



Agriculture et Développement Durable

Résultats des projets
2005-2009

PARIS, 19 et 20 octobre 2009



SOMMAIRE

PROLOGUE.....	1
L'agriculture, le développement durable et la recherche – Phase 1	5
Outils et méthodes pour accompagner les changements techniques et organisationnels des activités agricoles en vue de contribuer au développement durable	7
VIN – Quelles interventions publiques et privées pour une réduction de l'utilisation de pesticides en viticulture ?.....	8
ECOSERRE – Viabilité des systèmes de cultureS protégéeS dans un contexte d'agriculture durable	12
DST – Dégradation physique des Sols liée au Tassement : impact, prévision, prévention, suivi, cartographie	16
GeDuQuE– Innovations agro-écologiques et organisationnelles pour une Gestion Durable de la Qualité de l'Eau dans des régions de monoculture à forts niveaux d'intrants phytosanitaires...	20
IMPACTS – Impacts marchands, non marchands et structurels des réformes de politiques agricoles et environnementales.....	28
COPT – Conception d'Observatoires de pratiques territorialisées	32
PRAITERRE : Prairies, territoires, ressources et environnement	36
Renouveler et élargir la manière d'appréhender les systèmes agricoles et alimentaires afin de les inscrire dans le développement durable	41
DISCOTECH – Dispositifs innovants pour la conception et l'évaluation de systèmes techniques	42
CEDRE – Exploitation durable de résistances aux maladies chez les végétaux	46
C3D – Collectifs de consommateurs, questionnement social et consommation durable.....	50
TRANS – Transformations de l'élevage et dynamiques des espaces.....	54
ACDUQ – Action collective pour une maîtrise durable de la santé animale : qualification sanitaire en élevage de Ruminants	58
EVAD : évaluation de la durabilité des systèmes aquacoles.....	62
PRODDIG – Promotion du Développement Durable par les Indications Géographiques.....	66

Nous remercions les membres du conseil scientifique pour le travail qu'ils ont réalisé et qu'ils réalisent encore au sein du programme « Agriculture et développement durable » ainsi que pour leur implication sur la durée du programme.

Nous remercions les auteurs pour leur contribution à cette publication.

PROLOGUE

Isabelle AVELANGE et Elsa BERTHET, INRA

L'inscription des activités agricoles dans cette dynamique socio-politique et économique qu'est le développement durable engendre des problèmes et des opportunités que la recherche se devait d'appréhender. Le développement durable, depuis le Sommet de Rio (1992) constitue un cadre de référence largement partagé et un début de réponse collective aux problèmes posés au développement par les enjeux environnementaux et de préservation des ressources naturelles à l'échelle de la planète. L'agriculture est l'un des secteurs d'activités les plus exposés aux changements de l'environnement, mais est également l'un des agents importants de ces changements.

Conscients des rôles que peuvent jouer (i) les activités agricoles dans une dynamique de développement durable et (ii) la recherche pour renouveler et élargir la manière d'appréhender ces activités agricoles, se sont associés dans le programme fédérateur « Agriculture et Développement Durable » neuf établissements, dont certains apportent une contribution financière directe au programme en complément de celle de l'ANR.

Ces neuf organismes ont participé à la maîtrise d'ouvrage globale de ce programme et sont représentés dans son Comité stratégique:

- Association de coordination technique agricole (ACTA),
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME),
- Assemblée permanente des chambres d'agriculture (APCA),
- Agence nationale de la recherche (ANR),
- Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts (CEMAGREF),
- Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD),
- Institut national de la recherche agronomique (INRA),
- Ministère de l'écologie, de l'Énergie, du développement durable et de la mer (MEEDDM),
- Ministère de l'alimentation, de l'agriculture, et de la pêche (MAAP),
- Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche (MESR).

Genèse du programme

La genèse du programme « Agriculture et développement durable » remonte à décembre 2003, lorsqu'à l'initiative de l'INRA s'est constitué un groupe de réflexion qui se proposait d'apporter des réponses à deux questions :

- Quels pouvaient être la place et le rôle de l'agriculture dans le développement durable ?
- Quelles étaient les recherches à mener pour éclairer l'avenir et ouvrir l'éventail des possibles dans un contexte de développement durable ?

Pendant 6 mois des groupes de travail ont réuni scientifiques et partenaires du développement afin d'approfondir la problématique « agriculture et développement durable » à travers 5 axes thématiques que sont

(i) « les dynamiques de développement et l'agriculture »,

(ii) « les processus, les localisations et les temporalités en lien avec la création, l'utilisation et la préservation des ressources naturelles renouvelables »,

(iii) « les capacités d'évolution et d'adaptation des systèmes de production et de transformation agricoles et agro-industriels, face aux enjeux du Développement Durable »

(iv) « Conception, processus et dispositifs d'innovations dans le cadre du Développement Durable : quelles évolutions et quelles conséquences pour les recherches et les partenariats de l'INRA ? »

(v) « les rôles respectifs des politiques publiques et des marchés, leur compatibilité et /ou synergie vis-à-vis du Développement Durable ».

Cette réflexion, qui s'est concrétisée par la publication d'une note de cadrage, est à l'origine

de deux appels à projets de recherche « Agriculture et Développement Durable » qui invitaient les proposant à inscrire leur projet par rapport aux 5 questions suivantes en vue de contribuer à les éclairer :

Q1) Comment comprendre et prendre en compte les interactions entre processus écologiques, techniques, économiques et sociaux ? Comment articuler, voire mettre en synergie, les savoirs scientifiques et les savoirs profanes (notamment traditionnels) concernant ces interactions ?

Q2) Comment développer une compréhension des enjeux et une appréhension des phénomènes qui articulent le court et le long terme ? Comment prendre en compte les discontinuités entre échelles territoriales et articuler les représentations construites à ces différentes échelles, du local au planétaire ?

Q3) Quelles formes d'organisation et d'action collective sont appelées ou favorisées par l'idée de développement durable ? Comment évoluent

et s'articulent les projets et stratégies des acteurs autour de cette problématique ? Quels projets collectifs sont promus au nom de cette idée ?

Que peut apporter, à ce titre, les démarches de type « recherche-action » ou « recherche en partenariat » ?

Q4) Dans quelle mesure les projets de développement durable conduisent-ils à faire émerger de nouvelles entités organisationnelles spatialisées en tant que points de rencontre (tension, articulation) des politiques publiques, des mécanismes de marché, des logiques socio-culturelles et des processus écologiques ?

Q5) Comment réactiver et réorienter les processus de valorisation de la recherche et d'innovation technique, selon quelles nouvelles démarches, et avec quels nouveaux outils ? Comment anticiper et maîtriser, au cours du processus d'invention technologique, les risques induits par les nouvelles technologies ? Comment innover dans la R & D ?

Quelques données sur les projets

Deux appels à projets en 2005 et 2006 ont permis de retenir 33 projets dont 15 lors du premier appel. Les résultats présentés dans ce document correspondent à ces 15 projets qui sont maintenant terminés, alors que les 18 projets retenus en 2006 ne se termineront qu'au cours de l'année 2010.

Sur les 56 projets déposés en 2005, les 15 projets retenus, d'une durée de 3 ans représentent un coût de 30 millions d'euros et un soutien de 7 millions d'euros répartis entre 162 équipes de recherche.

Ils réunissent à la fois des sciences économiques ou sociales et des sciences biotechniques. Les domaines abordés sont variés et concernent la production agricole (13 projets sur les grandes cultures, les élevages ou les cultures sous serre), l'impact des politiques publiques (IMFACTS) ainsi que la consommation (C3D).

12 d'entre eux traitent de questions de recherche inspirées par la problématique du développement durable et 6 situent le développement durable comme vecteur de pratiques de recherche visant l'intégration des connaissances et celle des actions de

développement (VIN, DISCOTECH, EVAD, COMMOD, ECOserre et ACDUQ).

La plupart contribue à répondre à la question « Comment comprendre et prendre en compte les interactions entre processus écologiques, techniques, économiques et sociaux ? ». 6 projets proposent également d'aborder la question de l'évolution et l'articulation des projets et stratégies des acteurs autour de la problématique du développement durable. 3 autres s'interrogent sur la prise en compte des discontinuités entre échelles territoriales et l'articulation des représentations construites à ces différentes échelles, sans toutefois aborder le passage du local au planétaire. Et enfin Discotech se propose également d'aborder la question de l'innovation en R&D.

Les recherches se sont déroulées d'octobre 2005 à avril 2009. Elles ont mobilisé 660 participants appartenant à 30 organismes de recherche ; elles ont associé les instituts techniques de recherche et environ 90 organismes de développement différents. Cette association s'est faite grâce au financement complémentaire par d'autres programmes (CASDAR et ACTA).

Les Instances du programme

Le programme est doté de trois instances que sont le comité stratégique, le conseil scientifique et la coordination.

Le Comité stratégique

Il est composé de représentants des différents organismes et établissements associés. Il a pour mission :

- de définir les orientations du programme,
- de déterminer les propositions prioritaires suite à l'évaluation scientifique réalisée par le Conseil scientifique
- de veiller au déroulement du programme
- de programmer l'animation qui lui semble pertinente. Ainsi au cours du déroulement du programme, appuyé par la coordination du programme et les participants de certains projets, le comité stratégique a soutenu 4 animations transversales, sous la forme d'une école chercheur et de 3 journées d'échanges portant sur : « L'évaluation du développement durable »¹, « La représentation des acteurs et le développement durable », « Les pratiques territorialisées et territorialisantes », « Le bilan à mi-parcours des projets ».

Président

Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS, ancien Directeur de recherches à l'INRA et actuellement Inspecteur général de l'Agriculture.

Membres

Anne-Marie DUCROUX, journaliste indépendante

Michel GRIFFON, Directeur adjoint de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)

Luc GUYAU, Président de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (APCA), représenté par Valérie WEBBER-HADDAD

Maurice HERAL, Directeur des programmes et de la stratégie de l'Institut Français pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)

Hervé GUYOMARD, Directeur scientifique à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), représenté par Bernard HUBERT, Directeur du groupement d'intérêt public pour initiative française pour la recherche agronomique internationale (GIP IFRAI)

Jean-Marc MERILLOT, Chef du service Programmation de la Recherche de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME, Angers)

Alain MOULINIER, Directeur Général de la Forêt et des Affaires Rurales au Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (DGFAR/MAP), représentée par Patricia BOSSARD

Claudine SCHMIDT-LAINE, Directrice scientifique du Centre National du Machinisme agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (CEMAGREF), ou son représentant Pierrick GIVONE

Michel THIBIER, Directeur Général de l'Enseignement et de la Recherche au Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (DGER/MAP), ou son représentant Jacques LOYAT

Laurence TUBIANA, Directrice de l'Institut du Développement Durable et des Relations Internationales (IDDRI)

René VICAIRE, Directeur scientifique de l'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA), ou son représentant

Eric VINDIMIAN, Chef du service de la Recherche et de la Prospective de la Direction des Etudes Economiques et de l'Evaluation Environnementale au Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (D4E / MEEDDM), représenté par Anne LIEUTAUD

Le Directeur scientifique du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), représenté par Martin-Eric LOFFEIER.

Le Conseil scientifique

Le Conseil scientifique est composé de 25 experts de disciplines et d'institutions variées dont 8 experts étrangers. Il a pour mission de :

- Préparer, à partir des orientations générales définies par le Comité stratégique, les projets d'appel à propositions de recherche qui seront lancés après approbation du Comité stratégique et de l'ANR
- Sélectionner les déclarations d'intention et faire des recommandations pour la phase de construction des projets complets.
- Evaluer les projets complets en s'appuyant sur les avis d'un second cercle d'experts spécialisés extérieurs au Conseil et proposer un classement

¹ Cette « école chercheur » est accessible en « école multimédia » disponible en DVD sur demande

de ces projets à l'intention du Comité stratégique.

- Assurer, en vue de leur éventuelle réorientation, un suivi à mi-parcours des projets retenus ainsi qu'un bilan final des projets.
- Le cas échéant, susciter une animation scientifique sur des thèmes transversaux non pris en charge par les opérateurs du programme et qui lui sembleraient opportun de traiter.

Président

Olivier GODARD, Directeur de recherche au CNRS et professeur à l'École polytechnique, Paris, Économie

Membres

Franck AGGERI, Maître-assistant, Ecoles des Mines de Paris, Gestion

Antoine BAILLY, Professeur à l'Université de Genève (Suisse), Géographie

Jean-Paul BILLAUD, Directeur de recherche au CNRS, Nanterre, Sociologie

Jean BONCOEUR, Professeur à l'Université de Bretagne occidentale, Brest, Economie

Paul-Marie BOULANGER, Directeur de l'Institut pour un développement durable, Ottignies (Belgique), Démographie

Jean-Jacques BRUN, Directeur d'unité au CEMAGREF, Grenoble, Écologie

Alain CAPILLON, Professeur à Montpellier Supagro, Montpellier, Agronomie

Henri DECAMPS, Directeur de recherche émérite au CNRS, Toulouse, Écologie

Amadou T. DIAW, Professeur à l'Université de Dakar (Sénégal), Géographie

Marianne LEFORT, Directrice scientifique AgroParistech, Versailles, Génétique végétale

Louis MAHE, Professeur à l'ENSAR, Rennes, Économie rurale

Hubert MANICHON, Directeur de recherche au CIRAD, Paris, Agronomie

Hubert GUERIN, Cirad, Montpellier Agronomie, Zootéchnie

Marc MORMONT, Professeur à l'Université de Liège (Belgique), Sociologie

Christian MULLON, Directeur de recherche à l'IRD, Guyancourt, Mathématiques appliquées

Bernard PECQUEUR, Professeur à l'Université Joseph Fourier, Grenoble, Économie régionale

Patrick POINT, Directeur de recherche au CNRS, Université Montesquieu-BordeauxIV, Économie de l'environnement

Denis REQUIER-DESJARDINS, Professeur à l'Institut d'Études politiques de Toulouse, Économie du développement

Walter ROSSING, Professeur à l'Université d'agriculture de Wageningen (Pays-Bas), Agronomie

Aad SMAAL, Directeur du RIVO-CSO, Universités de Middelburg et Wageningen (Pays-Bas), Écologie

Henri SEEGERS, Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Nantes, Sciences vétérinaires

Didier STILMANT, Centre wallon de recherche agronomique de Gembloux (Belgique), Zootéchnie

Bernard SEGUIN, Directeur de recherche à l'INRA, Avignon, Agro-météorologie

Edwin ZACCAI, Professeur à l'Université libre de Bruxelles (Belgique), Sciences Politiques.

La coordination

La coordination scientifique, administrative et financière est assurée par l'INRA qui est «établissement-support» du programme ADD pour le compte de l'ANR et des autres partenaires co-financeurs.

Elle repose sur

Nicolas Durand (jusqu'en 2006), Isabelle Avelange, Elsa Berthet (depuis 2008), Joëlle Lacava (depuis mai 2009).

Elle s'appuie sur les deux autres instances décrites ci-avant et travaille au sein de l'unité support INRA mandatée par l'ANR pour la gestion de certains de ces programmes. Elle a en charge la mise en œuvre du programme dans son ensemble et est l'interface entre les instances et les équipes des projets.

Olivier Godard

Président du conseil scientifique du

Programme fédérateur Agriculture et développement durable

Septembre 2009

Début 2005 était lancé à l'initiative de l'Inra le programme fédérateur de recherche « Agriculture et Développement Durable » (ADD) que l'ANR à peine née décida quelques mois plus tard de soutenir. Ce programme visait à renouveler et élargir la manière d'appréhender les activités agricoles à partir des enjeux du développement durable.

L'agriculture est en effet un des agents importants de l'anthropisation de la planète et des graves déséquilibres qui, en affectant cette dernière, menacent l'humanité - que l'on songe aux deux grands enjeux que sont le changement climatique et l'érosion de la biodiversité. Elle est aussi, de par le monde, l'une des activités les plus exposées à ce « changement global » et les plus vulnérables à ses manifestations les plus extrêmes. L'inscription résolue de l'avenir de l'agriculture dans un développement durable est, en quelque sorte, d'intérêt mutuel.

L'agriculture doit devenir durable, c'est-à-dire trouver les voies de la synergie pour être à la fois écologiquement soutenable et économiquement viable, tout en améliorant les conditions de travail des agriculteurs et en ouvrant l'éventail de leurs compétences et de leurs capacités de choix. L'économie de l'énergie fossile et des intrants chimiques (phytosanitaires, ou engrais), la résilience face aux perturbations climatiques et aux menaces sur l'approvisionnement en eau, la résistance aux nouvelles menaces biologiques, la préservation ou la réhabilitation de la fertilité des sols cultivés, traités comme un patrimoine à transmettre, le recours aux outils informatiques d'assistance à l'organisation du travail ou la stabilisation institutionnelle de l'activité (régimes de propriété foncière, contrats d'assurance,

régimes de formation des prix, quotas de production, rémunération des travaux d'intérêt environnemental...) pour permettre aux agriculteurs d'entreprendre dans la durée sont autant de directions fortes à cet égard. Elles demandent l'élaboration de nouvelles connaissances.

Il incombe aussi à l'agriculture de contribuer au développement durable des territoires dans lesquels elle s'inscrit : relations aux autres activités en milieu rural, santé et qualité de vie des exploitants agricoles et des populations avoisinantes, réduction de la dispersion de produits chimiques toxiques persistant dans les milieux ou créant des déséquilibres écologiques (algues vertes), partage équitable de l'espace et des ressources rares en eau, maintien de la biodiversité des sols, du couvert végétal et des paysages, tous éléments qui appellent tout particulièrement des formes renouvelées de coordination et d'échanges de proximité, à l'échelle locale et régionale, alors même que les productions peuvent être destinées à des marchés lointains.

A travers son appel à projets de 2005, le programme ADD proposait aux équipes de recherche des établissements de recherche spécialisés, mais aussi aux équipes universitaires ou du CNRS de travailler sur les interactions des dynamiques de développement avec l'agriculture, en particulier au niveau des territoires ; l'usage et la préservation des ressources naturelles renouvelables ; l'évolution et l'adaptation des systèmes de production agricole et de transformation agro-industrielle ; les mutations des dispositifs et processus d'innovation et de recherche-développement ;

les rôles respectifs et la cohérence, vis-à-vis du développement durable, des politiques publiques et des marchés.

L'entrée « développement durable » des recherches attendues devait se manifester par :

- l'appréhension des processus de développement selon le triple point de vue de leur viabilité économique, de leur durabilité écologique et de l'équité sociale ;
- la prise en compte du pluralisme d'entités spatiales et organisationnelles pertinentes au regard de ces trois critères ;
- un cadrage temporel permettant de saisir les tensions entre court et long terme ;
- l'attention accordée à la genèse et à la mise en œuvre de projets collectifs, au-delà de l'exploitation ;
- la rénovation des démarches de conception et d'évaluation des innovations destinées à l'agriculture ;
- la collaboration entre sciences biotechniques (agronomie, zootechnie, écologie...) et sciences économiques et sociales, mais aussi le développement de partenariats avec des acteurs

du développement, ces deux éléments étant considérés comme des éléments-clé de la réussite du programme.

Dans un tel cadre, on voit que le développement durable pouvait être abordé à trois niveaux :

- comme une problématique inspirant la formulation de questions de recherche ensuite travaillées selon les concepts et méthodes usuels des disciplines concernées ;
- comme un objet de recherche à part entière ;
- comme le vecteur de pratiques de recherche visant l'intégration des connaissances et celle des actions de développement.

Quinze projets ont été sélectionnés en 2005 et lancés en fin d'année à partir de 56 déclarations d'intentions. Ils ont été achevés pour la plupart courant 2009. Ce sont les résultats de ces projets qui sont présentés sous une forme très résumée dans ce recueil. Il incombe maintenant à chacun d'apprécier la richesse et la pertinence du travail mené au regard des questionnements qui, en 2004-2005, étaient la source de grandes attentes.

**Outils et méthodes pour accompagner
les changements techniques et organisationnels
des activités agricoles
en vue de contribuer au développement durable**

VIN – Quelles interventions publiques et privées pour une réduction de l'utilisation de pesticides en viticulture ?

Louis-Georges Soler, INRA

Courriel : soler@ivry.inra.fr

Mots clefs : Vin, Pesticides, Filières, Consommateurs, Régulation

Equipes participantes

INRA-ALISS UR 1303, Ivry sur Seine.

UMR Santé Végétale INRA-ENITAB, ISVV - IFR103, Bordeaux.

ENITA de Bordeaux, Département DETSI - UPR EGERIE, Bordeaux.

Cemagref - UMR ITAP, Montpellier.

INRA- UMR Ecophysiologie et Génomique Fonctionnelle de la Vigne, ISVV, Bordeaux

Contexte

La viticulture est la seconde source de consommation de pesticides en France après la céréaliculture. Cette dépendance de la culture vis-à-vis des pesticides est la conséquence de plusieurs facteurs : l'absence de solutions génétiques ; l'absence de méthodes alternatives biologiques ou culturales susceptibles de permettre une réduction significative des bio-agresseurs les plus dommageables (à l'exclusion des insectes ravageurs) ; l'enjeu qualitatif, la production de vendanges saines étant

généralement considérée comme une des conditions importantes pour obtenir la qualité de vin requise par le marché.

Pour ces diverses raisons, dans un grand nombre d'exploitations, les programmes de traitement sont conduits selon une stratégie d'assurance qui débouche sur des effets négatifs sur le plan environnemental ou contribue à la sélection de souches de bio-agresseurs résistantes aux pesticides.

Questions posées dans le projet

D'une façon générale, les recherches actuelles visant à une réduction des pesticides utilisés en viticulture explorent 4 grandes voies d'action : le renforcement des défenses naturelles de la vigne ; la création de variétés plus résistantes ; l'innovation technologique au niveau des matériels de pulvérisation ; la mise au point de nouvelles stratégies de traitement. L'intuition qui a guidé le projet était, que dans le cadre de cette dernière voie, des raisonnements innovants en matière de couverture des risques pouvaient être conçus et permettre des réductions sensibles de la charge d'intrants. Pour étayer cette voie d'action, trois questions nous semblaient devoir être examinées :

- Peut-on caractériser des stratégies de traitement compatibles avec les objectifs de production des vins d'AOC et susceptibles de réduire de façon significative les quantités de pesticides utilisés ?

- Dans quelle mesure l'adoption de telles pratiques plus respectueuses de l'environnement peut-elle modifier les équilibres technico-économiques au sein de l'exploitation, tant au niveau des coûts de production que du point de vue des risques économiques auxquels le viticulteur doit faire face ?

- Quels leviers d'action faut-il privilégier pour inciter à l'adoption de ces pratiques et quelle doit être la part d'intervention respective des pouvoirs publics et des opérateurs privés ?

Pour valider l'hypothèse d'une réduction possible des pesticides utilisés en viticulture par l'adoption de nouvelles stratégies de traitement, plusieurs pistes de recherche ont été conduites :

1. Conception, formalisation et expérimentation du « POD Mildium »

Il nous fallait tout d'abord identifier et évaluer sur le plan expérimental une stratégie de traitement visant une réduction significative des pesticides utilisés. Le concept général retenu ici, dénommé « POD (Processus Opérationnel de Décision) Mildium », est basé sur la notion de traitements obligatoires, réalisés quelles que soient les conditions, et de traitements optionnels réalisés en fonction du développement réel ou prévu des épidémies. L'objectif n'est donc pas simplement de limiter le nombre de traitements mais de rechercher un compromis entre réduction globale de la quantité d'intrants et sécurité des performances. Pour atteindre un nombre réduit de traitements, les objectifs privilégiés sont de (i) chercher à éviter toute perte de récolte et non l'absence de tout symptôme des maladies, (ii) chercher à maîtriser les épidémies « faibles » par un nombre restreint de traitements obligatoires et à identifier les épidémies « sévères » afin d'appliquer des traitements supplémentaires, (iii) coupler les stratégies de traitement du Mildiou et de l'Oïdium afin de limiter le nombre d'observations nécessaires aux prises de décisions. Les observations réalisées sont moins nombreuses mais nécessitent une précision supérieure.

Outre l'expérimentation, la formalisation informatique du POD Mildium a été une étape essentielle du processus de recherche. Le modèle ainsi élaboré a jusqu'ici été utilisé à deux fins. Les interventions prédites par le modèle ont été comparées par simulation avec les résultats des expérimentations. Cette comparaison a permis d'analyser plus finement la façon dont le POD est mis en œuvre en pratique. D'autre part, le modèle a servi de référence pour l'établissement de cahiers de protocoles expérimentaux qui ont permis l'élargissement de l'expérimentation au-delà du cercle initial des concepteurs. Grâce à cela, l'analyse critique des décisions préconisées par le POD Mildium dans les différentes situations expérimentales rencontrées devrait fournir le matériau pour des adaptations et des évolutions futures du POD.

2. Evaluation des coûts associés à des stratégies de traitement alternatives

Un des freins parfois affichés vis-à-vis de modes de protection du vignoble plus respectueux de l'environnement est lié aux possibles surcoûts induits par l'adoption de telles pratiques. Les travaux conduits sur ce thème sont cependant peu nombreux, alors que la proposition de nouvelles pratiques à mettre en œuvre, telles que le POD Mildium, devrait s'accompagner de méthodes de gestion capables d'en apprécier l'opportunité économique.

Les travaux conduits dans ce projet visaient à combler, au moins partiellement, cette insuffisance de méthodes. Sur ce plan, le travail a ainsi consisté à (i) proposer une méthode de calcul du coût des stratégies phytosanitaires, (ii) appliquer cette méthode sur le terrain afin d'évaluer l'impact du POD Mildium sur les coûts des différentes exploitations du réseau d'expérimentation et enfin (iii) opérationnaliser la méthode en l'intégrant dans un logiciel pour l'automatisation du calcul du coût de différentes stratégies phytosanitaires.

3. Modélisation bioéconomique pour l'évaluation de stratégies de traitements

Pour construire des stratégies alternatives de traitement, le passage par des phases d'expérimentation est incontournable. Cependant, l'expérimentation butte sur des limites dès lors que l'on veut appréhender les risques associés à ces nouvelles stratégies. Il faut en effet pouvoir tendre vers des analyses fréquentielles et estimer des distributions de performances (quantité, qualité, économiques) selon les conditions de l'année et sous l'effet de stratégies de conduite déterminées. Le recours à la simulation s'avère ici un support important pour évaluer les impacts technico-économiques des stratégies alternatives.

Sur ce plan, on butte cependant sur de réelles difficultés : d'une part, un manque de connaissances sur la dynamique des épidémies, d'autre part, la nécessité d'intégrer des connaissances relevant de champs disciplinaires variés (dynamique des maladies, conduite agronomique de la vigne, évaluation des dommages en quantité et en qualité du raisin et du vin...). En outre, il faut pouvoir relier les dimensions techniques et économiques, dans la

mesure où l'adoption de nouvelles stratégies de traitement peut modifier équilibres coûts/gains/risques au sein de l'exploitation.

Malgré ces difficultés, avancer dans le sens d'une modélisation articulant variables biotechniques et variables économiques nous paraissait important pour (i) mieux identifier quelles sont précisément les connaissances limitantes, (ii) préparer les cadres nécessaires à l'intégration des différents domaines de connaissance à mobiliser, (iii) réaliser de premières évaluations permettant de situer les ordres de grandeur des mécanismes en jeu.

Le modèle bioéconomique élaboré dans le cadre du projet constitue une première étape dans ce sens. Il a été conçu pour évaluer à l'échelle d'une parcelle, sur un ensemble de scénarios climatiques et pour diverses stratégies de traitement, les dégâts occasionnés sur la surface foliaire par les agents pathogènes, les dommages induits sur la récolte et leurs conséquences économiques.

4. Attentes des acteurs des filières et dispositions à payer des consommateurs

Si l'on admet qu'il existe des stratégies de traitement permettant de réduire dans une certaine mesure les pesticides utilisés, la question qui se pose alors est de préciser les mécanismes par lesquels favoriser leur adoption. En matière de régulation environnementale, une voie d'action généralement privilégiée réside dans l'instauration de mécanismes de taxation. En viticulture, un tel mécanisme ne semble pas pouvoir être efficace. Nous nous sommes donc intéressés à la possibilité d'une valorisation des efforts réalisés par un différentiel de prix sur le marché final. Ainsi, les éventuels coûts de changement liés à l'adoption de pratiques moins consommatrices en intrants, voire une croissance

des risques liée à une variabilité interannuelle accrue des performances, peuvent-ils être absorbés par le marché et une disposition à payer plus élevée de la part des consommateurs ? Sous quelles conditions, les messages véhiculés sur l'étiquette (labels, cahiers des charges privés...) peuvent-ils fonder des stratégies de différenciation affectant les décisions d'achat des consommateurs ?

Pour répondre à ces questions, une enquête a été réalisée auprès de différents types d'opérateurs (producteurs, coopératives, négociants, cavistes, grande distribution, interprofession...) afin de cerner la perception des acteurs des filières quant aux démarches environnementales et à la place souhaitable des différents signaux de qualité.

Par ailleurs, afin de mesurer les dispositions à payer des consommateurs pour une réduction des pesticides utilisés, une démarche « d'économie expérimentale » a été privilégiée. Une telle démarche consiste à mettre en place des expérimentations dans lesquelles on cherche à reconstituer en laboratoire une situation économique dans laquelle les consommateurs ont à faire des choix. On contrôle ainsi l'ensemble des variables intervenant dans la situation économique définie. Chaque expérience repose sur un protocole spécifiant les règles relatives à un mécanisme d'enchère précis, et les sujets sont invités à agir dans ce cadre qui permet une révélation effective de leur disposition à payer. Sur la base de ce dispositif, on peut alors mesurer l'arbitrage prix – qualité sensorielle – qualité environnementale fait par les consommateurs ; l'impact de chaque type de signal porté sur l'étiquette ; l'impact du « porteur » du signal, selon qu'il s'agit d'un producteur, d'un négociant ou d'un distributeur.

Principaux résultats

Si l'on essaie de dresser un tableau d'ensemble des principaux résultats obtenus dans ce projet, on peut mettre en avant les points suivants :

- Il existe des stratégies crédibles de traitement permettant de réduire sensiblement les quantités de pesticides utilisées en viticulture. En l'occurrence, la stratégie Mildium expérimentée dans un nombre croissant d'exploitations ouvre une voie d'innovation originale et pertinente pour faire face aux défis environnementaux en viticulture. Elle repose

sur la recherche d'un compromis entre réduction du nombre de traitements et maintien des objectifs de production qui semble accessible dans bon nombre de situations.

- Il est probable que cette stratégie Mildium va se transformer au fur et à mesure de sa diffusion/appropriation par les acteurs concernés. La formalisation qui en a été faite et le modèle d'aide à la décision conçu dans le cours du projet donnent cependant le cadre et les supports pour raisonner ces adaptations et

garantir leur cohérence avec le cadre théorique initial.

- La stratégie Mildium ne paraît pas induire de coûts directs de production sensiblement plus élevés. Sa mise en œuvre à l'échelle de l'exploitation soulève cependant encore des questions ayant trait à l'organisation du travail et aux modalités des observations dans les parcelles qui restent à éclairer.
- Même si des solutions sont envisageables (comme l'externalisation des observations, par exemple), la modification des logiques de production est suffisamment importante pour induire des coûts de changement qui doivent être pris en compte dans la réflexion sur les modalités de son extension.
- En outre si, comme le montrent les premières simulations, la croissance des risques de production paraît très forte au-delà d'une réduction de l'ordre de 20/30% des quantités de pesticides utilisées dans le cadre d'une stratégie de traitement systématique, on ne peut exclure que des diminutions à des taux inférieurs puissent générer une certaine variabilité interannuelle des niveaux quantitatifs et qualitatifs obtenus, et donc induire une relative augmentation des risques qui, même si elle reste modérée, pourrait freiner les engagements dans cette direction de la part des viticulteurs.
- Dans ces conditions, se pose la question de l'éventuelle contrepartie économique à ces efforts de changement ou à cette modification possible (même modérée) des niveaux de risques. De ce point de vue, le débat qui émerge

est celui d'un éventuel label environnemental qui viendrait compléter et clarifier l'offre actuelle de signes de qualité et permettrait de rémunérer les efforts engagés au niveau des exploitations.

- Les travaux menés sur les consommateurs laissent penser que les contreparties à attendre sont faibles. Une explicitation des enjeux environnementaux liés à l'usage de pesticides en viticulture conduit plutôt à une « cristallisation » des consommateurs autour de deux types de réponse : les consommateurs vraiment sensibles à l'environnement basculent plutôt sur les vins biologiques, les autres, peu enclins à valoriser ces engagements sur des produits « intermédiaires », se reportent sur les produits conventionnels dès lors qu'ils sont assurés qu'il n'y a pas d'effets de santé.
- Ces résultats tendent à montrer que la segmentation du marché en 3 niveaux (conventionnel, engagements intermédiaires, biologique) est difficile à mettre en place. Ils poussent à inscrire la stratégie Mildium dans une perspective de remontée du standard de qualité minimum (celle des produits « conventionnels ») plutôt que comme support à des stratégies de différenciation positionnant les produits sur des segments intermédiaires à prix plus élevés et supportés par un signal de qualité spécifique.

La poursuite des collaborations pluridisciplinaires (entre phytopathologie, génie des procédés, agronomie, économie et gestion) conduites dans ce projet devrait permettre de préciser les modalités et conditions de cette évolution.

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Léger B., Naud O. (2009) Experimenting Statecharts for Multiple Experts Knowledge Elicitation in Agriculture. *Expert Systems With Applications*. 36-8 (October 2009), pp 11296-11303.

Léger Bertrand. (2008) Recueil et Formalisation de procédés experts pour conduire une protection intégrée du vignoble. Thèse de doctorat soutenue le 18 décembre 2008. Supagro – Montpellier, Ecole doctorale SPSA. Tuteur : Naud O. Directeurs de thèse : Bellon-Maurel V, Clerjeau.

Bazoche, P., Déola, C. et L.G. Soler, (juillet 2009), "Disposition à payer pour les caractéristiques environnementales : une étude expérimentale des consommateurs de vin ", *Working Paper* ALISS 2009.

Delière L., Cartolaro P., Naud, O., Léger B., Goutouly J.P., Davidou L., Brosse E., Guisset M. (2008) Mildiou et oïdium de la vigne, pour des décisions coordonnées. Conception et évaluation de Mildium, un processus opérationnel de décision pour une gestion fongicide coordonnée à apport réduit. *Phytoma*, n° 621, p. 20-24.

Bazoche, P. ; Cartolaro, P. ; Delhomme, B. ; Deliere, L. ; Goutouly, J.P. ; Léger, B. ; Leroy, P. ; Naud, O. ; Soler, L.G. ; Ugaglia, A.,(2008), "Réduire les pesticides utilisés en viticulture : à quel prix ?", *Revue des Oenologues*, n° 129 ,pp 71-75.

ECOSERRE – Viabilité des systèmes de cultures protégées dans un contexte d'agriculture durable

Thierry Boulard, INRA
Courriel : boulard@sophia.inra.fr

Mots clefs : Serre, développement durable, environnement, économie

Equipes participantes

INRA, UR 880 Unité de Recherches Intégrées en Horticultures
INH, UP Environnement physique de la plante horticole
INRA, UE Sciences pour l'Action et le Développement d'Alénya
INRA, UR Plantes et Systèmes de Culture Horticole
INRA, UR 407 Pathologie Végétale
INRA, UE Lutte Biologique
Université de Versailles-Saint Quentin-en-Yvelines, Laboratoire C3ED,
INRA, UMR Marchés, organisations, institutions et stratégies d'acteurs

Contexte

En cinquante ans à peine, la production de serre est devenue incontournable et elle pourvoit désormais au besoin des populations en fruits et légumes frais et en végétaux d'ornement en toute saison et sous toutes les latitudes. C'est un système de production hyper intensif dont les interactions avec l'environnement naturel (Stanhill, 2002), social et économique sont très fortes, et qui présente vis à vis du développement agricole durable à la fois des faiblesses, voire des déficiences, et des atouts indéniables. Ces aspects contradictoires questionnent sa viabilité dans un contexte

d'agriculture durable. Faute d'une évaluation précise et globale des performances du système, on est conduit à privilégier l'établissement de son état des lieux environnemental, social et économique. L'objectif sous-jacent est de préciser les conditions bio techniques, économiques et institutionnelles qui permettent de proposer un système de production comme celui de la serre, à la fois intensif et respectueux de l'environnement et qui satisfasse aux attendus sociaux, économiques et environnementaux du développement durable.

Questions posées dans le projet

La soutenabilité du système de cultures protégées en France a été évaluée à travers les réponses à 5 grandes questions dont les contours épousent ceux des 5 groupes de travail autour desquels ce projet s'articule:

- 1) Quel est l'état des lieux économique et environnemental du système ?
- 2) Quelle contribution des acteurs de la filière à la promotion d'une agriculture de serre durable ?

- 3) Comment améliorer l'acceptabilité environnementale des pratiques de l'agriculture durable sous serre ?

- 4) Peut-on intégrer ces pratiques dans les processus de production ?

- 5) Comment enfin valider et valoriser ces travaux ?

Hypothèses

Afin d'améliorer les performances environnementales de la serre, l'approche qui a été mise en œuvre privilégie la possibilité offerte par ce système, de découpler l'environnement de la culture des contraintes externes et d'ainsi contrôler précisément ses facteurs de production, physiques ou biotiques, liés au sol ou aériens.

Pour cela, le large éventail des serres existant en France n'a pas été considéré dans sa totalité et sa diversité et on s'est concentré sur ses deux extrémités : la serre lourde et le tunnel. Pour la serre lourde, on s'est orienté vers une fermeture encore plus poussée du système. Pour le tunnel dont la contrôlabilité est moindre, on a surtout insisté, en lien avec les rotations culturales, sur la nécessaire amélioration de la maîtrise des flux hydro-minéraux et de bioagresseurs. Après un état des lieux environnemental détaillé, nous avons analysé les conditions économiques, sociales et institutionnelles qui sont nécessaires à

la mise en œuvre d'une serre durable pouvant résulter des progrès actuellement en gestation, notamment dans le domaine de la maîtrise des flux biotiques et abiotiques. Une intégration globale a été proposée dans le cadre des stations expérimentales de l'INRA et des Instituts techniques de l'horticulture ornementale et légumière, avant d'être confrontée avec la pratique des professionnels.

Le relatif découplage des volets biotechniques et socioéconomiques qui découle de cette approche nous a cependant conduit à élaborer en cours de programme, un cadre conceptuel commun de la serre durable qui a permis de réunir disciplines biotechniques et socio-économiques autour des questions de l'adoption des pratiques durables, de l'analyse de leur variabilité et de l'identification des verrous à leur adoption.

Principaux résultats

L'adoption des pratiques durables : L'étude socio économique de la production durable sous serre et de sa perception par les consommateurs – citoyens souligne d'emblée l'image négative de cette production auprès des consommateurs, la production issue du hors sol étant entendue comme une rupture avec le territoire, les saisons et les méthodes conventionnelles. En contrepoint de cette charge, le constat des bio techniciens qui se sont penchés sur l'évolution des modes de production est nettement plus optimiste et met en avant les progrès récents accomplis vers l'adoption des pratiques durables plutôt que les atteintes actuelles faites à l'environnement.

Il est ainsi montré que des filières de gestion des déchets se mettent rapidement en place et de façon très volontariste, souvent sous la houlette de l'agro-industrie. L'analyse économique montre également que l'efficacité du contrôle sanitaire des principaux légumes cultivés sous serre (tomate & concombre) dépend désormais des acteurs privés, fédérés dans les Organisations de Producteurs (OP) qui contribuent ainsi massivement à la promotion de la protection biologique intégrée, comme l'attestent les chiffres de 65% des surfaces de tomate et 90% des surfaces de concombre actuellement conduites en PBI en France (Trottin Caudal *et al.*, 2008). Cette analyse révèle par contre que le recyclage des solutions en culture légumière hors sol est rarement mis en œuvre et qu'un avantage environnemental essentiel du système est ainsi négligé. En culture en sol, la mise à

disposition récente d'outils performants de gestion de l'azote, via notamment des outils d'aide à la décision de fertilisation, devrait aboutir rapidement à une meilleure gestion des intrants minéraux.

Bien que peu mise en exergue en 2005 lors de l'élaboration du projet EcoSerre, la question de l'utilisation d'énergie de chauffage, rappelée par la récente crise énergétique, apparaît désormais pour tous les acteurs du système, comme son principal facteur de non durabilité. L'analyse des pratiques montre en effet qu'une part essentielle du gisement potentiel d'économie (20% environ) a déjà été exploitée et que, s'il n'existe pas de solution unique en alternative à l'utilisation des sources d'énergie fossile pour le chauffage des serres, différentes voies et leviers d'action ont été bien identifiés.

L'état des lieux du système serre a été conduit sur le plan environnemental à travers une analyse de cycle de vie (ACV) de la production de tomate et une analyse économique. L'ACV s'appuie notamment sur une étude exhaustive des consommations nationales d'énergie en serre réalisée par les Instituts Techniques (ADEME, 2007). Elle révèle que le chauffage génère à la fois le principal élément de fragilité économique et un impact environnemental majeur (environ 80 à 90% de l'impact global du système sur l'environnement et la santé humaine). Inversement le tunnel qui ne pâtit pas de l'utilisation de chauffage, affiche un impact

environnemental bien plus faible (jusqu'à 20 fois moindre pour certaines classes d'impact) que la serre lourde chauffée. Alors qu'aucune alternative globale à l'utilisation des hydrocarbures fossiles ne semble émerger, le chauffage apparaît donc comme le facteur principal de non durabilité du système.

Dans un milieu confiné comme la serre, la lutte phytosanitaire chimique est également un sujet de préoccupation majeur. Ses conséquences ont été étudiées conjointement dans le cadre formel de l'ACV, et dans celui d'une étude d'exposition aux pesticides des travailleurs de serre. Il apparaît que si l'impact environnemental des pesticides utilisés est faible pour la population et les consommateurs en général (résultat de l'ACV), leurs conséquences sont singulièrement plus préoccupantes pour les travailleurs sous serre, souvent exposés au-delà des normes tolérables (résultat de l'étude d'exposition), que pour le reste de la population.

Une autre conclusion importante de cet état des lieux environnemental est qu'il n'existe pas de système de culture abritée qui soit un modèle vis-à-vis du développement durable. Ainsi la serre lourde légumière qui est bien placée par rapport à la PBI, utilise massivement de l'énergie de chauffage. Inversement, le tunnel non chauffé dont l'impact environnemental est faible, utilise plus de pesticides, de fongicides notamment, qui menacent la santé des travailleurs.

Malgré cette relative ambiguïté, un résultat est acquis: le poste chauffage est la cause majeure de non durabilité du système et l'abri froid est incomparablement moins polluant que la serre chauffée.

L'étude de l'acceptabilité sociale et économique a révélé que la production sous serre se distingue surtout des autres productions agricoles par son caractère hyper intensif et quasi-industriel. Une maîtrise parfaite du système de production est requise, qui favorise les instruments fondés sur le conseil, le suivi et l'information (Blanquart, 2009).

Pour la production de tomate de serre, les enquêtes de consommateurs confirment cette perception: le serriste est assimilé à un entrepreneur qui répond préférentiellement à des objectifs de rentabilité économique et qui est peu préoccupé par l'impact environnemental de sa production et la qualité organoleptique ou sanitaire de ses produits; alors que ces questions sont au centre des préoccupations du consommateur (Sirieix et al., 2009).

L'analyse du contrôle de la qualité sanitaire révèle que les producteurs et les importateurs sont désormais fortement impliqués dans le contrôle de la qualité et que son efficacité dépend des règles mises en place, notamment au niveau collectif. Dans le cas des producteurs de tomate, la Charte Nationale qui fédère la majorité des Organisations de Producteurs organise non

seulement le contrôle du produit mais aussi celui des pratiques culturales à travers la mise en oeuvre d'un code de bonnes pratiques agricoles durables où la PBI joue un rôle central. L'analyse de la dimension économique montre que le risque commercial et la pression de la clientèle jouent désormais un rôle au moins aussi important que la réglementation et le risque pénal dans le fonctionnement de ces dispositifs collectifs de contrôle.

L'amélioration de l'acceptabilité environnementale découle dans notre approche, d'une maîtrise accrue des flux, qu'ils soient biotiques ou abiotiques. Le flux énergétique joue un rôle central et l'étude conduite sur "l'utilisation rationnelle de l'énergie dans les serres et les leviers d'action" a permis de cerner très précisément son poids et son évolution. Si des modèles précis d'estimation des consommations d'énergie de chauffage et de déshumidification ont été mis au point, seules des pistes ont été proposées en alternative à l'utilisation d'hydrocarbures fossiles pour le chauffage des serres, une telle étude dépassant largement le cadre de ce projet. Ces travaux ont cependant conforté l'émergence de dispositifs alternatifs (chauffage par pompe à chaleur ou au bois) dont on observe progressivement le développement de nouvelles réalisations.

Sous nos latitudes, l'utilisation des serres durant toute l'année et notamment la période estivale est un pré requis de sa durabilité économique. Pour y parvenir l'aération naturelle des serres a été optimisée grâce à l'utilisation de logiciels de mécanique des fluides (CFD) et la mise au point de filets insect-proof ultra perméable à l'air autorisant ainsi une bonne climatisation en période chaude.

Sur un plan des transferts biotiques, on sait que la réussite de la protection biologique intégrée en serre résulte de la juxtaposition d'un ensemble de connaissances et de méthodes partielles de protection dont il faut tester la cohérence d'ensemble (van Lanteren, 2000). Choissant le modèle d'une maladie fongique comme *B. cinerea*, nous avons d'abord évalué l'importance respective de l'inoculum interne et externe dans l'épidémiologie sous serre. Les différentes approches utilisées (modélisation des flux de spores, détermination de la structure génétique des populations) ont permis de mettre en évidence l'influence de l'inoculum interne dans l'épidémiologie de la maladie sous serres. Des études ont été menées sur la durabilité des méthodes de protection biologique. Elles mettent en évidence la capacité de ce champignon à rapidement évoluer vers le contournement de l'effet d'un antibiotique produit par des agents de protection biologique (Ajouz et al., 2009), cette résistance étant accompagnée toutefois d'un fort coût de 'fitness' pour la souche. Plus généralement il a été montré que l'optimisation de la protection biologique est

subordonnée à l'étude de la compatibilité des différentes méthodes développées (ex. : 3 produits biologiques contre 3 bioagresseurs de serres) et à la connaissance de la dynamique spatio-temporelle des attaques (exemple de la cochenille farineuse).

Le contrôle général du process et la production intégrée ont été testés à la fois pour la production ornementale et légumière, en serre chauffée et en abri froid selon deux principales modalités :

1. *A travers des études sur l'amélioration de méthodes en gestation dans les domaines clés du contrôle climatique, de la reconnaissance automatisée des bioagresseurs, de la protection phytosanitaire intégrée et de l'amélioration de la qualité des fruits.* Il a ainsi été montré que sur tomate (Bénard et al., 2009), une réduction de moitié des apports azotés permettait de limiter la pollution environnementale et améliorerait sensiblement la qualité des fruits, notamment à travers l'augmentation de leur teneur en sucre.

2. *Grâce à l'intégration de ces pratiques dans le cadre d'une production intégrée qui a été déclinée à la fois sous serre lourde et en tunnel froid.* Des stratégies de gestion globale des cultures ont été élaborées pour la serre lourde (cultures de rose et de tomate), avec des règles d'action privilégiant simultanément la réduction des consommations d'énergie et le recours aux méthodes de PBI. Leur test dans des expérimentations système a permis d'adapter l'utilisation des auxiliaires aux restrictions de chauffage. Il a ainsi été montré que les conduites économes en énergie, basées sur la prise en compte de la plasticité de la réponse des plantes à leur environnement thermique, permettent de limiter de

15% à 20% la consommation de chauffage sans entraver la lutte intégrée. Sur le front de la limitation des rejets minéraux, il a été établi que le recyclage intégral sur le long terme des effluents de culture hors sol était possible, tant pour le rosier (déjà acquis) que la tomate. Pour le tunnel, il s'est agi de limiter à la fois l'utilisation des pesticides (fongicides surtout) et des rejets minéraux. Pour ce faire un outil d'aide à la décision a été réalisé, qui intègre une grille de pilotage finalisée des apports azotés et permet de très fortes économies en eau (37%) et en engrais (30%).

La validation de ces pratiques en légumes et fleurs coupées sous serre. Dans le nouveau contexte de production marqué par la crise de l'énergie et le renforcement des réglementations concernant l'usage des produits phytosanitaires et des rejets minéraux, l'ensemble des résultats précédemment cités retient l'attention des serristes qui sont devenus plus réceptifs aux innovations techniques répondant aux exigences de durabilité. Ce sous programme a donc fait l'objet d'un projet associé ; financé par le CASDAR, qui se poursuit jusqu'à la fin de 2009. Il concerne la validation particulière d'outils innovants actuellement en gestation tels que des logiciels d'optimisation de consommation énergétique et de contrôle de la climatisation estivale des serres, mais aussi le test de systèmes globaux plus durables, où l'effort se concentre sur l'intégration des pratiques concernant les deux principaux items précédemment identifiés: 'la réduction de la consommation énergétique' d'une part et la 'maîtrise de l'efficacité de la production intégrée' d'autre part.

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Ajouz S., Bardin M., Troulet C., Riqueau G., Decognet V., Leyronas C., Walker A-S., Leroux P. and Nicot P.C., 2009. Baseline sensitivity of *Botrytis cinerea* to pyrrolnitrin, an antibiotic produced by several biological control agents. IOBC/wprs Bulletin 49:51-56.

Benard C., Gautier H., Bourgad F., Grasselly D., Navez B., Caris-Veyrat C., Weiss M., Génard M., 2009. Effects of low nitrogen supply on tomato (*solanum lycopersicum*) fruit yield and quality with special emphasis on sugars acids, ascorbate, carotenoids and phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. 2009, 57, 4112–4123.

Blanquart S, 2009. Role of multicriteria decision (MCDA) to promote sustainable agriculture: heterogeneous data and different kinds of factors in a decision process, International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology, vol.8, n°2/3/4, 2009.

Sirieux L., Salançon A., Rodriguez C. Consumer perception of vegetables resulting from conventional field or greenhouse agricultural methods. Working Paper Moisa 7/2008. 22 p. soumis à "International Journal of sustainable development".

DST – Dégradation physique des Sols liée au Tassement : impact, prévision, prévention, suivi, cartographie

Guy RICHARD, INRA

Courriel : Guy.Richard@orleans.inra.fr

Mots clefs : Sol, Dégradation, Tassement, Environnement

Equipes participantes

AgroParisTech, UMR Agronomie Grignon
Arvalis Boigneville et Estrées-Mons
CIVC Epernay
ENPC, UMR CERMES Marne La Vallée
INRA, UMR Economie Publique Paris
INRA, UMR EMMAH Avignon
INRA, UPR BEF Nancy
INRA, UPR PESSAC Versailles
INRA, UPR PSH Avignon

INRA, UPR Science du Sol Orléans
INRA, US Agroclim Avignon
INRA, US Agro-Impact Laon-Mons
INRA, US InfoSol Orléans
ITB Paris
ONF Orléans
Université La Rochelle, UMR LIENSs
Université Paris 6, UMR Sisyphe

Contexte

La préservation des ressources naturelles est l'un des domaines de recherche en lien avec la problématique du développement durable. Parmi ces ressources, le sol occupe une position particulière de par ses fonctions à la fois agronomiques (produire en quantité et qualité) et environnementales (épurer l'air en stockant du carbone, épurer l'eau en dégradant des polluants, recycler des déchets, accroître la biodiversité...). Ressource non renouvelable à l'échelle humaine, les sols posent aujourd'hui de nombreuses questions quant à leur évolution et à leur possible dégradation en fonction des changements d'usage et de climat à venir. Le tassement est une des causes possibles de cette

dégradation des sols (cf. la communication sur la protection des sols de l'UE de 2002). Il est lié à la mécanisation des activités agricoles et forestières et résulte des multiples passages d'engins agricoles et forestiers sur un sol dont la portance est réduite par une teneur en eau excessive. En réduisant les capacités d'aération et d'infiltration des sols, en limitant l'enracinement des cultures, le tassement affecte de nombreuses fonctions agronomiques et environnementales des sols. A ce titre, il représente une forte préoccupation des acteurs en agriculture, sylviculture et environnement. En effet, le tassement concerne désormais aussi bien les sols cultivés que les sols forestiers.

Questions posées dans le projet

De nombreuses questions subsistent concernant l'ampleur de cette dégradation en fonction de la nature des sols et de leur occupation, l'évaluation de ses conséquences agri-environnementales, la quantification de son impact économique, son évolution en fonction des changements de climat

et de pratiques, sa remédiation naturelle. Le projet DST a proposé une action de recherche sur le tassement des sols agricoles français visant à mobiliser l'ensemble des connaissances actuelles et à développer de nouvelles voies de

recherche pour contribuer à :

- quantifier les impacts du tassement sur les fonctions environnementales du sol ;
- quantifier les conséquences économiques des tassements ;

- identifier les conditions, actuelles et à venir, de l'utilisation des sols conduisant à des problèmes de tassement des sols ;
- prévenir l'occurrence de ces conditions ;
- suivre sur le territoire l'évolution des tassements des sols.

Hypothèses

L'objectif du projet DST (Dégradation des Sols liée au Tassement) était d'évaluer les risques de dégradation des sols liée au tassement. Pour cela, l'ensemble des connaissances actuelles a été mobilisé et de nouvelles voies de recherche ont été explorées pour définir des indicateurs de la dégradation des sols, pour produire des outils de prévision et de cartographie des risques, et pour proposer des moyens de prévention. Le projet DST a réuni des compétences concernant la caractérisation du sol et de son évolution et le fonctionnement du système sol/plante. Il a couplé des approches biophysiques et économiques en privilégiant une méthodologie basée sur la modélisation. Il a bénéficié d'expériences de terrain acquises dans des conditions relativement variées de sol, de climat et de type de systèmes de production. Les laboratoires de recherche qui ont pris part au projet travaillent en agriculture, en géophysique ou en génie civil et sont spécialisés dans la caractérisation et la modélisation, spatialisée ou non, du fonctionnement physique du sol et du système sol/plante. Enfin, le projet a associé des laboratoires de recherche et des organismes « professionnels » en charge des principales productions (grandes cultures, vigne et forêt). Jusqu'à maintenant, les cartographies de la

sensibilité des sols au tassement ont été réalisées à partir de deux types d'information :

- une estimation de la déformabilité du sol, à dire d'expert en fonction de sa texture et de la masse volumique actuelle du sol et éventuellement modulée en fonction du bilan [Pluie - Evapotranspiration Potentielle] ;
- une estimation de la pression de pré-consolidation du sol estimée par classe de taux d'argile à un potentiel de l'eau donné.

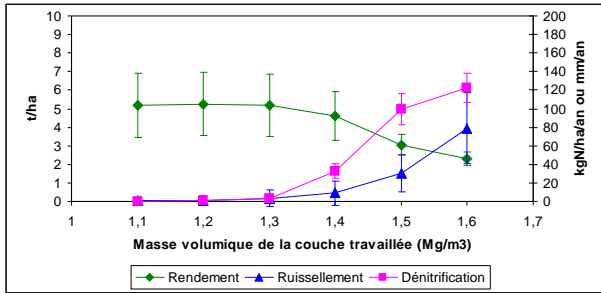
Une cartographie moins grossière de la sensibilité des sols au tassement suppose de spatialiser à la fois la déformabilité « intrinsèque » du sol et le nombre de jours durant lesquels le sol est au-delà des teneurs en eau « critiques » en fonction des engins utilisés. Nous faisons donc l'hypothèse que l'utilisation de fonctions de pédo-transfert mécaniques et hydrodynamiques dans les modèles de prévision de la teneur en eau et du tassement des sols et que la prise en compte de l'occupation du sol, et des pratiques nous permettra d'améliorer significativement notre prévision des risques de tassement, malgré toutes les limites des modèles utilisables à l'échelle du territoire national (hypothèse d'homogénéité du sol, non prise en compte des transferts d'eau latéraux, notamment).

Principaux résultats

Les principaux acquis du projet concernent :

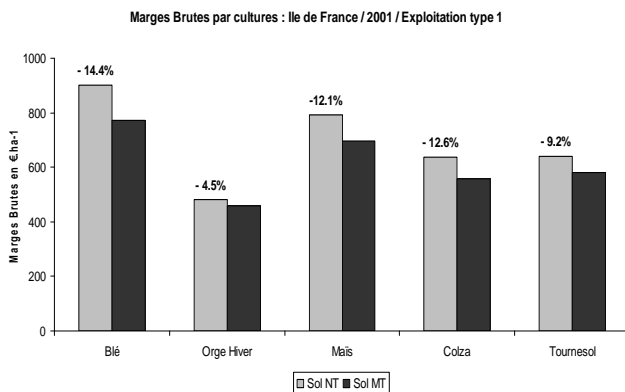
- La quantification des effets du tassement sur différents processus biophysiques, par mesures in situ et par modélisation : population de vers de terre, drainage, ruissellement et érosion, lixiviation du nitrate, émissions de gaz à effet de serre, rendement, en interaction avec les changements climatiques. Les résultats obtenus permettent de discuter de la notion de sol tassé et de teneur en eau critique : c'est en dessous d'un indice des vides structuraux de $0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$

(correspondant à une masse volumique de $1,45 \text{ g cm}^{-3}$ en sol limoneux) sur 15 cm d'épaisseur qu'on peut considérer un sol comme tassé. Cet indicateur vient compléter les références obtenues à partir de l'indice S de Dexter, de la Packing Density ou bien de la masse volumique relative.



Effet de la masse volumique de la couche labourée sur les variations de rendement, d'azote dénitrifié et de lame d'eau ruisselée (simulation STICS d'une culture de maïs en sol limoneux)

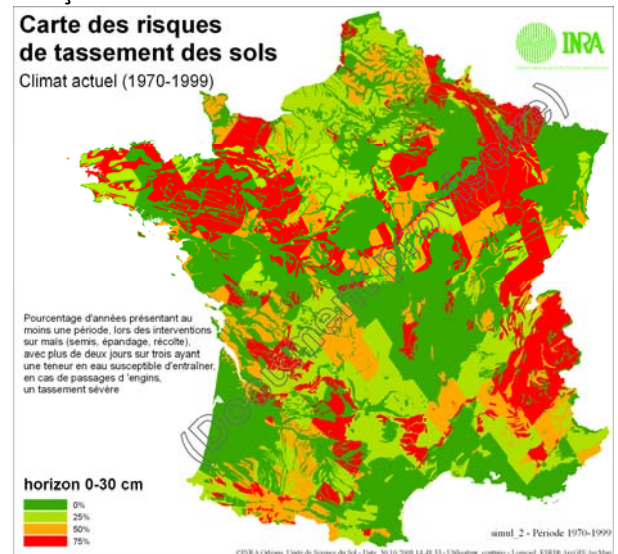
- La quantification, à l'échelle régionale, des effets du tassement sur les marges brutes, les allocations de culture et des émissions de gaz à effet de serre à l'aide d'un modèle d'offre agricole (AROPA) en fonction du niveau d'une taxe de premier rang (N₂O émis) ou de second rang (N minéral apporté) et l'analyse de l'effet de l'introduction d'une taxe de 1^{er} rang comme outil public d'incitation à la protection des sols. Le couplage entre le modèle biophysique et le modèle économique a été basé sur les variations des courbes de réponse à l'azote apporté, du rendement des cultures et des émissions de N₂O en fonction du niveau de tassement du sol. Nos résultats montrent que le tassement aboutit à une diminution de la marge brute des principales cultures d'environ 10 % et ne modifie qu'à la marge l'allocation des terres aux différentes cultures. Il apparaît que selon le montant d'une éventuelle taxe sur la quantité de N₂O émis, les producteurs auraient intérêt, dans le cas d'une succession betterave/blé, à avancer la date de récolte de la betterave et à avancer la date de semis du blé plutôt qu'à retarder au maximum la récolte de la betterave (pour maximiser le rendement de la betterave). Il est ainsi démontré la faisabilité de mesures incitatives pour la protection des sols par des outils de politiques publiques.



Impact du tassement sur les marges brutes de principales grandes cultures d'Ile de France en 2001.

Les marges brutes ont été calculées pour deux conditions de sol (paramétrage de STICS) : non tassé (NT) et tassé (MT). Marges exprimées en €/ha.

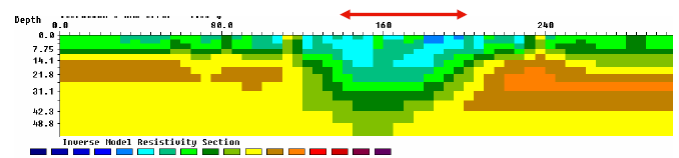
- L'élaboration d'une méthodologie pour établir la carte des risques de tassement des sols français.



Cartographie des risques de tassement des sols (simulation réalisée pour une teneur en eau critique égale à la teneur en eau à la capacité au champ quel que soit l'engin utilisé)

La méthodologie est basée sur le nombre de jours durant lesquels une intervention engendre un tassement sévère du sol du fait d'une teneur en eau supérieure à la teneur en eau critique. C'est le modèle STICS qui, paramétré à partir de la base de données géographique des sols français au millionième, calcule l'évolution de la teneur en eau du sol en fonction de la culture et pour 30 années climatiques. Une première cartographie est proposée sur la base d'un paramétrage par défaut du comportement hydromécanique des sols français. Elle sera améliorée à partir de l'ensemble des résultats acquis au cours du projet sur la prévision des tassements.

- L'évaluation des méthodes électriques et magnétiques pour la caractérisation et le suivi du tassement.

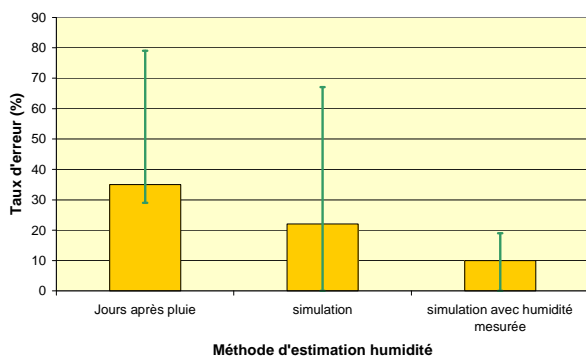


Tomographie électrique sur un profil de sol (site de Limoron) présentant une bande tassée (au centre du profil indiquée par une double-flèche rouge).

Nos résultats montrent que ces deux méthodes sont aptes à identifier des zones tassées. L'état des connaissances sur la signification du signal électrique est plus avancé : des mesures en

conditions sèches et humides permettent de localiser les zones à forte masse volumique. Un test en aveugle est actuellement conduit pour évaluer le degré d'opérationnalité de la méthode.

- La proposition d'un système d'avertissement agricole basée sur la prévision à cinq jours de la teneur en eau du sol à partir du modèle de transferts hydriques TEC. L'ensemble de la démarche a été testé avec succès. Il reste à rendre opérationnel un tel système en partenariat avec la profession agricole.



Taux d'erreur dans l'appréciation du niveau d'humidité du sol par rapport à une valeur seuil prise ici comme l'humidité à la capacité au champ. L'histogramme correspond à la moyenne obtenue sur 7 sols couvrant une large gamme de sols. Les barres d'erreur correspondent à la gamme des taux rencontrés avec les 7 sols

Publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Baranger E., Jayet P.A., Roger-Estrade J., Richard G. Coupling a biophysical and micro-economic model to assess environmental and economic consequences of agricultural soil degradation due to compaction. *Agricultural Systems*, soumis.

Capowiez Y., Cadoux S., Bouchand P., Roger-Estrade J., Richard G., Boizard H., 2009. Experimental evidence for the role of earthworms in compacted soil regeneration based on field observations and results from a semi-field experiment, *Soil Biology and Biochemistry*, 41, 4, 711-717.

Saffih-Hdadi K., Défossez P., Richard G., Cui Y.-J., Tang A.M., Chaplain V., 2009. A method for predicting soil susceptibility to the compaction of surface layers as a function of water content and bulk density. *Soil and Tillage Research* (in press).

Séger M., Cousin I., Frison A., Boizard H., Richard G., 2009. Characterisation of the structural heterogeneity of the soil tilled layer by using in situ 2D and 3D electrical resistivity measurements. *Soil and Tillage Research*, 103, 2, 387-398.

Tang A.M., Cui Y.J., Eslami J., Défossez P., 2009. Analysing the form of the confined uniaxial compression curve of various soils. *Geoderma*, 148, 3-4, 282-290.

GeDuQuE – Innovations agro-écologiques et organisationnelles pour une Gestion Durable de la Qualité de l’Eau dans des régions de monoculture à forts niveaux d’intrants phytosanitaires

Christian Gary, Inra
Courriel : gary@supagro.inra.fr

Mots clefs : pesticides, pollution, système de culture, bassin versant, exploitation agricole, mesures incitatives

Equipes participantes

Inra, UMR System
Inra, UR APC Guadeloupe
Cirad, UPR Systèmes bananes et ananas
Inra, UMR Innovation
Cemagref, UMR Itap
Inra, UMR Lameta
Inra, UMR Lisah
Enesad, UMR Listo
Cirad, UMR Moisa
Cirad, UMR Tetis

Contexte

La durabilité des systèmes de monoculture (semi-)pérennes comme ceux des bassins viticoles en Languedoc ou des bassins bananiers aux Antilles est questionnée, en lien avec les menaces de pollution des eaux par des produits phytosanitaires qu’ils utilisent souvent de façon intensive. Leur faible biodiversité limite la régulation des pathosystèmes. La préservation de la qualité des eaux a un coût, souvent supporté collectivement, et les agriculteurs hésitent à intégrer les coûts d’innovations visant à réduire l’impact environnemental de leur activité. Enfin la cohabitation fréquente avec d’autres activités humaines et la concurrence pour la ressource en eau multiplient le nombre d’acteurs concernés par le devenir de ces activités agricoles. Cela

conduit à des mesures réglementaires (interdictions d’usage de pesticides) ou des évolutions du marché (cahiers des charges commerciaux sur la qualité des produits ou les impacts environnementaux) qui imposent une évolution rapide du jeu de contraintes sur les activités agricoles. La faible diffusion de techniques de production moins polluantes témoigne de l’existence d’obstacles liés à la fois à un déficit de connaissances fondamentales et d’alternatives techniques opérationnelles et à des freins organisationnels, économiques et sociaux qui jouent à différentes échelles d’espace (parcelle, exploitation agricole, bassin versant, zone de collecte des produits...) et de temps.

Questions posées dans le projet

Le projet répond à trois objectifs scientifiques :

1- identifier et mettre en cohérence dans l'espace et dans le temps des innovations techniques à finalité écologique permettant de réduire les flux de produits phytosanitaires, de la réduction de la pression parasitaire à la limitation de la source de polluants au sol et de leur diffusion dans les bassins versants ; l'accent est mis sur les interactions entre techniques et entre échelles de mise en œuvre, sur l'agencement spatial des pratiques et les effets de seuil ;

2- évaluer les conditions d'adoption, de mise en œuvre et d'adaptation de ces innovations candidates par les exploitations agricoles ; analyser les facteurs contribuant aux choix stratégiques en matière d'interventions culturelles et les mécanismes d'élaboration de la

décision tactique : objectifs de production (quantité, qualité), gestion des ressources productives, coûts et économies permises par les alternatives techniques, gestion des risques, circulation de l'information, environnement réglementaire et commercial ;

3- identifier et évaluer certaines formes d'organisation collective permettant aux différents acteurs de préserver durablement la ressource en eau ; cela passe par une meilleure connaissance du système de production et de diffusion de l'information scientifique et technique (encadrement technique, réseaux relationnels...), et par l'identification des entités collectives jouant localement sur les émissions de polluants et des instruments qu'elles mettent en place.

Hypothèses

1- Dans les deux études de cas, *des déterminants économiques ont poussé à la simplification des systèmes de culture* (monoculture à forts niveaux d'intrants), *alors qu'une approche environnementale conduirait au contraire à les complexifier* (introduction de rotations ou d'associations de cultures, aménagements du paysage...) pour réduire la demande en intrants et les pollutions associées, notamment au niveau de l'eau.

2- Il faut passer à des pratiques agricoles moins polluantes à une échelle pertinente pour espérer un impact sur la qualité de l'eau, c'est-à-dire au minimum celle du bassin versant. Ces pratiques nouvelles doivent être mises en œuvre par des exploitations agricoles, gérant chacune un ensemble de parcelles dans cet espace et communiquant entre elles et avec différents interlocuteurs (organismes de développement agricole, entreprises d'agrofourniture et de conseil, administrations...). *Cela suppose l'assemblage d'innovations techniques et organisationnelles de différentes natures et à*

différentes échelles : techniques de production sur des parcelles distribuées dans l'espace, organisation spatiale des éléments de paysage, fonctionnement technico-économique des exploitations et des structures de collecte et de mise en marché, modalités de gestion collective du risque de pollution.

3- En termes méthodologiques, *l'évaluation intégrée (integrated assessment) de la contribution des innovations au développement durable des bassins versants étudiés doit reposer sur l'articulation de processus à différents niveaux d'intégration spatiaux et temporels, le chaînage des modèles correspondants, et l'agrégation d'indicateurs de différentes natures* (environnementaux, économiques, sociaux) (van Ittersum et al., 2008). Plusieurs approches ont été explorées dans ce domaine ; elles ont en commun une vision systémique du problème, la mobilisation concertée de plusieurs disciplines scientifiques et l'utilisation de modèles pour simuler les performances de différents scénarios (Parker et al., 2002).

Principaux résultats

La dynamique du projet a conduit à mettre en œuvre *une même boucle de conception/évaluation sur les deux terrains*, avec des déclinaisons méthodologiques différentes et/ou complémentaires. Cette boucle fait se succéder les étapes suivantes : (1) évaluation de l'impact du contexte social et institutionnel sur les choix

stratégiques des agriculteurs, (2) identification de stratégies innovantes, (3) construction de systèmes candidats et des modèles d'action correspondants, (4) évaluation de leurs performances agronomiques et environnementales, (5) étude de l'adoptabilité des systèmes innovants.

1- Impact du contexte social et institutionnel sur les choix stratégiques des agriculteurs

L'analyse du poids du contexte social et institutionnel sur les choix stratégiques actuels des agriculteurs a été réalisée, sur les bassins bananiers et viticoles, à partir de l'observation et de la modélisation des réseaux de dialogue entre agriculteurs et des mécanismes institutionnels mis en place pour assurer la gestion de la qualité de l'eau. L'analyse des réseaux de dialogue entre agriculteurs révèle qu'il existe des échanges d'information plus actifs sur les stratégies en situation de crise que sur les techniques, et que certaines configurations spatiales sont favorables aux échanges. Leur représentation dans un modèle multi-agent permet d'analyser la sensibilité de la diffusion de l'information et de la diffusion des systèmes de culture innovants à la structure des réseaux de dialogue. Il apparaît que le nombre des liens, plus que leur force, conditionne la diffusion des innovations techniques.

Les institutions mettent en place des instruments spécifiques pour prendre en charge la question de la qualité des eaux. L'observation de leur mise en œuvre montre que l'impact des mesures coercitives est limité et que la mobilisation des agriculteurs par les mesures incitatives et pédagogiques est inégale.

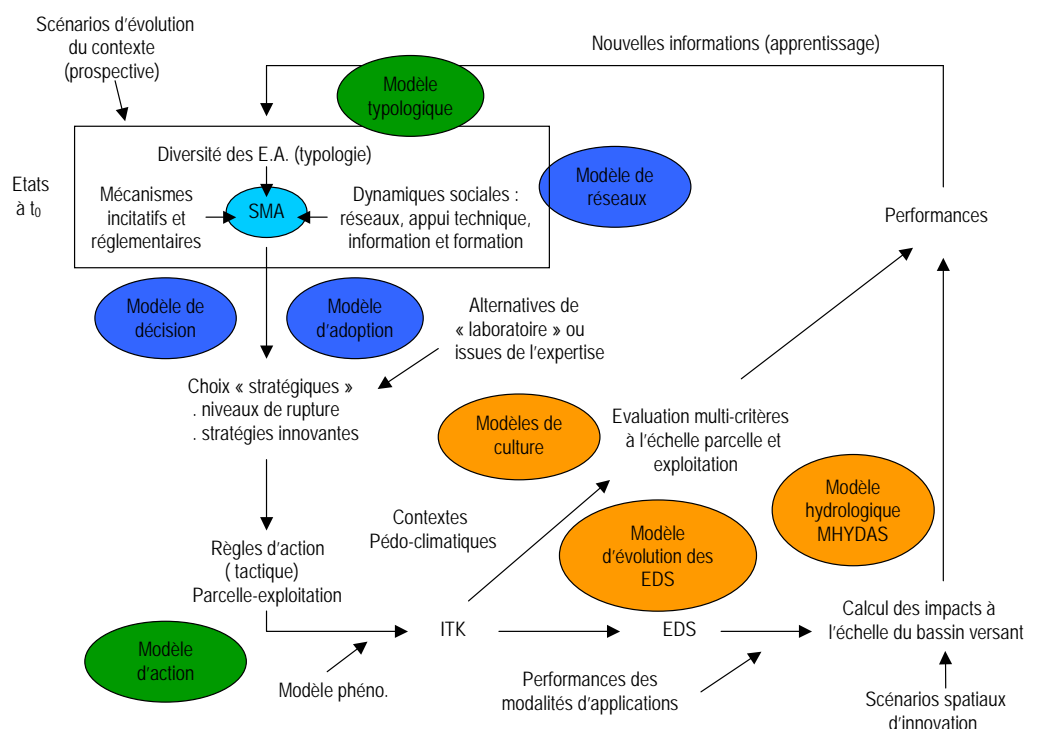
La modélisation permet d'explorer des outils économiques non conventionnels, tels que l'allocation de permis à polluer, plus adaptés au caractère diffus de la pollution par les pesticides agricoles.

2- Identification de stratégies innovantes

L'exploration de solutions techniques potentiellement innovantes pouvant être proposées à une diversité de types d'agriculteurs a pris des formes différentes dans les bassins bananiers et viticoles, même si elle s'est appuyée dans les deux cas sur des typologies d'exploitations agricoles. Dans le contexte de la production bananière antillaise, le choix a été fait d'intégrer des nouveautés techniques issues de la recherche et du développement par une démarche de

prototypage. Une typologie des exploitations bananières a été bâtie sur les caractéristiques et les performances des systèmes de culture et sur le contexte économique et pédo-climatique. Pour chaque type de ferme, experts et agriculteurs ont identifié les améliorations potentielles dans le sens du développement durable, les fonctions et techniques à promouvoir, les prototypes permettant de réaliser ces objectifs, la réduction ou l'augmentation des contraintes qui en résulteraient, et la compatibilité des prototypes avec les types de fermes.

Dans le cas des bassins viticoles, l'accent mis sur l'évaluation spatialisée des impacts environnementaux de la nature et de la distribution des systèmes de culture a conduit à orienter la typologie d'exploitations agricoles sur les



comportements techniques. C'est donc une typologie de modèles d'action qui a été construite à partir d'une observation par enquêtes des itinéraires techniques d'entretien du sol et de protection phytosanitaire, les variables de structure et de performances étant considérées comme des variables supplémentaires. La typologie permet d'identifier des systèmes vertueux, déjà existants, et dont on souhaite promouvoir la généralisation. A chaque type est associé un modèle décisionnel, destiné à prédire des séquences d'interventions techniques et permettre ainsi une évaluation de ses performances agronomiques et environnementales. On peut ainsi simuler les conséquences de différents scénarios de distribution spatiale des types d'exploitations agricoles et des modèles d'action associés.

3- Evaluation des performances des systèmes candidats

Plusieurs instruments d'évaluation des performances économiques et environnementales des systèmes candidats ont été mobilisés, en tenant compte de l'état de l'art sur les deux systèmes étudiés. Pour les bassins bananiers, l'activité s'est concentrée autour d'un modèle bio-physique (Simba) simulant la dynamique de l'ensemble sol – culture – nématodes sous l'effet des systèmes de culture envisagés, et d'un modèle bio-économique (Banad) simulant les performances économiques (revenu, charge en travail...) des exploitations adoptant ces systèmes de culture. Pendant le développement de fonctions spécifiques aux écosystèmes tropicaux dans le modèle hydrologique MHYDAS, l'évaluation de l'impact environnemental des pesticides a été réalisée à l'aide d'un indicateur agri-environnemental, Rpest.

Dans les bassins viticoles, l'avancement du modèle MHYDAS a justifié un plus grand investissement sur l'évaluation des effets de la distribution temporelle et spatiale des pratiques agricoles sur la circulation de l'eau et des polluants dans un site atelier. L'accent a été mis sur les échanges surface-souterrain, sur la distribution des dépôts de pesticides entre différents compartiments, et sur le passage de simulations événementielles à des simulations continues. Ce dernier point était essentiel pour la prise en compte des séquences d'opérations culturales associées aux systèmes de culture

candidats. Une attention particulière a été portée aux conditions d'utilisation du modèle MHYDAS hors du site atelier, dans des bassins versants moins bien renseignés, par une approche d'expérimentation numérique. La modélisation de la vigne a servi une activité de génération de systèmes de culture innovants par simulation et analyse multicritère.

4- Adoptabilité des systèmes innovants

Enfin, l'adoptabilité des systèmes de culture innovants a été évaluée sur les bassins bananiers à l'aide d'un modèle économétrique de choix discret. Cette approche combine des épreuves d'adoption auxquelles des agriculteurs sont soumis par enquête, et la recherche de corrélations avec des variables descriptives des systèmes de culture, des exploitations agricoles et de leur contexte économique, institutionnel et physique. Les taux d'adoption des différentes innovations techniques sont variables. De fortes interactions sont observées entre d'une part les caractéristiques des innovations techniques et des politiques d'accompagnement et, d'autre part, le niveau d'anticipation des agriculteurs. L'accès à l'information et au crédit ainsi que l'aversion au changement jouent des rôles importants.

Ainsi, dans le temps limité d'un projet de recherche, les équipes participantes ont mobilisé des outils méthodologiques, de nature ou d'état d'avancement quelquefois différents, dans une même boucle de conception/évaluation d'innovations techniques et organisationnelles.

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Ripoche A., Celette F., Cinna J.P., Gary C., 2009. Design of intercrop management plans to fulfil production and environmental objectives in vineyards. *European Journal of Agronomy*, doi:10.1016/j.eja.2009.05.005.

Blazy J.-M., Ozier-Lafontaine H., Doré T., Thomas A., Wery J., 2009. A methodological framework that accounts for farm diversity in the prototyping of crop management systems. Application to banana-based systems in Guadeloupe. *Agricultural Systems*, doi:10.1016/j.agsy.2009.02.004.

Houdart M., Bonin M., Temple L., 2009. Dynamique d'acteurs (agriculteurs et institutions) et innovation agro-écologique pour la gestion des risques environnementaux en Guadeloupe. *VertigO*, 9, 1-7.

Programme Agriculture et Développement Durable

EDITION 2005

COMMOD - La modélisation d'accompagnement : une pratique de recherche en appui au développement durable

Michel ETIENNE, INRA Avignon

Courriel : etienne@avignon.inra.fr

Mots clefs : Modélisation, accompagnement, apprentissage, développement durable

Equipes participantes

INRA, UR Ecodéveloppement

CIRAD, UR Green

INRA, UMR SADAPT

CIRAD, UMR G-Eau

INRA, UMR Dynafor

CIRAD, UR PPULRF

IRD, UR Geodes

CNRS, UR ECOPOP

Cemagref, UMR G-Eau

Contexte

Le développement durable se doit d'être vecteur de pratiques de recherche favorisant et organisant l'intégration des connaissances scientifiques et profanes en vue d'actions de développement décidées collectivement. Pour ce faire, il a besoin de méthodes ou dispositifs facilitant l'émergence puis l'accompagnement d'innovations techniques ou organisationnelles. La modélisation d'accompagnement est une de ces démarches où l'expertise scientifique est considérée comme une connaissance parmi d'autres, et où la priorité est donnée à un travail de modélisation adaptative cherchant à mieux expliciter l'interaction dynamique entre dispositifs de recherche et demandes émanant des acteurs.

Un premier temps de construction collective et inter-institutionnelle de la modélisation

d'accompagnement a été formalisé par des références scientifiques, la tenue de plusieurs formations et écoles-chercheurs sur le sujet ainsi que par la publication d'une charte. A partir de ces principes méthodologiques et déontologiques communs, une quinzaine de chercheurs membres du collectif ComMod (www.commod.org), désignés par le terme de commodiens, a mis en œuvre la démarche, de manière empirique sur une trentaine de terrains. Si quelques travaux de comparaison ex-post ont été menés, l'évaluation critique de la démarche, la relation au contexte de sa mise en œuvre (notamment la nature des processus décisionnels concernés) et la contribution réelle au développement durable des territoires concernés restaient trois questions majeures à aborder.

Questions posées dans le projet

Le projet a donc cherché à évaluer la capacité de la modélisation d'accompagnement à atteindre un objectif de décision collective pour la mise en œuvre d'un développement durable, et à mieux impliquer les parties prenantes dans ce processus de décision collective. Un effort particulier a porté sur la mesure de l'influence des commodiens dans les produits du processus de décision collective avec lequel une modélisation d'accompagnement interagit, et sur l'insertion de la démarche dans les réseaux d'acteurs existant et l'appropriation de la démarche par ceux-ci. Il a aussi cherché à analyser l'implication des acteurs dans l'organisation du processus de décision

collective, y compris la conception d'outils supports éventuels.

Il s'est appuyé pour cela sur une évaluation ex-post d'études de cas abouties, menée de façon prépondérante par un groupe d'experts, issu des sciences sociales, et constitué de personnes extérieures à la mise en œuvre de la démarche. Il a complété ces regards extérieurs par une évaluation croisée entre les chercheurs du projet mettant à profit le principe de recherche comparative, et par une évaluation chemin faisant (Avenier, 1997) des études de cas ayant démarré en même temps que le projet.

Hypothèses

L'hypothèse centrale du projet a été de croire possible la comparaison d'études de cas hétérogènes, menées selon une même démarche, mais sur des pas de temps et dans des contextes environnementaux et sociaux très différents. Il s'agissait d'analyser, sous différents angles, la façon dont la démarche avait été mise en œuvre, et en particulier sa façon de produire et mobiliser des modèles évolutifs en interaction continue avec des acteurs de terrain, afin de résoudre des problèmes concrets de gestion de ressources renouvelables.

Une autre hypothèse forte a été que les modèles dans cette démarche ont avant tout un rôle d'objets intermédiaires (Vinck 1999), ou d'objets frontières (Star et Griesemer, 1989) : ils viennent à l'interface entre des acteurs ayant des représentations, des intérêts et des valeurs

différents et leur permettent d'interagir sur un support commun. Les modèles donnent ainsi les moyens de simulations exploratoires suscitant les discussions sur les scénarios à prendre en compte. Ils servent aussi de catalyseur d'interactions entre les acteurs impliqués et les amènent à partager leurs représentations et leurs contraintes d'usage d'un même territoire. C'est pourquoi un questionnement spécifique a porté sur la façon dont ils sont conçus et mobilisés pour mettre les acteurs en situation (Conein et Jacopin, 1994) pour les amener à comprendre ou à raisonner leurs comportements individuels et collectifs.

Enfin, il a été considéré que la validité des modèles mobilisés ou co-construits est négociée au regard des incertitudes, des enjeux et des intérêts impliqués (Haag et Kaupenjohann 2001).

Principaux résultats

Malgré une grande diversité de mises en œuvre, la modélisation d'accompagnement se distingue par une série d'invariants : une légitimité basée sur l'ancrage local du porteur de la démarche, l'implication d'acteurs locaux, le recours à des modèles servant de représentation des enjeux en discussion et le passage systématique par des temps forts collectifs où se co-construisent, se valident ou s'interprètent des modèles. Les

acteurs interrogés sur leur perception de la démarche retiennent surtout les évolutions de leur point de vue, qu'ils considèrent être le résultat de l'ensemble du processus, plus que d'une phase ou d'un moment particulier de la démarche. Par contre, ils gardent souvenir des temps forts collectifs associant acteurs locaux et commodiens, en particulier la co-construction et l'usage interactif d'objets intermédiaires.

Enfin les participants reconnaissent que le caractère interactif de la démarche permet le transfert de connaissance pour l'usage des ressources ou pour développer une argumentation politique.

Ils reconnaissent aussi ses effets pour la médiation et l'apport de savoir faire dans un processus de décision collective.

L'analyse a aussi mis en évidence l'importance de l'animateur et de la légitimité de l'intervention qui se construit au cours du processus. La légitimité initiale est déterminante et encourage le commodien à procéder à une analyse initiale du contexte social d'intervention. Celle-ci va lui permettre de se présenter, expliquer le projet, sensibiliser et mettre en confiance les parties prenantes ; clarifier et valider les objectifs initiaux de la démarche ; établir un état des lieux facilitant la comparaisons des situations avant/pendant/après ; évaluer la faisabilité du projet en termes de risques de mauvaise appropriation de la démarche par les acteurs ; choisir les participants en connaissance de cause de la situation d'actions en jeu ; et valider la pertinence de l'approche dans les processus de décision.

L'aspect participatif de la démarche se double d'un processus de co-construction et d'utilisation partagée d'un modèle, issu d'un processus social intense et complexe. Basée sur le principe de la démocratie technique, la méthode de co-construction permet de canaliser les différents savoirs convoqués autour de la table vers une communauté d'intérêts : la résolution commune d'un problème ou la réflexion sur un avenir commun. Ce processus, coûteux en temps, peut engendrer des problèmes d'organisation, de lassitude ou d'intégration de nouveaux participants. Ces problèmes sont généralement levés par la variété des modèles mobilisés (modèle conceptuel, jeu de rôles, simulation informatique) et par l'effet partiel de surprise du contexte dans lequel ils sont utilisés avec les acteurs locaux plus habitués à des réunions classiques d'échange ou de restitution.

Tout processus ComMod met en œuvre systématiquement un apprentissage expérientiel. En particulier lors des sessions de jeu de rôles, il met les acteurs en situation d'expérimenter, d'observer, de représenter et d'opérationnaliser leurs décisions. Au fur et à mesure de l'avancement de la démarche se met en place un

sentiment d'appartenance à un groupe particulier, fondé autour de ces moments d'échange. La réflexivité organisée lors des temps forts collectifs permet une prise de recul par rapport aux actions et réactions de chacun, ainsi qu'une mise en perspective lors du retour vers le monde réel. Au final, les acteurs impliqués dans la démarche reconnaissent l'urgence de la situation et leur interdépendance pour pouvoir traiter ensemble la question soulevée. La reconnaissance de ces multiples interdépendances passe par des processus de co-apprentissage et d'interaction entre acteurs qui permettent de préciser les différentes parties prenantes, leurs intérêts et perspectives vis-à-vis de la situation étudiée, et leur donnent une certaine légitimité. Ces apprentissages concernent les différents enjeux, les savoirs et les techniques, les représentations des autres, les modes de communication et d'organisation. De plus ces apprentissages ont un caractère dynamique en particulier entre scientifiques et acteurs.

L'ensemble de ces réflexions et la diversité des études de cas constituant la matière première du projet ComMod a largement facilité la formalisation complète de la démarche de modélisation d'accompagnement sous la forme d'un ouvrage de synthèse faisant le point sur ses atouts et ses faiblesses. L'ouvrage est complémentaire du guide méthodologique rédigé pour éclairer chercheurs et partenaires face aux questions que la démarche soulève, au fur et à mesure de sa mise en œuvre, et pour leur permettre de s'ajuster aux évolutions du contexte de l'intervention.

Enfin, des modules pédagogiques permettant de former à la démarche et à son animation différents types d'utilisateurs potentiels ont été élaborés. Ces formations visent prioritairement d'une part un public de chercheurs et d'agents du développement souhaitant découvrir la démarche de modélisation d'accompagnement (sensibiliser à ComMod, mieux faire comprendre ComMod), et, d'autre part, un public de chercheurs et d'animateurs souhaitant être capable de mettre en œuvre la démarche (savoir faire du ComMod, savoir être commodien). Pour initier le processus, une école-chercheur co-construite avec FormaSciences sera organisée pendant la dernière semaine de Novembre 2009.

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Barnaud C., Trébuil G., Promburom P., Bousquet F., 2008. La modélisation d'accompagnement pour une gestion concertée des ressources renouvelables en Thaïlande. *Economie Rurale*, 303-305, 39-59.

Daré W., Ducrot R., Botta A., Etienne M., 2009. Repères méthodologiques pour la mise en œuvre d'une démarche de modélisation d'accompagnement. Cardère éditeur, Laudun, 126 p.

Etienne M. (ed) 2009. La modélisation d'accompagnement : une démarche en appui au développement durable. Quae éditions, Paris

Mathevet R., Le Page C., Etienne M., Poulin B., Lefebvre G., Cazin F., Ruffray X., 2008. Des roselières et des hommes, ButorStar : un jeu de rôles pour l'aide à la gestion collective. *Revue Internationale de Géomatique*, 18, 375-395.

IMPACTS – Impacts marchands, non marchands et structurels des réformes de politiques agricoles et environnementales

Alban THOMAS, INRA

Courriel : thomas@toulouse.inra.fr

Mots clefs : Modélisation des marchés, impacts environnementaux, indicateurs de durabilité

Equipes participantes

INRA-Université Toulouse-I, UMR LERNA,
Toulouse

AgroCampus - INRA, UMR SMART, Rennes

INRA, UR LEE, Clermont-Ferrand

AgroParisTech-INRA, UMR Economie Publique,
Grignon

AgroCampus - INRA, UMR PL, Rennes

INRA, UR URH, Clermont-Ferrand

INRA, UR Agronomie et Environnement, Colmar

INRA-SupAgro, UMR ASB, Montpellier

AgroCampus-INRA, UMR APBV, Rennes

AgroCampus-INRA-Université Rennes-I, UMR
BIO3P, Rennes

Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de
la Pêche, SCEES, Paris

Institut de l'Elevage, Paris

Arvalis – Institut du Végétal, Paris

IFIP (ex-Institut Technique du Porc), Toulouse

Contexte

La redéfinition des objectifs de la Politique Agricole Commune (PAC) vise à promouvoir une agriculture européenne plus compétitive, axée sur les besoins des consommateurs et plus respectueuse de l'environnement et des ressources naturelles. La réforme de 2003 propose de poursuivre la diminution du soutien par les prix et de l'intervention sur les marchés, parallèlement au découplage des aides compensatrices de revenu (conditionnées au respect de diverses normes), et enfin de redéployer les aides sur le deuxième pilier de la PAC étendu à de nouveaux domaines (promotion de la qualité et de la sécurité des produits, respect des normes et amélioration du bien-être des animaux).

Dans le même temps, les impacts des pratiques agricoles et des choix de production font l'objet de réglementations plus précises, notamment avec les recommandations issues du Grenelle de l'Environnement. Elles visent à corriger des effets

dommageables des activités sur les écosystèmes, via des instruments de type « command-and-control » ou encore économiques (quotas d'émissions, subvention de bonnes pratiques, contractualisation, etc.) A la différence de la réforme de la PAC, de telles réglementations visent à contrôler les effets sur l'environnement de productions sectorielles pour des compartiments spécifiques. La juxtaposition de telles réglementations avec les conséquences attendues de la réforme de la PAC s'effectue de plus dans un contexte mouvant, à la fois pour les marchés agricoles et pour les prévisions climatiques. Il s'agit en définitive de s'interroger sur la durabilité des systèmes de production actuels étant donné les perspectives économiques (situation prévisible des marchés des produits et des intrants) et les défis climatique et énergétique.

Questions posées dans le projet

Le projet vise à dépasser les limites usuelles caractérisant les études d'impacts, via la construction d'un ensemble d'analyses des processus biotechniques, environnementaux et économiques entrant dans la formation des impacts marchands, non marchands et structurels : quantités offertes et demandées, prix et revenus, dépenses budgétaires, pression sur les milieux, nombre et taille des exploitations, techniques et systèmes de production, etc. L'on ne vise pas l'analyse de l'émergence ni de la transformation au cours du temps des modalités des politiques publiques en matière d'agriculture et d'environnement, mais l'on s'attache à décrire ces effets dans une perspective d'évaluation des politiques publiques. Nous recensons tout d'abord de façon critique les modèles économiques mobilisables pour les analyses d'impact. Cette analyse est suivie d'une réflexion et de propositions relatives à la construction de méthodes de construction d'indicateurs de durabilité, à partir notamment des modèles et des informations statistiques officielles.

L'identification des impacts majeurs à analyser en priorité ayant été réalisée par l'analyse des méthodes d'indicateurs existantes, l'objectif est ensuite d'enrichir les modèles économiques par le couplage avec des analyses des processus permettant d'apprécier les impacts non marchands des pratiques. Une attention particulière est portée à l'adaptation de ces dernières dans un contexte de mobilisation plus difficile des ressources naturelles (eau, énergie), pour les quatre orientations techniques retenues (grandes cultures, bovins-lait, bovins-viande et porc). Outre les impacts « locaux » liés aux pratiques agricoles, il s'agit également d'évaluer les effets de modification des activités agricoles en termes environnementaux plus « globaux » (gaz à effet de serre). Les domaines d'application identifiés comprennent ainsi la fertilisation, l'irrigation et la protection des cultures, l'énergie, la démographie des exploitations agricoles, l'alimentation animale et les gaz à effet de serre d'origine agricole.

Hypothèses

Les analyses d'impact sont encore trop exclusivement centrées sur la seule sphère marchande, et sont pour une large part menées à systèmes et pratiques inchangés, les évolutions des techniques étant au mieux prises en compte via des hypothèses sur les évolutions des productivités factorielles. La durabilité est analysée dans le cadre du projet en se limitant aux technologies de production actuelles, mais en envisageant des pratiques agricoles d'adaptation. La façon d'aborder les impacts des réformes des politiques ne passe donc pas par le raisonnement des choix de politiques à un niveau territorial d'analyse, mais par des décisions d'acteurs (les exploitants agricoles) prenant ces (réformes de) politiques comme données. Ainsi, les exploitants agricoles sont les seuls agents économiques dont le comportement est analysé, notamment via les conséquences de leurs choix sur

l'environnement, grâce à des modèles marchands d'équilibre (marchés) combinés à des modèles d'offre (exploitations agricoles) et des modules biotechniques de simulation d'impacts. Le niveau d'organisation retenu au vu des objectifs scientifiques reste l'exploitation agricole, avec les conséquences de ses choix en matière de production, de capitalisation foncière ou de troupeaux. Si les politiques publiques ne sont pas analysées en tant que telles, leurs déclinaisons régionales ou locales peuvent être abordées. L'évaluation du caractère durable des exploitations agricoles passe par la construction d'indicateurs multicritères (volets agro-écologique, économique et socio-territorial) dont la robustesse et l'alimentation par des données d'enquêtes nationales représentatives sont à apprécier par des méthodes statistiques appropriées.

A. Analyse critique des modèles d'impacts marchands

Les nouvelles orientations de la PAC à l'horizon 2013 sont intégrées dans l'analyse des modèles marchands : réforme des paiements compensatoires (DPU), quotas laitiers et primes animales, avec des hypothèses relatives au développement des agrocarburants (objectifs du plan national « énergie ») et aux conclusions des négociations internationales en matière d'échanges de produits agricoles. Les conséquences attendues de la réforme de la PAC actuelle incluent une plus forte spécialisation des régions, des risques de déprise limités, une baisse de la production bovine et un recul des grandes cultures. Ces modèles marchands ont fourni des éléments de prospective importants pour la décision publique mais délicats à utiliser dans un contexte de forte volatilité des conditions sur les marchés agricoles. Si le découplage des aides réduit les distorsions sur les productions, cet effet dépend du type de modélisation, intégrant ou non les ajustements structurels. Concernant l'impact de la politique en matière d'agrocarburants, des controverses subsistent quant à leur bilan écologique (réduction des gaz à effet de serre), en relation avec la méthode de comptabilisation des coproduits. L'évolution démographique des exploitations d'élevage dépend des hypothèses sur les quotas laitiers et le prix du lait, ainsi que de l'impact attendu des réformes de politique sur la productivité et le revenu, conduisant à des bornes supérieures sur le nombre d'exploitations. En raison du faible niveau des aides dans le revenu total, l'effet du découplage sera cependant limité dans le secteur porcin (notamment pour l'orientation bovins-viande et porcs).

B. Construction et utilisation des indicateurs de durabilité

La plupart des méthodes de calcul d'indicateurs de durabilité sont à l'échelle de l'exploitation agricole, mettent en avant la dimension environnementale et sont potentiellement utilisables pour l'évaluation de politiques publiques. Deux critères de représentation des indicateurs « majoritaires » sont confrontés : caractéristiques et état de l'environnement d'une part (sol, utilisation des terres, eau, biodiversité), pratiques agricoles d'autre part (eau, pesticides, énergie, fertilisation). Le renseignement des indicateurs à partir des données d'enquêtes

publiques (RICA) est aisé pour le pilier « durabilité économique » mais très difficile pour les échelles « agro-écologie » et « socio-territoriale », en raison d'échantillons de faible taille et d'enquêtes mal adaptées au niveau national. L'évaluation des politiques publiques ne souffre cependant pas d'un manque d'indicateurs, mais plutôt du peu de robustesse des méthodes assurant la combinaison de critères via des approches synthétiques, et de la difficile identification de seuils pertinents à l'échelle locale. Les travaux les plus avancés concernent le volet « azote » pour les exploitations d'élevage et de grandes cultures, avec mise en relation des indicateurs, pratiques et variables technico-économiques.

C. Modèles d'adaptation des exploitations agricoles

La compréhension des marges d'adaptation des exploitations agricoles aux changements globaux (climat, marchés agricoles) et aux réformes de politiques passe par des modélisations bio-décisionnelles de leur fonctionnement à un niveau le plus détaillé possible, intégrant de plus une dimension dynamique et aléatoire.

- Bovins allaitants : gestion optimale de l'alimentation animale en présence de risque climatique et de marché, avec identification des préférences face au risque ; modélisation dynamique de gestion des troupeaux avec contraintes zootechniques, agronomiques et économiques ;
- Grandes cultures : potentiels de réduction des produits phytosanitaires sur le blé avec itinéraires alternatifs de pratiques (intensification) ; modélisation bio-décisionnelle du couvert hivernal dans la lutte contre le piétin-échaudage avec minimisation du risque de lessivage ;
- Irrigation et changement climatique : optimisation du calendrier d'irrigation en situation risquée (sécheresse) et d'anticipation d'interdiction de prélèvement ; modifications induites des systèmes de culture pour une meilleure adaptation à la fréquence accrue de sécheresses.

Dans tous les cas, l'identification des préférences temporelles et/ou vis-à-vis du risque, ainsi que la prise en compte des anticipations des producteurs (mesures de politiques, marchés) sont indispensables.

D. Les projections : gaz à effet de serre, fertilisation azotée

Une projection des émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole à l'horizon 2020 est obtenue en combinant les scénarios économiques fournis par les modèles marchands, et des modules biotechniques pour les grandes cultures, l'élevage, le stockage du carbone dans la forêt et les sols. Les scénarios combinés agriculture-forêt (incluant le développement du bois-énergie) indiquent que la baisse du puits

forestier peut l'emporter à terme sur celle des émissions agricoles.

Les projections fournies par les modèles marchands sont également utilisées pour le calcul d'impacts plus « locaux », i.e., le lessivage d'azote en provenance des grandes cultures suite à la réforme de la PAC de 2003. Le découplage partiel des aides a un effet non ambigu sur la baisse du lessivage, mais seule une taxation des engrais azotés pourrait faire diminuer significativement ce dernier.

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Chakir, R., 2009. Spatial downscaling of Agricultural Land Use Data: An econometric approach using cross-entropy. *Land Economics* 85 (2), 238–252.

Desbois, D., 2009. La mesure de la durabilité : Une synthèse. *Marché & Organisations*, pp.153-176 (janvier).

Piet, L., F. Courleux et H. Guyomard, 2006. Les DPU : Application en France et premiers éléments d'analyse économique. *Notes et Etudes Economiques* N° 25 (août).

Reynaud, A. Adaptation à court terme et à long terme de l'agriculture au risque de sécheresse: Une approche par couplage de modèles biophysiques et économiques. A paraître dans *Review of Agricultural and Environmental Studies*.

COPT – Conception d’Observatoires de pratiques territorialisées

Marc Benoît, INRA

Courriel : benoit@mirecourt.inra.fr

Mots clefs : Développement agricole, épisodes de conception, SIG, UML, typologie

Equipes participantes

INRA/SAD/ UR 055 ASTER Mirecourt
Cemagref-CIRAD-engref/ UMR tetis
INRA/SAD/ Paysage
Université Rennes 2 / UMR CNRS 6554 / LETG
INRA/ SAE²/ ESR Rennes
Université Nancy 2/ LabPsyLor/équipe CODISANT
ENGEES / CEVH
INRIA/ LORIA/UMR-CNRS 7503
INRA/Environnement et Agronomie / UMR INPL-ENSAIA-INRA
IRD/ Milieux et Environnement/ US 166-coordination Roselt
INRA/Environnement et Agronomie/ UR Science du sol
INRA/ Environnement et Agronomie/ Infosol
Cemagref/UMR G-Eau

Contexte

Les besoins d’identification et de suivi de la diversité des systèmes actuels de production agricole en interaction avec les territoires et les politiques publiques étaient clairement posés dès 2004 dans un groupe de travail organisé par l’INRA, en parallèle à la préparation du programme ADD².

Les évolutions récentes de juridiction tendent de mettre en avant une nouvelle posture à l’égard de l’évaluation des pratiques agricoles : l’obligation de résultat fait irruption au lieu et place de l’obligation de moyens. Ce changement induit un renouvellement de nos dispositifs d’observation des pratiques.

Le contexte du projet COPT peut se caractériser par une double tension : un besoin

généralisé de partage d’informations entre acteurs divers sur les pratiques agricoles dans des territoires où elles sont en jeu, et une articulation à tenter entre des communautés de recherche contrastées : agronomie des territoires, d’un côté et gestion de projet collaboratif, de l’autre. D’autre part, la diversité des situations dans lesquelles de tels observatoires sont conçus a induit un projet de recherche s’attachant à conserver la variabilité des cas où des enjeux de Développement Durable sont interrogés.

Enfin, les communautés internationales commencent à s’organiser autour de projets comme les Long Term Socio-ecological Research (LTSER) et le Global Land Project (GLP). Ces deux réseaux internationaux actuels ont pris la suite de projets tels Land Use and Cover Changes (LUCC) initiés à la suite du Millenium Assessment.

² Le dispositif proposé par ce groupe dans la note de cadrage de N. Durand pour expérimenter la mise en place d’observatoires des interactions Agriculture et Territoire comprenait un projet OAT de mise au point méthodologique des observatoires, un projet ADAR-OTPA d’expérimentations de la méthode sur des territoires test et un projet de recherche sur la conception d’observatoire en partenariat avec les 2 autres projets.

Questions posées dans le projet

Son objectif principal est de mettre au cœur des enjeux du développement durable, la capacité de collectifs à être vigilants sur les évolutions à l'œuvre des pratiques dans des territoires à enjeux environnementaux.

La problématique de conception et de mise en place d'observatoires, perçus comme des dispositifs sociotechniques, a été déclinée en 3 questions :

- Comment concevoir un observatoire, pour qui, pourquoi et comment ? Quelles méthodes permettent de soutenir cette conception ?
- Quels sont les domaines d'intérêt pour une telle mise en observation ? Quelle diversité recouvre le terme « observatoires de pratiques territorialisées »
- Comment l'organiser pour la rendre opérationnelle ?

Ces questions interrogent plus généralement les relations entre les sociétés humaines, leurs pratiques et leurs territoires, en visant particulièrement à instruire la question suivante : comment créer des dispositifs permettant aux sociétés locales de suivre leurs dynamiques de pratiques et leurs relations aux territoires dont elles ont la charge ?

A ces questions initiales décrites lors du dossier de candidature, nous avons adjoint deux autres axes d'interrogation :

- Quels partenaires sont intéressés par ces processus de conception d'observatoires ?
- Quelle diversité regroupe ces observatoires de pratiques agricoles territorialisées ?

Hypothèses

Nous posons quatre hypothèses, au cœur de notre projet de recherche :

1. Les pratiques agricoles et leurs impacts sur le territoire sont centrales dans les questions portées par la durabilité de l'agriculture ;
2. Les connaissances à mobiliser sur le territoire à représenter sont situées et distribuées³. « Situées » car les connaissances sur les pratiques s'inscrivent dans un espace matériel qui les configure et qui est conformé par elles ; « distribuées » car ces activités sont le fait de collectifs d'individus qui en sont au final coresponsables⁴.
3. Pour des acteurs et gestionnaires d'un territoire confrontés à un (ou plusieurs) enjeux, le partage des informations utilisées par chaque acteur et al construction d'une représentation commune du territoire constitue d'une part un support aux négociations de règles durables et aux coordinations, et d'autre part un moyen d'évaluer et d'expliquer les impacts et effets des actions engagées.
4. D'autre part, il s'agit de s'interroger sur la conception d'observatoires, ce qui implique une recherche tentant de dégager des généralités à partir d'expériences concrètes de conceptions d'observatoires.⁵

Une hypothèse de méthode de travail a été posée dès le démarrage de COPT : le cheminement

conjoint avec le projet de Développement OTPA aidera au fonctionnement de chacun des projets.

Cependant, une limite temporelle forte s'est révélée lors du test de ces hypothèses durant le projet COPT. En effet, si les acquis du projet DGER-OAT, le partenariat avec le projet CASDAR-OTPA et les chantiers « B » ont offert des terrains d'expérimentation et d'observation de conception d'observatoire, il faut noter d'une part que c'est essentiellement la phase initiale de conception qui fut testée (mobilisation des acteurs, expression des besoins, analyse du système d'information). La durée du projet COPT étant inférieure à celle de la mise en place et du fonctionnement d'un observatoire, l'étude du cycle complet de conception d'observatoire n'a pas été possible « in situ », mais a fait l'objet d'une étude rétrospective à base d'entretiens. Des récits d'expériences anciennes ont été mobilisés et d'autres observatoires ont été l'objet partenarial de nos recherches, tel l'observatoire APEM des Pyrénées qui a été sollicité pour combler ces lacunes en allant questionner une expérience complète de conception et de mise en place d'un observatoire.

³ Brassac, C., 2004. Action située et distribuée et analyse du discours : quelques interrogations, Cahiers de Linguistique Française 26, 251-268.

⁴ Latour, B., 1999. Politiques de la nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie. Paris : Éditions de la Découverte

⁵ A. Hatchuel, 2004. Exposé aux entretiens du Pradel.

1. Une position internationale innovante :

A ce jour, peu d'expériences étrangères ont explicitement transformé l'observation des pratiques agricoles en observatoires partagés entre acteurs. Seules trois expériences⁶, sur des milliers de « surveys » nous semblent semblables. Les termes utilisés par nos collègues étrangers, surveys et monitoring, réfèrent toujours à un point de vue extérieur à l'acteur mis en observation, et où la démarche est plus « policière » que « participative ». Le terme même d'observatoire, au sens de dispositif humain traitant et diffusant des informations, fut délicat à traduire pour les communications internationales. A ce jour, le choix qui nous semble le plus pertinent est : « Community Information System on Agricultural Practices » : CISAP⁷.

Les deux communautés internationales vives sur ce sujet sont : la communauté des agronomes, en particulier la nouvelle D3 de l'European Society for Agronomy et celle des « land users and planners » à travers le projet international « Global Land Project ».

2. Les résultats conceptuels :

Quatre résultats majeurs :

- une définition pluridisciplinaire et partagée par nos partenaires du développement : **Concevoir un Observatoire des Pratiques Territorialisées (et Territorialisantes) c'est** « Élaborer collectivement un dispositif socio-technique construit autour d'un système d'information permettant d'appréhender à fins d'analyse, de modélisation, de préconisation, des pratiques agricoles (processus de production, configurations géomorphologiques, etc.) mises en oeuvre par des agents dont les actions s'inscrivent dans **et** modèlent un territoire agricole »

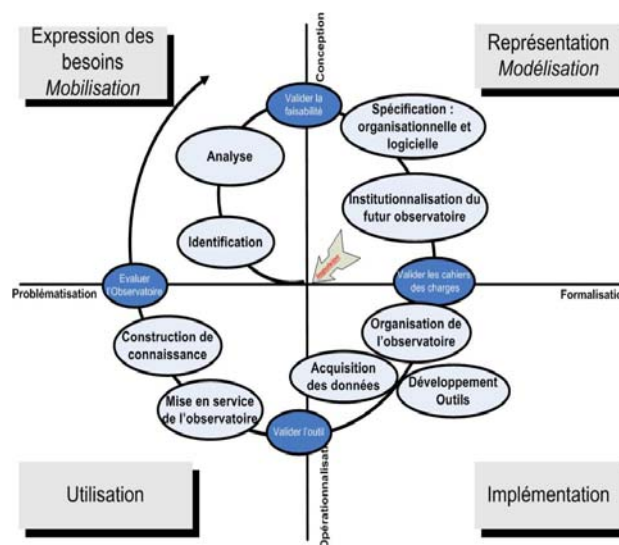
- une **Typologie des observatoires existants** (basée sur une enquête de 34 observatoires). Sur la base d'une AFCM sur 19 variables descriptives (46 % d'explication sur les 2 premiers axes), 6 types ont été reconnus. Les 6 types reconnus ont ainsi été rapprochés de 6 points de vue contrastés d'approches du Développement Durable :

- le Conseil aux acteurs locaux en situation de crise ;
- l'Information du public et des politiques ;
- la Recherche de fonctionnements originaux ;

- le Suivi d'une Espèce ou d'un Milieu ;
- l'Aide au Développement d'un Territoire ;
- l'Évaluation des effets des pratiques pour les politiques publiques.

- une méthode de mise en place d'un observatoire (création de la **spirale des étapes**). Cette spirale, dont nous avons produit 3 versions successives distingue 4 phases principales (Lemoisson *et al.*, 2009) : voir schéma en page suivante.

- une décomposition de chaque phase en épisodes de conception et briques d'incrémentation issus de l'analyse d'entretiens des pilotes d'observatoires (Site de consultation : <http://cevh.u-strasbg.fr/copt>)



Spirale des étapes de conception d'observatoires de pratiques agricoles territorialisées

Ces résultats majeurs ont également permis de produire *un ensemble méthodologique pour aider à la conception d'observatoires de pratiques* : **Cet ensemble s'organise autour d'un formalisme UML et a produit une boîte à outils :**

- Cette méthode a été testée lors de la mise en oeuvre effective de 8 Observatoires de Pratiques en France métropolitaine, DOM et Maroc.
- Une méthode de construction en épisodes de conception issue d'entretiens auprès d'animateurs d'observatoires.
- Une méthode et un formalisme pour recueillir, représenter et faire valider les besoins des acteurs et leur perception de leur territoire et des pratiques débouchant sur un schéma de base de données.
- Un outil logiciel permettant la génération à partir du schéma (étape 3) de l'application de gestion de la base de données spatio-temporelle
- Des schémas possibles d'organisation et de fonctionnement d'observatoires, issus de la typologie de 34 observatoires enquêtés.

⁶ Wiagro, animé par H. Schützel, Hannovre ; Region Aktiv, terminée en 2006, RFA ; Waterland, animée par van der Ploeg, NL ;

⁷ Proposé par Marco Barzmann, et qui fut testé en concurrence avec « local stakeholders observatory », « farmer practices monitoring system », lors du colloque des agronomes européens à Bologne (15-19 septembre 2008).

3. Les domaines d'intérêts et limites de tels observatoires :

Les domaines d'intérêt pour la mise en observation des relations agriculture-territoire qui recouvrent la diversité des acquis et compétences des partenaires du projet sont : les pratiques agricoles territorialisées, les indicateurs de durabilité des exploitations, une grille de lecture des pratiques en relation avec leur impact sur le paysage, la différenciation des pratiques sur des images de télédétection, l'évolution des modes de régulation juridique de ces pratiques (Barrière, 2009), l'économie de l'information dans de tels observatoires, le croisement entre carte des sols et pratiques agricoles.

Les limites sont liées :

- à l'étude des interactions entre acteurs de tels observatoires, nécessitant des compétences de sociologues absentes de notre consortium,
- au niveau de coopération entre les différents acteurs, les coûts et bénéfices n'étant pas également répartis entre eux,
- et, dans la prise en charge du temps car ces processus de mise en observation sont longs au regard de la durée de nos projets de recherche.

4. **L'opérationnalité de ces acquis pour d'autres acteurs**, en particulier ceux du développement agricole : (i) sur le sujet des indicateurs, le partenariat avec le projet CASDAR-OTPA a permis des résultats sous forme de tableaux de bord au niveau exploitation et une maquette au niveau territoire ; (ii) les expériences des observatoires préexistants, chantiers A CASDAR-OTPA de la première phase de COPT ont permis de valider et de prototyper les étapes initiales de mise en place de la méthode mais pas d'atteindre des observatoires pérennisables ; (iii) les chantiers B (deuxième phase du projet COPT), initiés et portés par des équipes de recherche ont pu fournir en 2008 des résultats sur la conception des observatoires.

5. La prise en compte des pratiques agricoles :

Les pratiques ont été abordées au niveau conceptuel et de leur observation, mais beaucoup plus au niveau de leur impact sur l'environnement et le territoire. La durabilité des exploitations a été abordée en traduisant les valeurs de ces pratiques enquêtées en indicateurs territorialisés. Notre proposition a abouti à un ensemble d'indicateurs de pratiques territorialisées et d'unités spatiales types pour décrire les pratiques accompagnées d'une bibliothèque d'indicateurs territoriaux. Cependant, l'interaction entre les valeurs des indicateurs et la connaissance collective du territoire et de son enjeu n'a pu être menée à terme. En effet, le temps a manqué pour relier, ces indicateurs et le retour des divers acteurs en charge de ces gestions de pratiques territorialisées où ils expliciteraient les changements de gestion induits.

Un ensemble de progressions dans la **connaissance des pratiques agricoles territorialisées** a été produit (Benoît, 2007), avec :

- . La création de tableaux d'indicateurs agro-environnementaux territorialisés,
- . Une formulation critique d'une application du schéma DPSIR → DFPPSIR, en introduisant deux items complémentaires : l'exploitation et les pratiques, entre le D de Driving forces et le P de Pressure,
- . La livraison de méthodes permettant d'identifier par télédétection certaines pratiques territoriales agro-environnementales clés (et depuis le début de ce projet pointées par le Grenelle de l'environnement à travers les trames vertes et bleues) : CIPAN, haies, assolements de bassins versants,
- . Le traitement d'informations spatiales et temporelles en mobilisant des modèles de Markov, permettant d'identifier des pratiques territorialisées homogènes (Lazrak *et al.*, 2009).

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Barrière O., (2009 en relecture) Droit négocié pour une gouvernance locale : la charte de territoire, instrument d'une gestion participative de l'environnement (du concept à l'expérience en Afrique). *Revue Norois*.

Benoît M., 2007. Prairies et qualité des eaux : mesures parcellaires, assolement, et observatoires des pratiques. *Fourrages*. N° 189 ; p. 33-50.

Brassac, C. La cognition comme produit de l'interaction sociale. Un point de vue pragmatiste, *Intellectica*, 2009/2 (sous presse).

Lazrak G., Mari J.-F., Benoît M., 2009. Landscape regularities modelling for environmental challenges in agriculture. *Landscape Ecology*. www.springerlink.com, Landscape Ecology Modelling, DOI 10.1007/s10980-009-9399-8

Pech M., Dupraz P., 2009. De l'intérêt des observatoires dans la résolution des conflits locaux: une approche en termes de science politique et de droit public. Working Paper SMART-LERECO n°09-14 INRA Rennes

PRAITERRE : Prairies, territoires, ressources et environnement

Gilles LEMAIRE, INRA

Courriel : gilles.lemaire@lusignan.inra.fr

Mots clefs : prairies, agriculture-élevage, biodiversité, système de culture, système d'exploitation, territoire.

Equipes participantes

INRA, UR 440004 Unité Pluridisciplinaire Prairie et Plantes Fourragères, Lusignan.

INRA, UE 440006 Unité Expérimentale Fourrages et Environnement, Lusignan

INRA, UMR Environnement et Agronomie, AgroParisTech-Grignon

INRA, UMR SAD-APT, AgroParisTech-Grignon.

INRA, UMR Environnement et Grandes Cultures, AgroParisTech-Grignon

INRA, UMR Production du Lait, Agrocampus, Rennes

INRA, UMR 791, Physiologie de la Nutrition & Alimentation, AgroParisTech.

INRA, UR 506, Laboratoire d'Economie de l'Elevage, Theix

INRA, UMR Economie Publique, AgroParisTech-Grignon

CNRS, UPR 1934, CEBC, Chizé

Université de Poitiers, EA 2249, CRIEF-TEIR

INRA, UE-SAD, St Laurent de la Prée

Partenaires :

Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes

Chambre d'Agriculture des Deux-Sèvres

Institut de l'Elevage

Contexte

Autrefois la durabilité de la production agricole était assurée grâce à l'introduction des prairies dans les rotations céréalières. A cette notion ancienne, le concept actuel de durabilité rajoute une dimension environnementale. Il ne s'agit plus seulement de produire durablement des denrées agricoles, mais encore de mettre en œuvre des formes de production agricole qui participent à des modes de développement durable des territoires ruraux. Les rotations cultures céréalières-prairies permettaient de bénéficier des effets précédents des prairies. Cependant l'intensification de la production par les intrants a

rendu ces effets bénéfiques moins nécessaires, du moins à court terme. De plus, du fait des contraintes économiques et sociales, les exploitations se sont spécialisées. Ceci aboutit à une uniformisation des modes d'occupation des sols sur de vastes régions en Europe. S'il existe encore des zones de polyculture-élevage où la spécialisation vers la céréaliculture n'est pas encore généralisée, la tendance est l'arrêt de la production animale dès que les exploitations atteignent une taille suffisante.

Questions posées dans le projet

Deux types de fonctions environnementales sont considérés. Sur le plan fonctionnel strict, il s'agit des cycles biogéochimiques et des flux vers l'atmosphère et l'hydrosphère. Sur un plan

trophique, il s'agit du rôle écologique des prairies dans le maintien de la biodiversité (ressources alimentaires et habitat).

Dans un système de polyculture-élevage le rôle et les impacts environnementaux de la prairie doivent être analysés à trois niveaux. Tout d'abord, au niveau des surfaces de prairies, en fonction des modalités de conduite, il convient de déterminer et quantifier les effets directs de la prairie sur : (i) le cycle de l'eau et la gestion des ressources en eau ; (ii) la séquestration du CO₂ dans le sol ; (iii) le maintien de la qualité des sols ; (iv) la régulation du cycle de N et la qualité des eaux ; (v) la régulation des émissions de gaz traces (N₂O, NH₃, CH₄....) ; (vi) la contribution à la diversité végétale, faunistique et microbiologique.

Deuxièmement, il convient d'analyser les effets indirects de la prairie : (i) effets « précédents » sur les cultures céréalières (fourniture de N, structure du sol) ; (ii) effets « suivants » (séquestration de

xénobiotiques) (iii) effets sur le milieu biotique et économies de pesticides envisageables ; (iv) recyclage d'éléments minéraux et de matières organiques vers les systèmes céréaliers ;

Enfin il convient d'analyser ces interactions à un niveau spatial plus vaste : (i) place et localisation des prairies pour l'optimisation de la qualité des eaux ; (ii) connexion avec les éléments fixes du paysage pour la gestion de la biodiversité floristique, des insectes, des micromammifères et des oiseaux à l'échelle du territoire (projet ECOGER) ; (iii) organisation spatio-temporelle des modes d'occupation du sol et dynamique des populations de végétaux, insectes et oiseaux (projet ECOGER).

Hypothèses

(1) La simplification des assolements céréaliers et l'uniformisation des paysages qui en découle, ne permettent plus de préserver (i) la qualité des eaux, (ii) la qualité des sols, et (iii) la biodiversité.

(2) Le maintien d'un minimum d'élevage (ou sa réintroduction) utilisant des surfaces de prairies doit permettre le maintien d'un certain nombre de services environnementaux et écologiques, ainsi qu'une activité rurale plus intense au sein des territoires céréaliers. Il s'agit de proposer un mode d'occupation des terres qui soit non plus seulement basé sur des contraintes réglementaires, mais sur une activité de production agricole ayant sa propre logique économique et sociale et participant ainsi à un développement rural local.

(3) Les services environnementaux seront obtenus (i) par les effets directs des surfaces en prairies sur les cycles biogéochimiques et la biodiversité, et (ii) par leurs effets indirects via les interactions spatiales et temporelles positives avec les systèmes de production céréaliers. Il

s'agit de « revisiter » les effets « prairie » à la lumière des exigences environnementales pour optimiser le compromis entre fonction de production et fonctions environnementales.

(4) La spécialisation des exploitations étant une tendance lourde, les interactions entre surfaces prairiales et systèmes de culture céréaliers devront en partie s'effectuer via de nouveaux modes d'organisation entre exploitations spécialisées, à une échelle locale, qu'il conviendra de concevoir et de mettre en place. En effet, à une échelle territoriale plus large que la seule exploitation agricole de nouveaux degrés de libertés peuvent émerger du fait des interactions spatiales possibles entre systèmes de production.

(5) Une plus grande autonomie alimentaire des troupeaux à l'échelle locale permise par ces interactions entre cultures et élevage peut conduire à une meilleure valorisation des produits animaux dans le cadre des filières.

Principaux résultats

En complémentarité avec un autre projet de recherche, conduit dans le programme **ECOGER** de l'INRA et visant à analyser et à quantifier l'impact des surfaces de prairies dans un territoire agricole sur les processus écologiques déterminant la biodiversité végétale et animale,

l'objectif du programme PRAITERRE était d'analyser les conditions du maintien d'activités d'élevages utilisateurs de prairies au sein de ce même territoire et de la capacité des exploitations agricoles à générer une structure paysagère suffisamment diversifiée, favorable au

maintien de la biodiversité. Le territoire d'étude correspond à la plaine Sud de Niort zone de « polyculture-élevage » se spécialisant fortement en plaine céréalière. Ce territoire est l'objet d'enjeux importants en matière de biodiversité. Cette zone de 35.000 ha environ est classée en Natura 2000 et elle fait l'objet d'une analyse spatiale exhaustive par le CNRS depuis plus de dix ans.

Le projet PRAITERRE a été structuré autour de deux types d'approches articulées entre elles:

Une approche d'ingénierie environnementale couplant expérimentations et modélisations pour concevoir et évaluer des systèmes de cultures et des systèmes fourragers sur la base de leurs performances agronomique, zootechnique, économique et environnementale.

Une approche de la dynamique d'un territoire comportant (i) une analyse diagnostic du territoire d'étude, (ii) une typologie des exploitations composant ce territoire et une analyse des déterminants actuels de leur évolution, (iii) une action de recherche développement dans un réseau de 24 exploitations volontaires, (iv) des simulations des impacts économiques des innovations préconisées sur des cas types d'exploitations.

Quatre orientations nouvelles des systèmes fourragers dans cette région nous ont paru *a priori* devoir être expérimentées, évaluées, simulées et proposées aux éleveurs. Ces orientations ont été déterminées en fonction de contraintes locales et globales: (i) une **pénurie d'eau d'irrigation** limitant le recours systématique au maïs ensilage; (ii) une nécessité d'**économie des intrants énergétiques**; (iii) la recherche d'une certaine forme d'**autonomie alimentaire** des élevages; (iv) la recherche de solutions techniques **économiques en charges de travail**.

Il en est découlé un certain nombre d'éléments clés du système fourrager:

(i) l'utilisation maximale du **pâturage de prairies temporaires** en allongeant la saison de pâturage permettant de réduire d'autant la constitution de stocks, coûteux en énergie et en travail.

(ii) le **remplacement du maïs par le sorgho** permettant de sécuriser la constitution de stocks en situation de sécheresse aléatoire.

(iii) la constitution de stocks fourragers en complément du pâturage avec l'**ensilage de céréales d'hiver en mélange avec des**

protéagineux ne nécessitant pratiquement pas d'intrants.

(iv) l'**utilisation des foins de luzerne** produits sur place dans les rations des élevages caprins qui importent aujourd'hui la luzerne sous forme déshydratée.

Une approche expérimentale a permis de tester certains choix techniques *a priori* et d'en préciser les impacts agronomiques, zootechniques et environnementaux. Celle-ci a été en partie couplée à une démarche de modélisation qui a utilisé deux approches parallèles:

- une modélisation du fonctionnement des cultures, **modèle STICS**, permettant de simuler les performances agronomiques et environnementales des cultures dans une large gamme de types de sols;

- une modélisation « à dire d'expert », grâce à l'élaboration du **modèle PERSYST**, permettant d'estimer les niveaux de performances atteignables par les différents systèmes de culture envisagés.

Une **Analyse du Cycle de Vie** de certaines options techniques dans les systèmes fourragers et les systèmes de culture a ainsi été entreprise afin de voir quels pouvaient être les impacts environnementaux des choix techniques proposés. Enfin, certaines options techniques ont été introduites dans des simulateurs économiques, **MAORIE** pour tester le coût d'opportunité de l'introduction de la luzerne dans les exploitations céréalières, et **OPT'INRA** pour tester l'intérêt économique de l'introduction de certaines innovations dans les systèmes fourragers.

Ce couplage entre modèles biotechniques et modèles économiques montre que les innovations techniques proposées, plus durables d'un point de vue environnemental, n'engendrent pas de moins values économiques notables et devraient donc être tout à fait acceptables de ce point de vue. L'analyse couplée des 24 exploitations du réseau PRAITERRE et des autres exploitations de la zone enquêtées montre la forte versatilité des décisions des exploitants: les deux années humides de 2007 et 2008 ainsi que les évolutions brutales des prix des céréales remettent en cause un certain nombre d'évolutions constatées initialement.

L'hypothèse d'une introduction de culture de luzerne dans les assolements céréaliers permettant de se substituer aux importations de luzerne déshydratée par les élevages caprins a pu

être testée en estimant avec le modèle MAORIE le coût d'opportunité de cette nouvelle culture dans les exploitations céréalières de la zone. Il ressort qu'une aide ciblée pourrait inciter près de 50% des céréaliers à introduire plus que marginalement cette culture, pour peu qu'un marché local de foin avec les éleveurs garantisse les débouchés. Une telle aide permettrait une extension non négligeable des surfaces de luzerne. Le montant de cette aide est bien entendu très dépendant des hypothèses de prix des céréales. Un nouvel outil de modélisation

OUTOPIE, a été conçu et implémenté pour analyser la taille et la structuration spatiale de la « réserve » en prairie qui pourrait être générée au niveau de la zone par différents scénarios de politique agricole. Une analyse coût/bénéfice des aides mis en jeu a pu ainsi être réalisée. Ces analyses restent à l'heure actuelle assez « théorique » sur des cas virtuels, mais le prototype d'OUTOPIE va pouvoir être implémenté sur des situations réelles.

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Pérez-Ramirez E., Delagarde R., Delaby, L., 2008. Herbage intake and behavioural adaptation of grazing dairy cows by restricting time at pasture under two feeding regimes. *Animal*, 2 :9, pp 1384-1392.

Havlík P, Bamière L, Jacquet F and Millet G, 2008. Spatially explicit farming system modelling for an efficient agri-environmental policy design. Soumis à la 16th EAERE (European Association of environmental and resource economists) Annual Conference, June 25-28, 2008, Gothenburg, Sweden; aux Journées de Microéconomie Appliquée 2008.

Mathieu A, Michaud A, Havet A. 2008 Farmers' view on the reintroduction of grazing for dairy cows in the Niort plain (France): what do farmers think? In: Dedieu B., Zasser-Bedoya S. (Eds), 8th European IFSA Symposium, Clermont-Ferrand, France, 6-10 July, 503-505.

Emile JC, Al Rifaï M, Le Roy P, Jacobs Dias F, Rubin B. 2007. Des stocks fourragers pour économiser l'eau dans les systèmes laitiers de Poitou-Charentes. Actes du Séminaire AFPP – Productions fourragères et adaptations à la sécheresse. 27 et 28 Mars 2007, pp192-193.

**Renouveler et élargir la manière d'appréhender
les systèmes agricoles et alimentaires
afin de les inscrire dans le développement durable**

DISCOTECH – Dispositifs innovants pour la conception et l'évaluation de systèmes techniques

Thierry Doré, AgroParisTech

Courriel : dore@agroparistech.inra.fr

Stéphane Ingrand, INRA

Courriel : ingrand@clermont.inra.fr

Mots clefs : co-conception, flexibilité, évaluation, modélisation, analyse multi-critères

Equipes participantes

INRA/AgroParisTech, UMR Agronomie

INRA, UMR METAFORT

INRA/AgroParisTech, UMR SAD-APT

ENESAD, LISTO Dijon

INRA, UMR Agir

INRA, UMR Innovation

INRA, UMR SAS

INRA, UE St Laurent-de-la-Prée

INRA, Unité Mirecourt

INRA, Unité Eco-Innov

INRA, LAE Nancy-Colmar

INRA, UE Alénia

INRA, UMR Ecodéveloppement

CIRAD, UPR 18

CIRAD, UMR SYSTEM

Partenaires :

CTIFL, ARVALIS-Institut du végétal, ACTA, ITB,
Institut de l'élevage, ITAVI, ITP, CETIOM

Association pour la Valorisation de la race bovine
Maraîchine et des Prairies Humides

AgroTransfert Picardie

GIE Club des 5

GEVES

EMBRAPA

Université Brasilia

BASE

FNACS

FNCUMA

ISARA

LEGTA Limoges

CRITT RITMO

Contexte

Partant du constat qu'innovation en agriculture et durabilité ne sont pas forcément convergents, le projet Discotech avait pour objectif de contribuer à mieux intégrer les exigences du développement durable dans les méthodologies et les dispositifs de conception et d'évaluation de systèmes techniques agricoles.

Pour ce faire, il nous a semblé que trois conditions devaient être respectées :

- tenir compte lors de la conception de systèmes techniques de la diversité des acteurs intervenant sur les évolutions des pratiques des agriculteurs;

- favoriser la capacité des systèmes existants à évoluer et se maintenir dans un contexte mouvant et incertain, tout en assurant autant que possible les objectifs qui leur sont assignés, en particulier la rentabilité économique ;

- être capable de concevoir et évaluer rapidement des systèmes techniques répondant à un cahier des charges multicritère et variable d'une région à l'autre.

Questions posées dans le projet

Comment intégrer la diversité des acteurs dans les processus de conception ?

La figure du projet est devenue de plus en plus incontournable dans la gestion tant des entreprises que des territoires ou des ressources par exemple. En nous focalisant sur les éléments clés d'une conduite de projet de co-conception, nous nous sommes posé les questions suivantes : Comment s'articulent, dans la co-conception, la construction du projet (le dessin) et la réalisation du projet (son « management ») ? Comment se construisent des irréversibilités au cours du processus ? Comment sont gérées les interdépendances entre les acteurs et est maintenue la cohérence de l'artefact ?

Comment favoriser la capacité des systèmes à s'adapter face aux incertitudes ?

A partir du concept de flexibilité, développé dans les sciences de gestion (management d'entreprise), nous avons cherché (i) à

caractériser la propriété de flexibilité des systèmes de production ; ii) à comprendre comment cette propriété est prise en charge par les agriculteurs ; iii) à spécifier la façon dont elle peut être mobilisée dans le prototypage (conception/évaluation *ex ante* et chemin faisant) de systèmes techniques innovants.

Comment concevoir et évaluer rapidement des systèmes techniques ?

Deux enjeux méthodologiques ont été abordés : (i) celui du développement d'un outil permettant d'exprimer et d'identifier rapidement, parmi un ensemble d'alternatives, les systèmes de culture conformes à un cahier des charges compatible avec les différentes dimensions de la durabilité ; (ii) celui de l'intégration des connaissances qualitatives et non validées scientifiquement et des connaissances quantitatives validées, dans l'évaluation des systèmes de culture.

Hypothèses

Concernant la conception des systèmes techniques, nous sommes partis du postulat selon lequel l'intégration de la diversité des acteurs est susceptible de garantir l'insertion de ces systèmes dans une problématique de développement durable. Nous avons ainsi étudié comment cette intégration se réalise en faisant l'hypothèse que sa réussite repose sur une professionnalisation des personnes en charge de la conduite d'un processus de co-conception.

Concernant l'évaluation des systèmes techniques, nous nous sommes intéressés en particulier aux leviers actionnés par les agriculteurs pour en assurer la pérennité dans un contexte d'incertitude. Nous avons fait l'hypothèse que le

concept de flexibilité des systèmes techniques permettait d'identifier des pistes stratégiques d'évolution des systèmes à privilégier pour une agriculture durable, dès lors qu'il permet de rendre compte (i) de la façon d'intégrer simultanément un grand nombre de fonctions, et (ii) du pilotage opéré face aux variations de l'environnement.

Enfin, nous avons fait l'hypothèse que l'intégration de connaissances "expertes" dans des modèles les associant à des connaissances académiques permet d'améliorer l'efficacité des outils de conception et d'évaluation des systèmes techniques.

Principaux résultats

Caractéristiques de la conduite d'un processus de co-conception

Le travail s'appuie sur une analyse croisée de sept projets en cours ou achevés (alors analysés rétrospectivement) de co-conception de systèmes techniques en partenariat entre des chercheurs (biotechniciens et parfois sciences sociales) et des acteurs concernés par le produit de la conception (selon les cas agriculteurs,

conseillers agricoles, ingénieurs d'instituts techniques, sélectionneurs). Les systèmes en question avaient pour la plupart l'ambition d'intégrer des enjeux du Développement Durable sans néanmoins en faire l'analyse précise. Les cas concernaient les productions végétales comme les productions animales, en France ou à l'étranger. La démarche adoptée pour mener l'analyse croisée constitue un premier résultat.

Elle repose sur la construction de récits d'expérience par les chercheurs impliqués, leur mise en forme par l'équipe d'animation, et leur étude collective entre l'équipe d'animation et l'ensemble des chercheurs des projets pour abstraire, à partir des cas, des caractéristiques clés dans la conduite d'un projet de co-conception. Cette analyse a permis la production d'une « proposition de modalités génériques de la pratique de co-conception », et l'accompagnement d'une expérience de pensée pour les chercheurs qui participaient au travail, ce qui constitue un deuxième résultat. La proposition générique met en avant trois étapes dans la conduite de projet, chacune étant caractérisée par sa finalité, les agencements collectifs qui sont à construire autour de l'artefact en cours de construction, les moyens essentiels à la réussite de l'intégration de la diversité des acteurs. Cette proposition n'est pas une description de ce qui s'est réellement passé dans chaque cas, mais bien une façon de définir les contraintes que le « chef de projet » aura à « embarquer » dans son travail pour réussir à conduire le processus de co-conception. Elle fournit un cadre de pensée, une conceptualisation, un *matter of concerns* sur lesquels les chefs de projet, mais aussi les autres acteurs participant au processus, peuvent prendre appui pour envisager leur façon de travailler ensemble. Enfin, la dernière production a été une réflexion sur ce qu'est un projet de co-conception. Cette réflexion met notamment en avant (i) l'identification du double rôle (moyen et fin) de la « ressource artefactuelle » dans le processus de co-conception et la nécessité d'une vigilance pour ajuster au fil du temps les fins et les moyens (les fins ne sont pas données une fois pour toutes), (ii) l'importance de repérer la définition et l'endossement des rôles pour les différents partenaires, (iii) la nécessité de partager, même implicitement, une « théorie de l'innovation » entre partenaires.

Flexibilité des systèmes techniques

L'analyse des propriétés des systèmes techniques leur permettant de durer dans le temps s'est appuyée sur trois dispositifs complémentaires : (i) l'analyse rétrospective des évolutions au cours des quinze dernières années de deux échantillons d'exploitations agricoles (en élevage allaitant d'une part, en agriculture biologique d'autre part) sur lesquelles un fonds de connaissances historiques existait ; (ii) l'étude fouillée des ressources informationnelles mobilisées par les agriculteurs, dans une perspective de

renouvellement des méthodes d'accompagnement ; (iii) la construction, dans une exploitation agricole expérimentale de l'INRA, de deux systèmes d'élevage autonomes (volet environnemental de la durabilité), ayant d'emblée des ambitions de flexibilité et de robustesse face aux aléas, principalement climatiques. Le deuxième et le troisième de ces chantiers ont donné directement lieu à des productions conceptuelles et opérationnelles : d'une part la production d'un modèle conceptuel de système d'information permettant de rendre compte de l'articulation entre les ressources informationnelles externes et internes (système composé d'un sous-système organisant l'activité informationnelle *via* des modules de finalisation et de pilotage, et d'un sous-système déployant cette activité *via* des modules d'acquisition/interprétation des informations, et d'exploitation des ressources informationnelles) ; d'autre part la production de deux prototypes de systèmes agricoles en agriculture biologique selon une démarche itérative de conception, d'évaluation, de re-conception. La conduite de ces systèmes, formalisée par des règles de décision, évolue afin de concilier l'atteinte des multiples objectifs et la mise en œuvre pratique dans un environnement fluctuant (climat, expertise sur les systèmes bio...). Le dispositif d'évaluation des systèmes est mis au service de la re-conception afin d'améliorer « pas à pas » la durabilité agro-environnementale des systèmes évalués, ainsi que les conditions pratiques de mise en œuvre de ces systèmes. L'évaluation de ces règles de décision porte sur le système biotechnique et sur la faisabilité pratique de ces règles, par une analyse des raisons de leur évolution. Le premier chantier a quant à lui été surtout mis à profit, avec les deux suivants, pour faire avancer la réflexion collective sur la notion de flexibilité. La conclusion principale est que le renouvellement des cadres d'analyse des systèmes d'élevage doit intégrer explicitement des dimensions relevant d'interactions entre la zootechnie et les sciences sociales (formalisation des stratégies d'éleveurs, organisation du travail), mais aussi de l'écologie (résilience) et des sciences de gestion (flexibilité). Les analyses de trajectoires d'exploitations sur le long terme montrent que selon le levier de flexibilité actionné par l'éleveur, les composantes du système (animaux, végétaux, ressources informationnelles, main d'œuvre...) ainsi que les relations entre ces composantes sont spécifiques. Par exemple, en ce qui concerne les aptitudes recherchées pour les animaux :

- actionner le levier "effectifs, taille" correspond à rechercher la régularité de la reproduction, la longévité, le maintien du niveau des rendements carcasse, quand l'éleveur augmente la taille de son troupeau par accroissement interne (sans achat) ;
- actionner le levier "réactivité" (opportunisme) correspond à rechercher la polyvalence, par l'aptitude au changement (niveau et nature d'alimentation), la mixité et l'aptitude au désaisonnement ;
- actionner le levier "organisation collective, technicité" correspond à rechercher un niveau élevé de performance individuelle ainsi que leur homogénéité à l'échelle du troupeau ;
- actionner le levier "marges de manœuvre" correspond à rechercher l'adaptation à une conduite simplifiée et la rusticité.

Conception/Evaluation ex ante des systèmes techniques

A partir de travaux antérieurs menés dans un projet financé par l'ADAR associant chercheurs et agents du développement, nous avons produit un outil opérationnel, MASC®, permettant l'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de culture. Le travail a été réalisé en quatre étapes :

- (i) analyse comparée des différentes méthodes d'évaluation multi-critère et choix d'une méthode (méthode « mixte ») ;
- (ii) choix d'une plateforme support pour développer la méthode après une analyse des plateformes existantes (le choix s'est porté sur la plateforme DEXi) ;
- (iii) construction de l'outil (MASC®), étape réalisée par un travail en commun des chercheurs consistant à décomposer la durabilité en différentes dimensions puis attributs, identifier

les critères permettant le mieux de rendre compte de ces attributs, définir les règles d'agrégation des attributs, mettre en œuvre l'ensemble dans une plateforme informatique ;

(iv) mise à l'épreuve de l'outil. Cette dernière étape (toujours en cours) a été réalisée par l'organisation de collaborations entre les chercheurs du projet et quatre groupes de professionnels ; elle permet une première évaluation de systèmes innovants et un retour organisé sur l'outil lui-même, à partir de l'évaluation de systèmes de grande culture contrastés et dans des contextes professionnels variés.

Un second résultat est la mise au point d'un modèle de conception de systèmes alternatifs de cultures maraîchères sous abris, pour une gestion non chimique des maladies telluriques. La constitution du corpus de connaissances a été réalisée par un travail de bibliographie complété par une série d'enquêtes auprès de maraîchers et de conseillers agricoles. Au-delà du modèle lui-même, un résultat supplémentaire consiste dans la démarche d'analyse des connaissances pratiques, réalisée en particulier selon leur position sur trois axes complémentaires :

- (i) l'axe inexactitude/exactitude
- (ii) l'axe incertitude/certitude
- (iii) l'axe imprécision/précision.

Au-delà des productions issues des travaux par axe, des échanges réguliers entre les équipes ont permis des « fertilisations croisées ». Si certaines se sont exprimées dans le cadre du projet, la plupart sont à « effet retard » et se concrétisent dans d'autres projets de recherche (PEPITES et POPY, ANR SYSTERRA) ou d'enseignement (modules de formation initiale ingénieur et master).

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

M. Cerf, O. Thiery, A. Mathieu, P. Béguin, H. Brives, M. Casagrande, C. David, P. Debaeke, MH Jeuffroy, P. Lecomte, M.O. Nozières, V. Parnaudeau, L. Prost, R. Reau, B. Roche, E. Sabourin, E. Scopel, S. de Tourdonnet, B. Triomphe, J. Vayssieres (2009). Co-designing farming systems or decision support tools : a generic framework. *Farming Systems Design*, 23-26 August 2009, Monterey, Californie, USA.

Cerf M., Magne M.A., 2007. How do farmers make use of developmental intervention? *Activités*. 4(1) : 123-132.

Gerber M., Astigarraga L., Bockstaller C., Fiorelli J.L., Hostiou N., Ingrand S., Marie M., Sadok W., Veysset P., Ambroise R., Peigné J., Plantureux S., Coquil X., 2009. Le modèle Dexi-SH* pour une évaluation multicritère de la durabilité agro-écologique des systèmes d'élevage bovins laitiers herbagers. *Innovations Agronomiques* (4), 249-252.

Sadok W., Angevin F., Bergez J. E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T., 2008. Ex ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems: guidelines for identifying relevant multi-criteria decision aid methods. *Agronomy for sustainable development*, 28, 163-174.

CEDRE – Exploitation durable de résistances aux maladies chez les végétaux

Lydia Bousset et Anne-Marie Chèvre, INRA

Courriel : bousset@rennes.inra.fr

Mots clefs : durabilité, épidémiologie, modélisation, incitation, stratégies des acteurs, sites pilotes

Equipes participantes

INRA, UMR 1099 BiO3P Biologie des organismes et des populations appliquée à la protection des plantes

INRA, UMR 118 APBV Amélioration des plantes et biotechnologies végétales

INRA, UMR 211 Agronomie

INRA, UMR 1290 BIOGER, Biologie et gestion des risques en agriculture

INRA, UMR 1095 ASP, Amélioration et santé des plantes

INRA, UMR 77 PaVé, Pathologie végétale

INRA, UMR 1259 GenHort, Génétique et horticulture

INRA, UMR 407 Pathologie végétale

INRA, UMR GAFL 1052, Génétique et amélioration des fruits et légumes

INRA, UMR 1215 GAEL, Laboratoire d'économie appliquée de Grenoble

INRA, UMR 685 ESR, Economie et sociologie rurales

INRA, UMR 875 BIA, Biométrie et intelligence artificielle

INRA, UMR 1202 BIOGECO, Biodiversité, gènes et communautés

INRA, UMR 1048 SAD-APT, Activités, produits, territoires

AgroParisTech, USC2031 Ecologie des populations et communautés

Contexte

Le développement d'une agriculture durable nécessite de limiter les dommages occasionnés par des organismes considérés comme nuisibles en réduisant la taille de leurs populations, en limitant leur évolution, tout en diminuant l'usage de pesticides. Dans le domaine des productions végétales, il est possible d'agir au niveau de la plante hôte, de la parcelle ou du bassin de production.

Les stratégies de lutte ont jusqu'à présent privilégié l'utilisation de gènes majeurs dans les variétés cultivées. Plusieurs de ces gènes ont été contournés par les populations d'agents pathogènes et peu de stratégies de gestion durable des résistances ont été mises en œuvre en pratique. Cela est lié à la complexité des pathosystèmes concernés, à une absence de

comparaison permettant de dégager des règles de gestion adaptées à la biologie de l'agent pathogène et de l'hôte, à la difficulté à proposer des stratégies de gestion optimales, à une méconnaissance de l'acceptabilité par les producteurs, les acteurs de la filière et des mesures économiques d'incitation appropriées. Une approche pluridisciplinaire en sciences socio-économiques et biotechniques entre des équipes de recherche et des partenaires (ICTA, services régionaux, groupements de producteurs) est donc nécessaire afin de proposer des stratégies de gestion optimales des résistances variétales en prenant en compte la diversité des systèmes de culture et les questions d'acceptabilité et de réglementation pouvant accompagner leur mise en œuvre.

Objectifs et questions posées dans le projet

En choisissant un ensemble de pathosystèmes représentatifs (hôtes différents - grandes cultures, arboriculture, cultures maraîchères - et agents pathogènes présentant des caractéristiques biologiques différentes), ce projet avait pour objectif de mener conjointement des approches de modélisation, d'expérimentations, de suivi de sites pilotes et d'enquêtes afin de définir des stratégies de gestion durable des résistances variétales.

Les questions particulières ont été comment adapter à la gestion durables des résistances :

(i) les modèles issus des sciences économiques pour résoudre des problèmes d'incitation des acteurs

(ii) les méthodes des sciences de gestion pour l'analyse des stratégies des acteurs

(iii) le cadre épidémiologique pour décomposer la dynamique épidémique dans un cadre spatio-temporel approprié

(iv) une modélisation générique représentant les effets des systèmes de culture et de leur agencement spatial sur la durabilité des résistances variétales, pour optimiser les stratégies en prenant en compte les variables économiques, agronomiques et environnementales.

Hypothèses

La construction pluridisciplinaire de ce projet repose sur l'hypothèse que la mise en œuvre d'une gestion durable des résistances implique d'une part la définition de stratégies efficaces, et d'autre part la prise en compte de la structure des filières de production pour, le cas échéant, infléchir les stratégies des acteurs par des mesures incitatives appropriées.

- Pour les sciences économiques, l'hypothèse que cette problématique relève de la gestion d'une ressource en propriété commune a été posée. Le problème revient alors à optimiser l'extraction de la ressource au cours du temps dans un système qui présente deux particularités. D'une part, la dispersion spatiale des bio-agresseurs induit des externalités entre exploitations agricoles, qui peuvent subir des pressions d'attaque hétérogènes. D'autre part, l'acquisition au cours du temps d'informations supplémentaires peut permettre de moduler la stratégie optimale.

- Pour les sciences de gestion, l'hypothèse de stratégies collectives a été posée. Le problème revient alors à déterminer les conditions de leur émergence en fonction de la structure des filières et des stratégies des acteurs. Au niveau des

exploitations agricoles, une seconde hypothèse est que le risque de contournement des résistances variétales dépend des systèmes de culture.

- Pour les sciences mathématiques, l'hypothèse que cette problématique peut être représentée par un processus décisionnel de Markov, qui présente la particularité d'être structuré spatialement, a été posée.

- Pour les sciences biotechniques, l'hypothèse qu'il était possible de décomposer la dynamique épidémique dans un cadre spatio-temporel adapté a été posée. Une seconde hypothèse est qu'il est alors possible de considérer l'effet (à la fois sur la taille et sur la structure des populations de bio-agresseurs) des tactiques relevant traditionnellement de différentes disciplines (agronomie, génétique de l'hôte, pathologie végétale, génétique des populations). Une troisième hypothèse est que ce cadre conceptuel peut d'une part être traduit en un cadre commun de modélisation et d'autre part structurer les expérimentations et suivis de sites pilotes menés sur plusieurs pathosystèmes.

Principaux résultats

A. Structuration d'une communauté pluridisciplinaire

Au-delà des avancées dans chacune des disciplines, le résultat principal de ce projet se situe au niveau des interfaces disciplinaires

créées, matérialisé par l'existence de perspectives de recherches au-delà de la durée du projet. D'une part, l'interface entre sciences économiques et sociales et sciences biotechniques s'est traduite par l'appropriation de l'objet d'études par les sciences économiques,

mathématiques et de gestion qui a abouti à l'identification de pistes de recherches originales dans ces disciplines (structuration spatiale, hétérogénéité des acteurs, par exemple), tout en alimentant en retour la réflexion dans les disciplines biotechniques (prise en compte de la nuisibilité pour évaluer l'effet des épidémies sur le rendement, par exemple). Loin d'être un échec, les obstacles méthodologiques rencontrés sont un signal fort que la littérature ne comportait pas les développements nécessaires pour traiter la problématique de gestion des résistances. D'autre part, entre les disciplines biotechniques, l'objectif était plus ambitieux en raison de l'existence d'interactions de longue date. Cet objectif a non seulement été atteint avec la mise au point de l'outil SIPPOM (simulateur pluriannuel, pluri-parcellaire et pluridisciplinaire), mais même dépassé avec comme avancée majeure la définition d'un cadre commun d'étude adapté à la problématique. Ce cadre incite à déplacer les recherches disciplinaires en épidémiologie vers la récurrence interannuelle, en amélioration des plantes vers le potentiel infectieux des variétés et en agronomie vers la prise en compte de la génétique et de la dynamique des populations pathogènes. Le positionnement de l'effet des tactiques de lutte dans un même cadre devrait par ailleurs faciliter les recherches interdisciplinaires dont plusieurs sont prévues à court terme.

B. Analyse économique

L'interaction entre sciences biotechniques et sciences économiques a permis le développement de modèles économiques adaptés à la gestion durable des résistances. Les obstacles méthodologiques rencontrés indiquent qu'il n'était pas vain, en l'absence de modèle biologique pluriannuel adapté aux champignons, de développer sur la pyrale du maïs les méthodes qui vont maintenant pouvoir être mobilisées sur champignons. Du point de vue des sciences économiques, les avancées ont été d'étendre le cadre de la gestion des ressources naturelles à un problème structuré spatialement et hétérogène pour lequel les stratégies peuvent être modifiées suite à des gains d'information.

C. Epidémiologie, modélisation et optimisation

Au sein des sciences biotechniques, la réflexion a permis de donner du sens au terme « démo-génétique » et d'explicitier les effets épidémiologiques des tactiques de lutte issues de chacune des disciplines biotechniques. Ceci ouvre la perspective d'enfin réconcilier l'épidémiologie

végétale avec l'épidémiologie humaine et animale, et de clarifier les interactions possibles avec la génétique des populations. Ce cadre théorique a été traduit en un cadre de modélisation démo-génétique pluriannuel et pluri-parcellaire. Le modèle a été instancié pour le phoma du colza, sous le nom de simulateur SIPPOM. Une analyse de sensibilité et une évaluation par comparaison avec des données collectées sur un site pilote indiquent un comportement cohérent avec les attendus à dire d'experts. Les simulations réalisées illustrent la capacité du simulateur à hiérarchiser en fonction de critères économiques, environnementaux et de durabilité de l'efficacité, les combinaisons de tactiques de lutte génétiques, agronomiques et chimiques. Une version simplifiée a été utilisée pour les développements méthodologiques d'optimisation et sa généralité a été illustrée par l'adaptation possible à un second pathosystème, le mildiou de la pomme de terre. Les perspectives au-delà du projet sont d'une part l'utilisation du simulateur pour évaluer l'efficacité technique de combinaisons de tactiques, mais également son utilisation en combinaison avec les modèles économiques et de gestion. L'interaction entre sciences biotechniques et sciences mathématiques a été l'occasion d'avancées méthodologiques en adaptant le cadre des processus décisionnels de Markov à un problème structuré spatialement. Les travaux de mise au point sur la version simplifiée du simulateur vont se poursuivre par une complexification des combinaisons de tactiques représentées.

D. Sciences de gestion

L'interaction entre sciences biotechniques et sciences de gestion a permis deux résultats originaux. Un travail d'enquête, basé sur une typologie à dire d'experts, nous permet de conclure que le risque d'érosion de l'efficacité des résistances variétales dépend des caractéristiques des exploitations agricoles. Une seconde analyse des stratégies des acteurs indique que l'acceptabilité des propositions de gestion durable des résistances variétales dépend de l'organisation des filières. Les perspectives sont la poursuite de cette interaction en vue de pouvoir compléter le simulateur existant avec une approche de modélisation en sciences de gestion.

E. Expérimentations et suivi de sites pilotes

Les données collectées dans les expérimentations et sur les sites pilotes ont permis l'évaluation du simulateur et permettront de le faire évoluer.

Une avancée majeure a été de repenser chacune des expérimentations et des suivis de sites dans un cadre conceptuel commun et adapté. Ceci a permis de ne pas simplement juxtaposer des études de cas, mais d'obtenir une caractérisation selon des déterminants unifiés et pertinents, en lien avec les approches de modélisation. Les cas d'études renseignés ont été le mildiou du tournesol, les rouilles des céréales, la tavelure du pommier, le phoma du colza, le mildiou de la pomme de terre et deux virus des plantes

marâchères (WMV – Cucurbitacées et PVY – piment).

Les travaux réalisés dans ce projet constituent un premier pas vers l'objectif d'associer des analyses humaines, sociales et économiques aux travaux biotechniques visant à concevoir des propositions de gestion durable des résistances. Les perspectives en sont la poursuite des travaux à l'aide des méthodes, outils et interfaces disciplinaires créés.

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Ambec S, Desquilbet M (2006). Pest resistance regulation and pest mobility. *American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Long Beach, California, July 23-26, 2006.*

Bousset L, Chèvre AM, Fabre F, Lannou C, Lô-Pelzer E, Sapoukhina N, Sache I (soumis). Durable management of plant disease resistance in agroecosystems could be enhanced with a unified framework. *Evolutionary Applications.*

Fargue-Lelièvre A, Moraine M, Coléno FC (soumis). Sustainable management of varietal resistance of rapeseed to phoma: current agricultural practices and improvements possible. *Agricultural Systems*

Lô-Pelzer E, Bousset L, Jeuffroy MH, Salam MU, Aubertot JN (2009). SIPPOM-WOSR: a Simulator for Integrated Pathogen POpulation Management to manage phoma stem canker on Winter OilSeed Rape. I. Description of the Model. *Field Crops Research (Accepté).*

C3D – Collectifs de consommateurs, questionnement social et consommation durable

Sophie Dubuisson-Quellier, CSO (Sciences Po- CNRS)

Courriel : s.dubuisson@cso.cnrs.fr

Mots clefs : Consommateur, agriculture, gouvernance

Equipes participantes

CNRS-Sciences Po, UMR 7116 Centre de sociologie des organisations

INRA, UR Ecodéveloppement

Université de Liège, Unité SEED

Université d'Oxford, Unité OUCE

Contexte

Le développement durable se présente comme un nouveau paradigme visant à rendre compatibles les options politiques, économiques et sociales présentes avec la pérennité des ressources de la planète. Il suppose par conséquent des modifications profondes des activités ayant des impacts forts sur l'environnement, comme c'est le cas de l'agriculture. Les transformations des pratiques agricoles n'engagent cependant pas seulement les acteurs de ce secteur. Elles sont également au cœur d'enjeux plus larges pour des collectifs qui se disent concernés par les questions d'alimentation et d'environnement. A ce titre, plusieurs mouvements associatifs se sont organisés, à partir des années 2002-2003, à une très faible échelle, afin de solliciter les

consommateurs vers une plus grande responsabilisation vis-à-vis de leurs choix en matière d'alimentation. Symétriquement au niveau international, la question du rôle des consommateurs, à travers ce que les Sommets de la Terre désignaient comme une consommation durable, s'imposait progressivement comme l'un des enjeux majeurs du développement durable.

L'implication des consommateurs et la redéfinition des formes de consommation et de leur rôle dans le développement durable fournissent un cadre nouveau et spécifique à l'analyse des conditions d'une agriculture durable. Ces évolutions contribuent, en effet, à l'intervention des acteurs de la demande, et plus largement des consommateurs, dans la négociation des transformations de l'agriculture.

Questions posées dans le projet

Le projet C3D s'est donné comme objectif d'étudier la manière dont des formes renouvelées de consommation, fondées sur des objectifs de durabilité par les acteurs qui les promeuvent, peuvent être un levier d'action pour des transformations des manières de produire. Il s'agissait notamment de comprendre dans quelles conditions l'expression d'une demande sociale par les consommateurs autour d'objectifs

de durabilité pouvait permettre de définir un nouveau cadre pour l'agriculture. Cette demande sociale a été analysée à partir de trois points d'entrée : la construction de connaissance sur la consommation durable, notamment par la littérature scientifique, la construction d'un cadre prescriptif par des organisations militantes, enfin la mise en œuvre d'expériences concrètes de

systèmes alimentaires visant à atteindre des objectifs de durabilité.

Quatre séries de questions ont permis d'analyser la capacité d'actions des consommateurs sur l'agriculture durable:

- quelles sont aujourd'hui les formes d'expression d'une consommation durable ?
- quels sont les moyens mis en œuvre par ces acteurs individuels et collectifs ?
- quelle forme de participation des consommateurs cela suppose-t-il ?
- que produisent ces pratiques d'organisation de la consommation durable ?

Nous avons étudié une diversité de mouvements militants, en France, en Angleterre et en

Belgique, identifiés pour leur capacité à engager les consommateurs dans la promotion du développement durable : un collectif animant un réseau de boutiques du commerce équitable, un collectif pour le commerce éthique, un collectif promouvant la consommation responsable, un réseau de coopératives de consommation, un réseau de jardins d'insertion sociale, une démarche d'un distributeur engagé dans l'agriculture biologique, un collectif de producteurs d'une race bovine à qualité gustative et environnementale, un réseau animant des contrats locaux entre producteurs et consommateurs, un réseau de circuits courts, des collectifs anti-publicitaires et décroissants, un groupe d'experts sur la consommation éthique.

Hypothèses

La démarche adoptée est inductive et compréhensive. Elle consiste à ne pas se donner de définition préalable des catégories pertinentes et à laisser les acteurs désigner eux-mêmes ces catégories et leurs agencements. Notamment, nous n'avons pas traité le développement durable comme un concept stabilisé, dont le contenu était défini par nous-mêmes, par la communauté scientifique ou par les instances internationales. Plutôt, nous l'avons considéré comme un paradigme dont la négociation des contours comme du contenu est au cœur des enjeux de la transformation de nos sociétés. Toutefois, nous n'avons pas adopté de position relativiste qui nous aurait conduits à tenir dans des positions symétriques les différents acteurs qui participent à la négociation de la définition du développement durable, d'une agriculture durable ou d'une consommation durable. Nous avons au contraire considéré que cette négociation est un enjeu de pouvoir entre différents acteurs : chacun, agriculteurs, consommateurs, mais aussi pouvoirs publics et

scientifiques, cherche à définir et imposer les options qui mènent à la durabilité de l'agriculture.

Cette position, à la fois épistémologique et méthodologique, nous a conduits à formuler plusieurs hypothèses qui ont guidé notre travail :

- les définitions de la durabilité mobilisées par les acteurs sont plurielles et potentiellement incompatibles
- les chercheurs font partie de ce système d'acteurs négociant la définition de la durabilité
- la définition d'une agriculture durable résulte d'un processus politique complexe engageant des négociations, plus ou moins pacifiées, avec les acteurs s'identifiant ou identifiés comme impliqués
- la question de la gouvernance des systèmes alimentaires doit fournir le nouveau cadre d'analyse de la transformation de l'agriculture.

Principaux résultats

Le projet C3D a débouché sur quatre résultats majeurs :

A. Les collectifs de consommateurs cherchent à accroître le pouvoir économique mais surtout politique des consommateurs

La mobilisation des consommateurs repose de manière non exclusive sur l'hypothèse d'un pouvoir économique acquis des consommateurs ou sur son potentiel pouvoir politique. Les mouvements les plus enclins à envisager un pouvoir économique des consommateurs sont

ceux qui abordent le marché sous l'angle de la production d'externalités : cas des mouvements de commerce équitable, commerce éthique, de protection de la biodiversité ou de l'agriculture biologique. Le travail de ces mouvements consiste à alerter les consommateurs sur les effets de leurs choix, et réorienter leurs achats, à l'aide de labels, vers des produits comportant des garanties éthiques.

Par ailleurs, d'autres collectifs veulent en parallèle inciter les consommateurs à investir de nouveaux espaces de gouvernance qui leur permettent de participer aux choix qui sont faits en amont. Dans ce cadre, ils proposent aux consommateurs de nouvelles formes de consommation qui engagent les consommateurs à s'investir d'avantage dans un travail militant pour participer à des campagnes d'action collective ou plus directement négocier auprès des producteurs ou des acteurs politiques les choix faits sur la production. Dans ce cas, c'est le pouvoir politique potentiel des consommateurs qui fonde les démarches de mobilisation.

B. Pour mobiliser les consommateurs, ces groupes militants déploient une diversité de répertoires d'action

Nous avons identifié trois principaux répertoires de l'action militante : l'éducation, l'orientation des achats, l'organisation de pratiques d'échange.

L'éducation des consommateurs vise à fonder leur responsabilisation sur la mise en évidence de leur contribution inconsciente ou involontaire à certains désordres globaux. Ce répertoire s'appuie sur une abondante information diffusée par les mouvements. Il procède également pour certains mouvements de l'organisation de manifestations dans l'espace public.

Le deuxième type de répertoire vise à construire ou soutenir de nouveaux équipements marchands qui intègrent aux yeux des mouvements les objectifs du développement durable en équipant les consommateurs avec de nouveaux repères dans l'espace marchand. Ce répertoire s'appuie sur la mise en place de labels, des campagnes d'action et des démarches de lobbying auprès des pouvoirs publics centralisés.

Enfin, le dernier répertoire d'action consiste à bâtir des alternatives d'échange qui mettent concrètement en œuvre la contestation. Qu'il s'agisse des boutiques de commerce équitable, des coopératives de l'agriculture biologique, des magasins de producteurs, des contrats locaux

entre producteurs et consommateurs (de type Amap) ou de réseaux d'approvisionnements mutualisés de consommateurs, la démarche sous des formes très différentes, procède à chaque fois de la volonté de rendre les producteurs et les consommateurs solidaires des décisions qui sont prises ensemble.

C. Cette mobilisation des consommateurs produit des effets à la fois sur les trajectoires individuelles et dans l'espace public

Le premier effet de ces collectifs de consommateurs concerne les apprentissages individuels et collectifs des consommateurs qui y sont engagés. Même s'ils entrent dans ces mouvements pour des raisons variées et qui n'épousent que rarement des objectifs militants, les consommateurs finissent par y acquérir une connaissance des problématiques environnementales ou éthiques.

Un deuxième effet provient de la capacité des collectifs de consommateurs à mettre à l'agenda collectif les problématiques qu'ils défendent. En effet, malgré le caractère très restreint de ces démarches, celles-ci ont contribué à modifier la prise en charge de certaines problématiques liées aux systèmes alimentaires. Cela se traduit par la mise en place, par des acteurs publics de moyens destinés à soutenir certaines de ces initiatives : soutiens publics à l'installation d'un marché fermier, au développement de menus bio ou locaux dans les cantines scolaires, chargés de mission circuits courts. Mais les acteurs privés trouvent également dans ces initiatives militantes de nouveaux espaces économiques, qu'il s'agisse de producteurs, ou de distributeurs.

Le troisième effet porte sur la capacité de ces collectifs de consommateurs à proposer des formes de gouvernance originales pour les systèmes alimentaires. Celles-ci sont fondées sur des décisions collectivement négociées entre consommateurs et d'autres acteurs (bien souvent des producteurs) et cherchent souvent à redéfinir les rapports de pouvoir au sein des filières.

D. Les limites de ces démarches portées par des groupes de consommateurs tiennent à leur difficile évaluation et à leur propension à exclure les catégories les plus défavorisées

Une première limite vient de la difficulté d'évaluation de ces démarches. Elles résistent en effet à différentes formes d'évaluation, économique mais aussi environnementale, en raison de leur recours à des catégories peu

instrumentées : bien-être, responsabilité, engagement, solidarité.

La deuxième limite concerne la faible accessibilité sociale de ces réseaux. Les producteurs comme les consommateurs les bien moins dotés économiquement, socialement ou politiquement ne s'engagent pas dans ces mouvements. La conversion vers ces systèmes d'échanges

alternatifs n'est pas accessible à tous les producteurs et suppose des compétences et des accompagnements spécifiques. Mais cette spécificité sociographique est encore plus étroite s'agissant des consommateurs, qui appartiennent pour leur très grande majorité aux classes moyennes à fort niveau d'éducation.

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Deverre C., Lamine C., à paraître, « Les systèmes agroalimentaires alternatifs. Une revue de la littérature sociologique anglophone », accepté par *Economie Rurale*.

Dubuisson-Quellier S., 2009, *La consommation engagée*, Presses de Sciences Po, Paris.

Dubuisson-Quellier S., Lamine C., Le Velly R., à paraître, « Is the consumer soluble in the citizen? Mobilization in alternative food systems in France », accepté par *Sociologia Ruralis* (en cours de révision).

Stassart, P.M. and D. Jamar, 2008, « Steak up to the horns! The conventionalization of organic stock farming: knowledge lock-in in the agrifood chain », *GeoJournal* 73(1): 31-44.

TRANS – Transformations de l'élevage et dynamiques des espaces

Benoît Dedieu, INRA

Courriel : dedieu@clermont.inra.fr

Mots clefs : Elevage, espaces, dynamiques, travail, modélisation, comparaisons

Equipes participantes

INRA, CEMAGREF, ENITAC, UMR METAFORT
CIRAD (UR SYSTEME D'ELEVAGE, GREEN, ERRC ;
pôles PPZS – Dakar et PRISE – Hanoï)
INRA, UMR DYNAFOR
CEMAGREF, UR Développement des Territoires
Montagnards
INRA, UMR AGIR
ENESAD, UR LISTO
INRA, UR Ecodéveloppement
INRA, UR BIA Toulouse
INRA, UR MONA Ivry
INRA, UMR SAD – APT
INSTITUT DE L'ELEVAGE

Partenaires :
ISARA Lyon
Oxymore
ITEM Pau
GIS Alpes Nord – Jura
Institut Plan Agropecuario (Uruguay)
INTA (Argentine)
Institut de Politique et de Stratégie pour le
Développement Agricole et Rural (Vietnam)
Université de Brasilia
Embrapa (Brésil)
Contrôles Laitiers 12, 46, 15

Contexte

Les dynamiques de changement des activités d'élevage se trouvent au cœur des enjeux de développement durable de nombreux territoires dans les régions herbagères et pastorales. Du Nord au Sud de la planète, l'activité d'élevage d'herbivores contribue en effet à la vitalité de l'économie, des sociétés locales et participe à l'évolution des espaces naturels ou peu anthropisés, au centre de grands enjeux environnementaux.

Même si leur expression diffère selon les régions du monde, ces enjeux de développement durable

nécessitent, quelque soit le lieu, de comprendre et d'anticiper ces dynamiques de changement à l'échelle des territoires. Ils interrogent la recherche et le développement sur l'adaptation de leurs cadres d'analyse et d'action souvent plus orientés par des considérations de filières et de politiques sectorielles. Elles nécessitent de rendre compte des transformations, à la fois humaines et techniques, de l'élevage et de leurs impacts sur les usages des espaces.

Objectif du projet

Le projet Trans vise à *renouveler* des savoirs et les cadres d'analyse et de modélisation sur les transformations de l'élevage et leur impact sur les usages des espaces. Ce *renouvellement* résulte d'approches associant sciences

agronomiques, sciences sociales et modélisation ainsi que d'analyses comparatives de situations de partenariat R&D de cinq régions du monde (l'Amazonie brésilienne, les montagnes françaises, la Pampa argentine et uruguayenne, le

Sahel sénégalais et les montagnes du Vietnam). La diversité des interactions élevage – espace y est en effet assez large (tableau 1). D'un point de vue opérationnel, le projet Trans contribue à renouveler les démarches et outils

d'accompagnement des changements dans les exploitations et d'évaluation de l'effet de différents scénarios sur les changements des paysages, pour aider à la gouvernance locale des territoires.

Tableau 1. Les situations d'interactions élevage – espace dans le projet Trans

Intensification sur surfaces mécanisables	Déprise (boisement naturel, embroussaillage)	Restructuration « silencieuse »	Désertification / concurrence avec activités utilisatrices d'eau	Concurrence Elevage – forêt (biodiversité)	Elevage et développement des cultures (intensification de l'élevage)
Vietnam (Moc Chau)	Alpes - Pyrénées	Massif Central Nord	Sahel - Ferlo	fronts pionniers amazoniens	Pampa (Uruguay, Argentine)

Hypothèses

Deux hypothèses fortes orientent le projet :

- les transformations de l'élevage et d'utilisation des surfaces sont liées non seulement à l'adaptation des exploitations à des modifications de contexte (prix, politiques), mais aussi 1) aux dynamiques propres de ces systèmes lesquelles sont liées notamment aux mutations de la main-d'œuvre (évolution des formes de l'exploitation familiale) et du rapport au travail ; 2) aux normes socio – techniques locales et aux logiques de long terme qui permettent aux éleveurs de faire face en continu à des perturbations de tous ordres et de saisir des opportunités.

- Les dynamiques des usages de l'espace à l'échelle de territoires continus traduisent les

transformations de l'ensemble des exploitations qu'elles soient agricoles ou pluriactives. Elles mettent également en jeu des actions collectives locales et l'appui d'acteurs hors élevage.

De telles hypothèses nous distinguent des travaux existant ou en cours qui considèrent 1) les changements externes (ex : modifications de la PAC) comme source quasi-exclusive des transformations, 2) la diversité au travers de « cas types » (élevages fictifs modélisés à partir de cas réels pour l'essentiel professionnels). Elles nous distinguent aussi d'approches marquées par l'optimisation par programmation linéaire, qui expriment les dynamiques temporelles comme le passage d'un état 1 à un état 2.

Principaux résultats

A. Un renouvellement des cadres d'analyse

- *Quelle vision dynamique de l'élevage ?*

Considérer l'élevage « en mouvement » c'est reconnaître un rôle aux perturbations, aux aléas mais aussi aux chocs d'origines diverses, singuliers ou réguliers, internes ou externes, c'est-à-dire reconnaître un rôle à l'incertitude en regard de laquelle « tenir sur le long terme » prend du sens pour les éleveurs. C'est reconnaître aussi que des mutations sociales accompagnent, interfèrent avec celles des structures, des techniques, des règles du marché ou des politiques : mutations du monde

des éleveurs, composée de chefs d'exploitation mais aussi de salariés, d'hommes mais aussi de femmes ; mutations des normes sociales locales de ce qu'est un élevage qui tient dans ce contexte d'incertitude sur l'avenir, et enfin mutations des collectifs de travail et des représentations du travail. Les changements de conduites d'un troupeau, d'utilisation d'un espace fourrager et pastoral ont alors aussi pour déterminants la façon dont les éleveurs construisent les trajectoires d'évolution des systèmes famille -activités – main d'œuvre - exploitation, ainsi que le rôle que doit jouer le système technique dans les caractéristiques et

les régulations de l'organisation du travail. La conduite de l'élevage et des surfaces peut être en effet du domaine du prescrit (par les impératifs économiques), de l'ajustable (pour « passer », on simplifie un peu) ou la résultante de projets associant conjointement des attentes économiques et un projet de vie.

- *l'élevage, l'espace et les sociétés locales.*

L'analyse comparative de différents terrains au Nord comme au Sud, suggère de prendre en compte cinq dimensions dans l'étude des interactions élevage – territoire : 1) les reformulations locales des politiques agricoles et des conditions du marché, 2) le contexte socio-économique local qui met en relation le secteur de l'élevage et les fonctions diverses qu'il remplit (aussi bien pour les exploitants que pour les autres acteurs locaux) avec d'autres composantes du territoire : le foncier, les pressions démographiques, la concurrence avec d'autres activités économiques), 3) les caractéristiques et la diversité des espaces qu'ils soient « naturels » ou fortement remodelés par l'homme ainsi que l'histoire des territoires, 4) la diversité des systèmes d'exploitation, professionnels ou non, pluriactifs ou agricoles, 5) les actions collectives mobilisant les éleveurs, en lien avec des acteurs hors élevage qui appuient ces actions.

B. Des connaissances nouvelles

- *Les actions collectives menées par les éleveurs en lien avec des « alliés »* contribuent à orienter les changements dans l'utilisation de l'espace. Elles supposent des valeurs partagées, un « bien commun local », que ce bien valorise l'initiative et la responsabilité individuelle ou l'engagement collectif (humain ou financier). Les alliés (des collectivités territoriales, des ONG, des intellectuels...) jouent un rôle de porte-voix ou facilitent, par le biais d'investissements adaptés, l'activité, la circulation des biens et des hommes, ou la valorisation des produits

- *La diversité des logiques d'action sur le long terme* n'oppose pas les situations du Nord « protégé » par la PAC et le Sud, soumis à des régimes plus libéraux ou sans grands moyens d'intervention. Elle distingue, dans tous les terrains d'étude, différentes combinaisons de principes « pour tenir ». Sur le plan technique, ces principes distinguent 1) la recherche d'un haut niveau de maîtrise technique avec des solutions technologiques assurant l'optimisation, et 2) la conservation et la gestion de sources de flexibilité interne au système d'élevage via un « management » adaptatif du projet de production, du troupeau et du renouvellement

de la diversité des ressources fourragères et pastorales. D'autres oppositions sont également transversales aux études, comme les rapports à la spécialisation, à l'agrandissement, ainsi qu'à la gestion économique et à l'organisation du travail. Les débats de normes socio-techniques au sein du monde professionnel soulignent le hiatus entre les postures entrepreneuriales ou technicistes très valorisées et le peu de poids accordé aux postures de prudence qui privilégient un « faire avec » les perturbations et la conservation de sources internes de flexibilité construites sur des savoirs locaux (la mobilité des troupeaux, les fonctions des ressources...).

- *Les collectifs de travail changent* : le développement du salariat, général dans les différents terrains, apparaît comme un indicateur fort des transformations des formes d'exercice de l'activité d'élevage. Le modèle familial où l'on ne distingue pas vie au travail et vie privée laisse la place à des réalités très diversifiées. La simplification des conduites d'élevage apparaît comme un levier de régulation de l'organisation du travail assez caractéristique des exploitations à petit collectif de travail familial, aux capacités limitées de mécanisation.

C. Des modèles d'accompagnement

Ces modèles visent à tester, dans le cadre de dispositifs d'interaction avec les acteurs locaux, différents scénarios de changement de l'élevage. Un modèle générique de système multi-agents élevage – espace a été construit dans le projet, formalisant les relations entre objets et les entités structurantes des modèles développés localement. La mise en relation des transformations de l'élevage et des dynamiques des espaces s'appuie sur une démarche en cinq points : 1) une approche spatialement explicite, réalisée à l'échelle d'un espace continu, 2) une formalisation de la diversité et de la dynamique de l'ensemble des systèmes d'élevage, 3) une expression de leur impact sur les changements d'utilisation de l'espace, 4) des scénarios discutés avec des acteurs locaux et enfin 5) le développement de SMA couplés à des SIG pour visualiser l'effet des changements.

D. Retombées opérationnelles et perspectives

Les résultats du projet sont mis au service de développements opérationnels : l'expression localisée des interactions élevage – espace et des scénarios s'est traduite par le développement de SMA dédiés dans le cadre d'approches participatives (partie du projet ComMod). Prolongeant les partenariats avec le

Développement, plusieurs équipes participent à la réflexion sur le contenu d'un « conseil stratégique » et/ou contribuent à étoffer un corpus « conseil travail » dans le cadre du RMT « travail en élevage ». Le débat scientifique se prolonge notamment au travers d'un projet de colloque Inra – Cirad – ADD « Agir en Situation d'Incertitude » (novembre 2010) et de l'initiative, avec le GIP IFRAI, d'un réseau

international « Livestock Farming & Local Development » (lancement en automne 2009).

Au final, par ses productions et ses perspectives, le projet contribue au domaine d'étude des interactions entre Elevage et Territoire dans une perspective de développement durable. Il joue également un rôle important dans l'approfondissement du partenariat entre l'Inra et le Cirad sur les productions animales en régions chaudes.

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Litre G., Tourrand J.F., Morales H., Arbeleche P., 2008 Ganaderos Familiares Gauchos : Una opción hacia la producción sustentable?. In Asian Journal of Latin American Studies, v20, n°404, p105-147

Cialdella N., Dobremez L., Madelrieux S., 2009. Livestock farming systems in urban mountain: differentiated paths to remain in time. Outlook on Agriculture, 38, (2), 127 - 136.

Dedieu B. 2009. Qualification of the adaptive capacities of livestock farming systems. Revista Brasileira de Zootecnia, 38, 397 – 404.

Martin, G., Hossard, L., Theau, JP., Therond, O., Josien, E., Cruz, P., Rellier, JP., Martin-Clouaire, R., Duru, M. 2009 Characterizing potential flexibility in grassland use – An application to the French Aubrac region. Agronomy for Sustainable Development, 29, 381 – 389.

Gibon A., Ickowicz A., Tourrand J.F. (Eds). 2010. Modèles et outils pour une gestion durable des espaces naturels. N° spécial (double) de la revue Cahiers Agricultures. A paraître.

Cournut S., Hostiou N. 2010 Diversification des collectifs de travail et adaptation des systèmes bovins laitiers : une étude en ségala (France). Accepté dans Cahiers Agricultures.

www.clermont.inra.fr/add-trans/

ACDUQ – Action collective pour une maîtrise durable de la santé animale : qualification sanitaire en élevage de Ruminants

Christine Fourichon, ENVN
Courriel : fourichon@vet-nantes.fr

Mots clefs : élevage, santé animale, action collective, qualification

Equipes participantes

ENVN-INRA, UMR1300 BIOEPAR (Bioagression, épidémiologie et analyse de risque)
INRA, UR341 MIA-Jouy (Mathématiques et informatique appliquées)
INRA, UR346 EPI-A (Epidémiologie animale)
CIRAD, UPR SEPA (Systèmes d'élevage et produits animaux)
CIRAD, UPR AGIRs (Animal et Gestion Intégrée des Risques)
Université de Nantes, Ecole polytechnique, IHT (Institut de l'homme et de la technologie)
AFSSA, LERBHV (Laboratoire d'Etude et Recherche en Pathologie Bovine et Hygiène des Viandes)
AFSSA, LERPAZ (Laboratoire d'Etude et Recherche en Pathologie Animale et Zoonoses)
INRA, UR631 SAGA (Amélioration Génétique des Animaux)
Institut de l'Elevage, Département Techniques d'Elevage et Qualité
Scottish Agricultural College, Land Economy Group

Contexte

Maîtriser la santé animale est nécessaire à la fois pour l'économie et l'organisation des exploitations d'élevage, et pour le respect du bien-être animal, la sécurité des produits animaux, et la sécurité des troupeaux pour leur environnement.

Les actions de maîtrise sont définies par l'Etat pour les maladies réglementées, à enjeu majeur sur la santé publique ou les marchés internationaux, mais pour les autres maladies, la gestion est à l'initiative des éleveurs. La gestion par un éleveur des maladies transmissibles peut induire des externalités positives (la bonne protection d'un troupeau réduit l'exposition des troupeaux voisins) ou négatives (en cas de pratiques à risque). L'action peut être individuelle ou bien collective et coordonnée, pour réduire et répartir les risques et les coûts associés aux maladies et à leur maîtrise.

Pour les maladies endémiques, présentes dans les populations animales, une des voies de

coordination des actions est la qualification sanitaire. La qualification sanitaire consiste à attribuer un statut vis-à-vis d'une maladie, information qui peut être utilisée par d'autres acteurs pour leurs décisions (par exemple, l'achat d'animaux). Une qualification peut concerner un animal, un troupeau, une zone géographique ou un groupe d'exploitations.

La faisabilité d'un tel dispositif collectif dépend du mode de transmission des maladies, des méthodes permettant de les détecter, de leurs conséquences, et de la motivation des acteurs à l'utiliser.

Questions posées dans le projet

Le projet a visé d'une part à identifier les facteurs pouvant conduire des acteurs à adopter ou non un dispositif de qualification sanitaire, et, d'autre part, à évaluer *ex ante* dans quelle mesure, et sous quelles conditions, de tels dispositifs permettent de réduire les risques de maladies endémiques dans les troupeaux de ruminants. La question des leviers d'action pour favoriser l'adoption de pratiques sanitaires a été explorée.

La réduction des risques sanitaires permise par les décisions d'acteurs dans des dispositifs de maîtrise collective a été étudiée, sous l'hypothèse de rationalité économique des éleveurs, et en intégrant la possibilité de mettre en place des incitations financières. Deux types d'action de maîtrise ont été envisagés, la qualification sanitaire et la vaccination, actions pouvant a priori intéresser des territoires à faible ou fort risque de transmission des maladies entre troupeaux.

Des modèles dynamiques et des modèles probabilistes ont été développés pour évaluer, à l'échelle de différentes populations, les effets de dispositifs de qualification : réduction de la probabilité de survenue et de persistance de la maladie dans la population, évaluation de la

probabilité de qualifier à tort d'indemne un animal ou un troupeau.

Des méthodes de modélisation dynamique permettant de prendre en compte la dynamique d'infection dans plusieurs populations structurées et gérées (les troupeaux), en interaction dans un territoire, ont été recherchées.

Pour définir des scénarios à simuler « réalistes », représentant des populations animales caractéristiques de territoires différents (en termes de densité, de systèmes de production), des descriptions des structures de contacts entre troupeaux (contacts de voisinage et mouvements d'animaux) ont été produites.

Les questions ont été étudiées pour quatre maladies endémiques des ruminants ayant des conséquences et modes de transmission différents.

Pour deux de ces maladies, endémiques en Europe ou en Afrique, une étape préalable à la conception de dispositifs de qualification était la description de la persistance de l'infection et de l'excrétion de l'agent pathogène chez les bovins, nécessaire pour déterminer les états possibles des animaux vis-à-vis de l'infection.

Hypothèses

L'attitude des éleveurs par rapport au risque de maladie animale est une construction sociale qui dépend de leurs représentations personnelles, de leur réseau socio-professionnel, et de leurs connaissances.

Les décisions individuelles des éleveurs d'adopter ou non des actions de maîtrise collective des maladies interagissent de façon dynamique avec l'évolution de la propagation d'une maladie et du risque de contamination qui en résulte.

Les structures des populations animales influencent la probabilité de propagation et de persistance d'un agent infectieux.

Au niveau d'un territoire, la limitation des mouvements d'animaux infectés, via la qualification, peut réduire l'extension de la propagation et la probabilité de persistance endémique d'une maladie.

La prise en compte de l'information sur la structure d'une population (sensibilité génétique à la maladie, âge, groupes) permet d'estimer plus précisément la probabilité que la population soit indemne de la maladie.

1. Un dispositif de qualification sanitaire doit être co-construit avec les éleveurs. Les représentations des éleveurs de ce qu'est la santé de leur troupeau varient, étant centrées sur l'apparence des animaux, les pratiques professionnelles des éleveurs, les performances du troupeau ou l'absence de maladies. Elles font peu référence aux maladies transmissibles. Pour celles-ci, les éleveurs font globalement confiance à la gestion par les pouvoirs publics des maladies à enjeu majeur. Pour les maladies endémiques, peu d'attentes sont formulées spontanément pour des démarches de qualification, suggérant que ces dispositifs techniques conçus initialement par des conseillers en santé animale doivent être co-construits pour être adoptés. Le déficit de connaissances sur la maladie, quasi général, n'est pas un frein à l'adhésion à une action collective, mais entraîne des pratiques à risque. Les principales motivations à appliquer des programmes proposés sont l'importance accordée au cheptel et la vision du futur de l'exploitation, autant qu'une éventuelle expérience de la maladie. La confiance accordée aux conseillers de l'élevage, la cohérence de leurs discours, et l'attitude active de recherche d'information sont également associés à une adhésion. Le souhait, par les éleveurs, d'une évolution des relations avec le vétérinaire est déterminant dans l'influence que peuvent avoir les évolutions des connaissances sur leurs pratiques.

2. La prise en compte des décisions individuelles des éleveurs dans des modèles intégrant épidémiologie et économie éclaire la gestion collective. Sous l'hypothèse de marché parfait, l'adoption d'un dispositif de qualification sanitaire peut résulter à la fois en une augmentation de la fréquence d'achats sécurisés (achats d'animaux qualifiés non infectés) et en une augmentation du surplus économique pour les acheteurs et les vendeurs, en comparaison à un dispositif où l'asymétrie d'information entre acheteur et vendeur sur le statut d'un animal peut être levée uniquement en réalisant un test de dépistage de la maladie lors de l'achat. Ces augmentations sont simultanées à condition que le coût d'acquisition de la qualification soit inférieur au coût du test de dépistage.

Sous les hypothèses de rationalité économique des éleveurs, de leur parfaite information sur le risque d'exposition à une maladie de leur

troupeau (situé dans un territoire), et de décision réversible, la mise en place d'une vaccination volontaire peut réduire la fréquence d'une maladie endémique, mais ne permet pas de l'éliminer du territoire (sauf dans le cas où la vaccination a un coût nul). Les mesures de compensation des pertes subies en cas de maladie, correspondant à une mutualisation du risque, induisent alors une augmentation de la fréquence de la maladie (situation d'aléa moral), sauf si elles sont conditionnées à la réalisation de la vaccination.

3. Des modèles dynamiques de propagation des maladies permettent d'identifier les facteurs favorisant la transmission d'un agent pathogène et son maintien dans une population et de simuler les effets attendus d'actions collectives. Pour les maladies endémiques, selon les questions posées, ces modèles considèrent la dynamique au niveau d'un troupeau, ou celle d'un ensemble de troupeaux. La réalisation de ces modèles complexes a impliqué des développements méthodologiques, car les hypothèses des modèles classiques sont insuffisantes pour représenter la structuration des troupeaux (par âge, par génotype). De plus, le couplage de deux niveaux d'échelles est nécessaire (troupeau, territoire). Des modèles génériques de métapopulation et d'agrégation ont été élaborés et évalués.

Un modèle en métapopulation a été développé pour étudier la propagation et la persistance du virus de la BVD (diarrhée virale bovine) dans une population de troupeaux bovins laitiers en interactions, avec différents niveaux de contacts, en l'absence de réintroduction du virus. La taille de l'épidémie (nombre cumulé de bovins infectés) dépend à la fois des contacts de voisinage et des mouvements d'animaux entre troupeaux. Par contre, la durée de persistance du virus dans la population dépend uniquement des mouvements d'animaux. Un dispositif de qualification permettant de prévenir ou de réduire la probabilité de commercialisation de bovins infectés permet de réduire très fortement la persistance du virus (c'est-à-dire le maintien de la maladie à l'état endémique dans la population).

4. Au niveau d'un troupeau, la modélisation probabiliste ou dynamique permet de quantifier le risque de se tromper en attribuant une qualification sanitaire. Les facteurs influençant la probabilité de détecter la présence d'un agent peuvent être identifiés. Des conditions permettant de conclure à son absence, avec une probabilité faible, acceptée, de se tromper sont proposées comme résultats opérationnels.

Des dispositifs qui prennent en compte simultanément les informations issues du dépistage obligatoire de la tremblante sur les ovins morts et de l'information génétique disponible via les généalogies permettent de qualifier beaucoup plus rapidement les troupeaux et à coût moindre que les méthodes actuellement en place.

Des méthodes peu coûteuses de surveillance de la BVD dans les troupeaux laitiers permettent de qualifier les vaches adultes et les génisses de plus

de 19 mois, avec un risque de se tromper très faible. Les critères étudiés, définis avec les acteurs ont été intégrés au cahier des charges proposé par l'ACERSA (Association pour la certification en santé animale) pour une utilisation au niveau national lors des transactions de bovins.

5. La biologie de certains agents pathogènes ne permet pas d'envisager une maîtrise par la qualification. La fréquence, la durée, les voies d'excrétion de *Coxiella burnetii*, agent de la fièvre Q ne permettent pas de concevoir de dispositif de qualification pour cette zoonose. Les voies à explorer pour maîtriser cette maladie dans les troupeaux bovins, au vu des résultats obtenus dans le projet, reposent sur la réduction de la transmission dans les troupeaux, par des mesures médicales limitant l'excrétion de la bactérie (vaccination ou traitements).

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Ducrot C, Pecaud D, Petit E, Krebs S, Viet AF, Durand B, Biteau-Coroller F, Beaudeau F, Frappat B, Calavas D, Fourichon C. Qualification sanitaire des troupeaux, représentations du risque selon les acteurs et les disciplines. *Nature Science et Société* (accepté).

Durand B, Martinez MJ, Calavas D, Ducrot C, 2009. Comparison of strategies for substantiating freedom from scrapie in a sheep flock. *BMC Veterinary Research*, 5:16

Ezanno P, Lesnoff M, 2009. A metapopulation model for the spread and persistence of contagious bovine pleuropneumonia (CBPP) in African sedentary mixed crop-livestock systems. *Journal of Theoretical Biology*, 256, 493-503.

Gaucel S, Laroche B, Ezanno P, Vergu E, Touzeau S, 2009. Using singular perturbations to reduce an epidemiological model: application to Bovine Viral Diarrhoea Virus (BVDV) within-herd spread. *Journal of Theoretical Biology*, 258, 426-436.

Rat-Aspert O, Weldegebriel HT, Stott A, Fourichon C, 2008. Managing animal health status information in the cattle market. *12th European Association of Agricultural Economics Congress*, Gand, 26-29 août (communication orale et actes).

EVAD – évaluation de la durabilité des systèmes aquacoles

Jérôme Lazard

Courriel : jerome.lazard@cirad.fr

Mots clefs : aquaculture, développement durable, durabilité, évaluation, indicateur, co-construction

Équipes participantes

Cirad, UR Aquaculture et gestion des ressources aquatiques, Montpellier

Ifremer, Station expérimentale de Palavas-les-Flots

INRA, UMR NUAGE, Saint Pée sur Nivelle

INRA, UMR SAS, Rennes

IRD, UR CAVIAR, Montpellier

Université de Montpellier 1, Laboratoire montpellierain d'économie théorique et appliquée

PARTENAIRES

Cameroun : Institut de Recherche Agricole pour le Développement (IRAD) et Centre d'Information, de Formation et de Recherche pour le Développement (CIFORD), dans le cadre du Pôle de Compétence en Partenariat Grand Sud
France : Comité Interprofessionnel des Produits de l'Aquaculture (CIPA) et Institut Technique de l'AViculture et de l'élevage des petits animaux (ITAVI)

Indonésie : Research Center for Aquaculture (RCA) et Directorate General for Aquaculture (DGA) à Jakarta

Philippines : Philippine Council for Aquatic and Marine Research and Development (PCAMRD)

Contexte

L'aquaculture a connu ces 30 dernières années un développement sans précédent dans le domaine des productions agricoles avec un taux de croissance annuel supérieur à 10% entre 1980 et 2000. Dans le même temps, la pêche connaissait un ralentissement de sa progression pour cesser de croître à partir de 1995. Cette conjonction de tendances a créé une **situation historique** en cette fin de première décennie 2000 : les contributions à l'alimentation humaine de la pêche et de l'aquaculture se rejoignent avec 60 Mt chacune. Aussi bénéfique soit-elle, la croissance de l'aquaculture, désormais seule capable de soutenir l'augmentation de la demande en produits aquatiques, soulève un certain nombre de questions en relation avec la durabilité de son développement. L'analyse des principaux référentiels (codes de conduite, guides de pratique, normes, lois, labels, etc.) et

initiatives de construction d'indicateurs de développement durable (DD) en aquaculture montre que la plupart d'entre eux relève d'approches très déséquilibrées quant aux dimensions du DD prises en compte. Ils sont en outre issus d'approches très centralisées avec un faible recours à des démarches participatives.

Cette situation a conduit à une prolifération de normes, de guides et d'indicateurs de DD qui sont, pour la plupart, considérés comme des injonctions contraignantes ou des recommandations non opérantes. Elles sont, de fait, effectivement très peu ou pas utilisées. Ce déficit d'opérationnalisation et d'appropriation du DD est apparu aux initiateurs du projet EVAD comme nécessitant l'élaboration d'une démarche générique qui permette par ses caractéristiques de favoriser la mise en œuvre et l'appropriation du DD.

Question posée dans le projet

La **question** au cœur du projet : *comment mettre en place de façon effective un système*

d'évaluation du développement durable de l'aquaculture qui puisse être :

1) adapté aux conditions locales tout en étant généralisable et propice à des comparaisons multi sites, 2) appropriable par les acteurs et donc plus facilement apte à être pérennisé ?

Pour y répondre, la construction d'indicateurs de DD pour l'aquaculture doit être pensée non pas comme l'élaboration d'un simple dispositif de suivi mais comme une opportunité pour définir les enjeux d'une aquaculture durable de façon collective, tant à l'échelle des exploitations qu'à celle des territoires dans lesquels celles-ci se situent.

La démarche adoptée, collective, vise la coproduction de Principes, Critères et Indicateurs (PCI, Fig. 1). Elle suppose trois conditions :

- 1) prendre en compte les représentations des aquaculteurs et parties prenantes, de façon à expliciter les valeurs et les objectifs poursuivis, en veillant à ce qu'il n'y ait pas de rupture brutale entre le nouveau référentiel introduit par le DD et les pratiques et représentations existantes ;
- 2) considérer le processus de co-construction comme une occasion d'ouverture et d'apprentissage réciproque créant des conditions

de discussion, de négociation, de formalisation et d'institutionnalisation des indicateurs ;

- 3) se situer sur un territoire où il n'existe pas de conflits trop importants afin que le processus de co-construction puisse se dérouler sans trop d'obstruction.

Par sa conception, la démarche proposée cherche à réunir les avantages des approches «top down» avec les repères communs offerts par la base de référence, et ceux des approches «bottom up», avec les propriétés des démarches participatives qu'elles recouvrent.

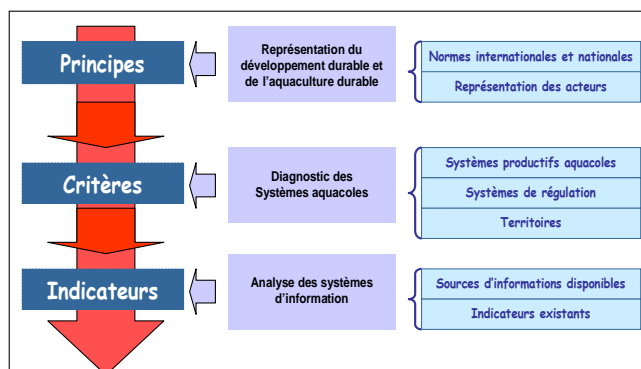


Figure 1. Articulation des types d'analyse contribuant à l'approche des Principes, Critères et Indicateurs

Hypothèses

Le projet et la méthode qu'il a permis d'élaborer répondent à **quatre hypothèses** :

- 1) L'opérationnalisation d'un système d'indicateurs de DD suppose de les considérer, non pas comme de simples outils, mais comme l'expression des ordres de priorité et comme des normes.
- 2) En tant que processus d'innovation, la mise en œuvre du DD exige un apprentissage organisationnel et une démarche spécifique de co-construction du fait des changements profonds qu'elle génère. Ces changements seront d'autant plus « faciles » à conduire que les actions qu'ils impliquent correspondent aux pratiques, aux comportements et aux valeurs des aquaculteurs et parties prenantes. La structure de la démarche proposée repose sur une chaîne

logique «PCI» qui permet un processus de sélection emboîtée reliant les indicateurs aux enjeux et aux représentations.

- 3) Les démarches de co-construction d'indicateurs de DD favorisent l'apprentissage organisationnel et facilitent la concertation. Elles constituent une opportunité et génèrent fréquemment des innovations institutionnelles.
- 4) La prise en compte d'un panel largement diversifié de systèmes aquacoles et de territoires, selon des critères techniques, spatiaux et institutionnels, permet de proposer une base générique de principes, critères et indicateurs qui permet de choisir des combinaisons et associations adaptées à chaque situation tout en facilitant les comparaisons à des échelles plus larges.

Principaux résultats

Résultats intermédiaires

1. **Caractérisation et typologie** des systèmes aquacoles étudiés (6 terrains : Bretagne, Méditerranée, Philippines, Cameroun et 2 en Indonésie).

2. **Elaboration d'une grille d'analyse** des systèmes aquacoles apte à appréhender la problématique de la durabilité.

3. **Elaboration d'une base de données** des référentiels et initiatives d'indicateurs de développement durable déjà existants.

Résultats finaux

4. Réalisation d'un guide de co-construction d'indicateurs de DD de l'aquaculture assortie d'une « check-list » générique de P, C et I.

Ce guide, qui constitue une feuille de route proposant des repères comme points de passage obligés, laisse une certaine liberté d'itinéraires possibles et un large éventail de choix de P, C et I. La base générique produite par le projet ne constitue nullement une liste « clés en main » mais une base de référence dans laquelle il convient de sélectionner les P, C et I les plus pertinents en fonction des enjeux, des territoires et des types d'aquaculture concernés.

La méthode de co-construction proposée distingue plusieurs étapes organisées autour de trois grandes phases faisant alterner des actions co-réalisées avec les acteurs et spécifiques aux porteurs de la démarche (Fig. 2).

S'agissant d'un outil d'aide à l'action, à la conception et au choix des indicateurs et d'un mode de construction d'un observatoire, la méthode développée dans le guide permet à la fois :

- d'élaborer un système d'indicateurs de DD de l'aquaculture défini comme un sous ensemble de la base générique, adapté à un système aquacole donné,
- d'initier une approche participative et un processus d'apprentissage collectif facilitant l'appropriation du DD et l'institutionnalisation du suivi et de la mise en œuvre du système d'indicateurs élaboré.

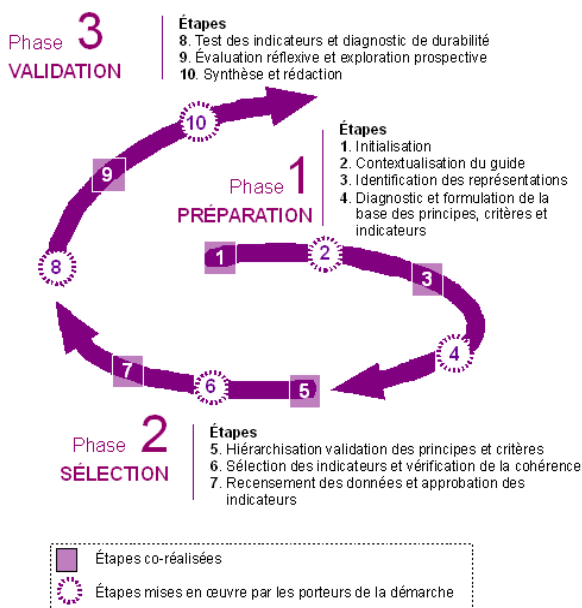


Figure 2. Procédure de mise en œuvre de la démarche de coconstruction d'indicateurs de DD

5. Elaboration de diagnostics de durabilité

La base de données construite à l'issue des sélections réalisées par les acteurs des différents sites comprend 13 principes (Fig. 3), 64 critères et 129 indicateurs. Malgré la diversité des systèmes, 10 principes et 25 critères sont communs à 4 terrains sur 6. La proportion d'indicateurs communs est largement inférieure avec seulement 30 indicateurs communs à trois terrains. À partir de cette base de données, des diagnostics de durabilité des systèmes aquacoles ont été réalisés à l'échelle des différents terrains à un double niveau : d'une part de la durabilité des exploitations ; d'autre part, de la contribution de l'aquaculture à la durabilité des territoires dans lesquels chacun des systèmes s'insère. Les critères peuvent aussi être ventilés en fonction des quatre dimensions de la durabilité de façon à identifier les faiblesses et les atouts par pilier du DD, notamment. Enfin à une échelle plus fine, les profils de durabilité selon les types d'exploitation ont également été étudiés.

Dimension technico-économique	P6- Accroître la capacité à faire face aux incertitudes et aux crises P7- Renforcer la pérennité des exploitations P2- Développer les démarches en faveur de la qualité
Dimension environnementale	P3- S'assurer du respect des ressources naturelles et de l'adaptation à la capacité d'accueil des milieux P4- Améliorer le rendement écologique de l'activité P5- Protéger la biodiversité et respecter le bien être animal
Dimension sociale	P1- Contribuer à la couverture des besoins nutritionnels P8- Renforcer l'organisation et l'identité du secteur P9- Renforcer l'investissement social des entreprises
Dimension institutionnelle	P10- Renforcer le rôle de l'aquaculture dans l'aménagement du territoire P11- Favoriser la participation et la gouvernance P12- Renforcer la recherche et l'information relative au secteur P13- Renforcer le rôle de l'Etat et des acteurs publics dans la mise en place du développement durable

Figure 3. Les 13 principes classés selon les 4 dimensions du DD

L'analyse comparative des résultats obtenus à l'échelle de chacun des terrains (méta diagnostic) permet d'établir plusieurs types de constats quant aux profils de durabilité des systèmes aquacoles et aux politiques d'accompagnement à mettre en place.

L'analyse du poids relatif des 13 principes fait apparaître un relatif équilibre entre les dimensions du développement durable. Le dépouillement des résultats fait ressortir des visions contrastées et spécialisées de la durabilité selon les types d'acteurs, notamment entre les producteurs qui ont une vision très sectorielle de la durabilité et les acteurs institutionnels dont le point de vue est plus large. Le choix d'une grande diversité des parties prenantes apparaît donc comme une condition essentielle du respect de l'esprit du DD. En outre, l'analyse des types de critères sélectionnés selon les terrains montre

que les acteurs ont eu tendance à sélectionner en priorité les critères correspondant aux aspects qui leur paraissent poser problème. **Cette démarche d'évaluation de la durabilité des systèmes aquacoles a donc été perçue par les acteurs comme un outil de gestion et de programmation pour faire évoluer leurs systèmes aquacoles.** Il s'agit là d'une logique qui diffère fondamentalement des démarches de labellisation ou de certification, souvent liées à des stratégies de commercialisation privilégiant les atouts destinés à renforcer l'image du secteur.

La comparaison des profils de durabilité (Fig. 4) des terrains à l'échelle des principes permet d'établir une **typologie des terrains en trois classes**, en fonction de l'importance relative de leurs atouts et handicaps. Ainsi, la Bretagne est relativement bien située en termes de durabilité avec cependant un profil différencié des scores selon les différents principes. La Méditerranée et les Philippines se situent à un niveau moyen de

durabilité sans atouts/contraintes vraiment marqués. Enfin le Cameroun et l'Indonésie ont, comme la Bretagne, des profils plus heurtés selon les principes mais se situent plutôt à un niveau plus faible de durabilité. Cette plus ou moins grande homogénéité des scores selon les principes est un résultat à prendre en compte pour la définition de politiques d'accompagnement spécifiques du secteur, sachant qu'il est plus aisé d'intervenir en termes d'incitations ou de sensibilisation en se concentrant sur un nombre réduit de facteurs.

Enfin, la mise en œuvre de la méthode de l'analyse de cycle de vie aux terrains étudiés par le projet confirme la classification qui ressort de l'approche par les PCI et contribue à remettre en cause un paradigme largement répandu : la supériorité des systèmes aquacoles de type extensif en termes de durabilité.

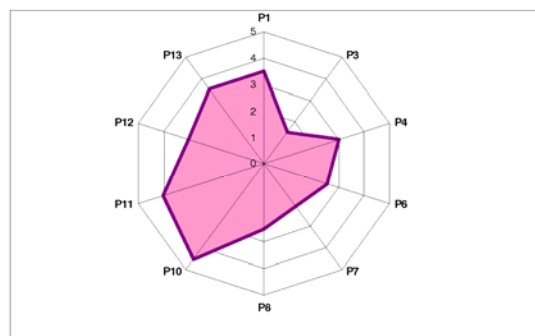
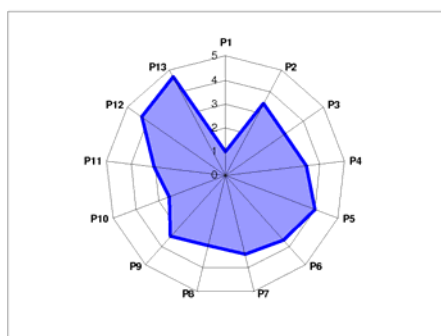


Figure 4. Exemples de représentation de la durabilité en Bretagne (à gauche) et en Indonésie (à droite)

Quelques publications issues des travaux réalisés dans le cadre du projet

Rey-Valette H., Clément O., Aubin J., Mathé S., Chia E., Legendre M., Caruso D., Mikolasek O., Blancheton J.-P., Slembrouck J., Baruthio A., René F., Levang P., Morissens P., Lazard J. 2008. Guide de co-construction d'indicateurs de développement durable en aquaculture. © Cirad, Ifremer, INRA, IRD, Université Montpellier 1. Diffusion Cirad-Montpellier : 144p. ([Également édité en version anglaise](#))

Baruthio A., Aubin J., Mungkung R., Lazard J., Van der Werf H.M. 2008. Environmental assessment of the Filipino fish/prawn polyculture and comparison with a Thai prawn monoculture using Life Cycle Assessment, Oral presentation, LCAFOOD 2008, 12-14 November 2008, Zurich, Suisse

Chia E., Rey-Valette H., Lazard J., Clément O., Mathé S. 2009. Evaluer la durabilité des systèmes et des territoires aquacoles : proposition méthodologique. Cahiers Agric, vol. 18, n° 2-3, mars-juin 2009: 211-219.

Lazard J., Baruthio A., Mathé S., Rey-Valette H., Chia E., Clément O., Morissens P., Mikolasek O., Legendre M., Levang P., Aubin J., Blancheton J.P., René F. 2009. Diversité des systèmes aquacoles et développement durable : entre structures d'exploitation et représentations. Cahiers Agric, vol. 18, n°2-3, mars-juin 2009: 199-210.

PRODDIG – Promotion du Développement Durable par les Indications Géographiques

François Casabianca, INRA

Courriel : fca@corte.inra.fr

Jean-Marc Touzard, INRA

Courriel : touzard@supagro.inra.fr

Mots clefs : savoirs, ressources, gouvernance, politiques publiques, origine géographique

Equipes participantes

INRA, UMR AGIR Toulouse

INRA, UR 045 LRDE Corte

INRA, UR 1213 Herbivores Theix

INRA, UE Marcenat

INRA, UR 545 Aurillac

INRA, UR 370 QAPA Theix

INRA, UR 342 URTAL Poligny

INRA, UR URA Nouzilly

ENESAD, SEQAV Dijon

INRA – AgroCampus, UMR 1080 PL St Gilles

INRA – ENESAD UMR 1129 Flavac Dijon

INRA – Supagro – CIRAD, 951 Innovation Montpellier

ENITAC TPA Clermont-Ferrand

INRA, UE 1117 UVV Angers

IEP, UMR CERVL Bordeaux

CNRS, UMR 7206 Bourg-en-Bresse

INRA – AgroParisTech, UMR 1236 GDA Paris et Jouy

Contexte

Au cours des années 90, les indications géographiques (IG) sont devenues un enjeu important des négociations internationales, incitant au développement de recherches dans un nombre croissant de pays. Plusieurs approches politiques et scientifiques se confrontent, mettant en avant la contribution des IG à la satisfaction des consommateurs et aux revenus des producteurs (Europe), les enjeux de protection culturelle et de développement rural (Inde, Brésil) ou leur substitution possible par le droit des marques privées (USA). Pour les européens, les IG constituent un droit de propriété intellectuelle à part entière, une marque étant cessible en tant qu'actif d'une entreprise, ce qui la rend aisément délocalisable. Pour les opposants aux IG, celles-ci sont une entorse à la libre circulation des biens, et les accords locaux qui les fondent des arrangements anti-concurrentiels. Mais n'est-il pas essentiel d'engager la sauvegarde des cultures agroalimentaires locales ? Les consommateurs

n'ont-ils pas le droit d'être informés pour exprimer une préférence pour un lien au lieu ? Les IG ne permettent-elles pas d'intervenir sur la préservation de biens publics ? La question du développement durable (DD) s'est ainsi invitée dans les débats internationaux concernant les IG. En France, l'évolution des IG vers le DD répond d'abord à des pressions exogènes mettant en question la légitimité des acteurs des IG dans leur rôle pour la pérennisation des milieux, des ressources et des cultures. Les pouvoirs publics sont également questionnés dans leur révision des politiques agricoles et du dispositif de signalisation officiel de la qualité (INAO). Mais l'évolution des IG vers le DD répond aussi à une dynamique endogène, certains groupes ou responsables des IG estimant devoir être exemplaires en la matière et prenant des initiatives pour progresser. Ainsi confrontations internationales, nationales et locales amènent les chercheurs à réexaminer les IG au regard des enjeux du DD.

Questions posées dans le projet

Jusqu'au début des années 2000, les chercheurs ont axé leurs travaux sur les enjeux auxquels étaient confrontés les IG en identifiant les conditions de leur développement. La perspective ouverte par le DD réinterroge ces connaissances. Il ne s'agit plus de se préoccuper de la seule pérennité des IG, mais bien d'analyser en quoi et comment elles pourraient contribuer au DD. En s'écartant d'une approche auto-centrée des IG, le questionnement part de l'injonction politique du DD et identifie comme point-clé la capacité des acteurs des IG à s'approprier ces enjeux. S'interroger sur cette capacité signifie qu'elle est loin d'aller de soi, tant dans la réalité actuelle des IG que dans les connaissances disponibles. Sur chacun des piliers du DD, se rencontre une diversité de situations, depuis des IG qui ont anticipé ces enjeux (renouvellement des ressources naturelles, impacts sur les écosystèmes, interrogation sur l'équité sociale ou économique, respect des cultures et des patrimoines), jusqu'à des IG qui ont presque tout à repenser.

Le projet vise donc à examiner les conditions d'une convergence entre les déterminants du développement des IG et leur contribution effective au DD.

Nous l'avons décliné en une série de questions spécifiques, portés par un ou plusieurs groupes de tâches :

- quels sont les points de vue, pratiques et engagements des acteurs des IG envers l'injonction du DD ?
- les IG sont-elles des leviers de transmission inter-générationnelle des savoirs locaux ?
- permettent-elles une répartition plus équitable de la valeur ajoutée entre acteurs des filières et des territoires ?
- parviennent-elles à préserver des équilibres dynamiques au sein des écosystèmes ?
- Comment la gouvernance locale des IG influence-t-elle la mise en œuvre d'actions favorables au DD ?
- Les consommateurs sont-ils sensibles au lien entre IG et DD ?
- comment les négociations se développent ou se clôturent aux différents niveaux du gouvernement des IG, du local à l'Europe ?

Hypothèses

La perspective du DD désigne des espaces de changement vis-à-vis des orientations antérieures prises par le développement des IG, aussi bien que par les recherches portant sur les IG.

D'une part, notre hypothèse, partagée avec notre partenaire INAO, est que cette perspective revient à anticiper les conditions du développement des IG. Les enjeux du DD dessinent ainsi les espaces de changement pertinents pour penser le futur des IG.

Le rapport aux ressources et aux savoirs ainsi que la capacité des acteurs locaux à les rendre transmissibles aux générations futures sont mis au cœur des processus de développement des IG. Parvenir à codifier les savoir-faire pour les inscrire dans des règles cohérentes en assurant les apprentissages, élaborer des cadres de décision et d'action où se coordonnent les acteurs locaux dans leur diversité, construire des indicateurs pour mieux ajuster les repères de l'action collective. Mais aussi nourrir une meilleure information des consommateurs afin de motiver leur participation et clarifier le

dispositif politique (sanitaire, développement rural, droit de la concurrence, environnement) dans une perspective globale.

D'autre part, les scientifiques sont conduits, selon nous, à modifier profondément leurs postures en explicitant les échelles de valeur qui structurent leurs options et leurs démarches. Les chercheurs doivent alors repérer de nouveaux objets et disciplines à mobiliser. Aux disciplines plus « traditionnelles » comme l'agronomie, la zootechnie, la technologie et l'économie, viennent se joindre les sciences de l'environnement, l'anthropologie, la sociologie et la politologie. Des explorations sont suscitées explicitement par la perspective du DD : l'approche intégrée des savoirs et savoir-faire, la gestion des ressources génétiques dans la gouvernance des territoires, les impacts environnementaux et territoriaux, les compétences des consommateurs-connaisseurs, les compatibilités entre les diverses politiques publiques.

1. Les IG ont des contributions variables, parfois importantes ou originales, au DD.

Les travaux confirment que les IG :

- permettent la transmission aux générations futures d'une diversité de produits et cultures techniques
- favorisent le maintien de l'activité et de paysages agricoles dans des zones difficiles.

Ils montrent des effets moins clairs sur la biodiversité :

- favorables à la gestion d'un patrimoine génétique agricole (races animales, variétés) vs limitant ces ressources (certains vignobles)
- renforçant le maintien d'écosystèmes remarquables vs difficulté à isoler un effet IG (fromage) sur la biodiversité prairiale, et risques liés à la spécialisation.

Une enquête nationale révèle des effets moins connus :

- importance des actions volontaires des organisations locales (syndicats) dans les domaines du DD, souvent en partenariat avec les collectivités territoriales (« espace d'incubation pour le DD »)
- émergence pour de nombreuses IG d'une nouvelle responsabilisation territoriale liée au DD, mais encore mal outillée.

2. La contribution de l'IG au DD repose sur un processus d'activation de ressources

Le développement d'une IG suppose la reconnaissance par des consommateurs d'un lien crédible entre qualité et lieu, générant une rente. Les producteurs peuvent alors investir dans les ressources locales qui conditionnent ce lien, permettant de renforcer la reconnaissance du produit, et donc d'accroître la rente initiale.

Ce « cercle vertueux » d'une agriculture patrimoniale sous IG peut profiter au DD en faisant financer par des consommateurs i) une diversité de produits et ressources à transmettre aux générations futures, ii) des changements coûteux de pratiques productives allant dans le sens du DD, iii) des actions collectives sur des ressources considérées comme biens publics locaux. Ce mécanisme repose sur la force d'un triple « lien au lieu » exprimé par des producteurs, des consommateurs et les pouvoirs publics, et sur un dispositif de médiations et d'institutions intégrant les enjeux du DD.

3. Obstacles et contradictions dans la réalisation de ce processus

Ils sont décrits à différents niveaux :

- entre actions sur le produit (gouvernance de la production et des transactions) et actions sur les ressources locales activées par l'IG (gouvernance des ressources)
- entre actions à court terme sur l'IG et ses ressources, et celles à long terme dans le territoire ou sur des enjeux globaux
- entre normes sanitaires et préservation des traditions,
- entre prix au consommateur (rente de qualité) et accès de tous à une nourriture diversifiée et culturellement marquée,
- entre filière IG et non IG, à l'échelle des stratégies d'entreprises comme à celle de la politique européenne (IG face à la politique de la concurrence)
- entre une éthique universelle (liée au DD) et des éthiques plus restreintes voire corporatistes.

4. Conditions permettant de renforcer la convergence entre IG et DD

Nous énonçons les conditions d'une telle convergence.

- la construction de connaissances techniques et leur codification,
- l'engagement des producteurs avec d'autres acteurs locaux dans une responsabilisation territoriale et l'ouverture de leurs liens sociaux,
- le renforcement de la reconnaissance du « lien au lieu » par des consommateurs en jouant sur le tourisme et des médiations multiples,
- la cohérence des politiques publiques,
- une gouvernance locale de l'IG assurant convergence des stratégies (syndicat, entreprises, collectivités...) et mise en cohérence des dispositifs de gestion du produit et des ressources (cahier des charges notamment).

A ces conditions, le DD peut orienter efficacement les évolutions des IG.

5. La production de solutions spécifiques ou génériques pour les acteurs

Nous fournissons également un ensemble de connaissances pour l'action :

- caractérisation de savoir-faire liés à la typicité du produit final (« grain de viande », pratiques fourragères, œnologiques ou fromagères),
- méthode d'identification des produits sous IG (taureau de Camargue, Gélina de Touraine),
- proposition d'indicateurs d'impact territorial des IG,

- informations sur les attributs considérés par les consommateurs des IG,

De plus, nous identifions des recommandations pour l'INAO: i) ne pas limiter le DD aux questions d'environnement, ii) faire évoluer les cahiers des charges, anticiper pour ne pas se faire normaliser, iii) renforcer l'argumentaire politique en montrant les rapports entre IG et bien public/DD (renouvellement de la justification des soutiens publics).

6. Une interrogation sur l'éthique de recherche

Plutôt que nouvelle norme posée *a priori*, le DD redonne une dimension axiologique à la recherche par un débat ouvert et en justification. Les chercheurs se sont trouvés impliqués de manière parfois paradoxale dans l'exercice d'« accountability ».

Objectiver les liens entre les qualités du produit et son espace de production débouche souvent sur deux situations critiques : soit ils sont confirmés, mais leur mise au jour pourrait faciliter une réplique et une « délocalisation » ; soit les résultats sont peu probants et le risque de « dénonciation » peut affecter la réputation et la rente du produit.

La responsabilité des chercheurs, accrue dans les deux cas, peut aller jusqu'à maintenir un « voile d'ignorance » pour respecter les mythes qui fondent la valeur du produit sous IG.

7. Nouvelles questions de recherche

Enfin, une série de questionnements émanent de nos explorations :

- Comment combiner évaluation d'impacts d'une IG et conduite des actions dans les arbitrages engendrés par le DD ?

- Quels rôles jouent les compétences sur le goût, leur acquisition et leur distribution dans les dynamiques de marché ?

- Quelles articulations entre gouvernance locale et globale ?

- Les IG : dispositif pour préserver ou innover ?

- Quelles oppositions ou complémentarités entre IG et autres signes de qualité pour répondre aux enjeux du DD ?

- Quelles fonctions des IG parmi les mécanismes concourant à la localisation des activités agricoles et agroalimentaires ?

Quelques publications issues des travaux soutenus dans le cadre du projet

Allaire G. et Dupeuble Th., 2009. Des concepts aux indicateurs du développement durable: multidimensionnalité et responsabilisation, *Développement durable et territoires* [En ligne], Varia, URL : <http://developpementdurable.revues.org/index678.html>

Chiffolleau Y, Dreyfus F, Touzard J.M., 2008. Ethics in French co-operatives: being part of a social movement. in Farnworth C., Jiggins J., Thomas E.V.(eds), *Creating food futures : trade, ethics and the environment*, Gower-Ashgates publishing, England-USA

Giraud G., Amblard C., Tebby C., Lebecque A., Bord C., Sulmont-Rossé C., Lefur Y., 2008. Does sustainable development influence consumers' behaviour with respect to origin labelled food? A French case study. *XIIth EAAE congress, organised session "People, food and social responsibility"*, Ghent, Belgium, 26-29 August, 9 p.

Lambert-Derkimba A., Casabianca F., Verrier E., 2006. L'inscription du type génétique dans les règlements techniques des produits animaux sous AOC : conséquences pour les races animales. *INRA Prod Anim* 19, 357-370

Martin M, P. Cruz, J.P. Theau, C. Jouany, P. Fleury, S. Granger, R. Faivre, G. Balent, S. Lavorel, M. Duru. 2009. A multi-site study to classify semi-natural grassland types. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 129, 508-515.

Prache S., Martin B., Nozière P., Engel E., Besle J.M., Ferlay A., Micol D., Cornu A., Cassar-Malek I., Andueza D. 2007. Authentification de l'alimentation des ruminants à partir de la composition de leurs tissus et produits. *INRA Prod. Anim*, 20, 295-308