'illusion qu'elle était capable d'imaginer, in vitro ou in station, les bases de l'agriculture de demain en combinant des technologies qu'elle avait élaborées* ». Inutile de développer ici la critique du modèle linéaire descendant de diffusion technologique, déjà évoquée au chapitre 3.2 et par de nombreux auteurs (voir par exemple Le Gal & Milleville, 1994).

Au Sud, le défaut d'adoption constaté (abordé au chapitre 3.2), les crises récurrentes des grandes filières d'exportation, la persistance de l'insécurité alimentaire et de la pauvreté, associés à la dégradation des ressources ont fortement ébranlé cette illusion. Il s'est agit dès lors de s'intéresser aux conditions de la production (cf. chapitre précédent), mais aussi aux pratiques des producteurs.

Landais et Deffontaines (1988) voit dans l'évolution rapide et la crise de l'agriculture française qui point avec les années 1970, l'amorce des changements de centre d'intérêt de l'agronomie, et en particulier la place plus importante accordée à l'étude des pratiques des agriculteurs⁵⁹. De fait, une série de travaux sont réalisés dans les années 1970, souvent sectoriels (par filière), sur l'écart croissant entre les propositions de la recherche et les conditions d'insertion de ces propositions dans les systèmes de production (revue par Petit, 1975). Dès 1971, Petit constate que comprendre la manière dont opèrent les agriculteurs constitue un préalable à toute proposition de changement technique. Petit (1971 ; 1975) jouera un rôle très important dans la communauté agronomique en soulignant que souvent des problèmes de gestion et d'organisation prévalent sur des problèmes strictement techniques. Ainsi Milleville (1987) souligne que «*le niveau où se pose un problème n'est pas toujours celui où ce problème pourra être résolu* ». Petit (1975), relayé par Sébillotte (1994), exhorte ainsi les agronomes et économistes agricoles à s'intéresser aux avancées réalisées par les sciences de gestion, la logistique, les sciences de la décision, la recherche opérationnelle, appliquées à d'autres domaines que l'agriculture. Osty (1978) va également contribuer à positionner ce champ de recherche dans la démarche systémique.

Landais et Deffontaines (1988) décrivent les relations entre pratique et technique, et soulignent l'intérêt d'étudier les pratiques d'abord dans une perspective d'innovation, d'adoption de technologies. Dans la mesure où les pratiques en cours sont les traductions tangibles, factuelles, du projet de l'agriculteur et de sa famille, mais aussi des contraintes de son système et de son environnement, leur étude peut amener à mieux cerner d'une part les besoins effectifs des producteurs, mais aussi les adaptations nécessaires et le champ effectif d'application d'une technique donnée (cf. chapitre 3.2). Ainsi les pratiques des agriculteurs constituent le point de départ du travail des agronomes, mais aussi le point d'arrivée. En relation avec le chapitre précédent, on peut estimer que l'analyse des pratiques, éléments factuels, observables, accessibles, constitue un moyen de «remonter» aux motivations qui les sous-tendent, et donc aux stratégies des producteurs.

Mais la relation pratique / technique n'est pas un processus univoque et répétable (*i.e.* limité à la mise en pratique de la technique). Elle est au contraire *a fortiori* unique, caractéristique d'un producteur donné. Il en résulte donc à mon sens deux nécessités méthodologiques :

⁵⁹ Ces auteurs reconnaissent par ailleurs S. Hénin comme un précurseur en la matière, puisque sa méthode du profil cultural fournit à l'agronome un moyen de lire sur une tranche de sol l'histoire des pratiques culturelles appliquées par l'agriculteur, de juger de ces pratiques et de définir des règles d'action.

- La traduction des pratiques en techniques. Il s'agit là de leur formalisation, de leur théorisation, sous forme par exemple de référentiel technique, permettant leur généralisation (Landais & Deffontaines, 1988), et éventuellement leur transmission.
- Le couplage entre analyse des pratiques et typologie d'exploitation ; une typologie pouvant être fondée sur la relative homogénéité de pratiques par groupes d'agriculteurs, dans un secteur donné par exemple (Capillon, 1985 ; Bedu *et al.*, 1987 ; 105).

c) Comment aborder les pratiques des agriculteurs ? Thèmes de recherche

La problématique de l'étude des pratiques agricoles considère les agriculteurs comme des décideurs et des acteurs, et met l'accent sur la manière dont les techniques sont concrètement mises en œuvre dans le contexte de l'exploitation, mais aussi dans celui d'une société locale, caractérisée par son fonctionnement, son territoire, ses normes, son histoire (Landais & Deffontaines, 1988 ; Darré, 1996). Partant de là, il n'est plus question de se satisfaire de recherches en station et d'expérimentations contrôlées ; les situations agricoles réelles s'affirment comme les lieux de recherche incontournables.

La position interface des pratiques, entre système de décision et système opérant, délimite les champs de recherche possible sur ces pratiques. Ainsi, Landais (1987) propose trois volets de recherche complémentaires :

1. l'étude de l'*opportunité* des pratiques, en relation avec le système de décision. On s'intéresse ici aux déterminants des pratiques, les objectifs de l'agriculteur, et aux choix de pratiques. A ce sujet, Milleville (1987) évoque la compréhension des conditions et des déterminants de la mise en œuvre des techniques par les agriculteurs.
2. l'étude des *modalités* des pratiques elles-mêmes, les actes techniques ou de gestion réalisés, en privilégiant l'aspect descriptif, avec un niveau de détail et de quantification qui dépend de l'objectif recherché. Ainsi, dans les exploitations des Hauts de la Réunion, pour introduire les résultats de pratiques dans des modèles mécanistes décrivant l'évolution de stock et les flux de matière organique, ou deau dans les retenues collinaires (6, 13, 24, 50), j'ai été amené à « simplifier » des pratiques, à les résumer à des actions dont l'effet était quantifié au regard de la ressource concernée.
3. l'étude de l'*efficacité* des pratiques, en relation avec le système opérant. On examine ici les résultats de l'action de l'agriculteur, que Landais (*op. cit.*) classe en effets ou conséquences, selon que ces résultats concernent les objets directement ou matériellement concernés (sol, plante, animal), ou les éléments du système non directement concernés par l'action. Dans la même logique, Milleville (1987) évoque l'évaluation des conséquences agronomiques des pratiques. Considérant le projet de durabilité, on y ajoutera les conséquences sociales, économiques et environnementales des pratiques. Je reviendrai plus loin sur ces deux derniers points.

L'analyse des pratiques doit donc aider à rendre compte des objectifs et des projets de l'agriculteur et à apprécier la nature et l'impact des contraintes qui limitent les possibilités de production. Toutefois, on ne peut s'en tenir à ce que les agriculteurs disent, le discours n'étant pas dénué d'intérêt mais ne correspondant pas systématiquement à la réalité. La confrontation

systématique du "dit" et du "fait", au travers de l'observation, se révèle un moyen efficace pour éclairer les raisons des choix techniques (Milleville, 1987).

Même si on peut identifier dans ces trois pistes des liens avec la durabilité des systèmes productifs, notamment dans les deux dernières, le risque est grand d'en rester au diagnostic, à l'observation, à « *l'analyse ethnologique des pratiques, non porteuse de changement* » (Pichot, 1994). Bedu *et al.* (1987) soulignent également que l'analyse des pratiques ne doit pas être une fin en soit. On en revient finalement aux mêmes critiques et limites potentielles que dans le cas des typologies.

Pour revenir plus directement au sujet de ce dossier, mais aussi comme piste pour éviter le piège du simple diagnostic, je serais tenté par une analogie entre l'agriculture et les pratiques qui la constituent : les pratiques agricoles, comme éléments de base des systèmes agricoles, peuvent être elles mêmes durables ou non. C'est-à-dire correspondre ou pas à des critères qui définiraient l'agriculture durable ou la contribution de l'agriculture au développement durable de la région où elle prend place. Reprenant les critères de Landais (2002a) et en les adaptant à peine, ne peut on pas en effet qualifier une pratique de

- « vivable », si elle correspond à un niveau de pénibilité, de risque, de quantité ou de qualité (savoir faire) de travail acceptable par celui qui la met en œuvre ; mais aussi si elle est socialement acceptable dans le faisceau de normes, références et coutumes d'un groupe social donné (en référence à Darré, 1996) ?
- « transmissible », si elle peut être facilement théorisée, conceptualisée en référence technique, et donc devenir objet d'apprentissage, de transmission, d'éducation, vers les générations futures ou vers d'autres producteurs ; ou si elle véhicule par elle-même une image positive, patrimoniale ou culturelle, voire esthétique, que d'autres auront envie de s'approprier ?
- « reproductible » au plan environnemental, si elle ne met pas en péril l'équilibre de l'écosystème cultivé, ou plus largement l'environnement naturel autour de l'exploitation ?
- « viable » si elle contribue à la construction du revenu du ménage qui la met en œuvre, directement, ou indirectement par l'itinéraire technique, le système de culture et le système de production dans lequel elle s'insère ?

S'intéresser à ces critères dans l'analyse des pratiques, c'est à mon sens s'intéresser directement à la durabilité des systèmes techniques, à la durabilité de l'agriculture qui les met en œuvre. A partir d'une grille d'analyse fondée sur les points évoqués (et sans doute enrichie), on peut procéder à une évaluation des pratiques selon des critères de durabilité, porter un jugement, et sans doute évaluer les besoins et les options pour un changement technique.

Mais une autre voie de recherche s'est récemment développée à partir de l'analyse des pratiques, comme évoqué ci après.

3.4.2. Exploiter l'analyse des pratiques : processus de décision et modèles d'action

Les pratiques des agriculteurs sont postulées être le résultat d'une intention de faire, elle-même fonction d'objectifs, dans un contexte de contraintes et d'opportunités, et bornée par une rationalité dite limitée (manque d'information, de connaissance, de perspective). Soit.

Mais l'analyse des pratiques donne-t-elle par elle-même toutes les réponses aux questions des agronomes travaillant « en milieu réel », selon l'expression consacrée ? Face à la variabilité du climat, à la variabilité du déroulement des opérations d'une année sur l'autre, est-on capable de déceler un « *principe directeur* » (selon l'expression de Papy, 1998) guidant les actions de l'opérateur, par la seule observation de ses pratiques ?

Papy (*op. cit.*) propose de rechercher les alternatives qui s'offrent à l'opérateur à un instant *t*, et les raisons qui le poussent à choisir telle ou telle option. Un glissement s'opère ainsi de l'étude des pratiques, à celle des processus de décision (Sébillotte & Soler, 1990). Il est important de noter ici que l'on ne cherche pas à connaître les procédures cognitives qui sous-tendent le cheminement de la décision, mais plutôt à modéliser la décision et les pratiques qui en découlent sous forme de règles génériques (Papy, 1998) : *si* [critère ou condition, statut d'un indicateur donné] *alors* [réalisation ou pas de telle action]. On voit immédiatement l'intérêt d'une telle approche dans un objectif de modélisation. On voit également qu'il n'est nullement besoin d'être spécialiste des sciences cognitives ou de la décision pour aborder ces règles, faites d'indicateurs et d'actions relevant pour la plupart de disciplines techniques.

Ce glissement, loin d'être anodin, constitue à mon sens la seconde avancée cruciale de l'agronomie moderne. Après l'approche systémique, à la fois paradigme, corpus méthodologique et mode d'action, les sciences de gestion et des organisations apportent à leur tour leur contribution. Papy (*op. cit.*) liste le grand nombre de travaux réalisés par l'INRA à partir de la fin des années 1980, et qui ont eu pour objet ces processus de décision, que ce soit en grande culture ou dans des systèmes plus complexes.

Cette démarche d'analyse des prises de décision puis des pratiques à l'échelle d'une exploitation agricole se structure autour de trois volets complémentaires : (1) le concept de modèle d'action (complété par celui de modèle de connaissance), (2) une approche sectorielle de l'exploitation agricole, et (3) la définition d'un cadre de représentation des processus décisionnels.

a) Les concepts de modèle d'action et de modèle de connaissance

Comme le souligne Papy (1998), l'exploitation agricole est un système complexe, tant pour le chercheur qui souhaite en expliquer le fonctionnement, que pour l'agriculteur qui doit la gérer. Tous deux tendent à simplifier cette complexité, de façons différentes, pour atteindre leurs objectifs. Alors que le chercheur tentera de représenter et modéliser, l'agriculteur, placé face à un problème, cherche à se rapprocher d'une procédure d'analyse et de choix connue. Ces procédures, forgées d'expériences et d'apprentissage, forment une organisation préalable des décisions à prendre, désignées sous le terme de modèle d'action (Sébillotte et Soler, 1990 ; Papy, 1998). Ce modèle comprend :

- un ou plusieurs objectifs généraux vers lesquels convergent les décisions,
- un programme prévisionnel comportant des sous-objectifs et des étapes intermédiaires au cours desquelles sont effectuées des évaluations,
- un corps de règles définissant à chaque étape du programme les décisions à prendre en fonction des événements futurs envisagés. Il est constitué de règles d'action du type "*si... , alors*",
- un ensemble d'indicateurs de déclenchement des règles, de contrôle et d'évaluation, tels que des états du milieu naturel et cultivé, des paramètres climatiques ou des dates. Des indicateurs d'évaluation des résultats interviennent

aussi pour la modification éventuelle des règles précitées, ou le déclenchement de nouvelles.

Cette notion de plan d'action, inscrit dans les représentations des agriculteurs et guidant leurs actions en simplifiant les processus de réflexion, s'applique essentiellement aux situations de gestion bien structurées, dans lesquelles des opérations interviennent de façon cycliques, dans des intervalles de temps assez courts et réguliers, et où l'incertitude reste modérée. C'est en tout cas dans de telles conditions que les chercheurs de l'INRA l'ont pu l'exploiter⁶⁰. Ces plans peuvent être représentés comme suit (Aubry, 1995 ; Papy, 1998). L'agriculteur sait d'avance que l'atteinte des objectifs qu'il s'est fixé est plus ou moins certaine. Toutefois, faute d'être en mesure de prévoir les événements futurs, liés au climat, à la conjoncture économique, aux accidents et aléas de toutes sortes, il cherche à anticiper la gamme possible de situations en se donnant, *a priori*, des règles de conduite, des règles d'ajustement aux éventualités, quelques règles de réaction à des accidents exceptionnels (restriction des objectifs par exemple). Il lui est intellectuellement impossible de concevoir à tout instant un ajustement d'ensemble de son exploitation : il lui faut sérier les problèmes, d'où la possibilité pour l'agronome d'aborder ces processus de façon sectorielle. Cela ne signifie pas que l'agriculteur perd la perspective de gestion de l'ensemble de son exploitation. La hiérarchisation et la priorisation des objectifs, des secteurs, du temps, de l'espace constituent une simplification visant la gestion. Il faut souligner que ces principes résultent directement des travaux de Simon (1945), précurseur de la systémique, sur les organisations et leur gestion (cf chapitre 2.1.3.b).

Le découpage du temps et de l'espace est un élément important, pour l'agriculteur, et donc pour l'agronome : le cycle complet de production est découpé en phases, attachées à des objectifs intermédiaires, et renvoyant souvent à des portions de territoire données dans l'exploitation. Ainsi, les modèles d'action ont une double logique (Aubry, 1995) : synchronique (arbitrages à un temps donné entre actions qui pourraient être menées simultanément), et diachronique (cohérence et succession d'actions portant sur des portions de territoire différents).

On voit bien ici comment ces actions finalement résultent dans les itinéraires techniques et les systèmes de culture (ou d'élevage) que l'agronome peut être amené à observer et décrire. Ce constat conforte Deffontaines (1991) dans son affirmation que le champ cultivé est l'échelle de travail de base pour l'agronome.

Un modèle d'action renvoie à un modèle de connaissance, intégré au système d'information et de mémorisation de la figure 4. L'agriculteur mobilise en permanence son savoir sur les processus biotechniques qu'il met en œuvre et exploite. Une grande partie de ce savoir est socialement construit, au travers des échanges d'expérience que l'agriculteur peut avoir avec les membres de sa famille, d'autres agriculteurs, des conseillers agricoles (Darré, 1996). Ainsi, au sein d'une région donnée, il y a souvent convergence des représentations que se font les producteurs des processus biophysiques et de leurs conséquences. Comme pour l'approche du fonctionnement des exploitations, cette récurrence et la relative généralité locale des

⁶⁰ On notera à ce titre que l'ensemble de cette approche incluant l'analyse des pratiques et des processus de décision des agriculteurs est typiquement française, voire labellisée INRA, alors même que ses principes sont directement issus des travaux de Simon (1945)! Il en résulte une littérature abondante mais exclusivement francophone (éventuellement traduite pour des événements particuliers) et une méconnaissance de ce thème, pourtant riche et passionnant, par les agronomes et économistes ruraux anglosaxons. Pour ces derniers, le thème de l'aide à la décision relève de la recherche opérationnelle (cf le numéro spécial de *Agricultural Systems* n°74, de 2002), et renvoie finalement à une approche très normative de recherche d'optimalité.

savoirs et des comportements sociaux sont de précieux atouts lorsque l'on aborde le problème de l'extrapolation des résultats obtenus sur un échantillon limité (problème déjà évoqué en 3.3). Ces représentations opératoires contiennent également les indicateurs que les producteurs vont utiliser pour prendre leurs décisions d'action (ou d'attente) : état du sol (couleur, état de surface, humidité), état des végétaux (état sanitaire, couleur, flétrissement), climatologie (du jour, et prévisions), calendrier et temps requis pour les opérations prévues, état d'une ressource donnée, etc. J'en donnerai des exemples plus loin, tirés de mes propres travaux.

Pour autant, ces modèles d'action et de connaissance ne sont pas nécessairement explicites dans l'esprit des agriculteurs, et donc pas immédiatement accessibles à l'intervenant extérieur qu'est l'agronome. Spécifiques à chaque individu, leur formulation nécessite des entretiens centrés sur la nature des décisions à prendre, et guidés par une représentation générique des processus mobilisés (Le Gal, 1995 ; 6). D'où l'importance des deux autres volets de la démarche, décrits ci après. Papy (1998) propose quelques principes méthodologiques pour atteindre cet objectif :

- découper le temps en phases, avec des objectifs intermédiaires au terme de chacune d'elles ;
- faire expliciter les règles d'action et de régulation par l'agriculteur, en lui soumettant des situations de décision, des jeux de simulation, des scénarios, y compris extrêmes, de façon à accéder aux règles d'ajustement à l'imprévu ;
- confronter les règles ainsi obtenues, et le modèle d'ensemble, aux actions passées effectivement mises en œuvre et que l'on peut resituer dans leur contexte climatique, temporel, spatial; cette étape est l'occasion de valider ou de préciser le modèle d'action.

Pour Papy (1998), et comme j'ai pu le constater lors de mes travaux avec les producteurs de la Réunion, cet exercice (relevant de la maïeutique pour Papy) constitue déjà une forme d'appui dans la mesure où l'agriculteur est forcé d'explicitier son mode opératoire et d'y réfléchir. Et pour l'intervenant extérieur, c'est l'opportunité d'alimenter un modèle et de développer une aide à la décision plus élaborée. Papy (*op. cit.*) situe cette appui à plusieurs niveaux : le diagnostic technique, sur l'efficacité des itinéraires pratiqués selon les règles utilisées par l'agriculteur (et la pertinence des modèles de connaissance mobilisés); l'aide au choix de structure d'exploitation (en simulant l'effet de l'application du même jeu de règles, dans des scénarios d'extension, de conversion, etc.); l'organisation du conseil, en élaborant des typologies de modèles d'action.

La figure 7 fournit un exemple de modèle d'action, dans le secteur de l'irrigation sur laitue.

b) Une approche sectorielle de l'exploitation

Contrairement aux entreprises classiques où les tâches sont réparties entre plusieurs individus, l'agriculteur prend, à lui seul, des décisions de niveaux très différents (investissements, itinéraires techniques, opérations quotidiennes, etc.). Pour éviter de balayer dans chaque cas l'ensemble des implications d'une décision donnée, il structure la représentation de son exploitation autour de modules placés à l'interface entre le pilotage stratégique (investissement, grandes orientations stratégiques) et la gestion opérationnelle (conduite des cultures, de l'élevage...). En limitant les relations entre les modules, il simplifie ses prises de décision (Hémidy *et al.*, 1993). J'ai été amené à travailler sur ce thème à la fin de mon séjour à la Réunion. Les secteurs abordés sont ceux de la gestion de la matière organique,

notamment au travers du travail de L. Vimeux, stagiaire (1998), et de l'irrigation dans les exploitations de polyculture-élevage des hauts de la Réunion (6, 24, 82). Je reviendrai plus loin sur quelques résultats obtenus, accompagnés de commentaires.

Culture	Salade de plein champ (laitue)
Cycle	7 semaines en moyenne sur l'année
Surface totale	8000 m ²
Surface élémentaire par cycle	300 à 1000 m ²
Matériel	environ 700 micro-asperseurs à 90 l/h
Règles	<p>SI date = jan-fev-mars (saison cyclonique) ou date = juil-août (surproduction) ALORS seulement ½ de la surface totale en culture</p> <p>SI jour normal (ensoleillé ou nuageux), ALORS 1 irrigation, durée ½ h</p> <p>SI jour de repiquage, ALORS 5 à 6 irrigations d'environ ¼ h min. (reprise salade et refroidissement du polyéthylène)</p> <p>SI semaine suivant le repiquage, ALORS deux irrigations, durée ½ h</p> <p>SI jour n avec pluie efficace ($P_n > 2$ mm), ALORS pas d'irrigation le jour n</p> <p>Si période de fortes pluies les jours précédents ($P_{n-1} + P_{n-2} + P_{n-3} > 20$ mm), ALORS pas d'irrigation le jour n</p>
Ajustements	<p>Ressource en eau = retenue collinaire, SI pénurie, ALORS eau domestique.</p> <p>SI débit disponible limitant, ALORS salade prioritaire sur autres cultures (ex. agrumes jamais irrigués les jours de repiquage)</p>

Figure 7. Exemple de modèle d'action et ses quantifications en terme de besoins en eau d'irrigation: culture et assolement, programme d'irrigation, règles et indicateurs dans le cas de culture de laitue (6).

c) Un cadre de représentation des processus de décision

Chacun des interfaces gestion opérationnelle / gestion stratégique met en jeu des décisions spécifiques. Le cadre de représentation, qui peut se définir comme étant "ce à quoi un individu se réfère à un moment donné pour définir une situation donnée" (Cerf et al., 1990), doit permettre de comprendre dans quel environnement (connaissance, expérience, intervenants) l'agriculteur évolue.

Mais, il existe une interaction permanente entre les processus décisionnels et les représentations qu'à l'agriculteur des problèmes auxquels il est confronté, en particulier à travers l'évaluation qu'il peut faire de ses actions (la relation système opérant – système d'information, vue à la figure 4). Donc, l'identification des règles ne sera possible qu'en faisant intervenir différents scénarios, les uns tirés du passé et d'autres imaginaires. Ce faisant, on fera ressortir la gamme de situations à l'intérieur de laquelle reste valable le corps de règles d'action énoncé et l'on aura mis en évidence le référentiel dans lequel l'agriculteur construit son jugement.

3.4.3. Applications : premiers pas dans l'aide à la décision

a) Gestion de la matière organique comme amendement : cadre de représentation

Exploitant le cadre théorique évoqué ci-dessus, et dans le contexte des exploitations de polyculture-élevage des Hauts de la Réunion, j'ai été amené à m'intéresser aux processus de décision, relatifs aux pratiques de gestion de la matière organique (travail avec L. Vimeux, étudiant), et aux modalités de gestion de l'eau d'irrigation des retenues collinaires individuelles (13, 82, et travail de Y. Fargier, étudiante) et collectives (6, 79).

Il n'est pas utile de revenir en détail sur les résultats qui ont résulté de ces travaux, mais je souhaite en souligner quelques traits relatifs à la thématique du document

Dans les systèmes de polyculture-élevage des Hauts de l'Ouest, traditionnellement fondés sur la canne à sucre et/ou le géranium, les années 1990 ont vu l'émergence de systèmes de culture horticoles *l-s* intensifs. Aux aléas climatiques et commerciaux, s'ajoutent les problèmes de maintien de l'aptitude culturale de terres très fragiles (andosols, pentes fortes, pluies et pratiques érosives). Transferts et restitutions organiques au sol constituent le pivot de ce maintien.

Face à une grande diversité de pratiques d'apport et d'approvisionnement en amendements, les fonctions de conseil et de formation sur ce thème restaient souvent peu développées, normatives et mal adaptées. Basées sur des principes d'optimisation ou de rationalité, elles n'intégraient pas forcément les autres composantes du système de production, ni les représentations qu'ont les agriculteurs des processus en jeu, leurs savoir-faire, leurs pratiques et les logiques qui les sous-tendent.

Un travail d'enquête et d'analyse sur quelques exploitations a été engagé, selon une démarche à deux étapes :

- (i) étudier la gestion de la m.o. et de la fertilisation, *i.e.* expliciter comment les agriculteurs se représentent et coordonnent les différentes fonctions attachées à la fertilisation, identifier les niveaux de décision et leurs articulations, la façon dont les décisions se prennent et quelles représentations s'y rattachent ... ;
- (ii) pointer les lacunes, les sources de blocage, de complexité et d'incertitude, qui limitent la rationalité ou l'intérêt des décisions, ou en augmentent les risques, et proposer des outils et des pistes d'action pour réduire ces lacunes, pour aider aux décisions.

L'idée n'était pas de prétendre à l'exhaustivité ou à la classification, mais plutôt de comprendre et de rendre compte des mécanismes de gestion de la matière organique dans une dizaine de cas très variés, replacés dans les typologies en cours (80, et travaux de Roux, Boscher, stagiaires), et donc en visant à terme une forme de généralité des résultats. La démarche d'analyse des prises de décision des exploitants a été fondée sur les trois points développés plus haut : une approche sectorielle de l'exploitation (la gestion de la matière organique), la notion de modèle d'action et le cadre de représentation des processus décisionnels. Les fonctions de production de matière organique sur l'exploitation, d'approvisionnement à l'extérieur, d'allocation sur les parcelles et les cultures, ont été étudiées.

L'originalité et l'intérêt de ce travail provenaient du fait qu'aucun cadre de représentation ne préexistait sur le thème de la gestion de la matière organique en systèmes de petite agriculture de polyculture-élevage. On s'est attaché à circonscrire ce cadre de représentation générique. Plusieurs niveaux de gestion ont ainsi été distingués : (i) un niveau pluri-annuel, stratégique, sur le long terme, (ii) un niveau de planification annuel des besoins en m.o., et (iii) un niveau

de pratiques et d'ajustements lors de chaque plantation. Les articulations entre ces niveaux, les facteurs intervenants, et surtout les mécanismes de régulation et de choix opérés par les agriculteurs ont été mis en évidence. Ces régulations interviennent en fonction de l'analyse que fait l'agriculteur des performances de sa gestion, analyse elle-même dépendante des perceptions et du système d'information (modèle de connaissance) disponible : des défaillances mineures vont entraîner des ajustements au niveau (iii) (pratiques annuelles), alors que des problèmes majeurs et récurrents peuvent amener l'agriculteur à mettre en question sa stratégie d'ensemble pluri-annuelle (niveau (i)). La figure 8 explicite ce cadre de représentation et les régulations qui s'opèrent.

Les représentations des agriculteurs ont été explicitées, concernant le rôle et la valeur des produits utilisés, les besoins des cultures... On a pu constater que ce modèle de connaissance est incontournable, même si, d'un point de vue agronomique, on peut le juger incomplet ou parfois peu rationnel sur certaines de ces composantes. Il peut toutefois évoluer par l'apport ciblé d'information.

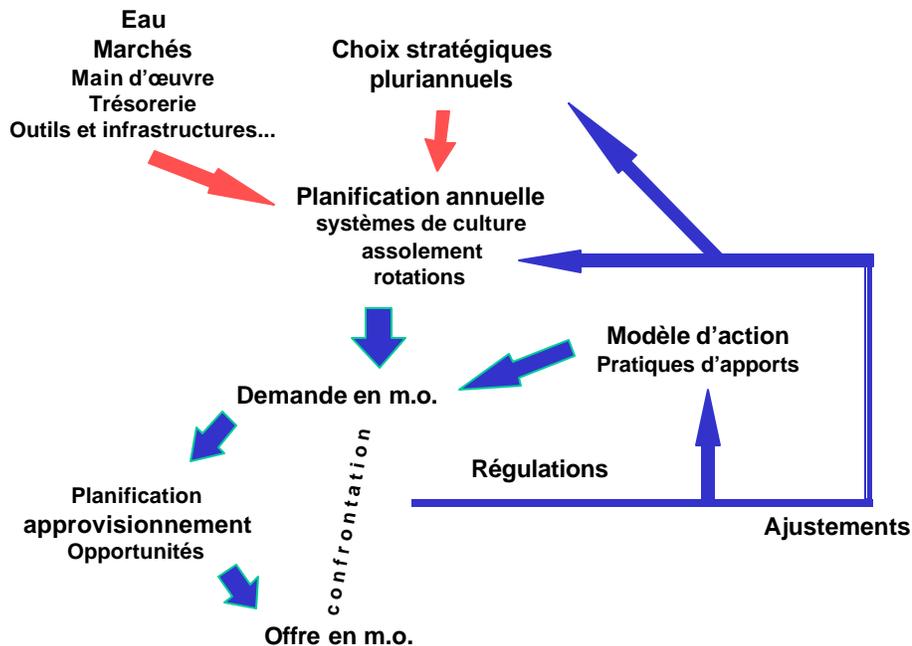


Figure 8. Cadre de représentation schématique de la gestion de la matière organique comme amendement dans les exploitations de polyculture-élevage des Hauts de l'Ouest de la Réunion.

En effet, l'étude a débouché sur des solutions concrètes de pilotage pour les agriculteurs (doses, types de matière organique) ainsi que l'ébauche d'une fonction de conseil pour la gestion de la matière organique et la proposition de pistes de travail pour les organismes locaux de développement. Il s'est avéré difficile et peu pertinent de formuler des outils d'aide à la planification issus de modèles. En revanche, l'aide à la décision a pris de nombreuses autres formes, telle que l'apport d'informations, visant à réduire la complexité, à rationaliser les processus de choix, mais aussi la mise à plat participative des systèmes de gestion des producteurs, permettant d'envisager une fonction de conseil renouvelée.

b) Modèles d'action et simulation des relations offre-demande d'eau d'irrigation

L'eau est une autre ressource rare des Hauts de l'Ouest de la Réunion. Des retenues collinaires individuelles et collectives ont été construites et contribuent à lever cette contrainte. Elles nécessitent toutefois une gestion, impliquant planification d'assolement, choix de culture et pratiques d'irrigation au niveau individuel, et coordination collective lorsque la ressource est partagée.

Dans le domaine de l'irrigation, un cadre de représentation des processus de décision des agriculteurs irrigants préexistait à mes travaux (Leroy, 1996), et a été exploité.

Les récentes avancées méthodologiques et techniques sur le thème de la gestion de l'eau d'irrigation (Leroy, 1996 ; Lamacq, 1997) soulignent que l'irrigant fonde rarement ses décisions sur les seules notions d'optimisation ou de maximisation des rendements ou des revenus. Les décisions, de différents niveaux, prennent souvent en compte d'abord le caractère limité de la ressource, et s'appuient sur une connaissance partielle des processus biophysiques en jeu, un savoir-faire issu de l'expérience, des interactions avec d'autres composantes du système, des critères de satisfaction des objectifs qui sont propres à l'agriculteur. Ce cadre de représentation, validé par les travaux, identifie plusieurs niveaux de gestion :

- des prises de décision stratégique (choix d'assolement et de stratégie d'irrigation) ; ces prises de décision évoluent en fonction du contexte hydraulique (niveau de la retenue d'eau) et du contexte économique (marchés) ; elles ont donc une influence sur l'assolement, le quota d'eau par espèce par exemple...si le calcul économique le justifie.
- des éléments de l'organisation de la distribution de l'eau sur la sole irrigable (prise de décisions structurelles) ; chaque exploitant prend des décisions dans un réseau de contraintes hydrauliques (débit à la borne de l'exploitation ou main d'eau, prix de l'eau...). Il organise l'exploitation en îlots irrigables (typiquement les *levies* sous irrigation gravitaire en Afrique du Sud), qui sont définis comme étant l'unité de gestion spatiale d'un débit disponible.
- des règles de décision de l'agriculteur (prise de décisions opérationnelles), telles que programmes d'irrigation par culture, établissement d'un calendrier d'irrigation, règles de gestion du matériel d'irrigation, règles de gestion de la ressource en eau, règles de gestion de priorité entre cultures et entre parcelles. Ces règles renvoient à des indicateurs issus du modèle de connaissance de l'agriculteur, et liés au temps, au climat, aux cycles des cultures, à leur état hydrique et sanitaire, à l'état de la ressource, à la disponibilité en main d'œuvre, etc.

J'ai surtout exploité cette approche au niveau des pratiques d'irrigation par culture, avec comme double objectif (1) d'identifier les besoins en information pour compléter le modèle de connaissance des irrigants, et notamment leur donner accès à d'autres indicateurs de déclenchement de règles, et (2) de modéliser la demande en eau agrégée d'abord sur une série d'exploitations individuelles (**13, 82**), gérant leur propre retenue collinaire, puis sur un périmètre collectif (**6, 79**).

Pour établir les modèles d'action pour l'irrigation des cultures (cf. figure 7), j'ai été amené à « simplifier » les pratiques, à les résumer à des actions dont l'effet était quantifié au regard de la ressource en eau. Ce faisant, un premier niveau de dialogue a été établi avec les

producteurs, fondé sur leurs pratiques individuelles d'irrigation, leurs conséquences en terme de coût. Des calendriers individuels ont été établis, avec une première agrégation de consommations à l'échelle de l'exploitation, mise en relation avec l'offre, sous forme d'un modèle.

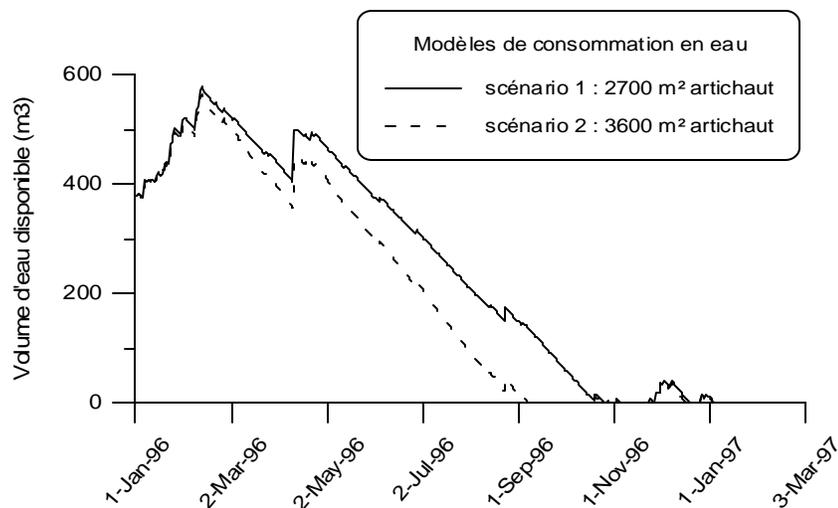


Figure 9. Simulation du stock disponible dans une retenue collinaire individuelle, selon la surface en une culture donnée et fonction des consommations (basées sur les modèles d'action) (simulation sur les données climatiques d'une année sèche –quartile-)

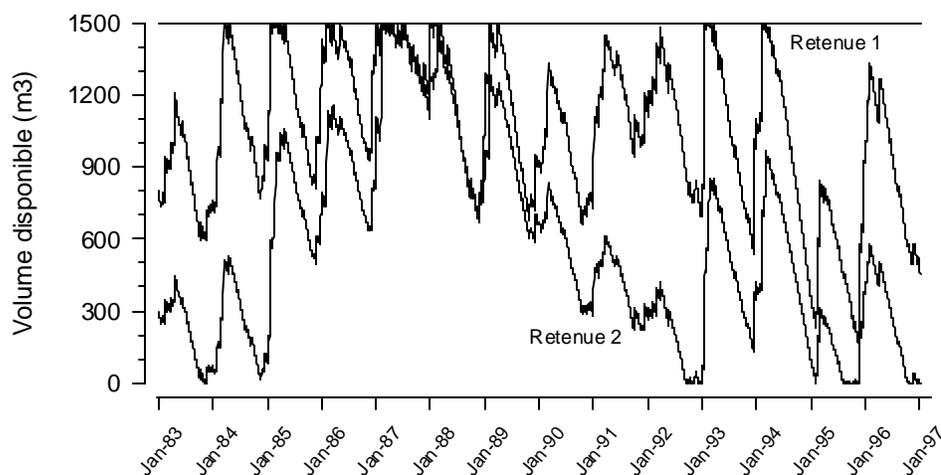


Figure 10. Simulation des stocks disponibles dans une retenue collinaire individuelle : comparaison du système de collecte de ruissellement actuel, et d'un système amélioré. (simulation sur série de données climatiques pluriannuelles)

Le modèle, de pas de temps journalier et établi sur tableur, relie données climatiques (moyennes pluviométriques, et données fréquentielles surtout), données hydrologiques

(l'offre), calendrier cultural, et consommation en eau des cultures (la demande). Les liens entre tous ces éléments sont les modèles d'action pour les différentes cultures.

Une fois le modèle validé, des simulations ont été mises en œuvre, avec les exploitants individuels, et des scénarios ont été testés, sur l'extension de surfaces pour une culture donnée, l'introduction de nouvelles cultures, des aménagements pour améliorer le captage du ruissellement, etc. Les figures 9 et 10 apportent une illustration des sorties graphiques des modèles établis et discutés avec les exploitants.

Je n'aborderai pas dans ce chapitre les travaux conduits sur le secteur de l'irrigation collective, car il relève à mon sens d'un pas épistémologique et méthodologique supplémentaire dans l'aide à la décision, qui touchent aux thèmes de l'intervention, de la modélisation et de la participation (cf. chapitre 3.5).

3.4.4. Discussion

a) Des résultats convaincants, et un travail d'agronome

Ainsi, eu égard aux objectifs, on peut considérer que ces travaux conduisent à plusieurs formes de résultats, tous en relation avec la durabilité des systèmes (vers la meilleure gestion d'une ressource), et le développement durable des populations concernées (vers une autonomisation des acteurs, plus d'équité et de participation) :

- Une évaluation des modèles de connaissances, et l'identification de types et de sources d'information susceptibles de les compléter, de les améliorer. Cette action vise la mise en œuvre facilitée des modèles d'action des agriculteurs ; compte tenu de la relative récurrence de ces modèles de connaissance au sein d'une communauté donnée, ce travail s'avère à mon sens toujours utile, et assez aisément extrapolable à l'échelle locale. L'intérêt réside dans la capacité de l'équipe de recherche et de développement à identifier des modes d'accès à l'information « internalisés », et non pas seulement à recourir systématiquement à des informations diffusées ou à de la formation classique. Ces modes d'accès à de nouveaux critères ou indicateurs pour les règles d'action peuvent consister en l'utilisation d'outils simples tels que ceux promus durant ces travaux (tensiomètres à lecture directe, repères visuels dans une réserve, bilan hydrique simplifié, bilan de fumure simplifié).
- Une réflexion des agriculteurs eux-mêmes sur leurs modèles d'action ; cette réflexion (maïeutique selon Papy, 1998) est engagée dès lors que l'on expose à l'agriculteur ses propres pratiques, « décortiquées », en séquences, liées à des objectifs, et à des effets probables, effets qu'il envisage d'après sa connaissance propre, ou que l'on éclaire de connaissances extérieures. Sans exagérer l'aspect « révélation » de la démarche, il est vrai que les agriculteurs ne semblent pas disposer par eux-mêmes de cette vision d'ensemble de la gestion d'un secteur donné. Certains aspects techniques peuvent ainsi être discutés et révisés lors de ces sessions. Ainsi, il me semble que les thèmes des calages de cycles culturaux et du timing de succession des opérations culturales en relation avec la gestion des approvisionnements en m.o. ont assez systématiquement été discutés. Mais ils sont à traiter avec précaution dans la mesure où le jugement extérieur tranché et la tentation de la recette « miracle » se heurtent souvent à un diagnostic « internalisé » où l'agriculteur finit par dévoiler des motivations profondes,

d'ordre structurel, économique ou social, qui n'étaient pas intégrées aux modèles d'action.

- Un travail de simulation et de test de scénarios. A l'échelle individuelle, l'instrumentalisation de la réflexion prospective par la modélisation constitue un atout. L'agriculteur gagne en capacité de réflexion. Le modèle éclaire et délimite le champ des possibles, aide à cerner les risques.

b) Des limites et des précautions

Si les résultats obtenus lors de mes travaux sur les pratiques se sont avérés pertinents dans les situations précises où ils ont été obtenus, on constate en effet leur portée limitée en terme d'extrapolation. Il semble que le choix délibéré du caractère analytique, local et participatif de la recherche porte par essence une contrepartie : la difficulté à fournir une connaissance plus générique. Les modèles développés ne présentent *a priori* d'exportable que leur valeur conceptuelle et méthodologique.

Mais comme évoqué plus haut, on peut exploiter des typologies fonctionnelles d'exploitation pour mieux cerner le caractère générique et partageable de certains modèles d'action et de connaissance (Papy, 1998). Dans le cas de la gestion de la matière organique, la nécessité de disposer de références techniques régionales indiscutables s'est imposée pour vraiment apporter des compléments d'information utiles aux producteurs, et en retour positionner leurs performances et leurs pratiques dans un cadre régional plus générique.

Aujourd'hui, la recherche agronomique (ou du moins certains de ses courants) admet que le point de départ de ses travaux réside dans les pratiques existantes, et dans les logiques qui les sous-tendent. Ce changement de point de vue disqualifie une attitude de prescription normative et de relations linéaires et univoques entre chercheurs, vulgarisateurs et producteurs. Mais il ne s'agit pas non plus d'idéaliser les pratiques des producteurs. D'autant que confrontées à la grille d'analyse de leur durabilité, elles risquent d'être jugées non durables, et qu'il convient de proposer des alternatives.

Ce point de vue et l'approche proposée ne disqualifient donc certainement pas l'idée de prescription elle-même, ni l'idée qu'un travail de recherche peut aider les producteurs à remettre en cause leurs pratiques et à innover. Toutefois, la prescription prend une dimension nouvelle, dans laquelle l'apport d'information, la promotion de la participation, de la réflexion et de l'apprentissage des producteurs, de façon individuelle et/ou collective, sont privilégiés.

Ce long chapitre consacré à ces approches a pour but d'en souligner l'importance, comme contribution potentiel au projet de d'agriculture durable et de développement durable. La posture et les méthodes employées me semblent en effet en mesure non seulement d'apporter des alternatives techniques ou organisationnelles nécessaires dans les systèmes productifs, mais également de renforcer et documenter le dialogue, puis la réflexion et enfin l'action collective des populations concernées. Enfin, *la façon dont les recherches sont conduites comptant désormais autant que les résultats* (Godard & Hubert, 2002), ces approches participatives constructives informent les acteurs locaux, augmentent leurs capacités de raisonnement et d'action, ouvrent des perspectives.

Considérant l'ensemble de ces questionnements, ces incertitudes, et après ces premières expériences de recherche-intervention autour de l'étude des pratiques, je considère avoir ouvert la *boîte de Pandore* de la recherche-action. Loin de décourager cette logique de recherche vers plus d'autres formes de capitalisation, une approche constructiviste du développement, plus d'appui concret aux producteurs, ces résultats et l'ensemble des bases conceptuelles mobilisées jusqu'alors m'ont poussé à explorer encore plus avant le domaine de la recherche-action, en essayant de bénéficier des apports de la modélisation (chapitre 3.5).

3.5. Recherche-action, recherche-intervention : modélisation et participation comme principes d'action

- ... *Le futur n'est jamais donné dans sa totalité ; il ne peut être déterminé que par les choix des hommes appliqués à construire leur avenir. Il existe donc une infinité de « futurs » possibles. Un scénario n'est rien d'autre que la description, plus ou moins détaillée, de quelques uns de ces futurs possibles. Il sert à clarifier les décisions et à faciliter les choix.* –

J. de Rosnay. "Le macroscope : vers une vision globale" (1975)

3.5.1. Le choix et les risques de l'intervention

Les chapitres précédents déclinent l'évolution de mes objets de recherche, de l'étude des *objets de la nature* vers l'étude des *projets des hommes impliquant la nature*. Nous avons assez rapidement dépassé les domaines « traditionnels » de l'agronomie (champ cultivé, expérimentation, étude d'objets), pour nous aventurer dans d'autres (exploitation, région rurale), pour y traiter d'autres questions, sur les stratégies et les décisions des producteurs⁶¹.

A la fin de mon séjour à la Réunion, et surtout à mon arrivée en Afrique du Sud, j'ai souhaité inscrire mes activités de recherche à la fois dans la continuité logique des étapes précédentes (*i.e.* la diversité des situations agricoles, l'analyse des pratiques des producteurs, l'intervention) et dans les principes de la recherche-action. Un des thèmes importants de ces activités est la gestion des périmètres irrigués collectifs dans un contexte de décentralisation, de transfert de gestion, d'organisation des producteurs, de couverture des coûts, et, plus généralement de recherche de durabilité pour ces périmètres, pour les exploitations qui les composent, pour les communautés et territoires qui les entourent.

Par rapport aux travaux typologiques et d'analyse des pratiques, et même si une partie de ces travaux renvoient à des formes d'aide à la décision et d'intervention directe de l'équipe de recherche, il me semble que le type de recherche (-action) que j'ai conduit récemment relève d'un pas supplémentaire, d'un autre niveau épistémologique et méthodologique, qu'il me paraît important de préciser et de discuter ici.

Allen (2000) estime que la recherche-action peut jouer un rôle crucial dans l'appui aux communautés rurales dans l'innovation et la mise en pratique d'une gestion durable de leur environnement. De même, Godard & Hubert (2002) identifient dans ce type d'approche des pistes d'avenir pour la recherche agronomique, au titre d'une contribution plus résolue et mieux adaptée au projet de développement durable. Mais en même temps, ils reconnaissent le caractère mal balisé, voire risqué de l'entreprise, de part la nature forcément partenariale qu'elle doit revêtir, et le manque actuel de fondements méthodologiques et épistémologiques. Et ils avertissent contre le *danger d'amateurisme* d'initiatives isolées et naïves. Sébillotte (1994) nous alerte sur un autre risque : l'engagement dans ce genre d'intervention peut entraîner l'agronome à confondre réussite dans l'action (si tant est qu'il y ait réussite) et validité des connaissances.

Pour Liu (1990), l'émergence de la recherche-action rend urgente la construction de bases qui puissent justifier les connaissances qu'elle apporte, et préciser les conditions de son exercice.

⁶¹ *Après les lignes droites, les premiers virages dirait Jarrosson (1992)... et les risques de dérapage ou les impasses !*

Il est donc important de baliser ce parcours, en terme de méthodologies, de principes (en relation avec le développement durable), et de validation. C'est l'objectif de ce chapitre, qui, on le constatera, établit des liens constants avec les deux précédents, sur les typologies et les processus de décision.

Par nature, une démarche de recherche-action se définit par le contexte, la problématique et le projet qu'elle souhaite aborder et supporter. Il m'est donc apparu intéressant de contextualiser cette discussion, dans le cadre de travaux sur la gestion de périmètres irrigués à la Réunion et en Afrique du Sud. Cela sera fait un peu plus loin.

3.5.2. La recherche-action : délimitation, définition et attentes

a) Une origine dans les sciences sociales

Le domaine de la recherche-action (RA) constitue en fait une famille de méthodologies, initialement définies et expérimentées par des chercheurs en sciences sociales (Allen, 2000). Le pionnier Lewin (1945 ; 1947 ; 1951 ; cité par Liu, 1994 ; Selener ; 1997 ; Allen, 2000) introduit le terme et en définit le contenu, à partir de recherches empiriques en sociologie, visant la résolution de problèmes précis (dynamique et comportements de groupes, gestion d'organisations, gestion de conflits, problématique des minorités). Selener (1997) identifie des travaux en sciences de l'éducation conduits aux Etats-Unis dès les années 1920, qui relèvent de la RA. Le terme, et des approches s'en réclamant, ont depuis fait flores dans des domaines aussi divers que les sciences de gestion et des organisations, la sociologie, la psychologie, le développement rural, l'éducation, le développement agricole, l'évaluation participative (Selener, 1997). Une revue de la littérature récente révèle par ailleurs l'intérêt particulier porté par des équipes australiennes et néo-zélandaises sur le sujet, que ce soit en recherche ou en développement⁶², mais également dans l'enseignement de 3^e cycle en sciences sociales.

D'une manière générale, les chercheurs anglosaxons ont de la recherche-action une acception assez large puisqu'elle inclut toute démarche d'une équipe de recherche favorisant l'action et le changement social. Certains reconnaissent d'ailleurs que la frontière est ténue entre consultance, action de développement et RA, même si celle-ci doit suivre des procédures plus rigoureuses (Oja & Smulyan, 1989 ; Allen, 2000). Ainsi dans le domaine agricole, Selener (1997) et Allen (2000) considèrent que les démarches participatives du mouvement *farming system* (Chambers, 1983 ; Mettrick, 1993, par exemple) relèvent de la recherche-action.

La recherche-action, telle que définie plus précisément par Avenier (1992) et Liu (1994), combine :

1. la convergence d'une *volonté de changement* (par les acteurs locaux) et une *intention de recherche*, ce qui suppose
2. un objectif double de *résolution de problème*, et de *génération de connaissance* (locale et générique), on souhaite ici associer *praxis* et *theoria* d'Aristote (voir encadré 4) ;

⁶² Les programmes LandCare par exemple qui sont mis en œuvre dans ces deux pays, sont conduits selon les principes et démarches de recherche-action, avec une forte implication d'équipes de recherche en sciences sociales comme de disciplines plus techniques. Ces programmes visant la gestion durable de l'environnement et des ressources par les systèmes agricoles peuvent être comparés aux mesures agri-environnementales européennes, mais avec une composante collective beaucoup plus marquée. Un programme LandCare a été initié en Afrique du Sud il y a quelques années, malheureusement réduit aujourd'hui à des investissements lourds, sans participation, ni recherche d'accompagnement.

3. la mise en place d'un *dispositif commun*, d'un travail en commun, avec des processus continus, entre chercheurs, agents de développement et usagers ;
4. un *cadre éthique commun*, négocié et accepté par tous.

Argyris *et al.* (1985) et Liu (1994) identifient un objectif d'autonomisation, d'auto-apprentissage, et d'acquisition de compétences par les « bénéficiaires » de la recherche. Oja & Smulyan (1989) estiment que l'objectif principal de la RA doit être un changement fondamental et durable (*i.e.* bien après que l'intervention est terminée) des pratiques techniques et/ou organisationnelles des communautés auxquelles elle s'adresse.

Liu (1994) insiste sur la flexibilité inhérente à la recherche-action. Il suggère de distinguer *méthode* (en tant qu'ensemble de règles, de validité permanente et universelle, visant un résultat) et *démarche* (qui s'appuie sur des méthodes sans en être prisonnière, sur l'invention et l'exploration de voies et d'outils nouveaux si les méthodes ne correspondent pas aux besoins de l'action). La recherche-action est donc avant tout une démarche, flexible et adaptative, mais dont les objectifs sont clairs et le cadre éthique bien défini.

Le point essentiel et délicat est la mise en œuvre d'une participation des acteurs locaux, pas seulement lors des phases de collecte d'information, mais aussi lors d'ateliers récurrents et interactifs (le dispositif commun) (Oja & Smulyan, *op. cit.* ; Allen, *op. cit.* ; **6, 32**).

b) Critique de l'approche purement qualitative de la RA, apport des sciences de gestion

La recherche-action telle que définie et mise en œuvre par les sciences sociales ne me semble pas particulièrement adaptée au thème qui nous intéresse. D'abord, la dimension « recherche », lorsqu'elle existe, est constituée par la production de connaissances dans le domaine de la théorie de l'action et des sciences du comportement (Oja & Smulyan, *op. cit.*). Ensuite, si les auteurs anglophones en général insistent sur l'élaboration d'un cadre d'apprentissage, sur le fait que celui-ci ne doit pas viser à faciliter une décision donnée à un instant donné mais plutôt à établir un processus durable (Allen, 2000), le contenu et les moyens précis d'établissement de ce cadre, lorsqu'ils sont explicités, échappent rarement à des principes assez généraux de facilitation, et de participation, et peinent à dépasser le stade du diagnostic (voir par exemple Gosselink & Thompson, 1997, dans le domaine de l'irrigation).

Argyris *et al.* (1985) assurent que la recherche-action appartient à une *tradition de méthodologies de recherche qualitative*, plutôt qu'au *paradigme qualitatif dominant*. Rapoport (1970) statue que la RA appartient aux sciences sociales et en est une application.

Il me semble que ces définitions et circoncriptions de la recherche-action (un peu captive des sciences sociales anglosaxonnes, et d'un certain activisme idéologique), et l'opposition qualitatif / quantitatif, en occultent un peu les fondements épistémologiques originaux, restent très imprécises quant à leur contenu méthodologique concret, et finalement en banalisent les finalités, et en limitent les potentialités.

Si l'intérêt de la recherche-action me semble indiscutable pour le projet de développement durable décliné à l'échelle locale, il me semble également indispensable d'en préciser les modalités possibles, notamment pour l'agronome. Ce sera fait au travers d'exemples plus loin.

Des auteurs francophones ont me semble-t-il mieux balisé le domaine, notamment dans le domaine du développement rural et agricole (Liu, 1994 ; Albaladejo & Casabianca, 1997), mais surtout grâce aux apports des sciences de gestion proposés par Sébillotte (1994), conceptualisés et mis en application par Moisdon (1984 ; 1997) et Hatchel (2000) notamment.

C'est dans cette ligne que s'incrivent mes travaux les plus récents. La démarche s'inspire des principes de la RA, mais y inclut résolument des représentations (typologies d'exploitation, modèles d'action), la quantification des processus (à partir de modèles d'action ou de processus biophysiques), et des outils, de type simulateurs, élaborés sur la base de modèles.

Dans les périmètres irrigués collectifs, aider les acteurs à concevoir de nouvelles stratégies de gestion représente un enjeu important pour l'avenir. Il implique la satisfaction d'objectifs individuels de revenus, une couverture des coûts liés à un certain niveau de fonctionnement et de maintenance, une incitation éventuelle à la diminution des consommations en eau et l'émergence de règles de partage dans les situations de ressource limitée. L'élaboration de telles démarches opérationnelles d'aide à la décision suppose de dépasser la complexité des représentations systémiques, l'énoncé de principes organisationnels généraux ou l'empirisme des méthodes participatives (6). De même, il s'agit « d'internaliser » la réflexion heuristique et prospective, quitte à développer des outils de modélisation moins élaborés que les modèles habituels (cf les démarches de modélisation « extérieures » aux périmètres qui sont tentées ici et là, rapportées par Le Gal, 2002).

L'option méthodologique adoptée ici s'inspire des démarches de recherche en intervention expérimentées en gestion industrielle (Moison, 1984 & 1997, Hatchuel, 2000). Partant d'une demande éventuellement reformulée par la suite, l'intervenant cherche, à travers une série d'observations et d'entretiens, à formaliser le problème posé autour d'un cadre conceptuel, éventuellement traduit en outils de gestion et de simulation. Ceux-ci viendront alimenter les processus de changement des acteurs, en leur offrant la possibilité d'améliorer leur connaissance de leurs systèmes, les modalités de gestion courante, ou de réfléchir à des scénarios prospectifs relatifs aux choix stratégiques à opérer.

3.5.3. La recherche -action en pratique. Etudes de cas.

a) La gestion durable des périmètres irrigués : le besoin d'une recherche spécifique

Partout dans le monde, l'agriculture familiale irriguée subit des changements rapides, de nature économique, légale et institutionnelle, et sociale. Pour que les adaptations nécessaires se produisent, le simple transfert de technologie ne suffit pas. Il est nécessaire de renouveler les approches vers une facilitation collective d'apprentissage, de négociation d'objectifs et de moyens partagés (Jiggins & Roling, 1997 ; 32 ; 55). La recherche-action vise à jouer ce rôle de facilitation, mobilisant la participation, la modélisation et l'intervention comme principes d'action.

La communauté scientifique s'intéresse au processus de transfert de gestion des périmètres irrigués en agriculture familiale au travers de bilans globaux (Vermillion, 1997 ; FAO, 2001), ou de réflexions locales (IWMI, 2001 ; Kamara *et al.*, 2001 ; 39). Les questions concrètes économiques et institutionnelles posées aux organisations locales (et évoquées ci dessus) sont toutefois rarement abordées de façon à la fois opérationnelle et générique.

Ostrom (1992) a énoncé des principes généraux d'organisation locale et d'action collective en situation irriguée. Quelques travaux initiaux ont identifié le besoin d'une participation des usagers, et ont proposé des méthodologies participatives qualitatives (Gosselink & Thompson, 1997), généralement mises en œuvre en Afrique du Sud par des consultants. Pour les pays en développement, et notamment l'Afrique du Sud, de nombreux ouvrages proposent des listes des principes généraux et de bonnes pratiques techniques et/ou organisationnelles (Field *et al.*, 1998; ARC, 1999; Bembridge, 2000; De Lange *et al.*, 2000 ; IPTRID, 2000).

Cependant, l'ensemble ne considère pas vraiment le contexte très spécifique du transfert de gestion, fortement marqué par des bouleversements en terme de gouvernance et institutions locales, d'apprentissage et d'engagement collectif par les bénéficiaires. Par ailleurs, les études correspondantes dépassent rarement le stade du diagnostic.

Yung (1998) souligne l'importance de la prise en compte des stratégies des irrigants pour la formulation d'appui et de conseil. Naik & Kalro (2000) argumentent également en faveur d'une prise en compte des points de vue des acteurs locaux (*stakeholders' approach*), notamment pour évaluer l'impact du transfert de gestion, et préconisent une méthode quantitative issue des domaines du marketing et des sciences de gestion. Cependant, la question de l'appui concret à l'action collective, à l'émergence institutionnelle, à la décision reste en suspens.

Enfin, une littérature abondante existe sur la gestion financière des périmètres, et particulièrement sur les problèmes de tarification et de recouvrement (Johansson, 2000). L'application à des cas concrets reste encore rare, notamment en agriculture familiale et en situation de transfert de gestion (Svendsen, 2001).

b) La démarche de recherche-intervention

Quelques expériences ont déjà montré que la recherche-action, associée à la modélisation et à la simulation prospective, peut aider au développement d'organisations locales et à leur gestion (Valleyrand, 1994; Albaladejo & Casabianca, 1997; Attonaty *et al.*, 1999), notamment dans le domaine de l'agriculture irriguée (Lamacq, 1997 ; 6 ; Attonaty *et al.*, 2000). Elles reposent sur la participation, des représentations partagées des processus en cause, la modélisation quantitative et qualitative, et une démarche générale systémique, heuristique et prospective.

Partant de la situation locale et des expériences évoquées ci dessus, une démarche a été développée et mise en œuvre à la Réunion et en Afrique du Sud, avec quelques différences que j'évoquerai au fil du texte. Elle s'appuie sur (1) une vision managériale des périmètres, (2) des représentations partagées et acceptées de la réalité socio-économique, (3) les principes de la recherche-action, et (4) l'élaboration de modèles et d'outils de simulation comme instruments de participation et d'heuristique.

Une dimension économique et financière

En premier lieu, l'approche pose qu'il existe des coûts encourus par l'approvisionnement en eau du périmètre et par les services de gestion qui s'y rattachent. Un objectif de couverture de ces coûts est poursuivi (Svendsen, 2001 ; Perry, 2001). Ce préalable n'a rien d'évident dans le contexte d'agriculture familiale en développement. Dans un contexte de transfert de gestion, cela implique que (1) l'entité de gestion (*Water Users' Association* ou association d'irrigants) assure l'approvisionnement en eau d'irrigation et les services attachés, (2) ces services génèrent des coûts, en capital, maintenance, fonctionnement, personnel, (3) la WUA facture ces services aux agriculteurs, sur la base d'un dispositif à définir, et (4) les agriculteurs mobilisent une partie de leurs revenus (agricoles ou non) pour couvrir cette charge (Rey, 1996; Le Gal, 2001).

Le système de tarification des services de l'eau constitue l'interface entre les agriculteurs et l'entité de gestion, entre les niveaux individuels et le collectif. La définition des systèmes de production, de commercialisation, d'information et de gestion collective, l'équilibre offre-demande en eau, sont aussi des sujets-clés pour les paysans comme pour la WUA (Le Gal, 2001).

A la Réunion, cette dimension économique et financière ne concernait pas seulement la couverture de coûts, mais renvoyait aussi à des questions d'arbitrage entre ressource rare (réserve) ou chère (eau domestique), et finalement aussi à des choix d'assolement.

La diversité des pratiques et des exploitations comme point de départ

Comme évoqué au chapitre 3.3 (encadré 7), dans un périmètre irrigué collectif, différentes stratégies se développent, en fonction de l'histoire, de la composition, des objectifs des ménages. Il est souvent impossible de rendre compte des caractéristiques de chaque ménage ou exploitation. D'autre part, il n'est pas pertinent de considérer le périmètre comme homogène. Dans les recherches menées à la Réunion et en Afrique du Sud, j'ai eu recours à des typologies, regroupant les exploitations présentant des stratégies et caractéristiques similaires, selon un objectif de recherche défini.

A la Réunion, cet objectif était d'identifier des types d'irrigants, selon leurs modèles d'action, visant à une modélisation de la demande en eau collective (selon la même démarche que Lamacq, 1997). L'analyse des pratiques d'irrigation, et leur explicitation en modèles d'action a donc également été mise en œuvre (6, 79). En Afrique du Sud, les typologies d'exploitations, comme des modèles, ont été inclus dans un méta-modèle de fonctionnement économique du périmètre (22, 24, 29, 39, 71, 76). Les étudiants et assistants européens et sud africains avec qui j'ai travaillé récemment ont contribué soit à ces modèles typologiques, soit à ce méta-modèle (Smile) (72, 108, 109).

Les outils de gestion comme support

Les périmètres irrigués en agriculture familiale de subsistance, comme n'importe quelles organisations humaines, ne sont pas seulement constituées d'individus et d'équipements, mais aussi de savoirs, de règles, et d'information. Cette information peut être organisée et prendre la forme de base de données, de cartes, d'indicateurs, de plans, de tableaux de bords, de pages de cahiers ou de SIG, etc. Elle peut servir au suivi et à l'évaluation des activités réalisées, et donc comme support de décision. Ces représentations plus ou moins formalisées sont des outils de gestion, et forment un système d'information (Moison, 1997).

En raison de la complexité et de la dynamique croissante des organisations, et de l'incertitude qui caractérise leur environnement, les outils de gestion ne peuvent plus viser à rechercher des solutions optimales ou uniques, des recettes. Ils doivent plutôt viser à informer en continu, à favoriser l'apprentissage, la discussion, la connaissance collective d'une situation, l'adaptation à l'incertain et au changement (Le Moigne, 1990 ; Avenier, 1997). Développer des outils de gestion et des systèmes d'information va de paire avec le développement de l'organisation elle-même, et de sa stratégie (Moison, 1997). On procède ici au couplage raisonnement stratégique (les finalités individuelles et collectives, et leur gestion) / raisonnement systémique (l'organisation, les pratiques, le fonctionnement des exploitations), proposé par Crozier & Friedberg (1977).

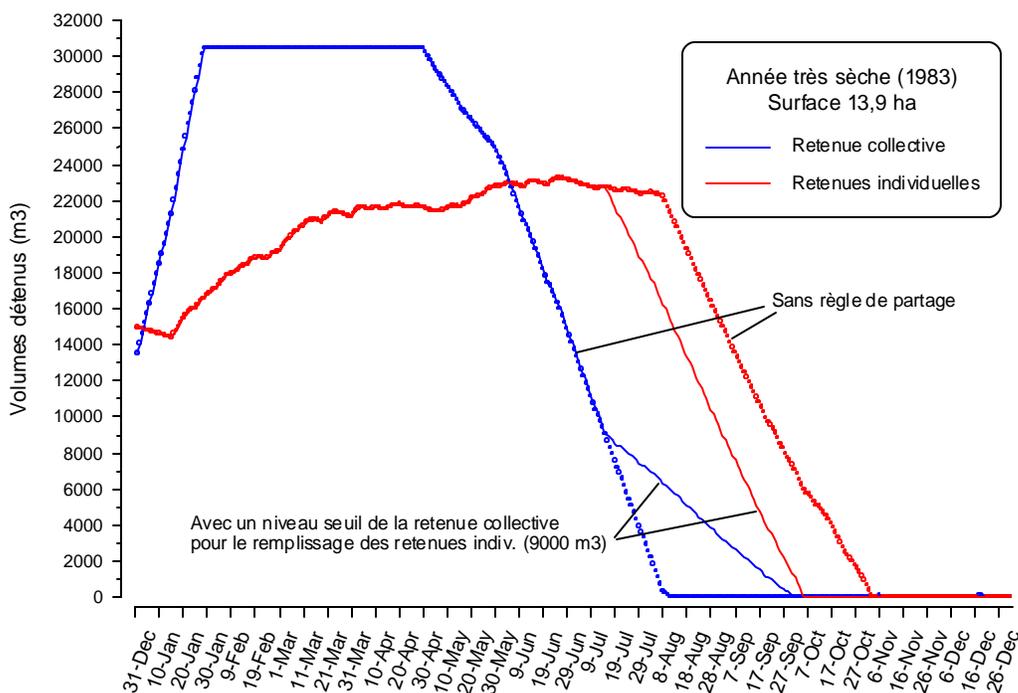
A partir du système d'information et d'une connaissance (même incomplète) des processus en cours, des outils de simulation peuvent être mis en œuvre pour apporter de la connaissance nouvelle et explorer la réalité et les possibles futurs. L'objectif de gestion n'est plus alors seulement de gérer et suivre les changements, mais aussi d'alimenter la réflexion et la discussion, d'informer les décisions, de soulever les questions, de devancer les problèmes, de tester des solutions possibles. Ces éléments constituent à mon sens les différences fondamentales entre recherche-action telle que définie par les sciences sociales, et notamment mise en œuvre par les équipes anglosaxonnes, et la recherche-intervention.

c) Procédure et résultats à la Réunion

En situation collective, la démarche a été similaire à celle suivie lors des travaux menés sur l'irrigation individuelle (présentée en 3.4), une agrégation supplémentaire des modèles d'action (et donc des consommations en eau) étant faite au niveau « périmètre », à partir des données par exploitation. Un accent particulier a porté sur les scénarios d'évolution des stratégies d'exploitants (et leur nombre), les calculs économiques (le prix de l'eau varie évidemment beaucoup selon que l'on exploite la retenue ou l'eau domestique), les règles de gestion collective (en plus de la ressource collective, certains exploitants disposent d'une réserve individuelle, d'autres pas).

En partenariat constant avec différents intervenants institutionnels (*i.e.*, des conseillers agricoles, des formateurs, des animateurs ruraux, des représentants des autorités locales), l'intervention s'est déclinée en plusieurs volets interactifs, sur une durée totale de 9 mois :

- **enquêtes individuelles** visant à décrypter les stratégies et les pratiques d'irrigation des producteurs pour définir les composantes décisionnelles de leur demande en eau (modèles d'action), pour recenser également les questions et les besoins d'information des producteurs,
- **travail de modélisation**, puis de simulation, sur deux thèmes : relations offre / demande en eau, et élaboration du coût de l'eau,
- **réunions de groupe** visant à restituer les résultats d'enquêtes, à identifier les questions vives, à définir des scénarios à simuler, à restituer les résultats des simulations.



Le recours à la modélisation, impliquant les acteurs, a constitué le point central de la démarche. Cette démarche est apparue pertinente pour (i) structurer les processus en cause, qu'ils soient techniques, économiques ou organisationnels, et leurs inter-relations (Tanguy, 1989), (ii) construire une représentation globale du problème, qui soit partagée par l'ensemble des acteurs d'une organisation et (iii) alimenter, par simulation, une réflexion prospective sur les solutions à mettre en place (Moisdon, 1984 & 1997).

Le modèle élaboré à la Réunion a été développé sur tableur. La figure 11 fournit une illustration du type de sortie graphique qui est discutée avec les acteurs, comparant deux scénarios de gestion de la ressource en eau.

d) Procédure et résultats en Afrique du Sud

La méthodologie utilisée pour intervenir auprès d'associations d'usagers, nouvellement en charge de la gestion de leur périmètre, a suivi le cheminement suivant, en trois phases, appliquée sur plusieurs périmètres irrigués.

Suite à une demande initiale, formulée plutôt au niveau politique, et qui est éventuellement reformulée et/ou négociée, un premier état des lieux est effectué sous forme d'enquêtes qualitatives et quantitatives auprès des acteurs collectifs et individuels. Cet état des lieux est formalisé sous forme de représentations partagées et validées par les acteurs (typologies de systèmes de culture, d'exploitations, systèmes d'information et institutions existantes). Il permet également de cerner les interfaces et points critiques de la gestion du périmètre, les manques d'information (76, et travaux des étudiants Merle & Oudot, Touchain, Challet, Lavigne & Stirer, Veldwisch, Keetelaar, Ntsonto, Yokwe).

Dans un second temps, un outil de simulation des processus à gérer est élaboré (ou simplement alimenté lorsqu'il préexiste). Il permet de fournir aux acteurs des informations nouvelles concernant les conséquences d'un choix donné sur les performances de leurs systèmes individuels ou collectif. Dans le cas des périmètres irrigués en Afrique du Sud, la plate-forme de simulation Smile⁶³ a été développée (72). Elle couvre les aspects agronomiques, hydrauliques, infrastructureux, économiques et financiers, et sociaux d'un périmètre donné. La plate-forme a initialement été développée sur tableur, puis sur un gestionnaire de base de donnée, d'abord autonome puis sur Internet.

La troisième étape constitue la phase d'intervention proprement dite, basée sur un déroulement itératif et des ateliers de travail successifs avec les acteurs et décideurs locaux. Il s'agit d'abord de restituer aux acteurs, pour validation, les représentations et modèles qui documentent et reformulent les problèmes posés. Il faut ensuite élaborer des scénarios intéressants à simuler, présenter et discuter les résultats de ces scénarios, simulés avec l'outil, analyser les conséquences et la faisabilité des scénarios les plus intéressants, au regard des performances attendues des systèmes (22, 29, 71).

Les périmètres irrigués constituent typiquement des objets de recherche transversaux. Ce caractère et le type de recherche engagée appellent à une trans-disciplinarité forte, qui doit intégrer plusieurs échelles d'espace et de temps. L'agronomie des systèmes de culture irrigués s'allie aux sciences de gestion et de l'ingénieur, à l'hydraulique, à l'économie.

⁶³ Sustainable Management of Irrigated Land and Environment, www.smile-cirad.co.za

La figure 12 fournit un exemple de simulation effectué sur des scénarios de développement de systèmes de culture évoqués par les producteurs. On notera que les résultats illustrent cette multi-disciplinarité.

	Base situation	Scenario 2a	Scenario 2b
Total water demand (m ³)	668 150	785 366	1 088 893
Total costs incurred (R)	41400	46 665	60 291
Percentage of costs covered	68%	60%	47%
Average cost per irrigable ha (R)	177	199	258
Average gross margin per irrigated ha (R)	675	690	785
Gross margin at scheme level (R)	73 930	103 662	180 296

Gross margin being considered before payment of any water fee

Figure 12. *Comparaison de résultats selon différents critères : situation actuelle et deux scénarios alternatifs (développement de systèmes de culture à base de tomate et d'épinard, perçus comme des cultures intéressantes par les producteurs) (71).*

3.5.4. Fondements et validité de la recherche-action ; retour sur les paradigmes

Suite à ce rapide exposé de deux types de travaux conduits en recherche-action, il est important de revenir sur les fondements épistémologiques de ces travaux. A mon sens, la recherche-action n'est pas une science (de l'action par exemple). C'est une démarche, c'est-à-dire une série de principes, et une combinaison «flexible » et ouverte de méthodes, visant des objectifs précis. Son histoire, encore récente mais riche, indique qu'elle peut être mise en œuvre par différents champs scientifiques. Il y a donc un parallèle frappant entre recherche-action et systémique, même si cette dernière s'est structurée en champ scientifique autonome durant les dernières décennies.

La recherche-action, comme la systémique, ne peut pas être présentée hors du champ épistémologique par lequel elle se constitue, et en référence auquel on peut argumenter les énoncés et valider les connaissances qu'elle produit. Avant de discuter son potentiel et ses limites dans une perspective de développement durable, il me paraît donc important d'évoquer ses fondements scientifiques et épistémologiques.

a) Le déterminisme en physique classique

Liu (1986) pose que la recherche-action permet l'expérimentation là où elle ne l'était pas. Il est indiqué dès le début de ce dossier (chapitre 2.1.4) que l'expérience (ou expérimentation) fait partie de la méthodologie scientifique depuis la science grecque (Jarrosion, 1992). Une science expérimentale est composée notamment de *propositions* (ou hypothèses, appartenant à un monde symbolique) concernant des *objets d'étude* (appartenant au monde réel). Liu (1990) distingue deux options dans la validation scientifique : la *validation logique*, qui concerne l'énoncé des propositions et qui s'établit entièrement au domaine symbolique, et la *validation empirique*, qui consiste à établir une *correspondance* entre la formulation d'une proposition et une suite d'activités effectuées par un expérimentateur sur l'objet d'étude, puis à décider par

un jugement portant sur cette correspondance si la proposition appartient ou non à l'ensemble des connaissances scientifiques de la discipline.

Cette introduction est essentielle pour comprendre l'évolution et la succession des paradigmes évoqués dans ce chapitre, sous l'angle des débats autour de la validation des propositions scientifiques. Liu (1990) illustre ces évolutions avec trois domaines scientifiques : les sciences de la matière, les sciences de la vie, et les sciences de l'homme. L'intérêt du cheminement heuristique proposé dans cet auteur apparaît évident pour l'agronomie, champ scientifique de synthèse entre nature, sciences et sociétés selon Denis (1999).

Pendant des siècles, la physique s'est basée sur un seul modèle de validation. Au côté de la validation logique, la validation empirique provenait de la confirmation par un événement d'une prévision (proposition), formulée en tant qu'hypothèse. Cette confirmation peut provenir d'une expérimentation, d'une observation d'un événement naturel ou de la réalisation d'un produit ou d'un projet dans le monde réel. Au terme de l'une de ces procédures, on distinguait les propositions *vraies* des propositions *fausses*, les deux catégories étant disjointes et exclusives de l'autre. Si n'importe quel expérimentateur, selon la même procédure, en n'importe quel lieu, à n'importe quelle époque, observait le résultat annoncé par la proposition, alors la proposition était déclarée vraie. En d'autres termes, une loi peut être énoncée comme permanente et universelle à partir de la répétition d'une suite innombrable d'expériences réussies effectuées en différents lieux. Voilà posées les bases du paradigme déterministe. Par l'expérience validée, on atteint le réel.

b) Réfutation, sélection, hasard et téléonomie

Durant le XXe siècle, les progrès de la physique et de la biologie ont remis en cause cette vision du monde :

- Pour Popper (1978), une expérience réussie (non encore *réfutée*) n'établit que provisoirement la vérité d'une proposition. Une seule réponse négative ou la non-observation du résultat annoncé réfute définitivement une loi permanente et universelle. La science avance donc en « fermant des voies », plutôt qu'en fondant des vérités.
- Pour Bohr (1961) et l'école de physiciens de Copenhague, les instruments de mesure interagissent avec le système étudié. On ne peut donc distinguer l'objet étudié du dispositif expérimental. La validité que confère l'expérience réussie est *provisoire, locale*, et sous l'influence des *intentions* de l'expérimentateur.
- Pour Monod (1970), les sciences de la vie forment un domaine où le *hasard* intervient et introduit une extrême variété, au côté de régularités frappantes. Ce hasard réfute plusieurs caractéristiques du déterminisme, car il peut naître de conditions locales (non universelles), de conjonctures historiques (non permanentes), de la subjectivité.
- Le vivant introduit également le *mécanisme sélectif*, inconnu en physique, qui contient la propriété de réalisation conditionnelle. Il ne produit pas nécessairement le même résultat à chaque fois qu'il est activé, mais suivant les sollicitations venues de *l'environnement*. Ce mécanisme modifie le schéma de causalité.
- L'environnement joue un rôle de stimulus. En outre, tout être vivant ne peut rester tel qu'il est que s'il procède à des échanges continuels avec son environnement.
- Tout être vivant est doté d'un projet (à commencer par son programme génétique, mais aussi traduit par la fonctionnalité des organes par exemple). C'est la notion de

téléonomie (Monod, 1970). Ce projet est représenté dans les structures (les composantes du système diraient les systémiciens) comme dans les performances de l'objet.

Ces éléments ont plusieurs conséquences en terme de validation des propositions scientifiques dans les sciences de la vie :

- En raison des interactions entre environnement et objet étudié, et de la complexité de ce dernier, la délimitation de l'objet étudié ne va pas de soi. En agronomie par exemple, on peut poser la question de l'extension de l'écosystème cultivé.
- L'analyse causale reste commune au monde déterministe et au monde du vivant, mais dans ce dernier, la sélection et le hasard introduisent le *possible* au côté du *vrai* et du *faux*. Dans cette logique trivalente, le résultat négatif d'une expérience peut indiquer que soit le phénomène est réalisable mais ne s'est pas réalisé, soit qu'il est irréalisable.
- La téléonomie introduit d'autres questionnements qui rendent complexes les procédures de validation (relations entre structure et projet? échelle de l'évolution? échelle du projet?). En agriculture, on pense aux finalités des acteurs, individuels ou collectifs, à leurs modes et aux échelles d'organisation.

Les physiciens ont donc montré le chemin en révisant leur conception de la validation des propositions, en ne prétendant plus atteindre le réel par cette validation. Le déterminisme n'est pas écarté, il n'est simplement plus le modèle universel, mais plutôt *une exception heureuse, un cas simple de la connaissance scientifique* (Liu, 1990). Plus les objets sont complexes, plus les démarches doivent l'être. Pour Liu (*op. cit.*), *il est illusoire d'attendre de dispositifs explicatifs nés du déterminisme l'intelligibilité d'objets complexes*. Les biologistes s'émancipent du déterminisme en ajoutant à leurs procédures de validation téléonomie et hasard (Monod, 1970).

c) Conséquences pour les sciences humaines et la recherche-action

Liu (1990) propose une transposition de caractéristiques des systèmes vivants aux systèmes humains :

- le mécanisme sélectif ne se joue plus seulement entre l'être et son environnement, il est souvent internalisé, et devient *décision et action* ; nous avons largement abordé cette alliance dans le chapitre précédent ;
- la téléonomie devient *finalité* ; ce projet et l'hypothèse de sa réalisation peuvent devenir l'objet d'étude dans le cas d'une recherche-action ;
- la relation de connaissance se *symétrise*, dans le sens où l'objet étudié est capable de connaissance, qu'il est conscient d'être objet d'étude, et qu'il est capable d'y prendre part ; c'est le principe de *participation*, souvent recherché en recherche-action ;
- ce point implique également que l'individu ou le groupe étudié dispose désormais de la possibilité de dissimuler ou de révéler des informations ; à cela s'ajoute une dimension inconsciente très difficilement accessible ;
- une autre implication est que la *prévision* peut modifier le comportement de l'individu ou du groupe étudié ; ainsi la prévision peut être la cause directe d'événements qui n'auraient pas eu lieu sans elle ; c'est l'un des principes de la démarche prospective : prévoir les possibles pour agir aujourd'hui ; par ailleurs, le simple fait de se savoir étudié peut aussi modifier les comportements.

On voit donc que cet ensemble de caractéristiques modifie profondément les conditions de la validation des propositions scientifiques issues de démarche de RA. On peut sans doute raccrocher au cadre du déterminisme un certain nombre de faits sociaux répétitifs ou à caractère relativement permanent (modèles d'action, fonctionnement et modalités de gestion d'exploitation), mais l'ensemble de la démarche nécessite d'autres critères d'évaluation et de validation.

Pour Liu (1990), ces considérations imposent de revisiter d'une part la nature des connaissances élaborées, et d'autre part le type de recherche conduite. Il suggère quelques principes méthodologiques :

- Dans la mesure où l'objet l'étude ne s'impose pas, une étape de *délimitation* et de *définition* est nécessaire. Elle peut consister en une individualisation, une reconnaissance, la caractérisation d'un fait ou d'un processus social. Cette étape apporte par elle-même de la connaissance. On pense ici aux démarches typologiques par exemple. Dans un univers où la logique est trivalente, *le constat du réel n'est pas trivial* (Liu, *op. cit.*).
- Cette logique trivalente impose de ne plus travailler à réfuter ou à valider définitivement des hypothèses, mais plutôt à s'intéresser au passage du *possible* au *réalisé*.
- Le caractère local, non automatiquement reproductible ni universel des connaissances produites doit être accepté. D'abord parce qu'au plan méthodologique, un opérateur ne peut prétendre couvrir et comprendre l'ensemble des dimensions d'un processus complexe, dont un autre opérateur peut avoir une autre appréhension. Ensuite, l'aspect diachronique des processus sociaux instaure une progression dans la réalisation des possibles, dans l'implémentation des décisions prises, etc. Par ailleurs, l'opérateur de recherche a besoin de temps pour développer son intervention.
- Au côté *d'études de définitions* (structure, interactions avec l'environnement, domaines de variation, etc.), *l'analyse causale* s'impose, et vise à déterminer les principes de fonctionnement, d'évolution d'un processus social, les possibilités de contrôle, de reproduction. Ce type d'analyse, effectuée dans le *monde réel*, s'expose aux aléas de l'occurrence des processus et des événements décisionnels. L'idée de temps d'intervention et de recherche intervient.
- Le troisième type de recherche est l'analyse téléonomique, qui cherche à expliciter le projet sous jacent au système social étudié, ses finalités. Prépondérante dans des disciplines aussi différentes que l'économie (principes de satisfaction et d'utilité) et la psychanalyse, les produits d'une analyse téléonomique s'apparentent à une *classification* dans le sens où ils sont validés par leur utilité et par leur extension, ne sont pas réfutables en tant que tels, mais peuvent être modifiés ou rejetés par l'accumulation d'observations. On pense ici aux modèles d'action des producteurs.

3.5.5. Conclusion : quels risques, quelles attentes dans l'intervention ?

Au terme de cette présentation synoptique de travaux, de cadrage méthodologique et épistémologique de la recherche-action, il convient d'en discuter les attendus possibles en terme de contribution au projet de développement durable.

a) Entre support de réflexion et aide à la décision

A l'échelle individuelle, l'instrumentalisation de la réflexion prospective par la modélisation constitue un atout. L'agriculteur gagne en capacité de réflexion. Le modèle éclaire et délimite le champ des possibles, aide à cerner les risques. Dans le cas de périmètres irrigués, une réflexion collective sur des options de coordination est rendue possible. Des acteurs ou experts extérieurs peuvent en retour être sollicités par certains scénarios et leurs résultats.

Il est désormais courant d'attribuer des capacités d'*aide à la décision* au type d'approche que je viens d'évoquer. Le terme apparaît en tout cas assez naturellement dans le titre des publications qui relatent de telles expériences (par exemple Le Gal & Milleville, 1994 ; Papy, 1998). S'agit-il d'aide à la décision ? Le terme fait penser aux procédés de la recherche opérationnelle, à des modèles d'optimisation ou à la programmation linéaire. Ces méthodes ont leurs usages et leur intérêt, mais ce n'est évidemment pas de cela dont il s'agit ici.

Alors que l'on cherchait des modèles prétendant fournir *la solution*, ce sont plutôt des modèles qui permettent de penser des évolutions, des adaptations qui sont nécessaires (Sébillotte, 1994) et qui sont évoqué ici. Les approches décrites ci-dessus s'appuient sur l'élaboration de modèles compréhensibles par les acteurs, des représentations simplifiées de systèmes complexes. Le terme *aide à la décision* est un raccourci commode pour désigner le type d'appui apporté : une mise à plat de ces systèmes, simplifiés, découpés en secteurs (l'étude de définition et l'analyse causale proposées par Liu, 1990), permettant la modélisation, puis la simulation et donc la prospective, la recherche de possibilités, d'alternatives de gestion, et donc d'autres modalités de la décision, en fonction des objectifs et finalités du groupe social en question (l'analyse téléonomique de Liu, 1990). En fait, pour reprendre encore une fois les termes de Le Moigne (1990), on cherche à *amplifier le raisonnement de l'acteur*, ou selon Avenier (1997) à *favoriser l'exercice de ses capacités cognitives*.

b) Demande, intervention et partenariat

Un autre registre qui est évoqué au sujet de telles approches est celui de *l'intervention*, dans des conditions collectives, et nécessitant un partenariat, et des risques qui lui sont associés. De fait, j'ai entrepris ces travaux sur les pratiques d'irrigation de producteurs individuels puis collectifs à la Réunion et en Afrique du Sud avec pour tous bagages mon expérience et savoir d'agronome, quelques publications de base, et les conseils de collègues. S'il serait à mon sens exagéré de considérer des telles entreprises comme risquées (au sens où l'entendent Sébillotte, 1994, puis Godard & Hubert, 2002), on ne doit pas occulter la dimension d'apprentissage qu'elles comportent pour le chercheur impliqué. Et on peut identifier un certain nombre de points sensibles, qui doivent faire l'objet d'attention particulière.

D'abord, le travail collectif de restitution et les ateliers successifs de réflexion et de discussion constituent une série d'exercices très particuliers, et très différents du travail de dialogue avec un agriculteur (celui-ci étant finalement assez proche de ce qui se pratique lorsque l'on cherche à bâtir une typologie par exemple). Un travail d'animation, de facilitation, de médiation parfois, interagit avec celui de recherche proprement dit. Ce travail ne peut être entrepris qu'en solide partenariat avec les agents de développement locaux, dans sa réalisation, mais également pour en assurer un suivi « post-intervention ».

Ensuite, de part l'association posée d'emblée de recherche *et* d'action, les *enjeux* sont ressentis par tous les acteurs impliqués comme plus importants. L'équipe de recherche peut se retrouver en situation d'interface entre acteurs aux intérêts divergeants : dans le cas d'un

périmètre irrigué collectif sur lequel j'ai travaillé, l'étude a soulevé quelques questions sur la construction de l'ouvrage principal de stockage, les producteurs utilisant certains résultats pour mettre en cause le respect du cahier des charges par le maître d'ouvrage (débits aux bornes). En retour, l'étude des pratiques a « forcé » les agriculteurs à expliciter clairement leurs stratégies, au travers de leurs projets d'assolement notamment. Et certains spéculateurs, pas vraiment intéressés finalement par le projet agricole, ont été facilement identifiés à leurs attermoissements et incohérences, déclenchant des conflits au sein de l'association paysanne, et des menaces de révision du projet complet par un des bailleurs de fonds.

Dans un autre cas, en Afrique du Sud, le *demandeur* initial de l'étude s'est rendu compte, au cours de séances de restitution intermédiaire que certains résultats obtenus, validés par le groupe social en question (Water Users' Association) n'allait pas dans le sens des investissements lourds et du travail d'animation qui avaient déjà été réalisés, ou qui étaient prévus. Des pressions, légères mais explicites, ont été exercées sur l'équipe de recherche, visant à éluder ou à maquiller certains résultats. Ainsi, comme le rappelle Olivier de Sardan (1995), les décideurs et agents de développement postulent et recherchent souvent une convergence d'intérêts entre eux et avec les populations, alors que la réalité révèle plutôt diversité, complexité et dynamique des intérêts et des stratégies. C'est même l'essence de la recherche-action à des fins de développement durable. La perspective de *chercheurs alliés* est souvent contrariée par leur posture critique et distanciée, elle aussi inhérente à la démarche de recherche-action. En des temps où la recherche doit de plus en plus « se vendre », ce point pose question : celle de l'indépendance de la recherche, surtout lorsqu'elle est impliquée dans les projets des sociétés.

c) Modélisation heuristique et participation : intérêts et limites

Le processus de simulation participative permet de repousser les limites habituelles de la réflexion, d'imaginer non seulement le futur au travers de scénarios, mais surtout de discuter les conditions nécessaires à leur mise en place, voire d'amorcer une négociation avec d'autres opérateurs. En balayant d'une simulation (même grossière) la question des impacts possibles d'un scénario sur le devenir d'un périmètre, on déplace le débat sur les conditions de sa faisabilité, et donc souvent sur l'environnement administratif, légal, politique, économique et institutionnel du périmètre. En Afrique du Sud, les experts et les décideurs soulignent à l'envi le rôle essentiel des producteurs dans le succès ou l'échec du processus de transfert, alors même que les résultats de la démarche de recherche-action (modélisation / simulation) tendent à renvoyer chaque acteur devant ses responsabilités et domaines d'action.

Il faut toutefois noter les difficultés rencontrées, et se garder de tout angélisme. Il est difficile de faire participer durablement les acteurs locaux à un processus de réflexion, de discussion, de négociation. La participation à ce processus nécessite à elle seule un *apprentissage*, un engagement dans l'action collective qui ne vont pas de soit, au regard de l'histoire récente des populations concernées, mais aussi au regard du taux d'illétrisme, du manque d'éducation de base des populations concernées. Comment rendre compte de résultats de simulation, alors qu'un minimum de conceptualisation est nécessaire ? (un graphique simple, un tableau de quelques données, même une carte locale peuvent s'avérer totalement indéchiffrables pour ces populations). Comment faire se projeter dans le futur des populations qui vivent au jour le jour des stratégies de subsistance extrêmement défensives ?

Il est également difficile d'entraîner les opérateurs de développement et conseillers agricoles locaux dans ces processus ; non pas qu'ils doutent de l'intérêt de la démarche, mais la

tentation de la solution toute faite est omniprésente, relevant presque du réflexe. De leur côté aussi, il doit y avoir apprentissage.

Enfin, comme déjà évoqué au chapitre de l'analyse des pratiques, ces travaux ont par essence une portée et une validité locales, difficilement exportable (ce sont d'ailleurs celles qui intéressent le plus les acteurs locaux et les partenaires). Seuls les procédures d'élaboration des modèles, la démarche générale et l'accumulation d'expérience sont aisément «exportables» et ont un caractère de généralité. Pour Sébillotte (1994), cela constitue déjà un apport crucial dans la mesure où ces démarches sont nouvelles, et ont encore à s'établir solidement au plan méthodologique. Godard & Hubert (2002) estiment qu'un effort de décontextualisation des connaissances acquises doit être effectué pour atteindre leur généralité. Puis il s'agit de les recontextualiser, via des réseaux de communication et de circulation des connaissances. On peut ici établir un parallèle avec la mise en théorie des pratiques observées en techniques, pour les intégrer dans des référentiels techniques (Landais & Deffontaines, 1988), eux-mêmes devenant objets de communication vers d'autres groupes sociaux, d'autres localités, en vue de leur passage en pratique. On pense aussi aux comparaisons de connaissances obtenues par analyse téléonomique (Liu, 1990), relations structure / finalité dans une organisation par exemple.

d) La recherche-action pour le développement durable, malgré tout

Malgré ces limites et les problèmes rencontrés, la recherche-action me semble appropriée pour aborder certaines questions touchant au développement durable, notamment d'organisations de producteurs.

Tout d'abord, les résultats obtenus fournissent par eux-mêmes les informations dont les acteurs ont besoin pour prendre des décisions, s'organiser, élaborer leur production et leurs revenus. La posture et les méthodes employées sont souvent en mesure d'apporter des alternatives techniques ou organisationnelles nécessaires dans les systèmes productifs.

Ensuite, ces informations sont obtenues en mobilisant la propre réflexion des acteurs, par un processus heuristique participatif et un apprentissage (une sorte de démocratie locale appliquée). On renforce et on documente le dialogue, puis la réflexion et enfin l'action collective des populations concernées.

Enfin, *la façon dont les recherches sont conduites comptant désormais autant que les résultats* (Godard & Hubert, 2002), ces approches participatives constructives autonomisent les acteurs locaux, augmentent leurs capacités de raisonnement et d'action, ouvrent des perspectives. Comme l'indique Guesnerie (2003), la perspective de développement durable nous impose de dépasser les modèles de décision où *l'alliance du technocrate éclairé et du scientifique compétent* impose ses choix au reste de la société.

Ces éléments sont en ligne avec le projet de durabilité, de l'agriculture, des régions où elle prend place, des populations qui la mettent en œuvre.

Partie 4 : Conclusion : une épistémologie et des résolutions pour des pratiques de recherche en agronomie au service du développement durable

Je souhaite en conclusion développer plus particulièrement deux réflexions sur les pratiques de recherche en agronomie et leur relation à la durabilité des modes d'exploitation agricole du milieu. L'une est de nature épistémologique, l'autre de nature plus pratique, méthodologique et prospective, sous forme de résolutions et suggestions.

4.1. L'agronomie : état des lieux

- *"Il existe certes un devenir abstrait des théories scientifiques...
Mais les innovations décisives dans l'évolution de la science ne sont pas de cet ordre... Ces innovations répondent à l'influence du contexte culturel, et même idéologique, ou pour mieux dire, elles expriment l'ouverture effective de la science au milieu où elle se développe..."*

I. Prigogine & I. Stengers "La nouvelle alliance. Métamorphose de la science" (1979)

Nous l'avons évoqué dès l'introduction : toute recherche repose sur un paradigme, c'est à dire des hypothèses, un corpus de savoirs et de concepts existants, des objectifs, des principes et démarches d'action. Cette composante épistémologique est le plus souvent implicite mais sous-tend fortement les pratiques de recherche, leurs objectifs désignés, les résultats atteints par ces pratiques, les jugements que les acteurs portent sur elles. Cela est vrai pour toute science, et donc pour l'agronomie pour le développement. De façon à pouvoir questionner, discuter les pratiques de recherche, il est nécessaire d'explicitier les options épistémologiques sous-jacentes aux actes de recherche.

Leur non explicitation conduit concrètement à en interdire le questionnement. L'option dominante peut en conséquence apparaître comme naturelle, constitutive de la nature des connaissances à obtenir. La question qui se pose alors est moins de décider de la justesse ou de la fausseté de cette épistémologie dominante, que de jeter les bases d'une critique en droit de son hégémonie, de fonder des espaces de choix alternatifs possibles, ce qui passe par l'explicitation de leur fondements.

Au fil de ce document, j'ai tenté de circonscrire et de définir l'agronomie d'aujourd'hui. Pour moi, l'évolution récente de l'agronomie est représentative de cette *nouvelle alliance* (Prigogine & Stenger, 1979). Et beaucoup d'agronomes ont été ces passeurs de frontières (Jollivet, 1992) entre science de la nature et science de la société. Tous ne l'ont pas été pourtant, pour différentes raisons.

De part cette évolution récente, l'agronomie est aujourd'hui un champ disciplinaire où cohabitent plusieurs paradigmes, dans une situation qui illustre le point de vue de Lakatos (1978) sur l'enchaînement de ce qu'il appelle les *programmes de recherche*.

Les uns sont hérités des finalités qui étaient celles de projets productivistes et capitalistiques, et pour lesquelles un cadre déterministe et mécaniste a longtemps suffi, fondé sur l'expérimentation et la diffusion verticale et univoque des connaissances.

Il faut reconnaître que si ce type de recherche agronomique est nettement en perte de vitesse dans les pays développés, soucieux justement de développement durable, il persiste dans beaucoup de pays en développement. Le fait que ce projet de développement durable ne paraît ni évident ni urgent dans ces sociétés n'est sans doute pas neutre. Il n'en reste pas moins que les échecs de la révolution verte remettent en question les modes opératoires de la recherche agronomique fondée sur ce paradigme.

Le paradigme systémique a été adopté par beaucoup d'équipes, qui utilisent la modélisation et l'intégration comme méthodes d'action. La démarche systémique est bien adaptée à beaucoup de domaines de l'agronomie, de l'analyse des relations plante-milieu-techniques et de l'élaboration des rendements (écophysiologie), à celles des pratiques des producteurs, ou à l'étude de la diversité des situations agricoles, de la parcelle à la région rurale. Je propose de parler ici d'une *agronomie de la connaissance*, en référence à son objectif principal. Comme le pose Guesnerie (2003), la première action de la recherche en faveur du développement durable est de comprendre les processus en cours.

Les activités relatives à cette posture concerne le fonctionnement de l'agrosystème, ou écosystème cultivé, associant le sol, les plantes, le bioclimat et les techniques culturales, ces dernières étant plutôt vues comme des facteurs explicatifs. Les systèmes en jeu sont de type organismes vivants, écosystèmes cultivés. L'analyse des processus sur un ou plusieurs cycles cultureux permet d'explicitier les mécanismes d'élaboration du rendement d'une culture et d'apprécier l'évolution du milieu cultivé. De telles préoccupations engagent les agronomes à nouer des relations avec d'autres disciplines : écophysiologie, bioclimatologie, science du sol, etc. (Biarnès & Milleville, 1998).

Des recherches sur les pratiques des producteurs, ou le fonctionnement et la diversité des exploitations agricoles peuvent également être conduites dans cet objectif. Ce type d'activité considère le champ cultivé comme un système piloté dans un cadre de contraintes (Sébillotte, 1987). Certaines de ces contraintes sont d'ordre agronomique (au sens premier, itinéraires techniques, systèmes de culture), d'autres relèvent du fonctionnement de l'exploitation agricole (système de production), d'autres enfin relèvent de décisions prises à l'extérieur de l'exploitation (système agraire, société). Les techniques appliquées deviennent donc plutôt les variables «à expliquer». Ce point de vue suppose l'implication d'autres disciplines telles que l'économie, la géographie, les sciences sociales et humaines, les sciences de gestion, au côté de l'agronomie *s.s.*

A cette démarche de compréhension s'ajoute l'*action* nécessaire. L'épistémologie constructiviste et les démarches de recherche-action, se surimposent au paradigme systémique en proposant un mode d'intervention particulier, visant à un couplage jusqu'alors jugé contre nature par les autres épistémologies : recherche et action. On pourrait parler ici d'*agronomie de l'action* (même si elle n'exclut évidemment pas l'acquisition de connaissance). L'introduction des acteurs, de leurs pratiques, leurs finalités et leurs décisions ne constitue pas la différence principale. C'est plutôt l'engagement du chercheur dans les questions de société, et l'amalgame équipe de recherche / groupe social étudié qui font la différence.

Ce volet doit s'alimenter des connaissances obtenues par la première approche, et en retour, poser de nouvelles questions. Guesnerie (2003) propose ainsi de revisiter la hiérarchie établie entre recherche dite fondamentale et recherche appliquée. Il doit s'agir plutôt d'une fécondation croisée. Et finalement, les finalités duales premières de l'agronomie, discipline scientifique finalisée décrite au chapitre 2, sont bien en accord avec cette proposition.

L'agronomie s'est donc bien ouverte aux questions vives du temps, et notamment à celle du développement durable. J'ai expliqué au chapitre précédent comment la recherche-système et la recherche-action peuvent répondre à ce défi, certes localement d'abord, mais dans toutes ses dimensions : innovation technologique et organisationnelle, autonomisation et apprentissage, participation et émancipation.

Mon propre parcours d'agronome et les choix effectués (en toute humilité, car ces « choix » étaient souvent dictés par le hasard des affectations et les nécessités locales) fournissent un éclairage intéressant sur cette dimension épistémologique, à mon sens généralisable dès lors que l'on pose la question de l'adaptation des pratiques de recherche en agronomie pour la durabilité des systèmes productifs.

A titre personnel, j'ai l'impression d'avoir fait le même chemin que ma discipline de rattachement, à ma façon. Je retiens de cette trajectoire plusieurs enseignements :

- il est difficile d'être individuellement multidisciplinaire. Comme Alice incapable de répondre précisément à la question du Bombyx sur son identité (cf la citation introductive à ce document), l'agronome « multi-carte » peut sembler un peu égaré, entre plusieurs disciplines. Par ailleurs, si les modes de recherche ont pu évoluer, les modes d'évaluation et de valorisation de la recherche restent campés sur les anciens paradigmes, de façon parfois contradictoire eu égard aux injonctions hiérarchiques et sociétaux à travailler « différemment ». Cotoyer des collègues d'autres disciplines, et s'intéresser à une littérature large émanant de champs disciplinaires *a priori* éloignés du mien m'ont toutefois beaucoup appris, notamment à limiter mon champ d'action, tout en bénéficiant des apports d'autres domaines de connaissance, notamment en sciences humaines et sociales (économie, géographie, sciences de gestion notamment).
- il est également très difficile de travailler de façon durable en équipe transdisciplinaire, et donc à initier un vrai apprentissage collectif de la recherche-système et de la recherche-action. Cela tient au mode de fonctionnement actuellement privilégié, « par projet », mais aussi à la difficulté à faire formuler une demande renouvelée de la part des décideurs et des bailleurs, eux aussi campés sur des positions très classiques : ils voient encore souvent la recherche agronomique comme un pourvoyeur de références techniques, de recettes et de solutions.

Ces points renvoient finalement à la notion d'*apprentissage* :

- des acteurs locaux lors de démarche de recherche-action, qui doivent apprendre à faire usage de leurs capacités de réflexion et d'action locale et collective ;
- des chercheurs qui doivent asseoir leurs méthodologies et clarifier leurs paradigmes ;
- des gestionnaires de la recherche qui ne doivent réfléchir aux nouvelles conditions dans lesquelles s'exerce le métier d'agronome et en tirer les conséquences en terme d'évaluation et de valorisation des travaux ;
- des technocrates et décideurs qui doivent commencer à voir la recherche pour le développement durable d'un œil différent, et clarifier eux aussi leurs paradigmes.

4.2. Des principes et des suggestions pour aller plus loin

...“Would you tell me, please, which way I ought to go from here ?
“That depends a good deal on where you want to get to,” said the Cat.

L. Carroll "Alice's adventures in wonderland" (1865)

4.2.1. Quelques résolutions

Lewis Carroll, logicien, conteur, expert en métaphores didactiques, et sans doute systémicien avant l'heure, souligne bien ici la primauté de l'objectif, du projet, sur les moyens et méthodes, les « chemins » pour y parvenir. De Rosnay (1975) fait de ce principe un de ses « commandements » de l'approche systémique : préférer les objectifs clairs et partagés à la programmation détaillée.

J'en ferai donc le premier principe d'intervention de l'agronome pour le développement durable : l'adoption d'**une démarche résolue mais flexible**, focalisée sur un objectif à atteindre, non pas crispée sur des méthodes, et encore moins sur des solutions pré-concues.

De façon concrète : Peut-on attendre des résultats positifs de recherches en agronomie pour le développement durable en considérant le fait technique agricole uniquement comme le point de départ d'interactions avec le milieu ? Certainement pas. Encore une fois, l'échec de la révolution verte dans les pays du Sud montre que, même dans une « simple » logique productiviste, ce paradigme ne fonctionne pas.

L'agronomie d'aujourd'hui, et notamment en France, s'attache à considérer le fait technique agricole non seulement comme le point de départ d'interactions avec le milieu, mais également comme la résultante de décisions, de facteurs et d'interactions qui dépassent la limite du champ cultivé. Ce point de vue amène à revisiter la notion de fertilité, car les ressources naturelles ne constituent non seulement pas les supports inertes d'activités productives (chapitre 3.1), mais leur évolution est en fin de compte un construit social, dépendant d'un contexte qu'il est illusoire d'ignorer.

Ce point de vue fournit une première conséquence pratique, une résolution quant aux pratiques de recherche en agronomie : **explicitier le paradigme sous jacent** (pourquoi, pour qui, avec qui engage-t-on la recherche, quel est le statut du fait technique sur lequel on travaille ?). Il s'agit notamment de faire la part de ce qui peut relever du déterminisme, *et de ce qui est à portée humaine* (Guesnerie, 2003). Cette résolution structurante se décline dans les suivantes.

Comme déjà évoqué en introduction, une seconde conséquence pratique à ce changement de paradigme émerge immédiatement car il suppose l'implication de disciplines telles que l'économie, la géographie, les sciences sociales et humaines, les sciences de gestion, et donc concrètement deux options complémentaires : (1) **une évolution des connaissances et des outils du chercheur**, au fil des projets et des sujets de recherche, et (2) **la constitution flexible et évolutive d'équipes pluri-disciplinaires** travaillant collectivement sur des sujets.

Comme déjà évoqué plus haut, la première option pose quelques problèmes à l'individu-chercheur devenu trans-disciplinaire, en terme d'évaluation, de positionnement disciplinaire, par exemple (d'aucuns en verront l'illustration dans le présent rapport). Le positionnement de l'agronome dans son champ disciplinaire (l'agronomie) ne semble toutefois pas remis en cause, tant que le fait technique reste l'épicentre de son activité de recherche, même traité au-delà de cadres strictement techniques. La seconde option, serpent de mer dans les organismes

de recherche, posent des problèmes organisationnels et institutionnels. Dans tous les cas, ces premières résolutions en appellent une autre : la nécessaire **institutionnalisation** de la recherche en agronomie pour le développement durable, visant à gérer ces évolutions internes, individuelles et collectives, et visant à mieux se positionner au sein des sociétés humaines.

Le développement durable ne se décrète pas. Ce n'est en tous cas pas à la recherche de le faire. Il s'agit plutôt d'un processus qui se négocie, et dans lequel la recherche agronomique a un rôle à jouer, au même titre que d'autres acteurs des sociétés. Il en découle donc une autre résolution qui participe à l'institutionnalisation : **la constitution de partenariats forts**, au delà des cercles habituels de la recherche et de la vulgarisation, impliquant les producteurs, les sociétés rurales et les acteurs politiques. Les applications récentes de la recherche-action en agronomie offrent des pistes intéressantes à cet égard (chapitre 3.5).

D'un point de vue technique, les expériences retracées dans le rapport soulignent que l'information devient un enjeu majeur du développement durable. Guesnerie (2003) insiste sur un rôle essentiel de la recherche pour le développement durable : fournir des informations pour nourrir le débat entre acteurs. Le manque d'information des producteurs comme des décideurs politiques, l'asymétrie d'information entre les différents dépositaires d'enjeux apparaissent comme des challenges au développement durable. Il en découle une autre résolution : **la recherche agronomique doit donc se poser clairement en pourvoyeur d'information**, plutôt que de technologies (chapitre 3.2). Cette résolution participe au changement de paradigme évoqué plus haut. Cette information doit bien entendu prendre des formes très diversifiées, adaptées, intelligibles pour les acteurs-partenaires. Elle doit émaner de processus itératifs de consultations, validations, re-formulations, représentations, modélisations, simulations (chapitres 3.3, 3.4, 3.5). Il y a besoin de *modèles opérationnels*, de *simulateurs*, permettant d'échapper à l'insuffisance de données.

Il apparaît également que le développement durable n'achoppe pas sur des problèmes de disponibilité d'options techniques, mais plutôt sur des problèmes d'organisation et de gestion des entités en charge de la production, de la mobilisation des ressources naturelles ou de la planification du développement rural, le tout à des échelles spatiales diverses, imbriquées et en interaction. Il en résulte une autre proposition, liée à la précédente : la recherche agronomique peut et doit jouer **un rôle dans l'émergence de formes renouvelées de gouvernance**, de structuration des organisations économiques et sociales impliquées dans le développement durable.

La prise en compte de l'espace et plus particulièrement des changements d'échelle dans les dispositifs de recherche s'avère indispensable à cet égard. Les migrations, la mondialisation, l'extension géographique des risques, par exemple, imposent de prendre en compte un espace élargi. Enfin, certains processus (changement climatique, relations intergénérationnelles, etc.) imposent de **prendre en compte le temps long**.

Les **modèles** peuvent là aussi aider à surmonter les problèmes méthodologiques de prise en compte de l'espace élargi et du temps long. Et la dimension participative et interventionniste de la recherche-action nécessite une haute résolution : un travail à l'échelle locale.

Ces dimensions spatio-temporelles, larges quant à certains problèmes posés, très localisées lorsqu'on en aborde la résolution par la recherche-action, posent un challenge formidable pour la recherche agronomique pour le développement durable, et qui n'est pas encore prêt d'être résolu, mais qui nécessite les efforts et les phases d'apprentissage évoqués plus haut.

4.2.2. Applications immédiates

Il convient de rappeler pour conclure que ce rapport visant l'obtention d'une habilitation à diriger des recherches s'inscrit dans un contexte très particulier. L'après-conférence de Johannesburg en 2002 a vu émerger des initiatives visant à institutionnaliser le concept de développement durable en France. Un discours politique se forge, et impose une prise en compte par les organismes de recherche.

Par ailleurs, les évolutions en cours de la recherche en France, appelée à se structurer en unités de recherche pluri-institutionnelles, plus impliquées dans l'enseignement supérieur au coté des universités supposent l'émergence d'idées, et, au delà, de compétences et d'actions. Il faut espérer que ces nouvelles organisations sauront aborder le projet de développement durable, et ce qu'il implique pour la recherche en terme de renouvellement des processus d'évaluation, de constitution d'équipes.

C'est avec l'objectif de participer activement à ces évolutions, au sein de mon organisation et en partenariat avec d'autres, que je souhaite obtenir cette habilitation et que j'ai choisi ce thème pour le rapport.

Au 01 janvier 2005, j'ai intégré l'unité de recherche «Gestion de l'Eau et Durabilité » du Cirad, elle-même intégrée à l'UMR «Eau-Acteurs-Usages » associant Cemagref, Cirad, Engref , Ird, et bientôt sans doute Ensam. Au sein de ces équipes pluri-disciplinaires, et en partenariat avec d'autres, j'ai l'intention d'y poursuivre mes activités de chercheur-enseignant dans le domaine de l'agronomie, et plus particulièrement dans l'appui au développement local par la gestion de l'eau dans des systèmes agricoles, que ce soit sur des problématiques de gestion durable de systèmes irrigués que de gestion durable et multi-usage de bas-fonds et zones humides.

La trajectoire qui est décrite ici, et qui se caractérise par une certaine dispersion en terme de sujets abordés, et par des incursions trans-disciplinaires, m'a finalement permis de mieux cerner mon domaine scientifique, ainsi que le paradigme qui sous-tend mon action.

Ce domaine scientifique et ce paradigme relèvent bien de l'agronomie systémique, qui promeut une démarche flexible, tendue vers des objectifs clairs, dont celui de durabilité des systèmes étudiés et de leur environnement. Le fait technique, de la parcelle cultivée à l'exploitation agricole et la communauté rurale locale, est le centre d'intérêt principal, à la fois variable explicative de processus bio-physiques, et variable à expliquer par des processus décisionnels et institutionnels.

La démarche que je souhaite mettre en œuvre s'appuyera sur :

- la représentation et la modélisation, comme outils de structuration des connaissances, comme outils de communication et de participation, comme outils de maïeutique, d'heuristique et de prospective, et parfois comme embryons d'outils de gestion pour les groupes sociaux concernés ;
- l'intervention au sein des groupes sociaux étudiés, visant le développement couplé des pratiques et des capacités de gestion, et des institutions et modes d'organisation.

Sylvain Perret

Février 2005

Références cités dans le texte

- Adnew, B. (2000) *Economic evaluation of investment in soil conservation by farm households in Hararghe Highlands of Ethiopia*. Unpublished PhD thesis, Institute of Horticultural Economics, Hannover, Germany.
- Aknin, A., Géromini, V., Schembri, P., Froger, G. & Méral, P. (2002) Environnement et développement. Quelques réflexions autour du concept de développement durable. In : *Développement durable. Doctrines, pratiques, évaluations*. IRD Editions, Paris, France, pp51-71
- Albaladejo, C. & Casabianca, F. (editors) (1997) *La recherche-action: ambitions, pratiques, débats*. Document Etudes et Recherches sur les Systemes Agraires et le Developpement, num. 30. INRA, Versailles, France
- Albaladejo, C. & Casabianca, F. (1997) Eléments pour un débat autour des pratiques de recherche-action. In : *La recherche-action: ambitions, pratiques, débats*. Document Etudes et Recherches sur les Systemes Agraires et le Developpement, num. 30. INRA, Versailles, France, pp127-149.
- Allen, W. (2000) *The role of action research in environmental management*. NRM Changelinks, working paper No. 3, Massey University, Aukland, New Zeland, 12p.
- Altieri, M. (1989) Agroecology : a new research and development paradigm for world agriculture, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 27 :37-46.
- Altieri, M. (2002) Agroecological principles for sustainable agriculture. In : *Agroecological innovations : increasing food production with participatory development* (Uphoff, N. editor), Earthscan, London, UK, pp40-46.
- ARC (1999) *Checklist for the rehabilitation of Small-Scale farmer irrigation schemes* , draft report, Pretoria, SA
- Argyris, C., Putnam, R. & Smith, D.M. (1985) *Action science: concepts, methods and skills for research and intervention*. Jossey-Bass publisher, San Francisco, USA.
- Attonaty, J.M., Le Grusse, P., Le Bars, M. (2000) Towards new instruments to help negotiation concerning irrigation. In: *International Symposium of Information Technology*, December 1-4, 2000, Beijing, China, 8p.
- Attonaty, J.M., Chatelin, M.H., Garcia, F. (1999) Interactive simulation modelling in farm decision making. *Computers and Electronics in Agriculture* 22 (1999): 157-170
- Aubry, C. (1995) *Gestion de la sole d'un culture dans une grande exploitation. Cas du blé en grande culture dans la région picarde*. Thèse de doctorat INA-PG, Paris, France, 283p et annexes.
- Avenier, M.J. (1992) Recherche-action et épistémologies constructivistes, modélisation systémique et organisations socio-économiques complexes : quelques « boucles » étranges fécondes. *Revue Internationale de Systémique*, 6(4) : 390-403.
- Avenier, M.J. (Coordinateur) (1997) *La stratégie chemin faisant*. Editions Economica, collection Stratégies et Organisations, Paris, France, 393p.
- Bawden, R. (1997) Learning to persist : a systemic view of development. In : *Systems for sustainability* (Stowell, F. et al. Editors), Plenum Press, New York, USA, pp1-5.
- Becker, E. ; Jahn, T. & Stiess, I. (1999) Exploring uncommon ground : sustainability and the social sciences. In : *Sustainability and the social sciences. A cross-disciplinary approach to integrating environmental considerations into theoretical reorientation* (Becker, E. & Jahn, T., ed.), Most-Uncesco-Isoe, Zeb Books publisher, London, UK, pp1-22.
- Bedu, L., Martin, C., Knepler, M., Tallec, M. & Urbino, A. (1987) *Appui pédagogique à l'analyse du milieu rural dans une perspective de développement*. Département Systèmes Agraires du Cirad, ENSSAA Dijon, CNEARC Montpellier, Collection Documents Systèmes Agraires, n°8, Montpellier, France
- Bembridge, T.J. (2000) *Guidelines for rehabilitation of small-scale farmer irrigation schemes in South Africa*. WRC Report num. 891/1/00, Pretoria, SA.
- Benoit, M. et al. (1988) *Diagnostic global d'exploitation agricole : une proposition méthodologique*. Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, INRA-SAD, 47p.

- Biarnès, A. & Milleville, P. (1998) Du fonctionnement de l'agrosystème aux déterminants des choix techniques. *In : La conduite du champ cultivé. Points de vue d'agronomes*. Orstom Editions, collection A travers champs, Paris, France, pp13-25.
- Biot, Y., Blaikie, P.M., Jackson, C. & Palmer-Jones, R. (1995) *Rethinking research on land degradation in developing countries*. World Bank Discussion Papers n°289, The World Bank, Washington DC, USA, 139p.
- Bohr, N. (1961) *Physique atomique et connaissance humaine*. Gonthier, Paris, France, 180p.
- Bosc, P.M. & Jamin, J.-Y. (1995) Diffusion des techniques: conditions d'adoption et effets des innovations. *In: Innovations et Sociétés, quelles agricultures ?, quelles innovations ?*, Vol. 3, INRA-CIRAD-ORSTOM publishers, Montpellier, France, pp151 -173.
- Boscher, M. (1996) *Analyse diagnostique d'exploitations diversifiées dans une zone des Hauts de l'Ouest Réunionnais. Identification des stratégies, atouts et contraintes dans les systèmes de cultures horticoles*. Mémoire de fin d'étude, ingénieur agro, DIA Spécialisation Sciences et Techniques des Productions Végétales, INA-PG, CIRAD
- Boulaïne, J. (1992) *Histoire de l'agronomie en France*. Lavoisier, Collection Tech & Doc, Paris, France.
- Brossier, J. (1987) Système et système de production. Note sur ces concepts. *ORSTOM, Cahiers de Sciences humaines*, 23(3-4) : 377-390.
- Camerini, C. (2003) *Les fondements épistémologiques du développement durable. Entre physique, philosophie et éthique*. Editions L'Harmattan, Paris, France, 139p.
- Campbell, A. (1994) Participatory inquiry: beyond research and extension in the sustainability era. *In Proceedings of the International Symposium on Systems-Oriented Research in Agriculture and Rural Development*, CIRAD publ., Montpellier, France.
- Capillon, A. & Sébillotte, M. (1980) Etude des systèmes de production des exploitations agricoles. Une typologie. *In : Séminaire Inter-Caraïbes sur les systèmes de production. Pointe à Pitre, 4-8mai 1980*, IICA-INRA, Paris, pp85-111.
- Capillon, A. (1985) Connaître la diversité des exploitations : un préalable à la recherche des références techniques régionales. *Agriscope*, 6 : 31-40.
- Capillon, A. (1993) *Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques*. Thèse de Doctorat de l'INA-PG, Tome I, institut National Agronomique Paris -Grignon, France.
- Cerf, M., Papy, F., Aubry, C. & Meynard, J.M. (1990) Théorie agronomique et aide à la décision. *In : Brossier, J. et al. Editeurs, Modélisation systémique et systèmes agraires. Décision et organisation*. INRA, Paris, France, 181-202.
- Chambers, R. (1983) *Rural development : putting the last first*. Longman publisher, London, UK.
- Chia, E. (1987) *Les pratiques de trésorerie des agriculteurs. La gestion en quête d'une théorie*. Thèse de 3^{ème} cycle, Faculté de Sciences Economiques, Université de Dijon, France, 510p.
- CMED (1989) *Our common future* Editions du Fleuve (2^{ème} édition), Montréal, Canada
- Conway, G. (1987) The properties of agroecosystems, *Agricultural Systems*, 24 : 87-117.
- Crozier, M. & Friedberg, E. (1977) *L'acteur et le système*. Editions du Seuil, Paris, France, 437p.
- Darré, J.P. (1996) *L'invention des pratiques dans l'agriculture. Vulgarisation et production locale de connaissance*. Editions Karthala – CNRS, Collection Hommes et Sociétés, Paris, France, 194p.
- De Bonneval, L. (1993) *Systèmes agraires, systèmes de production. Vocabulaire français-anglais*. INRA éditions, Paris, France, 285p.
- De Lange, M., Adendorf, J. & Crosby C.T. (2000) *Developing sustainable small-scale farmer irrigation in poor rural communities: guidelines and checklists for trainers and developers*. WRC Report Num. 774/1/00, Pretoria, SA
- De Rosnay, J. (1975) *Le macroscopie. Vers une vision globale*. Editions du Seuil, Points, Paris, France, 305p

- Deffontaines, J.P. (1991) L'agronomie, science du champ. Le champ, lieu d'interdisciplinarité: de l'écophysiologie aux sciences humaines. *Agronomie*, 11 : 581-591.
- Deffontaines, J.P. (1998) *Relations entre la gestion des ressources naturelles et le développement durable en agriculture ? Un point de vue d'agronome* Contribution aux Journées Nature, Sciences & Sociétés, 1998, 5p.
- Denis, G. (1999) Agronomie. In : *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*. PUF, collection Quadrige, Paris, France, pp 24-29.
- Dent, B. (1994) Théorie et pratique en recherche-système: considerations sur le role de la modélisation. In : *Recherches -Système en Agriculture et Développement Rural*, Symposium International, Montpellier, France, 21-25 Novembre 1994, pp110-121.
- DFID (1999) *Sustainable livelihoods guidance sheets*. DFID, London, UK. livelihoods@dfid.gov.uk
- Dixon, J. & Gulliver, A. (2002) *Farming systems and poverty. Improving farmers' livelihoods in a changing world*. FAO-World Bank, FAO Publisher, Rome, Italy, 412p.
- Dubois, J.L. & Mahieu, F.R. (2002) La dimension sociale du développement durable : réduction de la pauvreté ou durabilité sociale. In : *Développement durable. Doctrines, pratiques, évaluations*. IRD Editions, Paris, France, pp73-94.
- Dupré, G. (éditeur) (1991) *Savoirs paysans et développement*. Editions Karthala – Orstom, Paris, France, 526p.
- Eckert, J.B. & Williams, W. (1995) Identifying serious farmers in the former Ciskei : implications for small-scale farm research and land reform. *Agrekon* 34(2) : 50-58.
- Eldin, M. & Milleville, P. (1989) *Le risque en agriculture*. Orstom Editions, collection A travers champs, Paris, France, 619p.
- Ellis, F. (1993). *Peasant economics. Farm household and agrarian development*. Second edition, Cambridge University Press. 309p.
- FAO & World Bank (2001) *Farming systems and poverty. Improving farmers' livelihoods in a changing world*. FAO & World Bank, Rome and Washington DC, 412p.
- FAO (2001) E.Conference on Irrigation Management Transfer, Sept/Oct. 2001, Conference website: <http://www.fao.org/landandwater/aglw/waterinstitutions/default.htm>
- Fargier Y. (1996) *La gestion de l'eau d'irrigation en conditions de ressource limitée (retenues collinaires). Analyse des pratiques et propositions d'outils d'aide à la décision pour les exploitants des Hauts de la Réunion*. Mémoire de fin d'étude, ingénieur agro, DAA Génie Agronomique, ENSA Montpellier, CIRAD
- Field, W.P., Collier, F.W. & Wallingford.R (1998) *Checklist to assist preparation of small-scale irrigation projects in Sub-Saharan Africa*. ICID-DFID report, New Delhi, India
- Foucault, M. (1966) *Les mots et les choses : Une archéologie des sciences humaines*. Editions Gallimard, Paris, France.
- Fréret, S. & Douguet, J.M. (2001) Agriculture durable et agriculture raisonnée. Quels principes et quelles pratiques pour la soutenabilité du développement en agriculture ? *Nature, Sciences & Sociétés*, 9 (1): 58-64.
- Funtowicz, O. & Ravetz, J.R. (1990) *Global environmental Issues and the Emergence of Second Order Science*. General Directorate for Science, Research and Development, CEC, Brussels, Belgium, 24p.
- Gandonou, E. & Oostendorp, R. (2001) Measuring returns to indigenous soil and water conservation technologies with household fixed effects: a case study of hilly-mountainous areas of Benin. In: *74th EAAE Seminar on "Livelihoods and Rural Poverty: Technology, Policy & Institutions"*, Imperial College at Wye, 12-15 September 2001, Wye, UK.
- Gibbon, D. (1994) Farming systems research for sustainable agriculture. In: *Born from within. Practice and perspectives of endogenous rural development* (van der Ploeg, J.D. & Long, A. eds), Van Gorcum pub., Assen, The Netherlands, pp245-254.
- Gillet, T., Mercoiret, J., Faye, J. & Mercoiret, M.R. (2003) Natural Resource Management. In: *Supporting small-scale farmers and rural organisations : learning from experiences in western Africa. A handbook for*

- development operators and local managers.* (Perret S. & Mercoiret M-R. editors), pp 209-225, Protea-CIRAD Publ., Pretoria, South Africa.
- Godard, O. & Hubert, B. (2002) *Le développement durable et la recherche scientifique à l'INRA.* Rapport à la Direction de l'INRA, rapport intermédiaire, décembre 2002, 44p.
- Gosselink, P. & Thompson, J. (1997) *Application of participatory rural appraisal methods for action research on water management.* IIMI, Colombo, Sri Lanka
- Gras, R. et al. (1989) *Le fait technique en agronomie : activité agricole, concepts et méthodes d'études.* Editions Inra, L'Harmattan, Paris, France.
- Guéringer, A., Perret, J. & Baud, G. (1993) *Diagnostic à l'échelle de petites régions rurales.* Editions Cemagref, Collection Etudes, n°5, Grenoble, France, 196p.
- Guesnerie, R. (présidé par) (2003) *La recherche au service du développement durable.* Rapport du groupe de travail, Ministère Délégué à la Recherche et aux Nouvelles Technologies, Secrétariat d'Etat au Développement Durable, Paris, France, 43p.
- Hatchuel, A. (2000) Intervention research and the production of knowledge. In : *LEARN group (editors), Cow up a tree. Knowing and learning for change in Agriculture. Case studies from industrialised countries.* INRA Editions, Collection Science Update, Paris, France, pp55-68.
- Hémidy, L., Maxime, F. & Soler, L.G. (1993) Instrumentation et pilotage stratégique dans l'entreprise agricole. *Cahiers d'Economie et de Sociologie Rurales*, (28) :91-118.
- Hénin, S. (1967) Les acquisitions techniques en production végétale et leurs applications. In : *Economie Rurale*, SFER, Paris, France, pp31-44.
- Hervieu, B. (2002) Sustainable development : a necessity to feed the world ? In : *Dossier de l'Environnement de l'INRA*, n°22 : 9-21.
- Hours, B. (2002) Le développement durable, instrument d'intégration globale. In : *Développement durable. Doctrines, pratiques, évaluations.* IRD Editions, Paris, France, pp287-297.
- Hubert, H. (2004) *Pour une écologie de l'action: savoir agir, apprendre, connaître.* Editions Arguments, Paris, 430p.
- INRA-SAD (1980) *Eléments pour une problématique sur les systèmes agraires et le développement.* Compte rendu de l'Assemblée Constitutive du Département SAD, Toulouse, 20 novembre 1979, INRA-SAD, Paris, France.
- International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (2000). Affordable irrigation technologies for smallholders: opportunities for technology adaptation and capacity building (South Africa). Report, IPTRID Secretariat, FAO Rome, Italy, 34p.
- IUCN, WWF & UNEP (1991) *Caring for the Earth: a strategy for sustainable living.* IUCN, WWF, UNEP, Gland, Switzerland.
- IWMI (2001) *Can poor farmers in South Africa shoulder the burden of irrigation management?* IWMI website document: www.cgiar.org/iwmi/home/IMTSAf.htm
- Jagger, P. & Pender, J. (2003) *Impacts of programs and organizations on the adoption of sustainable land management technologies in Uganda.* IFPRI, Environment and Production Technology, Discussion paper num.101, Washington DC, USA.
- Jarrosson, B. (1992) *Invitation à la philosophie des sciences.* Editions du Seuil, Point Sciences, Paris, France, 233p.
- Jary, D. & Jary, J. (1995) *Dictionary of sociology*, 2nd edition, Harper Collins pub., Glasgow, UK, 774p
- Jiggins, J. & Roling, N. (1997) Action research in natural resource management. Marginal in the first paradigm, core in the second. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*, 1997, 30 : 151-167.
- Johansson, R.C. (2000) Pricing irrigation water : a literature review. World Bank, Washington DC, USA.
- Jollivet, M. (sous la direction de) (1992) *Sciences de la nature, sciences de la société. Les passeurs de frontières.* CNRS Editions, Paris, France, 589p.

- Jouve, P. (1986) Quelques principes de construction de typologies d'exploitations agricoles suivant différentes situations agraires. *Les Cahiers de la Recherche-Développement*, 11 : 48-56.
- Jouve, P. (1995) *Comparaison des approches francophones et anglophones dans le domaine des recherches sur les systèmes de production agricole*. Document de travail n°6, Cirad-Sar, Montpellier, France, 48p.
- Kamara, A., Van Koppen, B. & Magingxa, L. (2001) *Economic viability of small-scale irrigation systems in the context of state withdrawal: the Arabie Scheme in the Northern Province of South Africa*. In: 2nd WARSFA/Waternet Symposium, Integrated Water Resource Management : Theory, Practices, Cases, Cape Town, 30-31 October 2001.
- Knox, A., Meinzen-Dick, R. (1999) *Property rights, collective action and technologies for natural resource management*. CGIAR SP-CAPRI, Policy Brief no. 1, Washington DC, 6p.
- Kuhn, T. (1962) *La structure des révolutions scientifiques*. Editions Flammarion (traduction de la seconde édition, 1983), Paris, France.
- Kuyvenhoven, A. & Ruben, R. (2002) Economic conditions for sustainable agricultural intensification. In: *Agroecological innovations : increasing food production with participatory development* (Uphoff, N. editor), Earthscan, London, UK, pp58-70.
- Lahiff, E.P. (1999) *Land tenure on the Arabie-Olifants irrigation scheme*. IWMI working paper n°2, Colombo, Sri Lanka.
- Lakatos, I. (1978) *Methodology of scientific research programmes*. Cambridge University Press, UK.
- Lamacq, S. (1997) *Coordination entre l'offre et la demande en eau sur un périmètre irrigué. Des scénarios, des systèmes et des hommes...* Unpublished Doctorate Thesis, CEMAGREF-ENGREF, 134p.
- Landais, E. & Bonnemaire, J. (1996) *La zootechnie, art ou science ? Entre nature et société, l'histoire exemplaire d'une discipline finalisée*. Courrier de l'Environnement de l'INRA, n°27 (Avril 1996) : 23-44..
- Landais, E. & Deffontaines, J.P. (1988) Les pratiques des agriculteurs : point de vue sur un courant nouveau de la recherche agronomique. *Etudes Rurales*, 109 (1) : 125-158.
- Landais, E. (1998) Modelling farm diversity: new approach to typology building in France. *Agricultural Systems*, 58(4) : 505-527
- Landais, E. (2002a) Sustainable farming : the foundations of a new social contract ? In : *Dossier de l'Environnement de l'INRA*, n°22 : 23-39.
- Landais, E. (2002b) Le développement durable à l'échelle de la France. In : *Loi d'orientation agricole, savoirs et qualifications professionnelles*, Educagri Editions, Dijon, France, pp 67-74
- Landis, E. (1987) *Recherche sur les systèmes d'élevages. Questions et perspectives*. Document de travail, INRA SAD Versailles-Dijon-Mirecourt, France.
- Latouche, S. (2001) Les mirages de l'occidentalisation du monde : en finir une fois pour toute avec le développement, *Le Monde Diplomatique*, mai 2001.
- Laurent, C. & Centres, J.M. (1990) *Dairy husbandry in Tanzania. A development programme for smallholders in Kilimanjaro and Arusha regions*, INRA-SAD, Paris, France, 112p.
- Laurent, C. *et al.* (1998) Household typology for relating social diversity and technical change, *Agrekon*, 38 (special issue) : 190-206.
- Le Gal, P.Y. & Milleville, P. (1994) Du transfert technique à l'aide à la décision. In : *Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural*, Symposium International, Montpellier, France, 21-25 Novembre 1994, pp191-206.
- Le Gal, P.Y. (2001) *Gestion des systèmes de culture et organisation collective de la production: élaboration d'une démarche d'aide à la gestion des périmètres irrigués*. Rapport scientifique final de l'ATP 10/98, CIRAD, Montpellier, France
- Le Gal, P.Y. (2002) De nouvelles démarches d'intervention pour améliorer la gestion des périmètres irrigués tropicaux. *C.R. Acad. Agric. Fr.*, 2002, 88, num. 3. pp73-83.
- Le Moigne, J.L. (1984) *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*. PUF, Paris, France, 320p.

- Le Moigne, J.L. (1990) *La modélisation des systèmes complexes*. Editions Dunod-Bordas, Collection Afcet-Systèmes, Paris, France, 178p.
- Le Moigne, J.L. (1999) Système. In : *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*. PUF, collection Quadrige, Paris, France, pp 900-909.
- Lecourt, D. (Editeur) (1999) *Dictionnaire d'histoire et philosophie des sciences*. PUF, collection Quadrige, Paris, France, 1032p.
- Legay, J.M. (1997) *L'expérience et le modèle. Un discours sur la méthode*. Inra Editions, Coll. Sciences en questions, Paris, France.
- Leroy, P. (1996) *Gestion des ressources limitées en eau : conséquences agro-économiques*. Rapport de synthèse, CE / INRA, chap. IV, Water Management at Farm Level, 65p.
- Liu, M. (1986) *La recherche-action, portée, limites et perspectives ?* Thèse de Doctorat d'Etat, Sociologie, Institut d'Etudes Politiques, Paris, 280p
- Liu, M. (1990) Problèmes posés par l'administration de la preuve dans les sciences de l'homme. *Revue Internationale de Systémique*, 4(2) : 267-294.
- Liu, M. (1994) Recherche-action et dynamique de développement. In : *Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural*, Symposium International, Montpellier, France, 21-25 Novembre 1994, pp122-128.
- Liu, M. (1997) La validation des connaissances au cours de la recherche-action In : *La recherche-action: ambitions, pratiques, débats*. Document Etudes et Recherches sur les Systemes Agraires et le Developpement, num. 30. INRA, Versailles, France, pp183-196.
- Low, A. (1986) *Agricultural development in Southern Africa: a household economics perspective on Africa's food crisis*. Raven Press publ., Cape Town, South Africa.
- Malézieux, E. & Trebuil, G. (2000) *L'agronomie et la gestion de l'environnement et des ressources naturelles au Cirad. Réflexions, propositions, éléments de prospective*. Cirad, Ager, Montpellier, France, 55p.
- Manichon, H. (1996) *L'agronomie au Cirad-Ca : analyse et propositions*. Cirad, Montpellier, France, 73p.
- Mansuri, G. & Rao, V. (2004) Community-based and -driven development : a critical review. *The World Bank Observer*, 19(1) :1-39.
- Martin, J.Y. (2002) Le temps et l'espace des sociétés. In : *Développement durable ? Doctrines, pratiques, évaluations*. IRD Editions, Paris, France, pp37-47.
- Mazoyer, M. & Roudart, L. (1997) *Histoire des agricultures du monde. Du néolithique à la crise contemporaine*. Editions du Seuil, collection Points Histoire, Paris, France, 705p.
- Merle S. & Oudot S. (2000) *Stratégies, systèmes techniques et situations économiques d'exploitations agricoles familiales dans un périmètre irrigué d'Afrique du Sud*, PCSI. INA P- G, Paris, France.
- Merrill-Sands, D. (1986) Farming systems research: clarification of terms and concepts. *Experimental agriculture*, 22 (1986): 87-104.
- Mettrick, H. (1993) *Development oriented research in agriculture. An ICRA textbook*. ICRA, Wageningen, The Netherlands, 288p.
- Milleville P. (1987) *Recherches sur les pratiques des agriculteurs*. Cahiers de la Recherche-Développement, n°16, Cirad, Montpellier, France.
- Milleville, P. (1991) Du souhaitable agronomique au possible agricole: à propos du modèle technique et des vicissitudes de son transfert. In: *Innovation en milieu agricole* ORSTOM publ., Montpellier, France
- Moison, J.C. (Coordinateur) (1997) *Du mode d'existence des outils de gestion. Les instruments de gestion à l'épreuve des organisations*. Editions Seli Arslan, Paris, France, 286p.
- Monod, T. (1970) *Le hasard et la nécessité*. Editions du Seuil, Paris, France. 244p.
- Morin, E. (1990) *Science avec conscience*. Editions du Seuil, Paris, France.
- Naik, G. & Kalro, A.H. (2000) A methodology for assessing impact of irrigation management transfer from farmers' perspectives. *Water Policy*, 2 (2000) 445-460.

- Nelson, R. & Winter, S. (1982) *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press, UK, 437p.
- Norman, D.W. & Gilbert, E. (1981) A general overview of farming systems research. In: (Shaner, W.W. et al., editors) *Readings in Farming Systems Research and Development*. Consortium for International Development, Boulder, Colorado, USA, pp16-30.
- Oja, S.N. & Smulyan, L. (1989) *Collaborative action research: a developmental approach*. Falmer Press publisher, London, UK.
- Olivier de Sardan, J.P. (1995) *Anthropologie et développement. Essais en socio-anthropologie du changement social*. Karthala Publ., Paris, France.
- Ostrom, E. (1992) *Crafting institutions for self-governing irrigation systems*. ICS Press, NY, USA
- Ostrom, E., Gardner, R. & Walker, J. (1994) *Rules, games, and common-pool resources*. University of Michigan Press, Chicago, USA.
- Osty, P.L. (1978) L'exploitation agricole vue comme un système. Diffusion de l'innovation et contribution au développement. *Bulletin Technique d'Information*, 326 :43-49.
- Papy, F. (1998) Savoir pratique sur les systèmes techniques et aide à la décision. In : *La conduite du champ cultivé. Points de vues d'agronomes* (A. Biarnès, éditeur), Orstom Editions, Paris, France, pp245-259.
- Passet, R. (1979) *L'économie et le vivant*. Editions Payot, Economica (2^{ème} édition 1996), Paris, France
- Pearson, C.J. (2003) Sustainability: perceptions of problems and progress of the paradigm. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1 (1) : 3-13.
- Pender, J & Kerr, J. (1996) *Determinants of farmers' indigenous soil and water conservation investments in India's semi-arid tropics*. IFPRI, Environment and Production Technology, Discussion paper num.17, Washington DC, USA.
- Perrot, C. & Landais, E. (1993) Research into typological methods for farm analysis . The why and wherefore. In : *Systemes Studies in Agriculture and Rural Development*, Brossier, J. et al., eds, INRA éditions, Paris, France, pp373-381.
- Perrot, C. (1991) *Un système d'information construit à dire d'expert pour le conseil technico-économique aux éleveurs bovins*. Thèse de doctorat INA-PG, Paris, France, 215p et annexes.
- Perry, C.J. (2001). *Charging for irrigation water: the issues and options with a case study from Iran*. IWMI research report num. 52, Colombo, Sri Lanka
- Petit, M. (1971) Recherches sur les obstacles du progrès fourrager. *Fourrages*, 47 : 163-188.
- Petit, M. (1975) L'adoption des innovations techniques par les agriculteurs. Plaidoyer pour un renouvellement de la théorie économique de la décision. *Pour*, 40 : 79-91.
- Pichot, J.P. (1992) Quelques idées en vrac sur les relations entre systèmes de culture et systèmes de production. In : *Réunion Agronomie-Systèmes de Culture*, Cirad-Irat, 4 septembre 1991, Montpellier, France.
- Pichot, J.P. (1994) Introduction à l'analyse des pratiques paysannes. In : *Analyse de la diversité des situations agricoles. Conséquences sur la programmation de la recherche*. Actes de l'atelier d'échanges et de formation, 22-28 octobre 1993, Garoua, Cameroun, Publication Cirad, Collection Colloques, Montpellier, France, pp87-88.
- Pichot, J.P. (1996) La fertilité des milieux tropicaux humides. Exposé introductif. In : *Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides*, Actes du Séminaire, 13-17 novembre 1995, Publication Cirad, Collection Colloques, Montpellier, France, pp13-15.
- Pillot, D (1987) *Recherche-développement et farming system research: concepts, approches et méthodes*. Travaux de Recherche Développement, GRET, Paris, France.
- Piroux, M., Guilluy, D. & Arnold, F. (1999) Problèmes liés à la diffusion de techniques agrobiologiques innovantes chez les petits agriculteurs. Cas des techniques de couvertures vives sur géranium dans les Hauts de l'Ouest à l'île de la Réunion. In : *Actes de l'Atelier International «Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture» Antsirabe, Madagascar, 23-28 mars 1998*, CIRAD, Collection Colloques, 658p, pp437-441.

- Popper, K. (1978) *La connaissance objective*. Editions Complexe, Bruxelles, Belgique, 175p.
- Pretty, J. (1994) *Soil and water conservation in the 20th century: A history of coercion and control*. Rural History Centre Research Series No 1: Univ of Reading, UK.
- Pretty, J. (1995) *Regenerating agriculture: policies and practice for sustainability and self-resilience*. Earthscan publ., London, UK.
- Pretty, J. (2002) Social and human capital for sustainable agriculture. In : *Agroecological innovations : increasing food production with participatory development* (Uphoff, N. editor), Earthscan, London, UK, pp47-57.
- Pretty, J., Ruben, R. & Thrupp, L.A. (2002) Institutional changes and policy reforms. In : *Agroecological innovations : increasing food production with participatory development* (Uphoff, N. editor), Earthscan, London, UK, pp251-260.
- Prigogine, I. & Stengers, I. (1986) *La nouvelle alliance. Métamorphose de la science*. Editions Gallimard, Paris, France.
- Rapoport, R.N. (1970) Three dilemmas in action research. *Human Relations*, 23 (6) : 499-513.
- Rasmussen, L.N. & Meinzen-Dick, R. (1995) *Local organizations for natural resource management: lessons from theoretical and empirical literature*. IFPRI, Environment and Production Technology, Discussion paper num.11, Washington DC, USA.
- Raunet, M. (1992) Systèmes de culture et milieu : interactions. In : *Réunion Agronomie-Systèmes de Culture* Cirad-Irat, 4 septembre 1991, Montpellier, France.
- Rey, J. (1996) *Apports de la gestion industrielle au management des perimetres irrigues : comment mieux piloter la production ?* Unpublished Doctorate Thesis, ENSM Paris, 177p.
- Rist, G. (1993) *Le développement, une croyance occidentale*. Presses de Sciences Po., Paris, France.
- Röling, N.(1994) Platforms for decision making about ecosystems. In: *The future of the land* (Fresco L. editor), John Wiley & Sons.
- Roux, M.B. (1995) *Etude de la durabilité des exploitations agricoles dans une zone des Hauts de l'Ouest de la Réunion. Réalisation d'une typologie*. Mémoire de fin d'étude, ingénieur agro, DIA Spécialisation Sciences et Techniques des Productions Végétales, INA-PG, CIRAD
- Ruthenberg, H. (1993) *Farming systems in the tropics*. Clarendon Press, Oxford University Press, UK, 424p.
- Sachs, I. (1980) *Stratégies de l'écodéveloppement*, Editions Ouvrières, collection Développement et Civilisations, Paris, France.
- Salamon, S., Farnsworth, R.L., Bullock, D.G. & Yusuf, R. (1997) Family factors affecting adoption of sustainable farming systems. *Journal of Soil and Water Conservation*, 52(2): 265-271.
- Sautier, D. & Muchnik, J. (1995) Gestion du milieu et systèmes de transformation des produits : interactions observées en Amazonie brésilienne. In : *Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides*, Actes du Séminaire, 13-17 novembre 1995, Publication Cirad, Collection Colloques, Montpellier, France, pp527-535.
- Scoones, I. (1998) *Sustainable Rural Livelihoods: A framework for analysis*. IDS Working Paper 72. Institute for Development Studies, University of Sussex, Brighton, UK.
- Sébillotte, M. & Soler, L.G. (1990) Les processus de décision des agriculteurs. Première partie : acquis et questions vives. In: Brossier, J. et al. Editeurs, *Modélisation systémique et systèmes agraires. Décision et organisation*. INRA, Paris, France, pp93-101.
- Sébillotte, M. (1974) Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des tâches de l'agronome. *Cahiers ORSTOM, Série Biologie*, (24) 3-25.
- Sébillotte, M. (1978) Itinéraires techniques et évolution de la pensée agronomique. *Compte Rendu de l'Académie d'Agriculture*, 11 (6): 906-913.

- Sébillotte, M. (1979) Analyse du fonctionnement des exploitations agricoles. Trajectoires et typologie. In : *Eléments pour une problématique de recherche sur les systèmes agraires et le développement*. Assemblée constitutive du Département SAD, INRA, Paris, France, pp20-30.
- Sébillotte, M. (1987) Du champ cultivé aux pratiques des agriculteurs. Réflexions sur l'agronomie actuelle. *Compte Rendu de l'Académie d'Agriculture*, 73 (8) : 69-81.
- Sébillotte, M. (1990) Système de culture : un concept opératoire pour les agronomes. In : *Le point sur les systèmes de culture*. Combe, L. & Picard, D. (éditeurs), INRA, Paris, France, 196p.
- Sébillotte, M. (1993) L'agronome face à la notion de fertilité. *Nature, Sciences & Sociétés*, 1 (2) : 128-141.
- Sébillotte, M. (1994) Recherches-système et action. Excursions interdisciplinaires. In : *Recherches-Système en Agriculture et Développement Rural*, Symposium International, Montpellier, France, 21-25 Novembre 1994, pp39-79.
- Selener, D. (1997) *Participatory action research and social change*. Cornell University Press, New-York, USA, 384p.
- Sen, C.K. (1993) Experiences of group extension in Nepal. *Rural Extension Bulletin* 3, 17-23.
- Servolin, C. (1989) *L'agriculture moderne*. Le Seuil, Collection Points Economie, Paris, France, 320p.
- Siband, P. (1992) Intérêt et place de la modélisation pour l'étude des systèmes de culture et autres usages. In : *Réunion Agronomie-Systèmes de Culture*, Cirad-Irat, 4 septembre 1991, Montpellier, France.
- Simon, H.A. (1945) *Administrative behavior. A study of decision-making processes in administrative organization*. Editions Economica (1975 pour la traduction française, 3^{ème} édition), Paris, France, 322p.
- Stengers, I. (1987) Complexité. Effet de mode ou problème ? In : *D'une science à l'autre. Des concepts nomades*. Stenger, I. (sous la direction de), Editions du Seuil, Paris, France, pp331-350.
- Stengers, I. (1998) Prendre au sérieux le développement durable ? *Cahiers du CEDD*, (3) IGEAT, ULB, Bruxelles, Belgique.
- Stevens, J.B. & Botha, C.A.J. (Editors) (2001) *Principles and approaches of development and extension*. University of Pretoria, South Africa, 23p.
- Svendsen, M. (2001) Synthesis note on theme 6: Financing irrigation. Contribution to the FAO e.conference on Irrigation Management Transfer, Sept/Oct. 2001, Conference website: <http://www.fao.org/landandwater/aglw/waterinstitutions/default.htm>
- Tiffen, M. & Bunch, R. (2002) Can a more agroecological agriculture feed a growing world population ? In : *Agroecological innovations : increasing food production with participatory development* (Uphoff, N. editor), Earthscan, London, UK, pp71-91.
- Tonneau, J.P. ; Jamin, J.Y. & Faye, J. (1994) *Tendances et évolutions de la recherche-développement agricole*. Cirad-Sar, Document de travail, Cirad, 16p.
- Tourte, R. & Billaz, R. (1982) Approche des systèmes agraires et fonction recherché-développement. Contribution à la mise au point d'une démarche. *L'agronomie Tropicale*, 27 (3) :223-231.
- Treillon, R. (1992) *L'innovation technologique dans les pays du Sud: le cas de l'agroalimentaire*. ACCT-CTA-Karthala publishers, Paris, France, 268p.
- Uphoff, N. (2002) The agricultural development challenges we face. In : *Agroecological innovations : increasing food production with participatory development* (Uphoff, N. editor), Earthscan, London, UK, pp3-20.
- Valleyrand, F. (1994) The contribution of action-research to the organization of agrarian systems : preliminary results of experiments under way in France. In : *Rural & Farming Systems Analysis. European Perspectives*. Dent, J.B. & McGregor, M.J. edit., CAB International, pp320-337.
- Van der Ploeg, J.D., Long, A. & Banks, J. (2002) *Living countrysides. Rural development processes in Europe: the state of the art* Elsevier Publisher, Doetinchem, The Netherlands, 231p.
- Vermillion, D.L. (1997). *Impacts of irrigation management transfer: a review of evidence*. IWMI research report num. 11, Colombo, Sri Lanka

- Vimeux, L. (1998) *La gestion de la matière organique dans les exploitations en diversification maraîchère des Hauts de l'Ouest de la Réunion. Analyse des prises de décision et des pratiques des agriculteurs*. Mémoire de fin d'étude, ingénieur ISA Beauvais, CIRAD, 62p.
- von Bertalanfy, L. (1968) *Théorie générale des systèmes*. Editions Dunod (1980 pour la traduction française), Paris, France, 298p.
- Weber, J. (2002) Enjeux économiques et sociaux du développement durable. In : *Johannesburg 2002, Sommet Mondial du Développement Durable. Quels enjeux, quelles contributions des scientifiques*, Ministère des Affaires Etrangères, ADPF, Paris, France, pp13-44.
- Whatmore, S. (1994) Farm household strategies and styles of farming: assessing the utility of farm typologies. In: *Born from within. Practice and perspectives of endogenous rural development* (van der Ploeg, J.D. & Long, A. eds), Van Gorcum pub., Assen, The Netherlands, pp31-37.
- Whiteside, M. (1998) Living farms. *Encouraging sustainable smallholders in Southern Africa*. EarthScan publisher, London, UK, 217p.
- Yung, J.M. & Zaslavsky, M (1992) *Pour une prise en compte des stratégies des producteurs*. CIRAD Sar, Collection "Document Systemes Agraires", num. 4, Montpellier, France.
- Yung, J.M. (1994) Prise en compte des stratégies des producteurs. Observations méthodologiques. In: *Analyse de la diversité des situations agricoles. Conséquences sur la programmation de la recherche. Actes de l'Atelier d'Echanges et de Formation*, 22-28 octobre 1993, Garoua, Cameroun, CIRAD pub., collection Colloques, Montpellier, France, pp114-115.
- Yung, J.M. (1998) Stratégies des acteurs et aménagements hydro-agricoles. In: *Traité d'irrigation* (Tiercelin J.R. editor), Lavoisier, Paris, France, pp 725-737.

Liste des publications et documents produits par le candidat⁶⁴

Journal scientifique international / national à comité de lecture (article)

1. Tesfaye, T.L., **Perret, S.** & Kirsten, J.F. (2004) Diversity in livelihoods and farmers' strategies in the Hararghe Highlands, eastern Ethiopia. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 2 (2) 2005.
2. Tesfaye, T.L., Kirsten, J.F. & **Perret, S.** (2003) Market incentives, farmers' response and a policy dilemma: a case study of chat production in the Eastern Ethiopian Highlands. *Agrekon* 42(3): 213-227.
3. Masuku, M.B., Kirsten, J.F., Van Rooyen, C.J. & **Perret, S.** (2003) Contractual relationships between smallholder sugarcane growers and millers in the sugar industry supply chain in Swaziland. *Agrekon*, 42(3): 183-199
4. **Perret, S.** (2002) Water policies and smallholding irrigation schemes in South Africa : A history and new institutional challenges. *Water Policy*, 4(3) : 283-300
5. **Perret, S.** & Dorel, M. (1999) Relationships between land use, fertility and andisol behaviour : examples from volcanic islands. *Soil Use and Management* (1999) 15 : 144-149.
6. **Perret, S.** & Le Gal, P.Y. (1999) Analyse des pratiques, modélisation et aide à la décision dans le domaine de l'irrigation : cas de la gestion d'une retenue collinaire collective à la Réunion. *Economie Rurale*, 254 (1999) : 6-11.
7. **Perret, S.**, Michellon, R., Boyer, J., Tassin J. (1996) Soil rehabilitation and erosion control through agro-ecological practices on Reunion Island (French Overseas Department, Indian Ocean). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1996, 59 (3) : 149-157
8. Tassin, J., **Perret, S.**., Cattet R. (1995) Impact du Calliandra sur la porosité d'un andosol. *Bois et Forêts des Tropiques*, n°245 : 91-99.
9. Ducreux, A., **Perret, S.**., Siegmund B., Vaksman M. (1989) Utilisation d'une sonde gamma-neutronique à l'Ile de La Réunion. *Machinisme Agricole Tropical*, (106) : 36-45.

Ouvrage scientifique publié, avec comité éditorial (éditeur scientifique)

10. **Perret, S.**, Mercoiret, M-R. (editors) (2003) Supporting small-scale farmers and rural organisations : learning from experiences in western Africa. A handbook for development operators and local managers. Protea-CIRAD Publ., Pretoria, South Africa
11. Pirot, R., **Perret, S.**., Manichon, H. (éditeurs) (1996) Le travail du sol dans les systèmes mécanisés tropicaux, Actes du colloque, 11-12 septembre 1996, Montpellier, France, CIRAD Sar, collection Colloques, 160p. ISBN: 2-87614-299-6

Ouvrage scientifique publié, avec comité éditorial (auteur de chapitre)

12. **Perret, S.** (2003) Insights into poverty and the diversity of livelihood systems in wool production communities of the Eastern Cape Province. In: *Local institutional innovation and pro-poor agricultural growth: The case of small-woolgrowers' associations in South Africa* (D'Haese, M. & Vink, N, editors). Garant Publisher, Antwerp, Belgium, pp117-138. ISBN: 90-441-1432-8
13. **Perret, S.** & Piraux, M. (2003) La gestion des retenues collinaires dans les exploitations des Hauts de l'Ouest de l'île de la Réunion. In: *Eau et Littoral: Préservation et Valorization de la Ressource dans les Espaces*

⁶⁴ incluant les références cités dans le texte, en gras italique.

Insulaires (Ferrari, S. & Point, P., coordinateurs). Karthala – Université de la Réunion, 147 - 161. ISBN: 2-84586-339-X

14. Stimie, C., Richters, E., Thompson, H. & **Perret, S.** (2001) *Hydro-institutional mapping in the Steelpoort River basin*, South Africa. IWMI Working Paper 17, Pretoria, SA. ISBN 92-9090-440-2

15. Thompson, H., Stimie, C., Richters, E. & **Perret, S.** (2001) *Policies, legislation and organisations related to water in South Africa, with special reference to the Olifants River basin*. IWMI Working Paper 18, Pretoria, SA. ISBN 92-9090-441-0

16. **Perret, S.**, Michellon, R. & Tassin, J. (1999) Agro-ecological practices as tools for the sustainable management of catchments susceptible to erosion : Réunion Island. In : *The Sustainable Management of Tropical Catchments*, Harper D. & Brown T., edit., Wiley & sons publ., London, pp 77-88. ISBN: 0-471-96914-1.

17. **Perret, S.** (1999) Evaluation de techniques agrobiologiques pour la réhabilitation du sol et le contrôle de l'érosion à la Réunion. In : *Actes de l'Atelier International « Gestion agrobiologique des sols et des systèmes de culture » Antsirabe, Madagascar, 23-28 mars 1998*, CIRAD, Collection Colloques, 658p, pp311-321. ISBN: 2-87614-352-6

18. **Perret, S.** (1997) La préparation mécanisée des sols : quelles problématiques de recherche ? In : *«Le travail du sol dans les systèmes mécanisés tropicaux»*, Actes du colloque, 11-12 septembre 1996, Montpellier, France, Pirot R., Perret S., Manichon H. (éds), CIRAD Sar, collection Colloques, 160p. ISBN: 2-87614-299-6

19. **Perret, S.** (1997) Traficabilité et gestion des opérations mécanisées : études expérimentales, modèles et formes d'aide à la décision en culture de canne à sucre. In : *Le travail du sol dans les systèmes mécanisés tropicaux*, Actes du colloque, 11-12 septembre 1996, Montpellier, France, Pirot R., Perret S., Manichon H. (éds), CIRAD Sar, collection Colloques, 160p. ISBN: 2-87614-299-6

20. **Perret, S.**, Michellon, R., Dorel, M. (1995) Relations entre fertilité des andosols et systèmes de culture : exemples en milieux insulaires volcaniques. In : *« Fertilité du milieu et stratégies paysannes sous les tropiques humides »*, Actes du séminaire Montpellier, 13-17/11/1995, p 63-67, Collection Colloques, CIRAD, Montpellier, France.

21. Michellon, R., **Perret, S.** (1992) La plantation. In : *Le géranium rosat à la Réunion*. Commissariat à l'Aménagement des Hauts, p45-49., Graphica Editeur, Saint Denis, Réunion (Dépôt légal 1043)

Conférence, symposium, colloque international à comité de lecture (contribution orale et écrite)

22. **Perret, S.** (2002) Testing scenarios on the viability of smallholding irrigation schemes in South Africa : a participatory and information-based approach. In : *17th Symposium of the International Farming Systems Association, November 17-20, 2002, Lake Buena Vista, Florida, USA*. 8p.

23. **Perret, S.** (2001) *Poverty and diversity of livelihood systems in post-apartheid South Africa : insights into local levels in the Eastern Cape Province*. EAAE Seminar, Wye, UK, 12-15 September 2001, 18p.

24. Le Gal, P.Y., **Perret, S.** (1998) Des outils de modélisation et de simulation pour l'aide à la décision collective : application à la gestion des systèmes irrigués. In : *Proceedings, 15th International Symposium AFSR-E*, 29 nov-04 dec. 98, Pretoria, volume 2, pp 1154-1164..

25. **Perret, S.** (1998) Management of mechanised operations in sugar cane cultivation: experimental approach, modelling and decision tools. *Ag'Eng Congress, 24-28/08/98, Oslo, Norway*, paper n°98-G-008, 9p.

26. **Perret, S.**, Pirot R., Razaka B. (1994) In-field measurement of tillage implements performances : practical applications in soil-tillage relations studies. *Proceedings AG'ENG European Meeting of Milano (Italy)*, sept. 94, 94-D-108, p 647-648.

27. **Perret, S.**, Michellon, R., Tassin, J. (1994) Soil loss control and soil properties improvement based on cropping systems with cover plants and hedgerows in Réunion Island. In : *Proceedings 3rd ESA Congress, Abano-Padova*, sept. 1994, p 736-737.

28. Michellon, R., **Perret, S.** (1994) Conception de systèmes agricoles durables avec couverture herbacée permanente pour les Hauts de la Réunion. *In : Proceedings, 14th International Symposium AFSR-E* « Recherches -Système en Agriculture et Développement Rural », Montpellier, France - 21-25 novembre 1994, p 507-508.

Conférence, symposium, colloque international (contribution orale et écrite)

29. **Perret, S.** (2003) Une démarche de modélisation pour accompagner le transfert de gestion de périmètres irrigués en Afrique du Sud. *In : Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux, Actes du Colloque, 25-27 février 2003, UMR Sagert -CIRAD Publ., Montpellier, France.*

30. **Perret, S.** & Stevens, J. (2003) Factors affecting the adoption of water-conservation technologies. Key note address and paper to the International Conference: *Water Conservation Technologies for Sustainable Dryland Agriculture in Sub-Saharan Africa*, 8-11/04/2003, Bloemfontein, South Africa.

31. **Perret, S.** (2001) *New water policy, IMT and smallholding irrigation schemes in South Africa : institutional challenges*. FAO International E.mail Conference on Irrigation Management Transfer, Rome, Italy. 14p.

<http://www.fao.org/landandwater/aglw/waterinstitutions/default.htm>

32. Caron, P. & **Perret, S.** (1999) From technology development and transfer to development-oriented and action research : new context, new issues and new partnerships for FSR -E approaches. SAA-FSRE Workshop, 17/12/99, Gaborone, Botswana.

33. **Perret, S.**, Dorel M. (1998) Relationships between land use, fertility and the andisol characteristics : examples from insular volcanic settings. *1st Cost 622 meeting, Soil Resources of European Volcanic Systems*, July 4-10th, 1998, Keykjavic, Iceland.

34. **Perret, S.** (1997) Mécanisation et risques agronomiques en culture de canne à sucre : modélisations et propositions d'outils d'aide à la décision. 4^{ème} Congrès International de l'ARTAS, 12-18/10/97, Saint Denis, Réunion-Fr. 14p.

35. Tassin, J., **Perret, S.**, Michellon, R., Cattet R., Lesueur D. (1996) Improving soil physical properties with Calliandra hedgerows in Reunion Island. *In : International Workshop on the genus Calliandra*, Nairobi, Kenya, pp164-167.

Conférence, symposium, colloque international (poster)

36. Pirot, R. & **Perret, S.** (1998) Etudes expérimentales des relations sol-machine: matériel d'acquisition de données et outils d'aide à la décision. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier (France), aout 1998.

37. **Perret, S.**, Pirot R., Le Thiec G. (1995) Automation of in-field data recording : evaluation of the working capacity of driven equipment. AG'ENG International Meeting of Beijing (China), 10-13/04/1996.

Conférence, symposium, colloque national, régional ou local (contribution orale et écrite)

38. Farolfi, S., Hassan, R., **Perret, S.** & Mackay, H. (2004) A role-playing game to support multi-stakeholder negotiations related to water allocation in South Africa: first applications and potential development. *In: Conference on Water Resources as Ecosystems: Scientists, Government and Society at the Crossroads*. Midrand, 5-7 July 2004, South Africa

39. **Perret, S.** (2002) Supporting decision making on rehabilitation and management transfer of government smallholding irrigation schemes: the Smile approach. *In : Rural and Urban Development Conference "Implementing Development: The Practice and Effectiveness of Development Policies in South Africa"*, 18-19 April 2002, Gauteng, South Africa, National Institute for Economic Policy (NIEP), Proceedings published by Document Transformation Technologies, ISBN 0 -620-28854-X.

40. Farolfi, S. & **Perret, S.** (2002) Inter-sectoral competition for water allocation in rural South Africa : analysing a case study through a standard environmental economics approach. *XXXIX Convegno SIDEA, Firenze, Italy, 12-14 September 2002.*
41. **Perret, S.** & Piraux, M. (2001) La gestion des retenues collinaires dans les exploitations des Hauts de l'Ouest de l'île de la Réunion. Communication au séminaire de recherche : *Préservation et valorisation de l'eau dans le domaine littoral*, Saint Denis de la Réunion, 15 juin 2001, 14p.
42. Kirsten, J., **Perret, S.** & Van Zyl, J. (2000) *Land reform and the new water management context in South Africa : Principles, progress and issues*. Seminar of the Natural Resources Management Cluster and Land Policy Thematic Group, The World Bank Washington, DC. 27 September 2000, 23p.
43. Besse, F. ; Guillobez, S. ; Ould Cheikh, A.W.; **Perret, S.**; Sebey, B. (1999) Mise en valeur des ouadis et des plateaux sableux du Kanem (Tchad). Evaluation et recherche d'accompagnement d'un itinéraire technique. In: Actes des IIIe journées agro-sylvo-pastorales, 29 novembre - 3 décembre 1999, Ndjamena, Tchad. - Farcha : LRVZ, 2001. - p. 197-202
44. **Perret, S.** (1998) *Recherches pour le développement dans les Hauts : travaux et résultats récents, perspectives*. Compte rendu synthétique de l'atelier de travail CIRAD / Collectivités locales du 17 juin 1998, CIRAD Réunion, 6p.
45. **Perret, S.** & Le Gal, P.Y. (1998) Analyse des pratiques, modélisation et aide à la décision dans le domaine de l'irrigation : cas de la gestion d'une retenue collinaire collective à la Réunion. *Atelier SFER, 09/11/1998, Montpellier*, 13p.
46. **Perret, S.**, Ferrand, P. (1997) Rapport de synthèse des travaux de l'atelier « Agriculture, Conservation des Sols et Qualité de l'Eau ». In : Assises du Développement Durable, 12 novembre 1996, Région Réunion, 2p.
47. **Perret, S.** (1996) Conditions et efficacité des opérations de travail du sol. Analyse des problématiques et exemples de recherche en conditions tropicales. Atelier de travail « Relations sol-machine » 11-12 sept. 1996, CIRAD Montpellier, CIRAD SAR, n° 106/96, 13p.
48. Michellon, R., Séguy, L., **Perret, S.** (1996) Association de cultures maraîchère et du géranium rosat à une couverture de kikuyu (*pennisetum clandestinum*) maîtrisé avec le fluozifop -p-butyl. *Annales de l'Association Nationale de Protection des Plantes, Quatrième Colloque : Les substances de croissances, partenaires économiques des productions végétales*, Paris, 6 février 1996, p 369-376.
49. Michellon, R., Séguy, L., **Perret, S.** (1996) Géranium rosat : conception de systèmes durables avec couverture herbacée. 15ème Journées Internationales Huiles Essentielles, APPAM, Digne les Bains, 5-7 sept. 1996, 14p.
50. **Perret, S.** (1995) Outils et méthodes pour raisonner les actions de recherche. Cas de la gestion technique des ressources naturelles dans les Hauts de l'Ouest (Réunion). In : *Atelier « Les méthodes participatives de recherche et de développement dans l'Océan Indien »*, Saint Denis, 6-10/11/1995, 6p.
51. **Perret, S.** (1990) Evolution granulométrique au cours de la dessiccation de matériaux issus de cendres volcaniques de l'île de la Réunion. Conséquences sur quelques comportements physiques macroscopiques. Communication présentée aux Journées Nationales d'Etude du Sol, 19-21/11/1990, Orléans, AFES-INRA-SCPF.
52. **Perret, S.** (1988) Travail du sol sous cultures vivrières : effets du labour sur l'état du profil cultural. Séminaire CIRAD, Contrat de Plan Etat-Région Réunion, avril 1988, 15p.

Workshop, séminaire (contribution orale invitée)

53. **Perret, S.** (2004) Matching policies on rural development and local governance in South Africa: recent history, principles and current challenges. In: *Workshop on Local Governance and Rural Development*, GTZ, University of Pretoria, June 2, 2004, Pretoria, South Africa.
54. **Perret, S.** (2001) *Livelihood systems, poverty and farming activities : insights into local diversity, complexity and dynamics in rural South Africa*. National Institute for Economic Policy, Seminar 30/03/2001, Johannesburg, SA.

- 55. Perret, S.** (2001) Diagnosis and extension : A cross contribution. From representations to decision-making support media. Presentation at the NP-DAE / GTZ Conference, *Learning together for renewal in community development. Community emancipation through innovation and local organisational capacity*, 24-25 Oct. 2001, Midrand, SA.
- 56. Perret, S.** (2001) Sustainable establishment of catchment management agencies: research frameworks, objects and questions. Presentation, Workshop UP/CIRAD on “*Tools and methodologies for the sustainable establishment of CMAs*”, 17-18 october 2001, Pretoria, SA.
- 57. Perret, S.** (2001) *Vers une gestion intégrée et décentralisée de l'eau en Afrique du Sud. Contenu, contexte et impact de la nouvelle législation. Etudes de cas.* Presentation a la session de formation « Economie de l'Environnement » CIRAD Tera, 13 decembre 2001, Montpellier, France.
- 58. Perret, S.** (2002) Decentralising water management in South Africa. Main issues, and the process of water allocation and licensing. Presentation, Workshop UP/CIRAD on “*Tools and methodologies for the sustainable establishment of CMAs*”, 1-4 october 2002, Pretoria, SA.
- 59. Perret, S & Lhopitallier, L.** (2000) Institutional analysis of public investments in rural areas : The case of the Amatola District. *AEASA Conference, Special Workshop on Rural Development, 27-29 sept. 2000, Sun City, SA.*
- 60. Perret, S & Lhopitallier, L.** (2000) Rural livelihood systems in the Eastern Cape: Case studies in the Amatola District. *AEASA Conference, Special Workshop on Rural Development, 27-29 sept. 2000, Sun City, SA.*

Journal de vulgarisation (article)

- 61. Perret, S.** (2002) Les petits perimètres irrigués noirs d'Afrique du Sud : après l'apartheid, passer le cap du transfert de gestion. *Agridoc*, num. 4 (October 2002)

Rapport académique, mémoire, thèse

- 62. Perret, S.** (1993) Etude des propriétés physiques, hydriques et mécaniques de sols andiques de la Réunion. Facteurs naturels et anthropiques d'évolution des horizons cultureux, implications agronomiques et écologiques. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, ENSAM, n° 13/nsam/0013, CIRAD-SAR édit. num.01/93, 278p et annexes.
- 63. Perret, S.** (1986) Typologie des sols acides sous prairies et landes en Montagne Noire Audoise. Essai de caractérisation des comportements physico-chimiques et prairiaux. Mémoire de DEA, Agronomie, option « science du sol et aménagement » ENSAM-USTL, 61p et annexes.

Rapport de mission

- 64. Perret, S.** (1998) Evaluation technico-économique d'aménagements motorisés pour la lutte contre la désertification dans les Ouadis du Kanem. Rapport de deux missions réalisées en avril et juin 1998 au Tchad. CIRAD Tera / FIDA, juillet 1998, 10p.
- 65. Perret, S.** (1998) Appui aux recherches en gestion et aide à la décision à la Réunion : commercialisation, conseil en gestion stratégique, gestion de l'eau et des effluents d'élevage. Mission auprès des collègues du Département Tera, 29/03-04/04/98, CIRAD Tera, num. 25/98, 13p.
- 66. Perret, S.** (1997) Interactions milieu / technique : outils, méthodes et exemples en systèmes mécanisés. Rapport de mission au Brésil, 14/03/97-06/04/97, CIRAD Sar, avril 1997, num. 51/97, 11p.
- 67. Perret, S.** (1995) Evaluation multicritère des opérations mécanisées à l'île Maurice : outils, méthodes et programmes d'action. Rapport de mission d'appui à la Division Mécanisation du Mauritius Sugar Industry Research Institute, 22-24/03/95, CIRAD-SAR, mars 1995, num. 16/95, 15p.
- 68. Perret, S.** (1995) Recherches et actions en agronomie et gestion des sols. Rapport de mission en Nouvelle-Calédonie, 04-14/06/95, CIRAD-SAR, juin 1995, num. 68/95, 15p et annexes.

69. **Perret, S.** (1992) Rapport de mission à l'île Maurice. Appui à la cellule Mécanisation, équipement et activités d'un laboratoire d'études pour la gestion physique des sols. 27-04 / 30-04 1992. 13 p.

70. **Perret, S.** (1992) Rapport de mission à l'île Maurice. Appui à la cellule Mécanisation, méthodes d'expérimentation. 17-08 / 22-08 1992. 16 p.

Rapport ou note scientifique et technique

71. **Perret, S.**, Lavigne, M., Stirer, N., Yokwe, S. & Dikgale, K.S. (2003) The Thabina irrigation scheme in a context of rehabilitation and management transfer: Prospective analysis and local empowerment. Dwaf Project 2003-068, final report, Cirad-UP-IWMI, Pretoria, South Africa.

72. **Perret, S.**, Touchain, E. (2002) A simulation-based approach to assess the economic viability of smallholding irrigation schemes in South Africa : conceptualisation and first implementation. Action-research and modeling. CIRAD Tera / UP research report, CIRAD-Tera, num. 02/02, Pretoria, SA.

73. Masika, P., **Perret, S.**, Mafu, V. & Bediako, F. (2001) Spatial diversity of livelihoods and farming systems in the Mbashe municipality (EC Province, SA). ARDRI-CIRAD Report, CIRAD-Tera, num. 59/01,46p.

74. **Perret, S.** & Lhopitallier, L. (2000) Institutional analysis of public investment in rural areas. A case study in the Amatola District of the Eastern Cape Province (South Africa). World Bank work paper, University of Pretoria, Pretoria, South Africa, 30p.

75. **Perret, S.**, Carstens, J., Randela, R. & Moyo, S. (2000) Activity systems and livelihoods in the Eastern Cape Province rural areas (Transkei). University of Pretoria / CIRAD, working paper 2000/2, oct. 2000, 35p.

76. Merle, S., Oudot, S. & **Perret, S.** (2000) Technical and socio-economic circumstances of family farming systems in small-scale irrigation schemes of South Africa (Northern Province). PCSI report, CIRAD-Tera, num. 79/00, 21p.

77. **Perret, S.** & Le Gal, P.Y. (1999) Management support to irrigation schemes with small scale developing farming systems in South Africa : CIRAD proposals. CIRAD-Tera num. 76/99, sept. 1999, 21p.

78. **Perret, S.** (1998) Implication de la recherche dans les processus d'innovation et le développement local. Apports méthodologiques et résultats de l'ATP CIRAD 11/95. CIRAD Tera, mars 1998, num°16/98, 10p.

79. **Perret, S.** (1997) La nouvelle retenue d'eau collective et les systèmes horticoles du Dos d'Ane. Analyse des pratiques et de la demande en eau des irrigants, modélisations prospectives des relations offre-demande. CIRAD Sar, nov. 1997, num°125/97, 25p.

80. Boscher, M., **Perret, S.** (1996) La diversification dans les Hauts de Saint Paul (Réunion) : analyse des situations agricoles et stratégies de gestion des risques climatiques et de la mise en marché. CIRAD SAR, n°132/96, 83p et annexes.

81. **Perret, S.** (1996) Implication de la recherche dans le processus d'innovation technique et le développement local. Rapport annuel d'ATP CIRAD num.11/95, CIRAD Sar, décembre 1996, num. 160/96, 10p.

82. Fargier, Y., **Perret, S.**, Legal, P.Y. (1996) La gestion de l'eau d'irrigation en conditions de ressource limitée (retenues collinaires). Analyse des pratiques et proposition d'outils d'aide à la décision pour les exploitants des Hauts de la Réunion. CIRAD Sar, décembre 1996, num. 161/96, 60p.

83. Lorré, M., **Perret, S.** (1996) Mesure de teneur en eau du sol par réflectométrie temporelle (TDR). Modalités pratiques de mise en oeuvre d'un appareillage Campbell Scientific. CIRAD Sar, février 1996, num. 30/96, 17p.

84. **Perret, S.**, Normand, F. (1996) Diagnostic des conditions d'enracinement de plants de palmiste rouge (Acanthophoenix crinita). CIRAD Réunion, mars 1996, Notes de Recherches num. 01/96, 8p.

85. **Perret, S.**, Pirot, R., Dorel, M. (1996) Préparation mécanisées des sols en bananeraie : itinéraires techniques et performances des matériels sur deux sols volcaniques de Guadeloupe. CIRAD Réunion, août 1996, Notes de Recherches num. 02/96, 7p.

86. Michellon, R., **Perret, S.** (1995) Conception de systèmes agricoles durables avec couverture herbacée permanente pour les Hauts de la Réunion. CIRAD Réunion, mars 1995, 19p.

- 87. Perret, S.** (1995) Eléments de réflexion et élaboration d'outils opérationnels pour l'implication de la recherche dans la diffusion et le développement local. Compte-rendu annuel d'ATP 11/95. 15p. et annexes.
- 88. Perret, S.** (1987) Les sols sous prairies et landes en Montagne Noire Audoise. Elements pour une mise en valeur raisonnée de ces milieux. Chambre d'Agriculture de l'Aude - Chambre Régionale d'Agriculture Languedoc Roussillon - GDA Montagne Noire, Programme de Relance Agronomique, 35p.
89. Béclin, C., Ducreux, A., **Perret, S.**, Siegmund, B. (1989) Travail du sol à la plantation. In : Mécanisation de la canne à sucre. Recherche et expérimentation en travail du sol à l'île de la Réunion. Bilan 1982-89 : 25-39
- 90. Perret, S.**, Pirot, R., Barret, P., Gallet, P., Deurveilher, D. (1994) Etude et définition d'un appareillage électronique d'acquisition de données embarqué sur tracteur. CIRAD-SAR, num. 06/94, 19p et annexes.
91. Michellon, R., **Perret, S.** (1994) Gestion des sols et des cultures avec couverture végétale. Compte rendu final de projet MRT -CIRAD n°90.G.0530., octobre 1994, 30p.
- 92. Perret, S.**, Gallo, J.-Y., Ducreux, A. (1994) Etude comparative d'itinéraires techniques mécanisés en culture d'oignon à la Réunion. CIRAD-SAR, décembre 1994, num. 94/94, 33p et annexes.
- 93. Perret, S.** (1993) La physique des sols au CIRAD Réunion : études de la gestion et des composantes physiques de la fertilité des sols. Rétrospective, état actuel et perspectives. CIRAD-SAR Réunion, 15 p.
- 94. Perret, S.** (1993) Etude des interactions entre le milieu et les matériels lors des opérations de préparation de sol ; implications techniques, économiques et agronomiques. Compte-rendu annuel d'ATP CIRAD. 23 p.
- 95. Perret, S.**, Danflous, J.-P., Clariond, A. (1991) Expérimentation d'outils de préparation de sol en maraîchage sur andosol. 1. Impacts sur les propriétés physiques et le fonctionnement hydrodynamique de l'horizon cultural. Note technique 01/91, CIRAD-CEEMAT Réunion, 14p.
96. Guilluy, D., **Perret, S.** (1991) Effets des couvertures permanentes sur la porosité d'andosols cultivés. Etude des propriétés physiques et du fonctionnement hydrodynamique de l'horizon cultural. Note technique 02/91, CIRAD-CEEMAT Réunion, 16p et annexes.
97. Guilluy, D., **Perret, S.** (1991) Expérimentation d'outils de préparation de sol en maraîchage sur andosol. 2. Impacts sur l'état structural du profil. Note technique 03/91, CIRAD-CEEMAT Réunion, 16p et annexes.
98. Clariond, A., **Perret, S.** (1990) Impact du feu sur les caractéristiques physico-chimiques d'un andosol. Note technique 02/90, CEEMAT-CIRAD Réunion, 7p.
- 99. Perret, S.** (1990) L'analyse granulométrique : principes, utilité et interprétation. Cas des sols de la Réunion. Note technique 03/90, CEEMAT-CIRAD Réunion, 4p.
- 100. Perret, S.** (1990) Caractérisation physique et mécanique des sols andiques de l'île de la Réunion. Présentation des premiers résultats analytiques 1989. Note technique 01/90, CEEMAT-CIRAD Réunion, 13p et annexes.
101. Clariond, A., **Perret, S.**, Siegmund, B. (1989) Décompaction en interligne pendant la culture. In : Mécanisation de la canne à sucre. Recherche et expérimentation en travail du sol à l'île de la Réunion. Bilan 1982-89 : 43-65

Document pédagogique

- 102. Perret, S.** (2003) Innovation and development in natural resource management: social and institutional aspects. Course material for ARD 782, Bio-physical Resources & Development, University of Pretoria, South Africa, 30p.
- 103. Perret, S.** & Kirsten, J. (2003) ARD 780/480: Rural Development Studies. Study guide. University of Pretoria, 14p.
104. Kirsten, J., **Perret, S.** & De Lange, A. (Editors) (2002) *Rural development. Focussing on small scale agriculture in southern Africa*. Course document for ARD 780, University of Pretoria, South Africa, 302p.
- 105. Perret, S.** & Kirsten, J. (2002) ARD 780/480: Rural Development Studies. Study guide. University of Pretoria, 11p.

106. Lhopitalier, L., **Perret, S.** & Caron, P. (1999) *Participatory zoning techniques as support to rural development planning and management. Principles and procedures. A user's guide.* University of Pretoria / CIRAD, working paper 99/1, sept. 1999, 25p.

107. **Perret, S.** (1999) *Typological techniques applied to rural households and farming systems. Principles, procedures and case studies.* University of Pretoria / CIRAD, working paper 99/2, nov. 1999, 35p.

Logiciel

108. **Perret, S.** & Van Schalkwijk, P. (2004) Smile©, version 6. Sustainable Management of Irrigated Land and Environment: investigating the viability of smallholder irrigation schemes. Version disponible sur Internet: www.smile-cirad.co.za

109. **Perret, S.** & Potgieter, G. (2002) Smile©, version 5. Sustainable Management of Irrigated Land and Environment: investigating the viability of smallholder irrigation schemes. A software by UP and CIRAD, Java® and Microsoft Access®.

Publications institutionnelles

110. **Perret, S.** (2000) *Local development vs. globalisation : seeking the match for Southern Africa's rural areas.* Post Graduate School of Agriculture & Rural Development, annual report 1999, pp15-16.

111. **Perret, S.** , Normand, F. (1997) L'agriculture dans les Hauts de la Réunion : 1988-1997, difficultés, mutations et opportunités. In : Panorama Agricole et Sucrier 1988-1997, Association Réunionnaise pour le développement de la Technologie Agricole et Sucrière, Saint Denis, octobre 1997, pp 215-218.

112. **Perret, S.** (1993) Mesure des performances des matériels et description des états du sol pour caractériser les chantiers d'installation des cultures. In : CIRAD-SAR Réunion, compte rendu d'activité 1993, p42-44.

113. **Perret, S.** , Michellon, R., Tassin, J. (1993) Etude de systèmes de culture anti-érosifs : évolution du sol, bilan de l'eau et contrôle du ruissellement et de l'érosion pluviale par la couverture totale du sol et l'embocagement agroforestier. In : CIRAD-SAR Réunion, compte rendu d'activité 1993, p37-41.

114. Michellon, R., Mandret, G., **Perret, S.**, Roederer, Y., Vincent, G. (1992) Conception de systèmes agricoles durables pour les hauts de la Réunion. In : Le CIRAD à la Réunion, rapport annuel 1992, p59-63.

115. **Perret, S.** (1992) Processus de dégradation et d'érosion des sols dans les hauts et restauration par des systèmes conservatoires à base de couverture. In : Le CIRAD à la Réunion, rapport annuel 1992, p64-65.

116. Michellon, R., **Perret, S.**, Roederer, Y. (1991) Conservation et gestion des sols et cultures. In : Le CIRAD à la Réunion, rapport annuel 1991, p81-84.

117. **Perret, S.** , Guilluy, D., Pilté, J.-M. (1991) Confection de substrats horticoles : expérimentation d'outils et caractérisation des sols. In : Le CIRAD à la Réunion, rapport annuel 1991, p85-89.

118. Paillat, J.-M., **Perret, S.** (1988) Travail du sol pour l'implantation des prairies. In : Rapport Annuel CEEMAT CIRAD Réunion, 1988, p 111-124.

119. Béclin, C., Michellon, R., Pirot, R., **Perret, S.** (1987) Travail du sol dans les Hauts de l'ouest. In : Rapport Annuel CEEMAT Réunion 1986, p 47-53.

Dossier de proposition de recherche, réponse à appel d'offre

120. **Perret, S.** , Kirsten, J. (2002) Assessing the economic viability of smallholder irrigation schemes in South Africa: methodologies for prospective analysis and local empowerment. Programme Franco-Sud Africain de Coopération en Recherche Scientifique. Appel d'offre 2003. Candidature à une subvention de recherche. 32p.

121. **Perret, S.** , Hassan, R., Farolfi, S., Morardet, S., Lepage, C. (2000) Tools and methodologies for the sustainable establishment of decentralized water management institutions in South Africa. Programme Franco-

Sud Africain de Coopération en Recherche Scientifique. Appel d'offre 2001. Candidature à une subvention de recherche. 31p.

122. Perret, S., Ewang, P. (1998) Méthodologies de recherche-action pour le développement local et l'innovation agricole en zone rural : formation, échanges et applications pratiques dans le Kwazulu-Natal (Afrique du Sud). Programme Franco -Sud Africain de Coopération en Recherche Scientifique. Appel d'offre 1999. Candidature à une subvention de recherche. 27p.

123. Michellon, R., **Perret, S.**, Tassin, J. (1994) Implication de la recherche dans la diffusion des innovations et le développement local. Dossier de proposition d'ATP-CIRAD, octobre 1994, 13p.

124. Perret, S. (1992) Etude des interactions sol/machine en travail du sol mécanisé. Proposition d'ATP 10/93. CIRAD-SAR / CIRAD-DS, 28p.

Document de politique / stratégie de la recherche

125. Kirsten, J. & **Perret, S.** (2004) Cooperation between Cirad-Tera and the University of Pretoria. Evaluation of past performance and suggestions for the way forward. Cirad-Tera / UP, working paper, august 2004, 13p.

126. Perret, S. (2002) Le CIRAD en Afrique du Sud. Eléments de stratégie. CIRAD, 4p (et remises à jour successives en 2003, 2004, et 2005).

127. Paillat, J.M., **Perret, S.**, Tassin, J. (1996) Projet de pôle Environnement du CIRAD à la Réunion. Dossier CIRAD Réunion, 19p.