

93 PROJETS FINANCÉS

DANS LES PROGRAMMES
ADD SYSTERRA AGROBIOSPHERE

Les "fiches projets" présentées dans ce document relèvent du Cahier de l'ANR n°8 : "ÉMERGENCE DE L'AGROÉCOLOGIE ET PERSPECTIVES POUR LE FUTUR". Celui-ci comprend une partie qui précise les enjeux des projets financés par l'ANR et leur impact, et une partie qui détaille sous forme de fiche, pour chaque projet financé, ses objectifs, ses résultats et les équipes impliquées. Ces "fiches projets" sont également numérisées et disponibles via la webkey à détacher en fin du Cahier de l'ANR n°8.

CAHIERS DE L'ANR N° **08**

SEPTEMBRE 2015

PROGRAMME ADD

Le programme fédérateur "Agriculture et Développement Durable" (ADD) est un programme inter-organismes de recherche et de recherche-développement lancé en 2005 pour deux éditions successives. Il visait à renouveler et élargir la manière d'appréhender les activités agricoles à partir des enjeux du développement durable. Les activités visées incluaient non seulement l'agriculture stricto sensu, mais aussi toutes les activités de production et de transformation de biens alimentaires et non alimentaires mettant en valeur des ressources naturelles renouvelables (sylviculture et aquaculture comprises) dans les espaces ruraux, périurbains, voire urbains - au Nord comme au Sud - y compris les services liés à ces activités.

Ce programme a eu pour objectif de comprendre, analyser et modéliser les relations entre les activités agricoles et les processus de développement durable, d'en évaluer les effets sur les systèmes écologiques, économiques et sociaux à court, moyen et long terme et de contribuer à leur maîtrise en conciliant les différents critères du développement durable (viabilité économique, équité sociale et durabilité écologique). Il était avant tout destiné à ouvrir le champ des connaissances, définir des pistes nouvelles de réflexion et d'action.

CHIFFRES CLÉS 2005



CHIFFRES CLÉS 2006



© PAILLARD Gérard / INRA

© CATTIAU Gilles / INRA

© SLAGMULDER Christian / INRA

© MATHRE Christophe / INRA

© CATTIAU Gilles / INRA



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ACQUQ est un projet de recherche fondamentale coordonné par (ENV-Nantes). Il associe UMR1300 BIOEPAR (Bioagression, épidémiologie et analyse de risque), ENVN-INRA / UR341 MIA-Jouy (Mathématiques et informatique appliquées), INRA / UR346 EPI-A (Epidémiologie animale), INRA / UPR SEPA (Systèmes d'élevage et produits animaux), CIRAD / UPR AGIRs (Animal et Gestion Intégrée des Risques), CIRAD / Université de Nantes, École polytechnique, IHT (Institut de l'homme et de la technologie) / AFSSA, LERBHV (Laboratoire d'Étude et Recherche en Pathologie Bovine et Hygiène des Viandes) et LERPAZ (Laboratoire d'Étude et Recherche en Pathologie Animale et Zoonoses) / UR631 SAGA (Amélioration Génétique des Animaux), INRA / Institut de l'Élevage, Département Techniques d'Élevage et Qualité / Scottish Agricultural College, Land Economy Group. Le projet a commencé en 2005 et a duré 48 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 365 K€.

Contacts :

► Christine Fourichon, BIOEPAR (INRA-ONIRIS), christine.fourichon@oniris-nantes.fr

Sites web :

► <http://www.angers-nantes.inra.fr/bioepar>

CHAPITRE 01 / ADD ACQUQ / 2005

ACTION COLLECTIVE POUR UNE MAÎTRISE DURABLE DE LA SANTÉ ANIMALE : QUALIFICATION SANITAIRE EN ÉLEVAGE DE RUMINANTS

MAÎTRISER LA SANTÉ ANIMALE POUR L'ÉCONOMIE DES EXPLOITATIONS D'ÉLEVAGE, LE RESPECT DU BIEN-ÊTRE ANIMAL, LA SÉCURITÉ DES PRODUITS ANIMAUX, ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT.

POURQUOI ?

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 envisagées, la qualification sanitaire et la vaccination, actions pouvant a priori intéresser des territoires à faible ou fort risque de transmission des maladies entre troupeaux.

COMMENT ?

Les représentations des acteurs des filières sur la santé des animaux, les risques liés aux maladies transmissibles et les moyens de gérer ces risques ont été décrits à partir d'entretiens semi-directifs. Les éleveurs ont été interrogés sur la gestion sanitaire en général, la maîtrise de maladies ciblées et les interactions avec les conseillers en élevage et vétérinaires.

Ont été conceptualisés, programmés, documentés et simulés :

- Des modèles dynamiques et des modèles probabilistes 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 troupeaux, en interaction dans un territoire. Une approche générique permettant de prendre en compte les différents facteurs clés pour différentes maladies a été élaborée. Une approche spécifique a été mise en œuvre pour deux maladies affectant différents systèmes de production de bovins où les risques diffèrent, en Europe et en Afrique ;
- Des modèles couplant économie et épidémiologie pour évaluer les résultats économiques et sanitaires de dispositifs de qualification et de vaccination, soutenus ou non par des incitations financières.

Pour définir des scénarios à simuler "réalistes", représentant des populations animales caractéristiques de territoires différents, des descriptions des structures de contacts entre troupeaux ont été produites à partir de bases de données existantes et d'enquêtes spécifiques.

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 a été la description de la persistance de l'infection et de l'excrétion de l'agent pathogène chez les bovins.

Gestion collective des maladies animales transmissibles : méthodes pour l'élaboration de dispositifs de qualification sanitaire.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet C3D est un projet de recherche coordonné par le Centre de sociologie des organisations (UMR CNRS-Sciences Po), qui associe l'Unité Écodéveloppement d'Avignon (UP INRA), l'unité SEED de l'Université de Liège et l'Unité OUCE de l'Université d'Oxford. Le projet a commencé en octobre 2005 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR d'un montant de 300 000 € pour un coût global d'environ 700 000 €.

Contacts :

► Sophie Dubuisson-Quellier, s.dubuisson@cso.cnrs.fr

Sites web :

► <http://www.c3d.cnrs.fr>

CHAPITRE 01 / ADD C3D / 2005

COLLECTIFS DE CONSOMMATEURS, QUESTIONNEMENT SOCIAL ET CONSOMMATION DURABLE

LE RÔLE DES CONSOMMATEURS DANS LE DÉVELOPPEMENT D'UNE AGRICULTURE DURABLE

POURQUOI ?

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. 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 de consommateurs qui se disent concernés par les questions d'alimentation et d'environnement. L'implication des consommateurs et la redéfinition de leur rôle dans le développement durable fournissent un cadre nouveau à l'analyse des conditions d'avènement d'une agriculture durable. Ces évolutions contribuent à l'intervention des consommateurs dans la négociation des transformations de l'agriculture.

Le projet C3D s'est donné comme objectif de comprendre dans quelles conditions l'expression d'une demande sociale des consommateurs autour d'objectifs de durabilité pouvait permettre de définir un nouveau cadre pour l'agriculture. Il s'agissait d'analyser la capacité d'actions des consommateurs sur l'agriculture durable en analysant leurs formes d'expression et de participation, les moyens mis en œuvre, les formes de participation des consommateurs et enfin leurs effets sur la production agricole.

COMMENT ?

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 l'agriculture.

Nous avons étudié, à partir de méthodes ethnographiques, 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 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, un collectif de producteurs, un réseau de contrats locaux entre producteurs et consommateurs (Amaps), un réseau de circuits courts, des collectifs anti-publicitaires et décroissants et un groupe d'experts sur la consommation éthique.

RÉSULTATS MAJEURS

Un dispositif de qualification sanitaire doit être co-construit avec les éleveurs. Spontanément, ils font peu référence à un tel dispositif pour maîtriser les maladies. Les externalités sont a priori peu présentes dans les déterminants de leurs décisions. La prise en compte des décisions individuelles des éleveurs dans des modèles dynamiques intégrant épidémiologie et économie éclaire la gestion collective et permet d'évaluer des dispositifs d'incitations quant à leur efficacité collective, en termes sanitaires et économiques. Cela permet de discuter avec les acteurs de la santé animale en mettant en évidence le caractère de bien public ou de bien partagé de la santé des animaux. Des modèles dynamiques de propagation de quatre maladies à impact important dans différents systèmes d'élevage de ruminants permettent d'identifier les facteurs favorisant la transmission de l'agent pathogène et son maintien dans une population et de simuler les effets attendus d'actions collectives. Au niveau d'un troupeau, la modélisation probabiliste ou dynamique permet de quantifier le risque de se tromper en attribuant à tort une qualification sanitaire favorable (risque pour l'acheteur) ou défavorable (risque pour le vendeur). La biologie de certains agents pathogènes ne permet pas d'envisager une maîtrise par la qualification.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- 24 articles en revue internationale à comité de lecture
- Ducrot C., Pecaud D., Petit E., Krebs S., Viet AF., Durand B., Biteau-Coroller F., Beaudou F., Frappat B., Calavas D., Fourichon C. 2010. *Natures Sciences Sociétés* 18, 3-13
- 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., Fourichon C., Seegers H. 2008. *Veterinary Research*, 39:39
- Ezanno P., Lesnoff M., 2009. *Journal of Theoretical Biology*, 256, 493-503
- Gaucel S., Laroche B., Ezanno P., Vergu E., Touzeau S. 2009. *Journal of Theoretical Biology*, 258, 426-436
- Guatteo R., Beaudou F., Joly A., Seegers H., 2007. *Veterinary Research*, 38, 849-860
- Rat-Aspert O., Fourichon C., 2010. *Preventive Veterinary Medicine*, 93, 265-275
- Rat-Aspert O., Weldegebriel HT., Stott A., Fourichon C., 2008. 12th European Association of Agricultural Economics Congress, Gand, 26-29 août (communication orale et actes).

Observations, conceptualisations et simulations pour comprendre des systèmes complexes : enquêtes qualitatives et quantitatives, analyse de données, modèles probabilistes et modèles dynamiques.

La redéfinition des formes de consommation par des mouvements militants.



© http://amapetang.over-blog.com



© WEBER Jean / INRA



© S. MAUJOLIER / Christian / INRA

► Distribution de légumes d'une Amap / marchés bio et paysans.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet CEDRE a été coordonné par les UMR BiO3P et APBV, aujourd'hui réunies dans l'UMR IGEPP de l'INRA de Rennes. Il rassemblait 16 équipes de recherches, plus 10 partenariats avec des ICTA, services régionaux, groupements de producteurs. Le projet s'est déroulé d'octobre 2005 à février 2009. Il a bénéficié d'une aide ANR de 598 000 € pour un coût global de 1 812 999 €.

Contact :
► Lydia Bousset, lydia.bousset@rennes.inra.fr

CHAPITRE 01 / ADD CEDRE / 2005

EXPLOITATION DURABLE DE RÉSISTANCES AUX MALADIES CHEZ LES VÉGÉTAUX

COMMENT EXPLOITER DURABLEMENT LES RÉSISTANCES VARIÉTALES ?

POURQUOI ?

Le développement d'une agriculture durable nécessite de réduire les dommages occasionnés par des organismes considérés comme nuisibles en réduisant la taille de leurs populations, en limitant leur évolution, tout en réduisant 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. L'utilisation de gènes majeurs dans les variétés cultivées a été préconisée, mais plusieurs de ces gènes ont été contournés par les populations d'agents pathogènes. Le peu de stratégies de gestion durable des résistances mises en œuvre en pratique est lié d'une part à l'absence de cadre conceptuel permettant de prendre en compte la complexité des pathosystèmes concernés et leur diversité ; d'autre part à une méconnaissance de l'acceptabilité par les producteurs et les acteurs de la filière des mesures économiques d'incitation appropriées. L'objectif du projet était 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.

COMMENT ?

Ce projet reposait sur une approche pluridisciplinaire afin d'associer des analyses humaines, sociales et économiques aux travaux biotechniques. Il avait pour objectif de faire se rejoindre des approches de modélisation, d'expérimentations, de suivi de sites pilotes et d'enquêtes sur un ensemble de pathosystèmes représentatifs (hôtes différents - grandes cultures, arboriculture, cultures maraîchères et agents pathogènes présentant des caractéristiques biologiques différentes). Ceci était basé sur :

- L'élaboration d'un cadre commun en épidémiologie pour renseigner les mêmes processus épidémiologiques et tisser des liens au-delà de la biologie, favorisant l'appropriation de la thématique par les sciences de gestion et l'économie.
- Le développement d'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 ainsi que les déterminants liés à l'exploitation et aux différents acteurs de la filière ; complétée par le recueil de données en situation agricole pour valider et faire évoluer le modèle proposé.

RÉSULTATS MAJEURS

Le projet C3D a débouché sur quatre résultats majeurs. Il montre que les collectifs militants cherchent à accroître le pouvoir politique des consommateurs dans la gouvernance plus que leur pouvoir économique sur les marchés. Il met en évidence que ces groupes militants articulent divers répertoires de l'action militante : achats positifs, lobbying, création de systèmes d'échange alternatifs. Il souligne que cette mobilisation des consommateurs produit des effets dans l'espace public en ouvrant des opportunités commerciales et en forçant les pouvoirs publics à la mise sur agenda des problématiques abordées par ces collectifs militants. Enfin, il démontre que les limites rencontrées dans ces démarches tiennent à leur difficulté d'y inclure des catégories sociales différentes de celles des consommateurs des classes moyennes à niveau d'éducation élevé, qui constituent le socle du recrutement.

La consommation durable : une réalité négociée par les acteurs sociaux.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Ouvrages et chapitres d'ouvrage : DQ, La consommation engagée, 2009 ; L, Les amaps, 2008 ; DQ, les agriculteurs entre clôture et passerelle, 2010. DQ-LV, 2010, Les circuits courts entre alternative et hybridation.

Articles à comité de lecture (sélection) : DQ-L-LV, 2011, Sociologia Ruralis. LV, 2011, Revue Tiers Monde. D-L, 2010, Économie rurale. DQ, 2009, Sociologie et sociétés. DQ-L, 2008, GeJournal. DQ, 2007, Revue Française de science politique.

Résistances variétales : comment les utiliser en préservant leur efficacité ?



► Dans les agro-écosystèmes, la maîtrise des épidémies par la résistance génétique des plantes peut être pensée de manière commune pour l'ensemble des plantes cultivées et leurs différentes maladies.

RÉSULTATS MAJEURS

Au-delà des avancées dans chacune des disciplines, le résultat principal de ce projet se situe au niveau des interfaces disciplinaires créées. Ceci se traduit par des publications qui renouvellent la thématique :

- Formalisation d'un cadre conceptuel,
- Production d'un simulateur,
- Appropriation de la thématique par les sciences de gestion,
- L'économie.

Ces collaborations ont donné naissance à des suites au-delà de la durée du projet (ex : thèse T. Rakotonandrina 2009-2012 ; ANR GESTER 2012-2014 ; projet candidat ANR Agrobiosphère 2012).

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Bousset et Chèvre 2012, Journal of Botany
- Lô-Pelzer et al. 2010, Field Crops Research 118: 73-81
- Fargue-Lelièvre et al. 2011 Agronomy for Sustainable Development
- Ambec et Desquilbet 2012, Environmental and Resource Economics 51: 79-104.

De nombreuses communications et publications, scientifiques ou à destination des acteurs.

La formation d'étudiants (21 stages) ; la production d'outils de simulation de dynamiques spatio-temporelles (Zhadanovskaya et al. 2006 ; Lô-Pelzer et al. 2008 ; Peyrard et al. 2008).

Favoriser l'appropriation de la problématique au-delà de la biologie et développer la modélisation en biologie.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet "COMMOD : La modélisation d'accompagnement : une pratique de recherche en appui au développement durable" est un projet de recherche participative coordonné par l'Unité d'Ecodéveloppement de l'INRA d'Avignon. Il associe des chercheurs du CIRAD, du Cemagref, du CNRS, de l'IRD et plusieurs équipes de recherche étrangères (Australie, Bhoutan, Bolivie, Pays Bas, Sénégal, Thaïlande). Le projet a commencé en octobre 2005, pour une durée de 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 291 k€ pour un coût global de 1370 k€.

Contact :

► Michel Etienne, etienne@avignon.inra.fr

Site web :

► www.commod.org

CHAPITRE 01 / ADD COMMOD / 2005

LA MODÉLISATION D'ACCOMPAGNEMENT : UNE PRATIQUE DE RECHERCHE EN APPUI AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

ACCOMPAGNER LA CONCEPTION ET LA MISE EN ŒUVRE DE PROJETS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

POURQUOI ?

Le projet a 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. Il s'agissait d'abord de formaliser une démarche de modélisation, structurée autour de la construction progressive d'une légitimité des savoirs, de l'implication d'acteurs locaux, du recours à des modèles servant de représentation des enjeux en discussion et du passage systématique par des temps forts collectifs où se co-construisent, se valident ou s'interprètent ces modèles. Il fallait ensuite mesurer l'influence des animateurs de la démarche et des types de modèles utilisés dans les décisions prises à la suite du processus collectif avec lequel une modélisation d'accompagnement interagit. Enfin, le projet envisageait d'évaluer l'insertion de la démarche dans les réseaux d'acteurs existant et leur capacité d'appropriation de ses outils et méthodes. Le projet s'est appuyé sur une trentaine d'études de cas où la démarche a été appliquée sur des questions de gestion des ressources naturelles renouvelables (partage de l'eau, valorisation des sols agricoles, gestion de la biodiversité).

COMMENT ?

La modélisation d'accompagnement se traduit par une implication des acteurs du territoire dans chacune des phases de co-construction d'une représentation du système dans lequel ils vivent et/ou produisent. Elle canalise les différents savoirs convoqués autour de la table vers une communauté d'intérêts. La réflexion sur un avenir commun se construit en combinant des phases de formalisation (modèle conceptuel), de mise en situation (jeu de rôles), et de prospective (simulation informatique). Les acteurs enquêtés retiennent l'évolution progressive de leur point de vue au cours du processus. Ils gardent un souvenir marqué des temps forts collectifs associant acteurs locaux et chercheurs, en particulier lors des sessions de co-construction ou de jeu de rôles qui sont plébiscitées pour leur capacité à mettre les acteurs en situation d'expérimenter, d'observer, de représenter et d'opérationnaliser leurs décisions. Enfin, le caractère interactif de la démarche est unanimement reconnu, comme ses effets induits en termes d'apprentissage : transfert de connaissance pour l'usage des ressources ou pour développer une argumentation politique, médiation et apport de savoir-faire dans un processus de décision collective.

Réfléchir collectivement au développement durable d'un territoire.



► Réflexion collective sur les sorties du modèle informatique lors d'une session de jeu de rôles de l'étude de cas Nîmes Métropole



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Projet de recherche collaboratif (recherche et développement), coordonné par Marc Benoît (Inra, SAD Aster), et Michel Passouan (CIRAD), Il a associé : INRA/SAD/Aster ; CIRAD/TERA/SITER ; INRA/SAD/Armorique ; 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.

Projet commencé en mars 2005, et qui a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 554 000 € pour un coût total de 2 452 000 €.

Contact :

► Marc Benoît, marc.benoit@mirecourt.inra.fr

Site web :

► <http://cevh.u-strasbg.fr/copt>

CHAPITRE 01 / ADD COPT / 2005

CONCEPTION D'OBSERVATOIRES DE PRATIQUES TERRITORIALISÉES

CAPTER LES PRATIQUES AGRICOLES POUR CHANGER LEURS DYNAMIQUES TERRITORIALES

POURQUOI ?

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 développer entre des communautés de recherche contrastées. 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.

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.

Les retombées scientifiques majeures concernent quatre champs :

- Les pratiques agricoles sont au cœur de ces observatoires et elles nous apparaissent comme centrales dans les questions portées par la durabilité de l'agriculture si nous envisageons conjointement leurs trois dimensions : opportunités, modalités et efficacités ;
- Les connaissances à mobiliser sur le territoire à représenter sont situées et distribuées ;
- Pour des acteurs confrontés à un ou plusieurs enjeux sur un territoire, le partage d'informations constitue d'une part un support aux négociations et coordinations, et d'autre part un moyen d'évaluer et d'expliquer les impacts et effets des actions engagées ;
- Enfin, pour une recherche qui visait à s'interroger sur la conception d'observatoires, nous avons choisi de dégager des généralités à partir d'expériences concrètes de conceptions d'observatoires et d'explicitation de la diversité de ces expériences à travers une typologie.

COMMENT ?

Nous illustrons trois résultats principaux et les méthodes mobilisées pour chacun d'entre eux :

- I) Une définition partagée : produire une définition pluridisciplinaire et partagée par nos partenaires du développement, concevoir un Observatoire des Pratiques Territorialisées (et Territorialisantes) ; "Élaborer collectivement un dispositif socio-technique permettant d'appréhender à fins d'analyse, de modélisation, de préconisation, des activités de génération de formes sémiotiques mises en œuvre par des agents dont les actions s'inscrivent dans et modèlent un territoire agricole". Cette définition fut l'objet de séminaires regroupant des agents de développement agricoles, travaillant au sein du projet OTPA (Observatoires Territoriaux des Pratiques Agricoles) et les chercheurs du projet COPT.
- II) Une explicitation de la diversité des observatoires de pratiques identifiés en France. Créer et tester 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.

RÉSULTATS MAJEURS

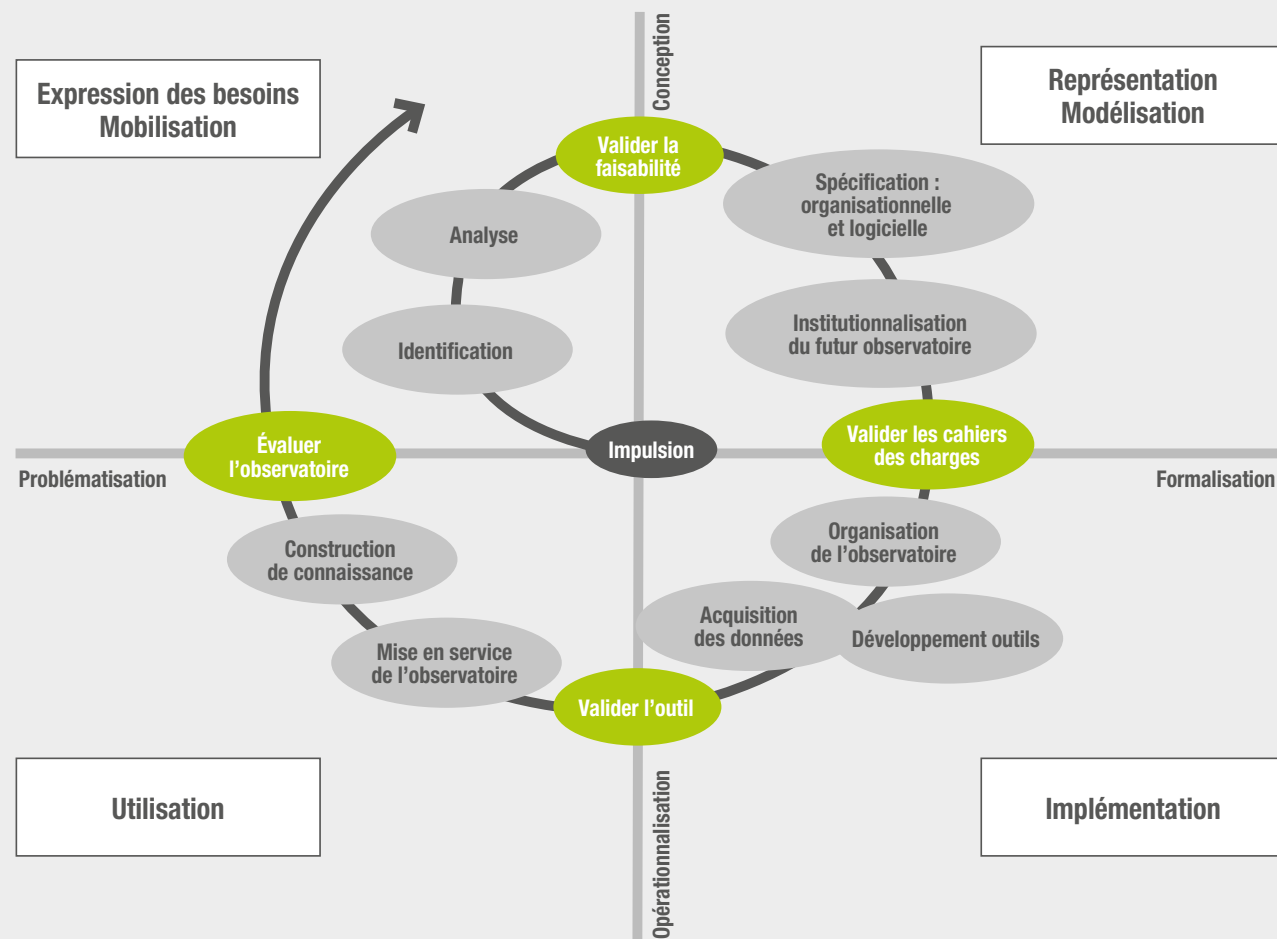
La modélisation d'accompagnement favorise et organise l'intégration des connaissances scientifiques, techniques et profanes en vue d'actions de développement durable décidées collectivement. Elle s'appuie sur un mode de participation qui vise à expliciter les dynamiques régissant des systèmes écologiques et sociaux au moyen d'outils et de méthodes impliquant simultanément un grand nombre d'acteurs. L'innovation principale réside dans la façon de faire réfléchir et décider collectivement les acteurs autour d'un projet de développement plus durable de leur territoire. Les potentialités d'application dans le domaine de la médiation environnementale ou de la résolution de conflits d'usage sont prometteuses.

Accompagner la réflexion par la modélisation.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Les études de cas ont fait l'objet de publications scientifiques dans des revues traitant de l'interface entre environnement et société (Ecology and Society ; Environmental Modeling and Software, Natures, Sciences et Société ; Society and Natural Resources). La formalisation complète de la démarche a débouché sur la production de deux ouvrages : un livre de synthèse (en français et en anglais), et un guide méthodologique illustré. En complément du site web (www.commod.org), deux modules pédagogiques ont été conçus à destination des chercheurs ou des étudiants en Master.

Concevoir des observatoires de pratiques au sein de territoires à enjeux environnementaux.



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

III) Une compréhension des activités mises en œuvre par les concepteurs et développeurs de tels observatoires. La méthode utilisée a été celle de l'entretien compréhensif où les acteurs de ces observatoires témoignaient de leurs pratiques. Nous avons pu produire ainsi une analyse des épisodes de conception et des briques d'incrémentations mobilisées.

RÉSULTATS MAJEURS

Trois impacts contrastés sont issus de ce projet de recherche :

- Initier une position internationale innovante : peu d'expériences étrangères ont explicitement transformé l'observation des pratiques agricoles en observatoires partagés entre acteurs. Le terme d'observatoire fut délicat à traduire pour les communications internationales, le choix qui nous semble le plus pertinent est : "Community Information System on Agricultural Practices" : CISAP. Un partenariat international s'initie en 2014 sur cette thématique avec des équipes argentines et brésiliennes au sein du programme de recherche AGRITERRIS.
- Produire un ensemble méthodologique pour aider à la conception d'observatoires de pratiques : La production méthodologique s'organise autour d'un formalisme UML et a produit une boîte à outils (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 ; un outil logiciel permettant la génération à partir du schéma 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).

- Participer à la construction d'un courant de recherche sur la mise en observation de ces pratiques.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Barrière O., (2009) 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.
- Lazrak G., Mari J.-F., Benoît M., 2009. Landscape regularities modelling for environmental challenges in agriculture. *Landscape Ecology*. [<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s10980-009-9399-8>].
- Brassac, C. (2010). La cognition comme produit de l'interaction sociale. *Un point de vue pragmatiste, Intellectica*, 2010/1-2, n° 53-54.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Discotech a été coordonné par l'UMR Agronomie (Grignon) et l'UMR Métafort (Clermont-Ferrand). Il a associé 15 laboratoires de recherche différents, ainsi qu'une vingtaine de partenaires de l'enseignement et du développement. Il a commencé en octobre 2005 et a duré 3 ans et demi. Il a bénéficié d'une aide du programme ANR "Agriculture et Développement Durable" de 600 k€ pour un coût global de 2 864 k€.

Contacts et sites web :

- Thierry DORE, AgroParisTech, Umr Agronomie, Thierry.dore@agroparistech.fr ; <http://www5.versailles-grignon.inra.fr/agronomie/>
- Stéphane INGRAND, Inra Umr Métafort, Stephane.ingrand@clermont.inra.fr ; <http://www.metafort.fr>

CHAPITRE 01 / ADD DISCOTECH / 2005

DISPOSITIFS INNOVANTS POUR LA CONCEPTION ET L'ÉVALUATION DE SYSTÈMES TECHNIQUES DURABLES

POURQUOI ?

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

En nous focalisant sur les éléments clés d'une conduite de projet de co-conception, nous nous sommes posés 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 ?

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

- À caractériser la propriété de flexibilité des systèmes de production ;
- À comprendre comment cette propriété est prise en charge par les agriculteurs ;
- 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 :

- 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 ;
- Celui de l'intégration des connaissances qualitatives et non validées scientifiquement et des connaissances quantitatives validées, dans l'évaluation des systèmes de culture.

COMMENT ?

Trois types de dispositifs complémentaires ont été mobilisés :

Le premier a consisté en une analyse croisée de sept projets de co-conception de systèmes techniques en partenariat entre des chercheurs et des acteurs concernés par le produit de la conception. 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.

Le second a reposé sur l'analyse de systèmes techniques répondant aux critères environnementaux du développement durable, à savoir des systèmes herbagers à base de prairies permanentes et des systèmes laitiers en agriculture biologique. Les analyses ont combiné une rétrospective des évolutions sur quinze années d'élevages dans lesquels un fonds de connaissances historiques existait et l'étude fouillée des informations mobilisées par les éleveurs pour faire leurs choix de conduite.

Le troisième, plus analytique, a consisté à produire des outils opérationnels de conception et d'évaluation de systèmes techniques en production végétale. Le premier outil permet l'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de culture, à partir de l'analyse comparée des différentes méthodes d'évaluation multicritère. La construction de l'outil (MASC) s'est faite par un travail de décomposition de la durabilité en différentes dimensions puis attributs. Le second outil permet la conception de systèmes alternatifs de cultures maraîchères sous abris, pour une gestion non chimique des maladies telluriques.

Quelles méthodes et quels outils pour intégrer les utilisateurs dans la conception et l'évaluation ?



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet DST est un projet de recherche fondamentale coordonné par G. Richard de l'UR Science du sol de l'Inra d'Orléans. Il regroupe 16 laboratoires : Arvalis, Boigneville ; Centre d'Enseignement et de Recherche en Mécanique des Sols, Marne La Vallée ; Centre Interprofessionnel du Vin de Champagne, Épernay ; Centre Littoral de Géophysique, Université La Rochelle ; Institut National Agronomique Paris-Grignon ; UMR Climat Sol Environnement, Avignon ; UMR Laboratoire d'Écologie des Invertébrés, Avignon ; UMR Économie Publique, Grignon ; INRA, Agronomie Laon-Reims-Mons ; INRA, Biogéochimie des Écosystèmes Forestiers, Nancy ; INRA, InfoSol, Orléans ; INRA, Science du Sol, Versailles ; Institut Technique de la Betterave, Paris ; Office National des Forêts, Paris ; SISYPHE, Université Paris VI. Le projet a commencé en juillet 2005 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide de l'ANR de 103 000 € pour un coût global de 1 009 470 €.

Contacts et sites web :

- Guy Richard, Guy.Richard@orleans.inra.fr
- http://www.orleans.inra.fr/les_unites/ur_sciences_du_sol/programmes_de_recherche/projet_dst_tassement_des_sols

CHAPITRE 01 / ADD DST / 2005

DÉGRADATION PHYSIQUE DES SOLS LIÉE AU TASSEMENT : IMPACT, PRÉVISION, PRÉVENTION, SUIVI, CARTOGRAPHIE

UN PROJET POUR MESURER, CARTOGRAPHIER, PRÉVOIR ET PRÉVENIR LE TASSEMENT DES SOLS AGRICOLES ET FORESTIERS

POURQUOI ?

Une préoccupation importante des acteurs de l'agriculture et de la forêt. Mais au-delà de ce cercle, elle concerne également tous ceux qui se soucient des conséquences environnementales de l'agriculture et de la gestion forestière. En effet, le tassement des sols a des conséquences lourdes sur plusieurs processus tels que l'érosion hydrique, la dénitrification, le stockage du carbone, la préservation de la biodiversité, la production. Dans ce cadre, le projet DST proposait cinq volets de recherche : impact, prévision, prévention, suivi et cartographie du tassement en France métropolitaine. Les principaux objectifs du projet portaient sur :

- La recherche de seuils de tassement au-delà desquels les performances des cultures et les propriétés hydrodynamiques sont à coup sûr affectées,
- L'étude des impacts économiques du tassement,
- L'analyse par simulation de différentes mesures de politiques publiques visant à préserver la qualité physique des sols. Le projet a notamment permis de dresser une carte des risques de tassement sur la France métropolitaine, prenant en compte non seulement la nature des sols et du climat mais aussi celle des systèmes de culture pratiqués.

COMMENT ?

La modélisation est au cœur de ce projet où plusieurs modèles existants ont été paramétrés de manière à accroître leur domaine de validité en fonction de la nature du sol, du climat et des pratiques agricoles, avant d'être évalués à partir de jeux de données acquis sur des sites expérimentaux connus. Les principaux sites d'étude étaient localisés dans le grand Bassin Parisien pour les systèmes de grande culture, sur des sols de texture à dominante limoneuse. Le site majeur pour les systèmes viticoles était situé à Épernay (Marne), sur un sol argileux. Enfin, deux sites forestiers ont été installés sur des sols argileux à Azerailles, commune de Meurthe-et-Moselle (forêt de Haut-bois) et à Clermont-en-Argonne, en Meuse (forêt de Grand-Pays). L'installation de ces deux sites a bénéficié d'un appui important de l'ONF. Pour le volet dédié à l'évaluation de l'impact économique du tassement, deux modèles ont été couplés, STICS (un modèle de culture) et AROPAJ (un modèle micro-économique d'offre agricole).

Conséquences du tassement des sols agricoles et forestiers sur la production et l'environnement : cartographie et évaluation des risques.

RÉSULTATS MAJEURS

Les résultats majeurs du projet sont à la fois conceptuels et opérationnels. Concernant la démarche de conception de systèmes, nous avons produit une grille méthodologique bâtie selon un cadre de pensée, une conceptualisation, sur lesquels les chefs de projet, mais aussi les autres acteurs participant au processus, peuvent prendre appui pour envisager leur façon de travailler ensemble. Concernant l'évaluation, nous avons produit un cadre d'analyse de la capacité d'adaptation des systèmes aux perturbations de l'environnement (climat, marché), ainsi qu'un outil opérationnel d'évaluation multicritère des systèmes de culture, baptisé MASC.



Proposer des méthodes et des outils intégrant le point de vue des utilisateurs.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

La complémentarité des approches a été particulièrement fructueuse au cours du déroulement du projet, que ce soit pour les disciplines scientifiques, associant sciences humaines et sociales et sciences techniques, mais aussi pour les objets de recherche et les niveaux d'échelle considérés (de la plante ou de l'animal, jusqu'au territoire en passant par la parcelle, le troupeau et l'exploitation agricole).

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

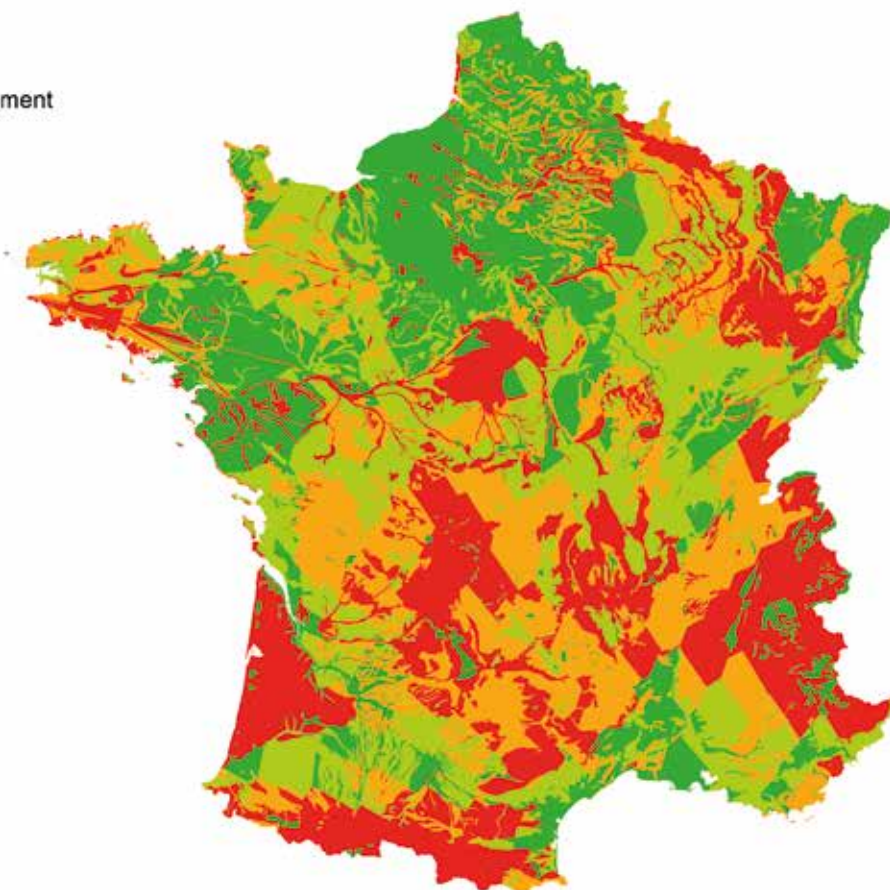
Sadok W., Angevin F., Bergez J. E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T., 2008. *Ex ante* assessment of the sustainability of alternative cropping systems : guidelines for identifying relevant multi-criteria decision aid methods. *Agronomy for sustainable development*, 28, 163-174.

Astigarraga, L., Ingrand S. 2011. Production flexibility in extensive beef farming systems. *Ecology and Society* 16(1) : 7. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art7/>

L'outil MASC a par ailleurs fait l'objet d'un dépôt à l'APP.

Cartographie simulée du risque de tassement Climat actuel (1970 - 1999)

risque en %



► Cartographie des risques de tassement des sols relatifs à la culture du maïs en France métropolitaine (sauf Corse). Le risque de tassement correspond au pourcentage d'années (entre 1970 et 1999) présentant, lors des trois périodes - semis, fertilisation et récolte du maïs - plus de deux jours sur trois, un sol avec une teneur en eau susceptible d'entraîner, en cas de passage d'engins, un tassement sévère des 30 premiers centimètres de sol / © A. Couturier, M.-P. Lefebvre / INRA Unité de Science du sol d'Orléans.

RÉSULTATS MAJEURS

Le projet DST a abouti à un ensemble de produits finalisés, qui concernent tout autant les méthodologies (de caractérisation du tassement, de modélisation, d'évaluation des impacts sur le fonctionnement des cultures, de cartographie,...), que des résultats en matière de compréhension des processus et mécanismes impliqués (effets sur les populations de vers de terre, le drainage, le ruissellement et l'érosion, la lixiviation du nitrate et les émissions de N_2O). Le projet nous a conduits à mieux cerner la notion de sol tassé et de teneur en eau critique et d'établir une carte des risques de tassement des sols français, basée sur le nombre de jours durant lesquels une intervention sur les parcelles agricoles engendre un tassement sévère du sol.

De la Modélisation à la valorisation et l'installation de sites expérimentaux.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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*, 105, 1, 96-103.

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.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

ECOSERRE est un projet interdisciplinaire coordonné par l'INRA. Huit partenaires ont participé au projet : 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.

Le projet a commencé en octobre 2005 et a pris fin en octobre 2009 pour une durée totale de 48 mois. Il a été financé par une subvention de l'ANR de 328000 €.

Contact :

► Thierry Boulard, Boulard@sophia.inra.fr

CHAPITRE 01 / ADD ECOSERRE / 2005

VIABILITÉ DES SYSTÈMES DE CULTURES PROTÉGÉES DANS UN CONTEXTE D'AGRICULTURE DURABLE

POURQUOI ?

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

- Quel est l'état des lieux économique et environnemental du système ?
- Quelle contribution des acteurs de la filière à la promotion d'une agriculture de serre durable ?
- Comment améliorer l'acceptabilité environnementale des pratiques de l'agriculture durable sous serre ?
- Peut-on intégrer ces pratiques dans les processus de production ?
- Comment enfin valider et valoriser ces travaux ?

COMMENT ?

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.

Un cadre conceptuel commun de la serre durable 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.

Évaluer la soutenabilité du système de cultures protégées en France.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet EVAD est un projet de recherche appliquée coordonné par Jérôme Lazard (CIRAD). Il associe : Cirad - UR Aquaculture ; INRA - UMR Sol Agronomie Spatialisation ; Ifremer - Station expérimentale de Palavas ; IRD - UR 175 CAVIAR ; Université de Montpellier I - UFR Sciences Economiques - LAMETA ; INRA - UMR NUAGE ainsi que 7 partenaires en France, au Cameroun, aux Philippines et en Indonésie.

Le projet a commencé en octobre 2005 et a duré 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 447 000 € et son coût total a été de 1 147 000 €.

Contact :

► Jérôme Lazard, lazard@cirad.fr

CHAPITRE 01 / ADD EVAD / 2005

ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ DES SYSTÈMES DE PRODUCTION AQUACOLES : ÉLABORATION D'UNE MÉTHODE ET APPLICATION DANS DIFFÉRENTS CONTEXTES EN ZONES TROPICALE ET TEMPÉRÉE

RÉSULTATS MAJEURS

L'étude socioéconomique de la production durable sous serre et de sa perception par les consommateurs 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 biotechniciens 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.

Parmi les résultats produits :

La question de l'utilisation d'énergie de chauffage, apparaît désormais pour tous les acteurs du système, comme son principal facteur de non durabilité, 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.

La lutte phytosanitaire chimique est également un sujet de préoccupation majeur. Il apparaît que si l'impact environnemental des pesticides utilisés est faible pour la population et les consommateurs en général, leurs conséquences sont singulièrement plus préoccupantes pour les travailleurs sous serre.

Il a été montré que l'optimisation de la protection biologique est subordonnée à l'étude de la compatibilité des différentes méthodes développées et à la connaissance de la dynamique spatio-temporelle des attaques.

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.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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".

POURQUOI ?

Le projet EVAD, dont l'objectif est d'évaluer la durabilité des systèmes aquacoles, est intervenu dans un contexte caractérisé par le foisonnement d'initiatives de développement durable de l'aquaculture non coordonnées, une faible représentation des acteurs, le développement durable surtout perçu par les acteurs et parties prenantes comme une contrainte, un faible usage effectif des indicateurs de DD et l'absence de pérennisation des initiatives mises en place.

Les enjeux du projet EVAD sont les suivants :

- Établissement d'une méthode générique d'analyse des facteurs et indicateurs du développement durable de l'aquaculture ;
- Mise en œuvre d'une démarche interdisciplinaire associant étroitement à toutes les étapes du projet sciences humaines et sciences biologiques ;
- Couplage séquentiel des approches procédurale et normative ;
- Approche systémique et globale intégrant la prise en compte des 4 dimensions du développement durable y compris la gouvernance ;
- Élaboration d'indicateurs de développement durable de l'aquaculture de deux types : simples et intégrateurs.

COMMENT ?

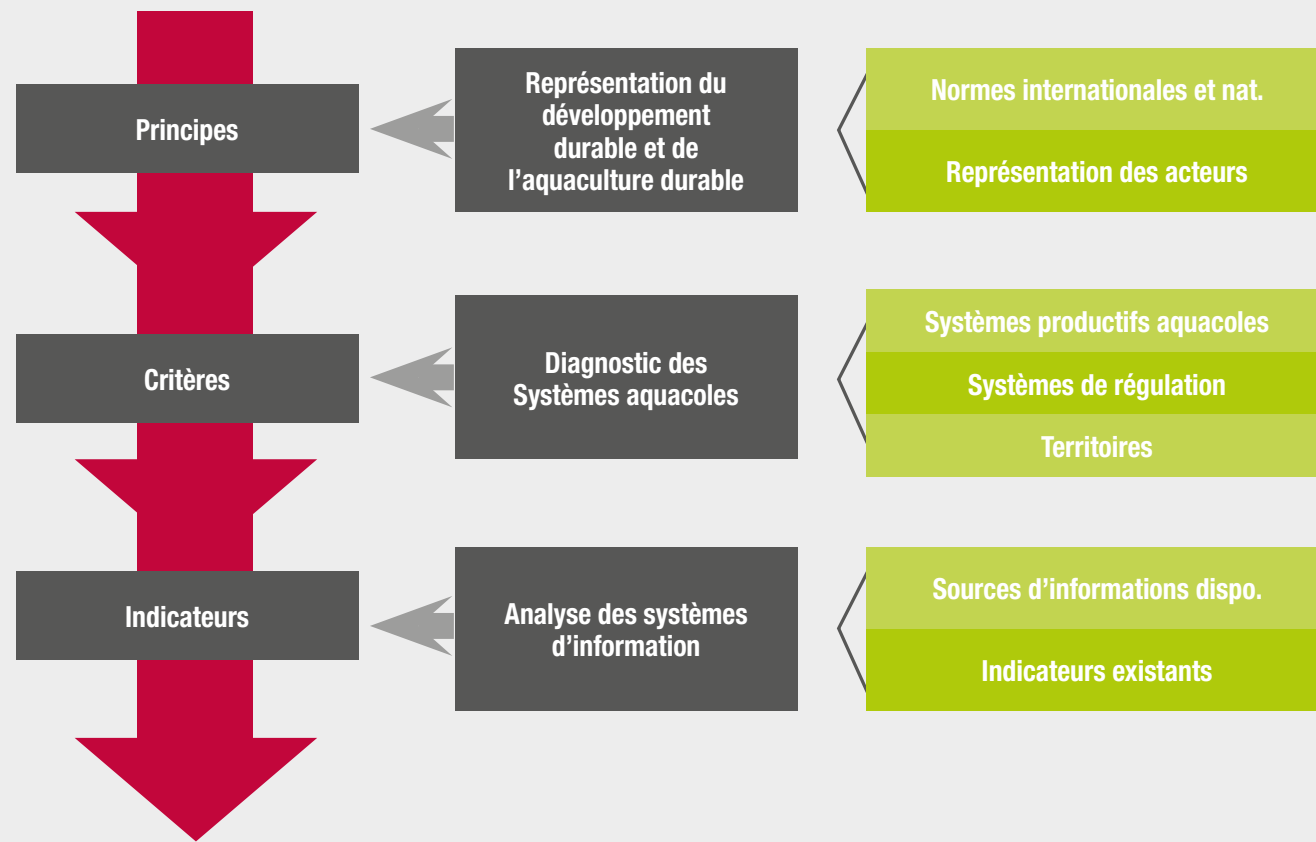
La démarche mise en œuvre par le projet s'appuie sur une logique d'emboîtement hiérarchique qui permet de relier des indicateurs à des critères et à des principes généraux d'aquaculture durable. Outre son aptitude à la contextualisation, cette méthode favorise son appropriation par les acteurs. Deux enquêtes réalisées sur les 6 terrains ont permis de caractériser, les systèmes aquacoles pour la première, les représentations que les différents acteurs se font du DD pour la seconde. Les résultats de la première enquête ont permis de dresser les contextes spécifiques à chaque système, ceux de la seconde de construire des principes de base de développement durable de l'aquaculture.

Venant renforcer les indicateurs sur le plan environnemental, des analyses de cycles de vie (ACV) ont été menées sur chaque terrain pour évaluer l'impact polluant des ressources utilisées et des émissions des systèmes aquacoles.

La logique de co-construction d'indicateurs de DD constitue *in fine* la clef de voûte du projet, non seulement pour l'élaboration d'un système d'indicateurs de durabilité mais également pour initier une approche participative et un processus d'apprentissage facilitant l'appropriation du DD.

Maîtriser les facteurs de production.

Évaluation de la durabilité des systèmes aquacoles : une méthodologie, des diagnostics.



► Articulation des types d'analyse contribuant à l'approche fondée sur l'emboîtement des principes, critères, indicateurs

RÉSULTATS MAJEURS

Deux résultats majeurs ont été obtenus à l'issue du Projet :

- Réalisation d'un guide de co-construction d'indicateurs de DD de l'aquaculture assortie d'une "check-list" de principes, critères et indicateurs. La méthode développée dans le guide constitue un outil d'aide à l'action, à la conception et au choix des indicateurs et un mode de construction d'un observatoire. Il permet en outre 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.
- Élaboration de diagnostics de durabilité des systèmes aquacoles à l'échelle des différents terrains à un double niveau : celui des exploitations et celui de la contribution de l'aquaculture à la durabilité des territoires.

Des indicateurs de développement durable en aquaculture.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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 : 144 p. (En Français et en Anglais).

Lazard J., Baruthio A., Mathe, S., Rey-Valette, H., Chia, E., Clément, O., Aubin, J., Morissens, P., Mikolasek, O., Legendre, M., Levang, P., Blancheton, J.-P., René, F., 2010. Aquaculture system diversity and sustainable development: fish farms and their representation. *Aquat. Living Resour.* 23, 187–198.

Lazard J., Rey-Valette H., Aubin J., Mathé S., Chia E., Caruso D., Mikolasek O., Blancheton J.-P., Legendre M., René F., Levang P., Slembrouck J., Morissens P., Clément O. 2014. Assessing aquaculture sustainability: a comparative methodology, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, DOI : 10.1080/13504509.2014.964350

Aubin J., Baruthio A., Mungkung R., Lazard J. 2015. Environmental performance of brackish water polyculture system from a life cycle perspective : A Filipino case study. *Aquaculture* 435 (2015) 217–227.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet GeDuQuE a été coordonné par l'UMR System (Montpellier) et a associé des équipes de l'Inra, du Cemagref, du Cirad, et de Montpellier SupAgro appartenant aux UMR Innovation, Lameta, Lisah, Listo et Tetis et aux UR APC et BPA. Le projet a débuté en octobre 2005 pour une durée de 3 ans. Il a bénéficié d'un financement ANR de 474 k€ pour un budget total de 2,32 M€.

Contact :
► Christian Gary, gary@supagro.inra.fr

CHAPITRE 01 / ADD GEDUQUE / 2005

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

RÉDUIRE LES PESTICIDES POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'EAU DANS LES BASSINS VERSANTS AGRICOLES

POURQUOI ?

La qualité des eaux est menacée dans les bassins versants occupés par des cultures faisant un usage souvent intensif des pesticides, comme les bananeraies aux Antilles et les vignobles en France. Des alternatives techniques existent ou sont en développement pour réduire le recours aux pesticides et leur diffusion dans l'environnement, mais il existe des freins à leur adoption. Cela témoigne de l'existence d'obstacles liés à la fois à un déficit de connaissances 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. Le projet GeDuQuE avait pour objectifs d'identifier des scénarios de changement de pratiques agricoles, de les intégrer dans des stratégies d'agriculteurs existantes, d'évaluer par simulation les impacts de ces scénarios sur la qualité des eaux à l'échelle des bassins versants, et enfin d'envisager les mesures d'accompagnement et les mécanismes de diffusion de l'information qui permettraient de renforcer l'adoptabilité de stratégies innovantes.

COMMENT ?

Une démarche en boucle a été mise au point, avec cinq étapes successives. Le poids du contexte social et institutionnel a été étudié à travers l'observation des réseaux de dialogue entre agriculteurs et l'analyse des mesures incitatives ou coercitives mises en place par les institutions. Des enquêtes auprès d'agriculteurs ont révélé la diversité des stratégies de protection des cultures. Certaines sont déjà peu consommatrices de pesticides ; pour d'autres, des changements techniques potentiels ont été identifiés en matière de protection des cultures et d'entretien du sol. Il en est ressorti une gamme de stratégies innovantes potentielles, adaptées aux deux contextes étudiés (bananeraies, vignobles). Des scénarios de changement de pratiques agricoles en ont été tirés aux échelles des exploitations agricoles et de bassins versants et leurs impacts agronomiques, économiques et sur la circulation et la qualité des eaux ont été évalués par simulation. Enfin, un modèle économétrique a permis d'évaluer l'adoptabilité des stratégies innovantes par les différents types d'agriculteurs, en tenant compte d'éventuelles mesures d'accompagnement.

Des innovations techniques et organisationnelles pour réduire l'impact de la protection des cultures sur la qualité de l'eau.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ADD IMPACTS est un projet de recherche appliquée coordonné par le Laboratoire d'Economie de l'Environnement et des Ressources Naturelles (LERNA, Toulouse). Il associe onze laboratoires de recherche (UMR Lerna Toulouse, UMR Economie Publique Paris-Grignon, UMR Smart Rennes, Laboratoire d'Economie de l'Elevage Clermont-Ferrand, UMR Production Laitière Rennes, Unité de Recherche sur les Herbivores Clermont-Ferrand, ASB MIA Montpellier, UMR ABPV Rennes, UMR BIO3P Rennes, UMR Laboratoire d'Economie Forestière Nancy, Agronomie Nancy-Colmar) et trois instituts techniques (Arvalis, Institut de l'Elevage, IFIP). Il a débuté en février 2005 et s'est achevé en octobre 2009. Le projet a bénéficié d'une aide ANR de 565 k€ pour un coût global de 1 751 k€.

Contact :
▶ Alban THOMAS, thomas@toulouse.inra.fr.

CHAPITRE 01 / ADD IMPACTS / 2005

IMPACTS MARCHANDS, NON MARCHANDS ET STRUCTURELS DES POLITIQUES AGRICOLES ET AGRI-ENVIRONNEMENTALES

POURQUOI ?

La redéfinition des objectifs de la Politique Agricole Commune (PAC) vise à une agriculture européenne plus compétitive et une politique agricole plus favorable aux échanges internationaux, plus axée sur les besoins des consommateurs et plus respectueuse de l'environnement et des ressources naturelles. Dans le même temps, les impacts des pratiques agricoles et des choix de production ont fait l'objet d'une réglementation de plus en plus précise, qui a connu son point culminant avec les recommandations suite au Grenelle de l'Environnement. Cette réglementation, bien souvent d'origine européenne, vise à corriger des effets dommageables des activités sur les écosystèmes, via des instruments de type "command-and-control" mais également économiques.

Dans ce contexte, l'objectif du présent projet est d'apprécier les impacts marchands (quantités offertes et demandées, prix et revenus, dépenses budgétaires, etc.), non marchands (notamment environnementaux) et structurels (nombre et taille des exploitations, techniques et systèmes de production, etc.) des politiques agricoles et agri environnementales, et de leurs réformes. À ce jour, les analyses d'impact sont encore trop exclusivement centrées sur la seule sphère marchande, et sont pour une large part conduites à systèmes et pratiques inchangés, les évolutions des techniques étant au mieux prises en compte via des hypothèses sur les évolutions des productivités factorielles.

COMMENT ?

Le projet comporte cinq phases, mobilisant des compétences en économie, agronomie, zootechnie, modélisation et statistique. Dans une première phase, un recensement critique des modèles économiques mobilisables pour les analyses d'impact des politiques agricoles et agri-environnementales, et de leurs réformes sera effectué, avec l'économie comme discipline essentielle. La deuxième phase sera consacrée à une analyse critique et à l'amélioration des modèles recensés dans la première phase, du point de vue de leur capacité à prendre en compte, modéliser et prédire les évolutions techniques, structurelles et les impacts environnementaux induits par les politiques et leurs réformes. La phase 3 porte sur le recensement critique et sur la construction des indicateurs de durabilité dans la perspective de leur établissement sur la base des processus identifiés dans les deux étapes antérieures et de leur renseignement à partir des modèles et des informations statistiques officielles disponibles. L'enrichissement des modèles économiques des impacts marchands par la prise en compte (modélisation) des processus permettant d'apprécier les impacts non marchands et structurels, notamment via le calcul d'indicateurs de durabilité, fait l'objet d'une quatrième phase. Enfin, sur la base des travaux réalisés dans les différentes étapes ci-dessus, la cinquième et dernière phase porte sur la simulation de politiques agricoles et agri-environnementales : analyse des effets marchands, non marchands et structurels des politiques et de leurs réformes.

RÉSULTATS MAJEURS

Plusieurs modèles mis en œuvre ou développés dans le cadre du projet ouvrent la voie à des applications dans le domaine de la réduction concertée des impacts de l'agriculture sur la qualité des eaux : modèles de fonctionnement du système sol-culture (Simba pour les bananeraies, WaLIS pour les vignobles), modèle hydrologique de bassin versant (Mhydass), modèle bioéconomique (Banad pour les systèmes bananiers). Ils sont mobilisés dans de nouveaux projets visant à en faire des outils opérationnels pour les acteurs concernés (structures en charges de la qualité des eaux, groupes d'agriculteurs, développement agricole).

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

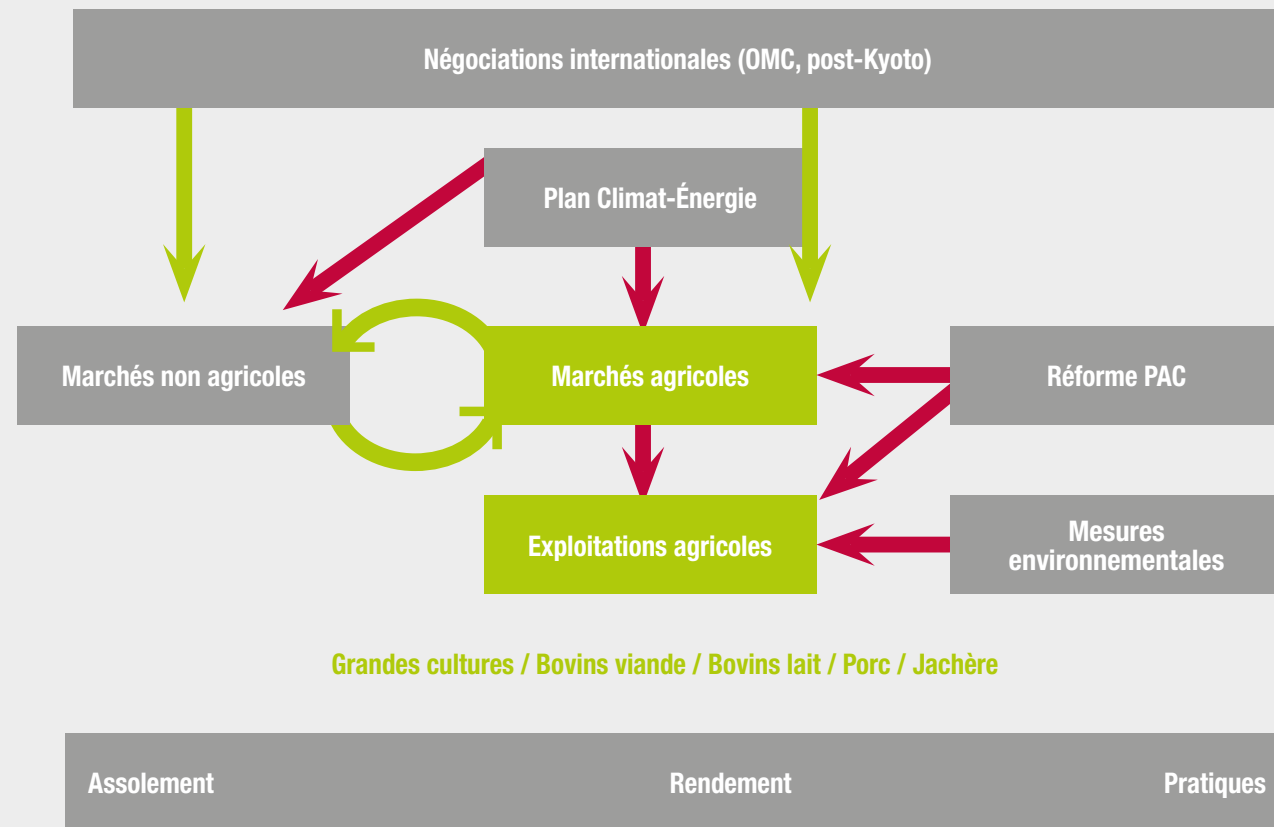
Le projet a abouti à la production de 46 articles scientifiques et de 38 présentations dans des congrès internationaux.

Il a donné lieu à l'organisation d'un colloque de restitution finale (2 avril 2009, Paris), en présence de représentants de différents partenaires institutionnels concernés (Ministères en charge de l'agriculture et de l'écologie, instituts techniques, Chambres d'agriculture).

Le modèle Mhydass (Modélisation HYdrologique Distribuée des AgroSystèmes) est développé sur la plate-forme OpenFLUID (<http://www.umr-lisah.fr/openfluid/>).

Une boucle de conception/évaluation des stratégies de réduction du recours aux pesticides.

Modélisation pour une analyse des impacts marchands, non marchands et structurels des réformes des politiques agricoles et environnementales



► Modèles d'impacts marchands, pour les secteurs des grandes cultures, bovins-viande, bovins lait et porc

RÉSULTATS MAJEURS

Les recherches ont porté tout d'abord sur un enrichissement et une synthèse des résultats des modèles d'impacts marchands, pour les secteurs des grandes cultures, bovins-viande, bovins-lait et porc. Les sorties des modèles développés fournissent des indications quantitatives sur les conséquences des réformes pour le marché du foncier, les marchés de produits agricoles, ainsi qu'en termes d'inégalités de revenu entre les agriculteurs et de modification éventuelle des tendances actuelles sur la démographie des exploitations agricoles.

Un deuxième ensemble de résultats porte sur la lecture critique des indicateurs de développement durable et de leur utilisation en combinaison avec des modèles bio-décisionnels. Dans la perspective de coupler des méthodes d'indicateurs avec des données statistiques publiques, la construction de bilans azotés en grandes cultures et bovins-lait a été réalisée et ses relations avec les données statistiques publiques (RICA, FADN) analysées en élevage et en grandes cultures.

Concernant l'adaptation des exploitations agricoles aux changements de contexte, les décisions de production intégrant des aspects dynamiques et d'incertitude/risque ont été analysées, afin d'alimenter la connaissance des stratégies de gestion du risque en élevage bovins-viande et grandes cultures, et les politiques publiques à mettre en place pour favoriser l'adoption de systèmes de culture ou de pratiques agricoles durables.

Enfin, des exercices de projection ont été menés sur la base des travaux portant sur les modèles économiques d'impacts marchands, qui ont été couplés à des simulateurs biophysiques d'impacts. Des projections des émissions de gaz à effet de serre d'origine agricole ont été obtenues suivant des scénarios variés de réformes de politique agricole et environnementale.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

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

Chakir, R. and A.C.Madignier, 2006. Analyse des changements d'occupation des sols en France entre 1992 et 2003. *Économie Rurale* n° 296.

Havlik, P., G. Enjolras, J.M. Boisson, F. Jacquet, M. Lherm et P. Veysset, 2008. Environmental good production in the optimum activities portfolio of a risk-averse farmer. *Review of Agricultural and Environmental Studies* 86 (1), 9-33.

Zahm, F., P. Viaux, L. Vilain, P. Girardin et C. Mouchet, 2008. Assessing farm sustainability with the IDEA method - from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. *Sustainable Development* 16 (4), 271-281.

Un projet pluridisciplinaire en 5 phases qui associe économie, agronomie, zootechnie, modélisation et statistique



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet PRAITERRE est un projet de recherche-développement coordonné par l'Unité de Recherche Pluridisciplinaire Prairie et Plantes Fourragères de l'INRA de Lusignan. Il associe les équipes de recherche suivantes : 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'Économie de l'Élevage, Theix ; INRA, UMR Économie Publique, AgroParisTech-Grignon ; CNRS, UPR 1934, CEBC, Chizé ; Université de Poitiers, EA 2249, CRIEF-TEIR ; INRA, UE-SAD, St-Laurent-de-la-Prée. Ainsi que les partenaires du développement agricole : Chambre Régionale d'Agriculture Poitou-Charentes ; Chambre d'Agriculture des Deux-Sèvres ; Institut de l'Élevage. Le projet a débuté en octobre 2005 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 780, 98 k€ pour un coût global de 2735, 27 k€.

Contact :

► Gilles LEMAIRE, gilles.lemaire@lusignan.inra.fr

CHAPITRE 01 / ADD PRAITERRE / 2005

PRAIRIES, TERRITOIRES, RESSOURCES ET ENVIRONNEMENT

POURQUOI ?

Les problèmes environnementaux rencontrés actuellement dans les territoires agricoles sont liés non seulement à l'intensification des pratiques, mais aussi à une excessive spécialisation des systèmes de production locaux qui engendrent une uniformisation des modes d'occupation des sols à l'échelle des paysages. Dans les régions de polyculture-élevage, la disparition des exploitations d'élevage d'herbivores conduit à une quasi disparition des prairies qui jouent un rôle important :

- Dans le couplage des cycles de C et N et la réduction des flux environnementaux vers l'atmosphère et l'hydrosphère,
- Dans l'évolution de la qualité des sols,
- Dans la dynamique des réseaux trophiques et des habitats permettant de maintenir la biodiversité. Outre ces services **environnementaux** au sens large prodigués par la prairie, cette dernière génère également des services **agronomique et économique**, l'élevage générant des emplois par le biais des filières de transformation induites.

On peut donc émettre l'hypothèse que la **présence** à l'échelle d'un territoire **d'un minimum de diversité spatiale et temporelle** entre :

- Des surfaces à végétation herbacée pluriannuelles,
 - Des systèmes de cultures annuelles,
- devrait permettre de maintenir un **haut niveau de production agricole** sans pour autant générer **d'impacts négatifs insupportables sur l'environnement ou la biodiversité**, voire même générer un **ensemble de services environnementaux**.

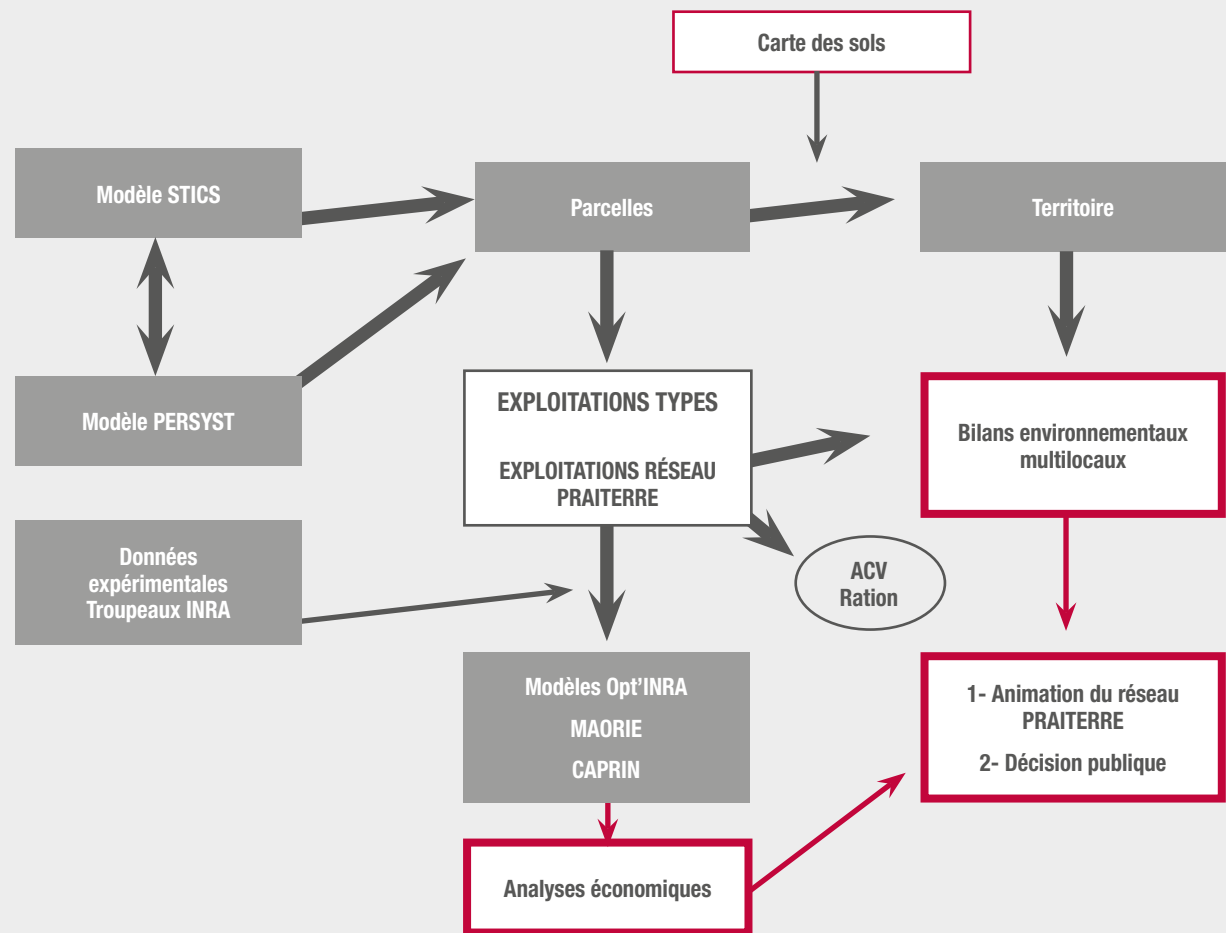
COMMENT ?

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

- **Une approche d'ingénierie environnementale**, couplant expérimentations au champ et sur troupeaux et modélisation, devait permettre de concevoir et d'évaluer des systèmes de cultures et des systèmes fourragers répondant à des cahiers des charges de durabilité ;
- **Une approche de la dynamique d'un territoire** comportant :
 - Une analyse diagnostic du territoire d'étude,
 - Une typologie des exploitations composant ce territoire et une analyse des déterminants actuels de leur évolution,
 - Une action de recherche-développement dans un réseau de 24 exploitations volontaires,
 - Des simulations des impacts économiques des innovations préconisées sur des cas types d'exploitations.

Il s'agissait d'une approche résolument pluridisciplinaire, faisant dialoguer et interagir des agronomes, des zootechniciens et des économistes ensemble et avec des ingénieurs de développement.

Rôles et impacts des prairies sur l'environnement à l'échelle des territoires



► Représentation schématisée de la démarche d'ingénierie agri-environnementale mise en œuvre dans PRAITERRE

RÉSULTATS MAJEURS

- Le projet PRAITERRE a produit deux types de résultats :
- Des acquis expérimentaux sur la conception et l'évaluation de systèmes fourragers plus "durables" et de la place des prairies dans ces systèmes ;
 - Des conceptions et réalisations d'outils de simulation à valeur générique permettant des analyses de scénarios d'évolution des systèmes de production agricole à différentes échelles : parcelles, exploitation et territoire et des impacts attendus sur l'environnement. Le projet a permis la conception d'un certain nombre d'outils entièrement nouveaux (PERSYST, OUTOPIE) et l'évolution d'outils déjà existants (STICS, MAORIE, OPT'INRA) qui, par leur généralité, permettent de coupler des analyses bio-techniques avec des analyses économiques à différents niveaux d'organisation.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Do Nascimento WG., Do Prado IN., Jobim CC., Emile JC., Surault F., Huyghe C., 2008. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.5, p.896-904.
- Pérez-Ramirez E., Delagarde R., Delaby, L., 2008. Animal, 2 :9, pp 1384-1392.
- L. Puillet, O. Martin, M. Tichit, D. Sauvant, 2008. Animal, 2,2 :235-246.
- Tichit M., Puillet, L., Sauvant D. 2008. Options Méditerranéennes.
- Perez-Ramirez E., Delagarde R., Peyraud J.L., 2009. Journal of Dairy Science.
- Lemaire G. 2007. Fourrages, 189 : 19-32.
- Rivaud A. 2008. Economies et Sociétés, Hors-Série, n° 42, pp. 1461-1486.

Une approche d'ingénierie environnementale (expérimentation-modélisation) couplée à une approche de la dynamique d'un territoire.

Les IG actuelles contribuent-elles aux valeurs relatives liées au Développement Durable ?



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet PRODDIG rassemble un nombre important d'équipes de recherche en général déjà engagées sur l'étude des IG, dont la plupart se connaissent auparavant de façon partielle, mais qui se retrouvent associées pour la première fois dans un tel dispositif.

Pas moins de 18 partenaires institutionnels regroupent 74 personnes, représentant quinze Équivalents Temps Plein. Le projet a rassemblé treize unités INRA (dont 5 UMR et 1 UMT), l'unité sur les produits de terroir du CNRS Bourg-en-Bresse, quatre Écoles d'ingénieurs (ENITAC, ENESAD, AgroParisTech, Montpellier Sup'Agro), une Université (Bordeaux 1, IEP), le GIS Alpes du Nord, l'Institut de l'Élevage et l'INAO.

Dans le cadre du programme ADD, il s'agit là du plus fort effectif de chercheurs présents dans un même projet. L'aide totale apportée au projet s'élève à 298 000 €.

Contact :

- François Casabianca, INRA, fca@corte.inra.fr
- Jean-Marc Touzard, INRA, touzard@supagro.inra.fr

CHAPITRE 01 / ADD PRODDIG / 2005

PROMOTION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (DD) PAR LES INDICATIONS GÉOGRAPHIQUES (IG)

LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DESSINE LES CHANGEMENTS POUR LE FUTUR DES INDICATIONS GÉOGRAPHIQUES.

POURQUOI ?

Promouvoir le Développement Durable peut s'appuyer, entre autres leviers, sur les indications géographiques (IG) qui expriment des exigences de fonctionnement des agro-écosystèmes (les "terroirs") et une garantie anticipée aux risques de délocalisation. Cependant, il convient d'examiner dans le détail si les IG actuelles contribuent aux valeurs contenues dans la perspective du Développement Durable, permettant de mieux repérer ce qui peut orienter les évolutions des IG.

Avant 2000, les travaux sur les IG (AOC, IGP) visaient les conditions de leur développement. Il ne s'agit plus aujourd'hui de la seule pérennité des IG, mais bien d'analyser en quoi et comment elles pourraient contribuer au DD.

Le projet examine les conditions d'une convergence entre les déterminants du développement des IG et leur contribution effective au DD, à travers une série de questions spécifiques :

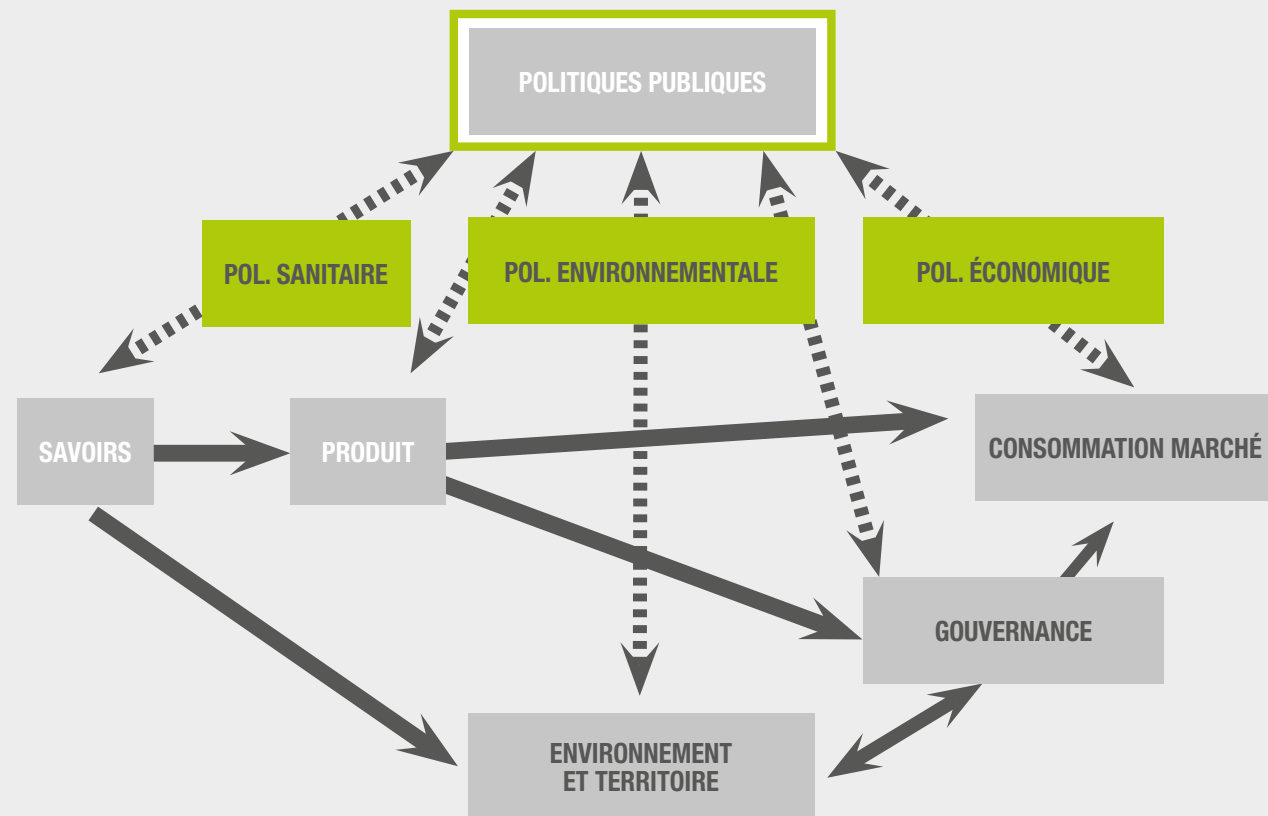
- Quels sont les points de vue, pratiques et engagements des acteurs des IG envers l'injonction du DD ?
- Les IG sont-elles des leviers de transmission inter-générationnelle des savoirs locaux ?
- Permettent-elles une répartition plus équitable de la valeur ajoutée entre acteurs des filières et des territoires ?
- 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 ?

COMMENT ?

Le projet s'est appuyé sur une série de cas d'étude d'indications géographiques, aussi bien des appellations d'origine que des indications géographiques protégées. Dans chaque cas, il s'est agi de recueillir des données pertinentes vis-à-vis des objets identifiés par la perspective du DD.

► Cette perspective anticipe les conditions du développement des IG. Les enjeux du DD dessinent les espaces de changement pertinents pour penser le futur des IG. Sont priorisés tant le rapport aux ressources et aux savoirs que la capacité des acteurs locaux à les rendre transmissibles aux générations futures ; codifier le 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, construire des indicateurs pour mieux ajuster les repères de l'action collective ; motiver la participation des consommateurs ; clarifier le dispositif politique.

► Dans la perspective du DD, les chercheurs doivent modifier profondément leurs postures en explicitant les échelles de valeur qui structurent leurs options et leurs démarches. Il leur faut repérer de nouveaux objets à explorer et des disciplines à mobiliser : 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.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Trans a été coordonné par B. Dedieu, INRA Umr Métafort. Il associe des équipes de recherche du CIRAD (ante Umr Selmé Montpellier), d'Irstea (DTM Grenoble et Umr Métafort) et de l'Inra (Agir, Dynafor, ex Listo, Sad Apt, Métafort). Les partenaires incluent des acteurs de la R&D (ex : Instituto Plan Agropecuario, Idèle, INTA), des collectivités (Parc des Pyrénées) et des établissements d'enseignement (Vetagrosup). D'une durée de 4 ans (2005 - 2009), il a bénéficié d'un soutien de 824 k€ de l'ANR pour un coût global de 4050 k€.

Contact :

► Dedieu Benoît, dedieu@clermont.inra.fr

Site web :

► www.clermont.inra.fr/add-trans/

CHAPITRE 01 / ADD TRANS / 2005

TRANSFORMATIONS DE L'ÉLEVAGE ET DYNAMIQUES DES ESPACES

RÉSULTATS MAJEURS

Si les Indications Géographiques montrent des contributions variables au DD, de façon générale, elles :

- Permettent la transmission aux générations futures ;
- Favorisent le maintien de l'activité et de paysages agricoles ;
- Offrent un cadre aux actions volontaires des organisations locales en lien avec les collectivités.

La contribution de l'IG au DD repose sur un processus d'activation des ressources. Ce "cercle vertueux" d'une agriculture patrimoniale fait financer par des consommateurs :

- Une diversité de produits et ressources à transmettre aux générations futures,
- Des changements coûteux de pratiques productives,
- Des actions collectives sur des biens publics locaux.

Une série de conditions permet de renforcer la convergence entre IG et DD :

- Construire des connaissances techniques et leur codification ;
- Engager des producteurs avec d'autres acteurs locaux dans une responsabilisation territoriale ;
- Renforcer la reconnaissance du "lien au lieu" par les consommateurs et les touristes.

Le projet conduit à des solutions pour les acteurs, telles que :

- Caractériser des savoir-faire liés à la typicité du produit final ;
- Proposer des indicateurs d'impact territorial des IG ;
- Informer sur les attributs considérés par les consommateurs des IG.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Allaire G. et Dupeuble Th., 2009. Des concepts aux indicateurs du développement durable: multidimensionnalité et responsabilisation, Développement durable et territoires [En ligne], Varia.

Chiffolleau Y., Dreyfus F., Touzard J.M., 2008. 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. 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. 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. 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. INRA Prod. Anim, 20, 295-308.

POURQUOI ?

Le projet Trans vise à renouveler les savoirs et les cadres d'analyse et de modélisation portant sur les transformations de l'élevage et leurs impacts sur les usages des espaces. Ce renouvellement résulte d'approches associant sciences agronomiques, sciences sociales et modélisation et développées dans cinq régions de partenariat R&D (l'Amazonie brésilienne, les montagnes françaises, la Pampa argentine et uruguayenne, le Sahel sénégalais et les montagnes du Vietnam). 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.

Deux hypothèses fortes orientent le projet :

- Les transformations de l'élevage sont liées aux modifications de contexte (prix, politiques), mais aussi aux mutations du travail agricole ainsi qu'à l'incertitude sur l'avenir ;
- Les dynamiques des usages de l'espace à l'échelle de territoires continus résultent de l'ensemble des exploitations - et pas seulement les plus productives - qui interagissent entre elles et mettent également en jeu des actions collectives locales et l'appui d'acteurs hors élevage.

COMMENT ?

Le projet s'appuie sur des terrains de recherche volontairement variés quant aux modalités d'interaction élevage - espace et quant aux dynamiques de l'élevage. Trois formes d'analyses comparatives ont été testées :

- La mise en œuvre d'un protocole uniforme d'étude dans différents terrains donnant lieu à la constitution d'une base de données unique, les données étant retravaillées pour mettre en exergue la variabilité intra terrain (variables centrées réduites) et les échelles relatives (ex : critères de taille). Nous avons ainsi pu caractériser et typer la diversité des formes d'organisation du travail (Cournot et al. 2010) en dépassant les particularismes Nord et Sud ;
- Le test d'un modèle unique dans différents terrains, avec analyse des résidus liés aux situations locales - par exemple, les déterminants de l'action collective dynamisant l'élevage dans les territoires (Macombe et al. 2009) ;
- La mise en œuvre d'une démarche plus constructiviste, prenant appui sur la diversité des variables constitutives de modèles ou des raisonnements construits de façon indépendante sur chacun des terrains, mais visant l'explicitation de la même question de recherche. Nous avons ainsi construit un méta-modèle des interactions exploitation d'élevage - dynamique des espaces mobilisant 8 systèmes multi-agents (SMA) (Bommel et al. 2010).

La perspective du DD réoriente le développement et les recherches sur les IG.

Renouveler les savoirs et les outils d'accompagnement des changements dans les exploitations pour aider à la gouvernance des territoires.



► Élevage et forêt en Amazonie

© J.F. Tourrand / Cirad

RÉSULTATS MAJEURS

Un renouvellement des cadres d'analyse :

- Pour considérer l'élevage "en dynamique" en explicitant comment les leviers du "tenir sur le long terme" et les déclinaisons des questions de travail impactent les conduites d'élevage ;
 - Pour modéliser les interactions élevage – espace en explicitant les politiques agricoles et du marché, les fonctions locales de l'élevage, la diversité des espaces et des exploitations, les actions collectives.
- Des connaissances nouvelles sur :
- Les alliés qui soutiennent les actions collectives,
 - Les logiques d'action sur le long terme (qui opposent des postures entrepreneuriales ou technicistes à des postures de prudence),
 - Le recours à la simplification des conduites (dans quel type de situation, pour quel impact sur le travail et son organisation).

Des modèles d'accompagnement qui testent avec les acteurs locaux, différents scénarios de changement de l'élevage, des outils de conseil "travail".

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Productions scientifiques majeures (ouvrages et numéros collectifs, avec contribution Nord – Sud)

Gibon A., Ickowicz A., Tourrand J.F. (eds), 2010.

Modèles et outils pour une gestion durable des espaces naturels. Cahiers Agricultures, 19 (3).

Courmut S., Rawski C., Madelrieux S. (eds), 2010.

Transformations des systèmes d'élevage et du travail des éleveurs.

Cahiers Agricultures 19 (5).

Béguin P., Dedieu B., Sabourin E., (eds.), 2011. Le travail en agriculture : son organisation et ses valeurs face à l'innovation. Ed. L'Harmattan, 304 p.

Ancey V., Avelange I., Dedieu B. (eds), 2013. Agir en situation d'incertitude en agriculture. Regards pluridisciplinaires au Nord et au Sud. Ed. PIE Peter Lang, Bruxelles, 420 p.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ADD-Vin est un projet de recherche fondamentale coordonné par L.G. Soler (INRA Aliss). Il a associé des équipes de recherche de l'INRA, du CEMAGREF et de l'ENITA-Bordeaux. Le projet a commencé le 1^{er} Octobre 2005 et a duré 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 258 000 €.

Contact :

► L.G Soler, soler@ivry.inra.fr

CHAPITRE 01 / ADD VIN / 2005

RÉDUCTION DES PESTICIDES DANS LE SECTEUR DU VIN

POURQUOI ?

L'usage de quantités parfois importantes de pesticides en viticulture soulève des questions complexes :

- Peut-on concevoir des stratégies de traitement susceptibles de réduire de façon significative les quantités de pesticides utilisés en viticulture, et cela de façon compatible avec les objectifs de production privilégiés de façon générale dans le secteur des vins d'AOC ?
- 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 du niveau 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 qui doit relever des pouvoirs publics et celle qui peut relever des stratégies des opérateurs privés ?

Le projet VIN a cherché à apporter des éléments de réponse à ces questions.

COMMENT ?

Les travaux ont impliqué plusieurs disciplines (entre phytopathologie, génie des procédés, agronomie, économie et gestion) et se sont situés à différents niveaux :

- L'expérimentation d'une démarche raisonnée de traitement visant à adapter le nombre et le positionnement des traitements aux épidémies observées à l'échelle parcellaire. Pour atteindre un nombre réduit de traitements, les objectifs privilégiés sont de :

- Chercher à éviter toute perte de récolte et non l'absence de tout symptôme des maladies,

- 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,

- 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 peu nombreuses mais nécessitent une précision supérieure.

► L'évaluation des coûts associés à la mise en œuvre de cette démarche ;

► La conception et l'utilisation d'un modèle bioéconomique élaboré pour évaluer à l'échelle d'une parcelle, et sur un ensemble de scénarios climatiques, les dégâts occasionnés sur la surface foliaire par les agents pathogènes, les dommages en quantité et en qualité sur la récolte et leurs conséquences économiques, en envisageant et comparant différentes stratégies de traitement ;

► Des travaux au niveau des consommateurs pour mesurer leur disposition à payer pour des produits avec moins de pesticides. Sur le plan méthodologique, une démarche "d'économie expérimentale" a été privilégiée. Sur la base de ce dispositif, on peut mesurer : l'arbitrage prix – qualité sensorielle – qualité environnementale fait par chaque consommateur, ou encore l'impact des signaux présents sur l'étiquette sur les décisions d'achat des consommateurs.

Quelles interventions publiques et privées pour réduire l'utilisation des pesticides dans le secteur du vin ?



© Jordan Rusev / Thinkstock

RÉSULTATS MAJEURS

À ce stade, les principaux résultats obtenus dans ce projet peuvent être résumés de la façon suivante :

- 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.
- 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.
- En outre si, comme peuvent le faire penser nos simulations bioéconomiques dont les modèles sont exploratoires, 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 aujourd'hui, on ne peut exclure que de plus fortes diminutions génèrent 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.

- Les travaux menés sur les consommateurs laissent penser que les contreparties à attendre sont faibles. Les 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) initiées dans le cadre de ce projet ADD-ANR "Vin et environnement" devrait permettre de préciser les conditions de réussite de cet axe de développement.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Test d'une démarche de production moins consommatrice en pesticides,
- Conception d'un modèle original d'évaluation des risques associés à diverses démarches de traitements phytosanitaires,
- Développement de méthodes expérimentales pour l'évaluation des dispositions à payer des consommateurs pour des démarches visant à réduire l'utilisations de pesticides.

Une approche pluridisciplinaire de la production à la consommation.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet AMAZ est un projet de recherche fondamentale coordonné par le laboratoire d'Écologie des Sols Tropicaux (UMR BIOSOL, maintenant fusionnée dans l'IEES, Paris VI). Il associe 18 partenaires de trois pays différents. Soixante chercheurs et près de 200 étudiants ont participé à la réalisation des différentes opérations.

UMR CNRS 5603 ; UR169 – PATIS ; CIRAD-UPR 36 ; INRA-Avignon ; EA 1293 ECODIV ; UMR-5023 CNRS ; CIRAD-GREEN ; CIAT ; ULAMAZ ; UTC Pereira ; UNAL Palmira ; Univ. del Valle, Cali ; UFPA Belem ; UFPA Maraba ; UFPA Altamira ; MPEG ; UFRA.

Le projet a duré 4 ans (2010-2013) et bénéficié d'un budget total de 200 K€ de l'ANR et d'un budget total de 1M€, avec des cofinancements de la FRB (projet AMAZ BD), du CNPq Brésilien et de ECOS. Deux bourses de doctorat ont été obtenues en complément.

Un nouveau projet (Landscape reconstruction in deforested Amazonia) qui fait suite à AMAZ vient d'être accepté par la coopération allemande (BMU) avec une coordination du CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) (budget 6 M€).

Contact :

► Patrick LAVELLE, Patrick.Lavelle@ird.fr

CHAPITRE 01 / ADD AMAZ-ES / 2006

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES PAYSAGES AGROSYLVOPASTORAUX AMAZONIENS : ANALYSE DES DÉTERMINANTS SOCIO-ÉCONOMIQUES ET SIMULATION DE SCÉNARIOS

DES PAYSAGES AMAZONIENS INEFFICACES

POURQUOI ?

Dans l'arc de deforestation Amazonien, une législation pourtant soigneusement élaborée n'empêche pas la déforestation. Les gens qui vivent de l'exploitation minière de l'une des ressources naturelles les plus riches au monde, en particulier les agriculteurs familiaux, sont pauvres le plus souvent, avec un accès limité aux services publics de santé, d'énergie, d'éducation, de formation et de transport. Le projet AMAZ visait à identifier les leviers, socioéconomiques ou d'une autre nature, que la législation devrait actionner pour corriger l'impact négatif de la colonisation sur les paramètres environnementaux, tout en permettant le développement social et économique. Une grande diversité de situations a été considérée, dans deux pays (Brésil et Colombie), avec des âges (15 à 80 ans) et des dynamiques de colonisation différents (légal/illégal, basée sur l'élevage bovin / l'agriculture / l'extractivisme, par des colons venus de la région ou d'ailleurs). Dans un ensemble de 301 fermes représentant cette diversité, nous avons quantifié les conditions socioéconomiques, les paysages, la biodiversité, les productions et les services écosystémiques du sol et recherché des liens significatifs entre ces divers groupes de paramètres.

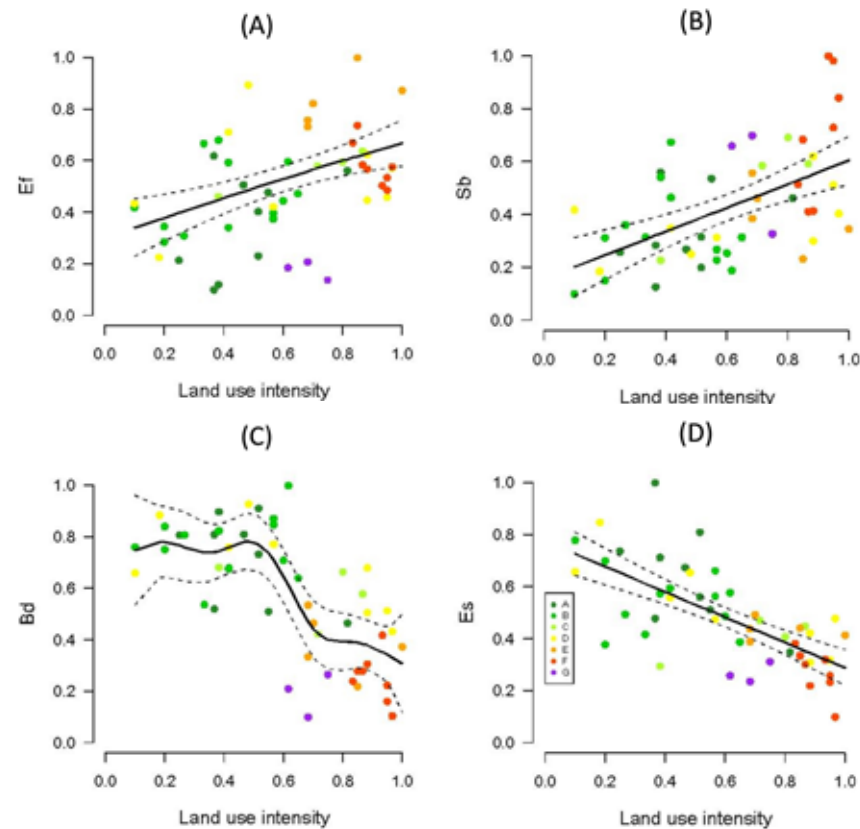
COMMENT ?

Cinq champs disciplinaires, un seul protocole pour la collecte et le traitement des données :

Le projet présente deux défis méthodologiques majeurs qui expliquent que cette approche n'avait pas été tentée auparavant.

- Premièrement, la mesure d'un nombre considérable de variables de toutes natures (sociales, économiques, environnementales) dans un milieu difficile d'accès et suivant des protocoles qui permettent une compatibilité absolue des jeux de données permettant leur comparaison. L'utilisation d'un protocole d'échantillonnage de structure hiérarchique et la stricte identité des sites utilisés par les 60 intervenants aux différentes échelles ont permis de résoudre cette question.
- Le deuxième défi est de synthétiser au maximum l'information de chaque champ disciplinaire sous formes d'indicateurs quantitatifs qui permettent d'analyser leurs relations de manière précise et rigoureuse. Nous avons pour cela utilisé différentes approches suivant les types de données, basées sur l'observation et les priorités exprimées par les producteurs (indicateur de bien-être social), une simple évaluation de la production monétaire, en unités comparables, par unité de surface utilisée ou des indices utilisant les coordonnées des points durs des axes d'analyses factorielles.

Services écosystémiques des paysages agrosylvopastoraux amazoniens : analyse des déterminants socio-économiques et relation à la biodiversité.



► Augmentation des facteurs de développement socioéconomique (Ef=efficacité de la production en unités monétaires équivalentes par ha utilisé ; Sb : bien-être social) aux dépens du capital naturel (Bd : biodiversité de 7 groupes différents ; Es : production de services écosystémiques du sol) en Amazonie déforestée. Le système agroforestier E permet une restauration des milieux dégradés par les pratiques d'élevage extensif sur pâturages dégradés (F et G) après une succession de A à D de systèmes faiblement intensifs qui détruisent progressivement le couvert arboré.

Modélisation des covariations entre composition et structure des paysages et production de services écosystémiques.

RÉSULTATS MAJEURS

Nous avons montré un lien significatif entre les indicateurs de paysage, développement social et économique, biodiversité et Services écosystémiques. Avec la déforestation progressive, l'efficacité économique augmente ainsi que le bien-être social aux dépens des services écosystémiques et de la biodiversité. Quand le couvert boisé représente moins de 50%, l'indicateur de biodiversité chute brusquement ainsi que l'indicateur composite d'écocoefficiant qui combine les 4 indicateurs. Les systèmes agroforestiers peuvent inverser la tendance et reconstruire le capital naturel tout en maintenant les valeurs atteintes pour les indicateurs socioéconomiques.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Les résultats du projet ont été présentés dans plusieurs dizaines de congrès, colloques et séminaires, nationaux ou internationaux. À noter principalement des invitations à des présentations orales au Congrès Mondial de Science du Sol (2010, Brisbane, Australie) et aux congrès RESILIENCE (Phoenix, USA, 2010), ECOSUMMIT (2012, Columbus, USA), Tropentag 2013 (Goettingen, Allemagne).

Une dizaine de publications a déjà été produite et un grand nombre est encore en préparation. La complexité des jeux de données explique le temps pris à publier les synthèses majeures ; c'est le cas notamment de la publication de synthèse soumise à PLOS One et de la synthèse sur la Biodiversité qui sera prête avant la fin de 2014.

Grimaldi M, et al. (2014) Ecosystem services of regulation and support in Amazonian pioneer fronts: searching for landscape drivers. *Landscape Ecology* . 29, 311-328. DOI 10.1007/s10980-013-9981-y.

Xavier Arnaud de Sartre, Monica Castro, Simon Dufour et Johan Oszwald (dir.) Political ecology des services écosystémiques. 290p.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet APPEAU est un projet de recherche fondamentale coordonné par D. Leenhardt (INRA, UMR AGIR). Il associe sept unités mixtes de recherche (UMR) de Toulouse, Montpellier et Rennes (AGIR, LERNA, LAMETA, G-EAU, IRISA, LETG, SAS). Le projet a commencé en février 2007 et a duré 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 300 000 € pour un coût global de l'ordre de 1 348 450 €.

Contact :

► Delphine Leenhardt,
Delphine.Burger-Leenhardt@toulouse.inra.fr

Site web :

► http://www.agir.toulouse.inra.fr/agir/index.php?option=com_content&view=article&id=62:appeau-p&catid=49:appeau&Itemid=134

CHAPITRE 01 / ADD APPEAU / 2006

OUTILS ET MÉTHODES INNOVANTES POUR LA GESTION DE L'EAU

POURQUOI ?

Les ressources en eau sont menacées tant de pollution que de pénurie, y compris dans un pays relativement arrosé comme la France. Le "bon état des masses d'eau" imposé par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (WFD, 2000) risque de ne pas être partout atteint à l'horizon 2015.

Face à cette problématique, l'agriculture occupe une place centrale : elle prélève des montants importants pour l'irrigation et génère de la pollution diffuse du fait des intrants qu'elle utilise (engrais, produits phytosanitaires). Il est donc nécessaire de traiter du rapport entre les agrosystèmes et la ressource en eau, tout en prenant en compte conjointement la viabilité économique des exploitations agricoles et du territoire dans son ensemble, la durabilité écologique de la ressource et l'équité sociale.

Le projet APPEAU vise à développer des outils et méthodes pour favoriser une gestion intégrée des ressources en eau, et en particulier permettre l'évaluation de scénarios en vue d'une meilleure planification conjointe des activités agricoles et des ressources en eau. L'accent est mis sur le développement de modèles mathématiques et sur leur utilisation pour évaluer des scénarios portant sur des changements de contexte agronomique, économique ou réglementaire.

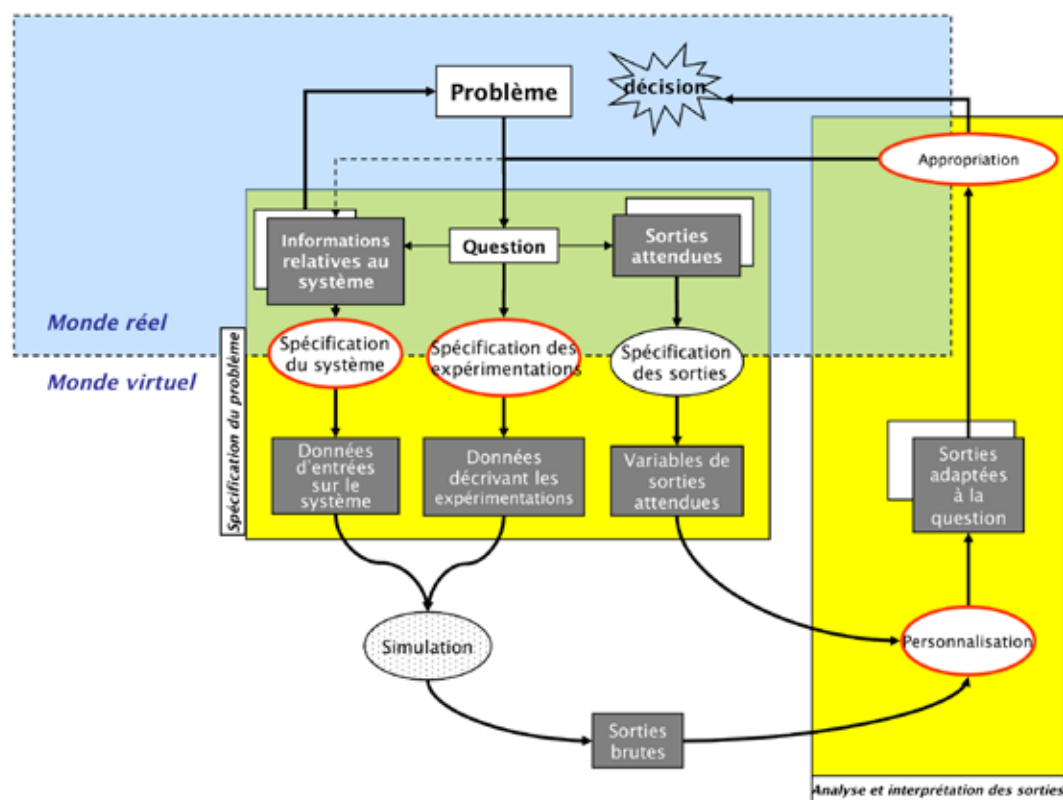
COMMENT ?

Pour progresser sur l'articulation entre modèles mathématiques, construction et évaluation de scénarios, et approches participatives, le projet a pris comme option de travailler sur plusieurs sites d'étude puis de confronter ces travaux pour rechercher la généralité des approches menées.

Chaque site d'étude a ses spécificités en termes de problématique de gestion de l'eau et de partenariat. Ainsi, dans le projet, les problèmes de pénurie et de partage de la ressource ont été abordés dans le Sud-Ouest de la France (Système Neste et Lomagne) et dans le Sud-Est (Val de Drôme) tandis que les problèmes de pollution des eaux par l'agriculture (aspects qualitatifs) ont été abordés principalement en Bretagne, mais aussi dans le Sud-Ouest (Lomagne).

Pour développer les outils et méthodes adaptés à chaque situation de gestion de l'eau, nous nous sommes appuyés sur plusieurs modèles biophysiques et/ou décisionnels préexistants, notamment STICS, MODERATO, MOUSTICS, PILOTE, TNT2, SACADEAU, OLYMPE...

Développer des outils pour planifier conjointement ressources en eau et activités agricoles.



► Le projet APPEAU a permis de formaliser les étapes nécessaires pour construire des scénarios et les évaluer par modélisation dans un cadre d'aide à la décision. Ce cadre définit clairement les étapes où sont impliqués les acteurs, et la nature de leur contribution. Il constitue une aide pour fixer les objectifs élémentaires d'interactions entre scientifiques et acteurs.

RÉSULTATS MAJEURS

Ce projet a permis de développer et/ou améliorer plusieurs méthodes et modèles. Parmi ceux-ci, MoGIRE est un modèle générique permettant de calculer l'allocation de l'eau entre usages à l'échelle du grand bassin. L'offre en eau en tous points du système et au pas de temps choisi est calculée par un modèle arc-noeud. Les usages eau potable et industrie sont modélisés via des approches économétriques. Pour représenter l'usage agricole de l'eau, un modèle économique intégrant les relations entre calendriers d'irrigation et production agricole maximise la fonction objectif de l'agriculteur. Une contrainte de respect des débits objectifs d'étiages représente l'usage environnemental. MoGIRE calcule pour chaque usage la quantité d'eau demandée et le profit généré. Il a été développé pour le système Neste (8000 km²).

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Plusieurs publications ont été faites à la conférence internationale IEMSS (Barcelone 2008 et au Congrès mondial de l'Eau (Montpellier, 2008). La représentation spatiale des flux de polluants et son utilisation pour l'aide à la décision ont été publiées respectivement dans *Computer and Geosciences* (2009) et dans *Environmental Modelling and Software* (2009). Nos développements d'outils et de méthodes pour la description des territoires d'étude ont été publiés dans *Land Use Policy* (2010, 2011). Des évaluations de scénarios économiques par modélisation ont été publiées dans *Review of Agricultural and Environmental Studies* (2009).

Articuler modélisation, participation et scénarios sur plusieurs cas d'étude.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet AUTREMENT : "Aménager l'Utilisation des Terres et des Ressources de l'Environnement en Modélisant les Écosystèmes aNTropiques" est un projet de recherche fondamentale coordonné par le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE). Il associe aussi le CIREN, l'INRA et le LOCEAN. Le projet a commencé en janvier 2007 pour une durée de 44 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 322 K€ pour un coût global de l'ordre de 1,1 M€.

Contact :
► Nicolas Viovy, viovy@lsce.ipsl.fr

Site web :
► <http://autrement.lsce.ipsl.fr>

CHAPITRE 01 / ADD AUTREMENT / 2006

AMÉNAGER L'UTILISATION DES TERRES ET DES RESSOURCES DE L'ENVIRONNEMENT EN MODÉLISANT LES ÉCOSYSTÈMES ANTROPIQUES

MODÉLISATION DE L'IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES SYSTÈMES AGRICOLES

POURQUOI ?

Les systèmes agricoles sont intimement liés au changement climatique. D'une part, ils seront affectés par ses différentes manifestations, d'autre part, les espaces ruraux sont également des contributeurs nets au changement climatique. Les principales questions qui sous-tendent nos travaux sont :

Du côté de l'adaptation :

- Comment mesurer cette vulnérabilité pour l'agronomie, l'hydrologie et l'économie ?
- Comment va évoluer cette vulnérabilité au cours du XXI^e siècle ?
- Comment peut-on anticiper une éventuelle aggravation de cette vulnérabilité ?

Du côté de la mitigation :

- Comment quantifier la contribution de l'agriculture au bilan net des gaz à effet de serre ?
- Les stratégies d'adaptation de la gestion des agrosystèmes sont-elles neutres vis à vis de la propre contribution du secteur au changement climatique ?

COMMENT ?

Le premier objectif d'AUTREMENT concerne le développement de la plateforme intégrée de modélisation.

Il s'agit de coupler un modèle qui simule la réponse de la végétation au changement climatique (ORCHIDEE) et un modèle qui calcule l'allocation optimale des terres sous différentes contraintes économiques (NEXUS).

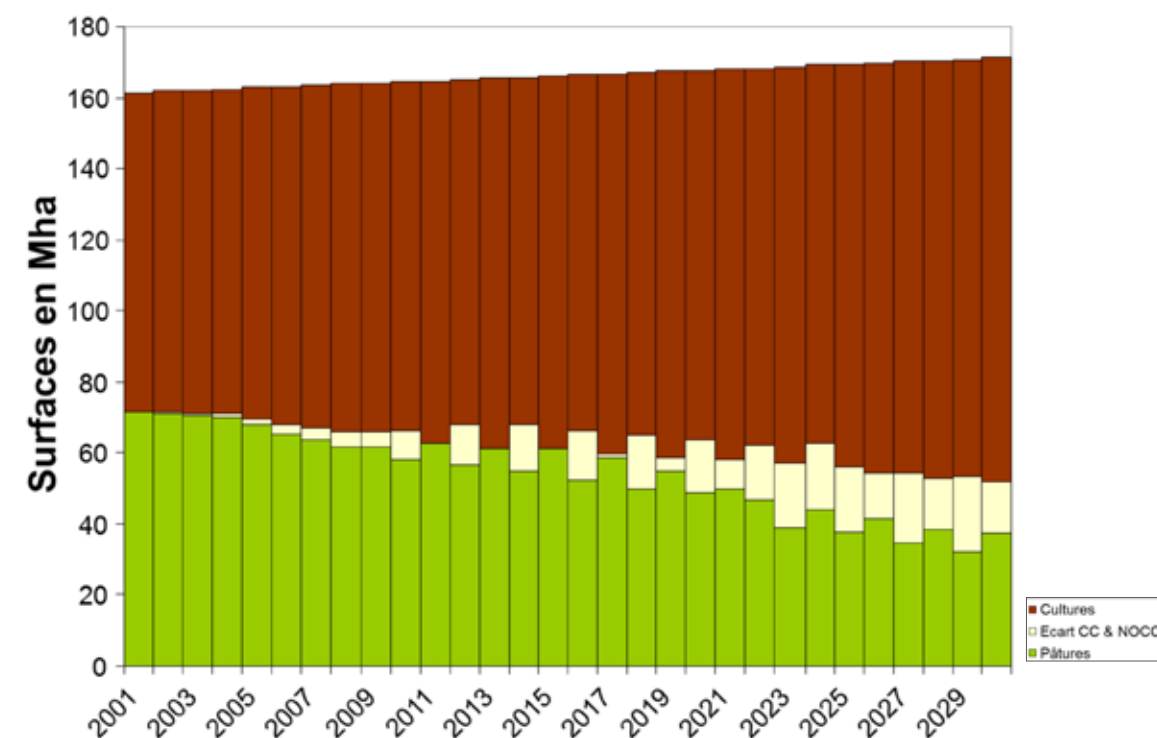
Une telle plateforme est alors appliquée à deux échelles de temps :

Sur le cours terme (saison) : il s'agit d'évaluer si l'utilisation des prévisions météorologiques saisonnières peut permettre une meilleure gestion des itinéraires techniques et ainsi permettre une adaptation aux aléas climatiques.

Sur le long terme, en utilisant les projections climatiques futures disponibles dans le cadre du GIEC, il s'agit de quantifier :

- La réponse du système agricole-sylvicole-prairial,
- Les conséquences en termes de coût des différentes filières,
- De proposer des trajectoires d'évolution des filières techniques et de l'utilisation des terres.

Évaluer l'impact du changement climatique sur les systèmes agricoles et sur l'allocation des terres dans le futur.



► Évolution des surfaces de culture (en rouge) et de prairies (en vert) simulées sur la période 2000 à 2030. Les barres blanches montrent l'impact du changement climatique sur l'allocation des terres.

RÉSULTATS MAJEURS

Le projet a permis de développer la plateforme de modélisation couplée ORCHIDEE/NEXUS. L'analyse des prévisions saisonnières a montré qu'en l'état actuel ces prévisions ne sont pas assez fiables pour être exploitées de façon opérationnelle, afin d'adapter les itinéraires techniques. C'est en zone tropicale qu'il existe cependant un espoir de pouvoir utiliser dans le futur ces prévisions, afin d'adapter le choix des cultures en corrigeant les biais sur l'estimation des précipitations.

Pour les projections futures, la réponse des systèmes culturaux est contrastée. En zone tempérée, on simule plutôt un accroissement des rendements. Ceci est particulièrement sensible vers le nord ou l'accroissement des températures permet un allongement de la saison de croissance. Lorsque l'on descend vers le sud de l'Europe et des États-Unis, par exemple, l'effet est de moins en moins sensible, jusqu'à s'inverser, car l'effet de stress hydrique augmente. Un facteur important qui favorise l'accroissement de production est lié à l'effet de fertilisation du CO₂.

En zone tropicale, en revanche, on simule une baisse importante de la productivité liée à une forte augmentation du stress hydrique. On constate aussi, globalement, un accroissement de la variabilité interannuelle des rendements.

La conséquence de ces changements (en zone tempérée) sur l'allocation des terres est un accroissement de l'allocation des cultures au dépend des prairies.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Davin E. L. de Noblet-Ducoudré N. Friedlingstein P. (2007) Impact of land cover change on surface climate : Relevance of the radiative forcing concept ; GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 34.

Gervois S. Ciais P., de Noblet-Ducoudré N., Brisson N., Vuichard N., Viovy N. (2008) Carbon and water balance of European croplands throughout the 20th century ; GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES, VOL. 22.

Smith P.C., De Noblet-Ducoudré N., Ciais P., Peylin P., Viovy N.,Meurdesoif Y., Bondeau A., (2010) European-wide simulations of croplands using an improved terrestrial biosphere model, phenology and productivity. J. Geophys research, 11,G011014.

Vuichard N., Ciais P., Belelli L., Smith P., Valentini R. 2008 Carbon sequestration due to the abandonment of agriculture in the former USSR since 1990 ; GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES, 22,4, GB4018.

Sultan B., Barbier B. Fortilus J. Mbaye SM Leclerc G E(2010) Estimating the Potential Economic Value of Seasonal Forecasts in West Africa: A Long-Term Ex-Ante Assessment in Senegal, WEATHER CLIMATE AND SOCIETY,2,1, pp 69-87

Une plateforme de modélisation couplée climat/agronomie/économie.

Filière avicole et territoire : une dynamique complexe vers la durabilité.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet AVITER est un projet de recherche appliquée. Il associe des partenaires français (INRA, CIRAD, ITAVI, AgroParisTech, ONIRIS, ANSES, Groupe ESA) et brésiliens (Université Nationale de Brasília, Université Fédérale de Santa Catarina, EPAGRI) de différentes disciplines. Il est coordonné par l'INRA et a démarré en janvier 2007 pour une durée de 42 mois. Il a bénéficié d'une aide de l'ANR de 300 000 € pour un coût global (masse salariale incluse) de l'ordre de 700 000 €.

Contact :

► Philippe Lescoat, philippe.lescoat@agroparistech.fr

CHAPITRE 01 / ADD AVITER / 2006

FILIÈRES AVICOLES EN FRANCE ET AU BRÉSIL, IMPACTS SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DES BASSINS DE PRODUCTION ET DES TERRITOIRES

POURQUOI ?

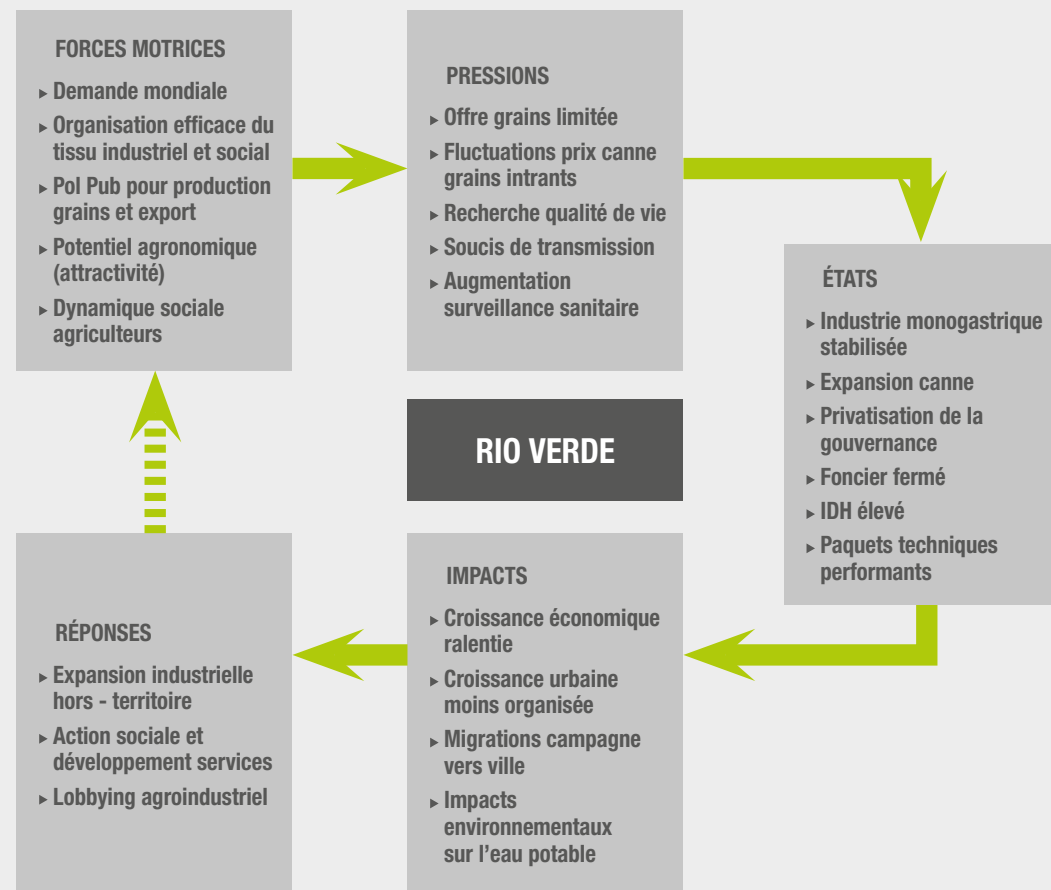
Les interactions entre les filières avicoles et les territoires : un questionnement emblématique sur le développement durable en agriculture

La problématique centrale du projet AVITER était de comprendre les dynamiques conjointes d'évolution des filières avicoles et des bassins de production qui leur sont associés, et d'éclairer dans quelles mesures et sous quelles conditions ces dynamiques d'évolution répondent aux exigences d'un développement durable. Du fait des caractéristiques propres des filières avicoles, très fortement marquées dans leur structuration et leur organisation par les particularités physiologiques des espèces animales concernées (brièveté des cycles biologiques, performances reproductives, types de ressources alimentaires...), cela impliquait de questionner d'une part la durabilité des filières elles-mêmes, d'analyser d'autre part les relations entre celles-ci et le développement durable des territoires sur lesquels elles sont impliquées. L'objectif était d'aboutir à des représentations les plus adaptées possibles du système "filière avicole au sein d'un territoire" et de ses déterminants pour comprendre comment évaluer la durabilité de ce système complexe voire d'envisager des modes de pilotage.

COMMENT ?

Pour étudier les différents axes du développement durable, une combinaison de méthodes a été utilisée

AVITER a privilégié 3 approches complémentaires sur cinq territoires contrastés en France et au Brésil. Des collectes d'informations quantitatives et bibliographiques ont été effectuées pour les aspects biotechniques, économiques et environnementaux. Des interviews de nombreux acteurs (de l'ordre de 400) des filières et des territoires ont été faites pour comprendre structuration des filières, interactions entre les acteurs et stratégies des agents à différentes échelles. Une représentation des systèmes "filière territoire" par une approche forces motrices, et contraintes, états, impacts du système sur lui-même et réponse de celui-ci en terme d'adaptation a été construite. Cette représentation a permis d'engager des échanges avec les acteurs du système pour isoler des critères d'évaluation de la durabilité de celui-ci.



► Schéma représentant le système "filère avicole et territoire" du municpe de Rio Verde, Goias Brésil.

RÉSULTATS MAJEURS

En fonction du territoire, les différentiels de compétitivité économique sont majeurs favorisant les filières au Brésil. Mais les aspects environnementaux interviennent fortement avec la déforestation amazonienne. Les évaluations environnementales sont défavorables aux systèmes extensifs de type label (poulet de qualité) par rapport à un poulet standard, interrogeant la pertinence de l'unité de mesure. Socialement, la durabilité des filières avicoles va beaucoup dépendre de la capacité des agriculteurs à s'intégrer dans la société civile et à s'en faire comprendre. La combinaison des piliers du développement durable pour leur évaluation dépend fortement de la vision des acteurs et des contextes associés, rendant les critères de durabilité difficiles à déterminer.

Des performances économiques contrastées. Des critères de durabilité peu adaptés.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Bonaudo T., Cerdan C., Mior LC., Lescoat P., Coutinho C., Pocard-Chapuis R., 2010. How poultry chains and territories interact towards shared sustainability? Conférence invitée, XIIIth European Poultry Conference, Tours, 23-27 august 2010.

Lescoat P., Bonaudo T., Mior LC., Bommel P., Lossouarn J., Pocard-Chapuis R., 2010. How to link poultry industry and territory for a sustainable development? An interesting question to learn and practise transdisciplinary. (En ligne) 9th European IFSA Symposium, 4-7 July 2010, Vienna (Austria), 492-499. Disponible sur <http://ifsa.boku.ac.at/cms/index.php?id=107> (consulté le 19/07/2010).

Prudêncio da Silva V., van der Werf HMG, Spies A., Soares SR., 2010. Variability in environmental impacts of Brazilian soybean according to crop production and transport scenarios. Journal of Environmental Management, 91: 1831-1839.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet BEMISIARISK est un projet de recherches exploratoires coordonné dans un premier temps (2007) par Jacques FARGUES (INRA) puis par Frédéric PELLEGRIN (IRD). Il associe au groupe Bemisia du CBGP, UMR1062 (INRA-IRD-CIRAD-AgroM), les laboratoires de : phytovirologie de l'UR407 (INRA-SPE), phytovirologie de l'UMR385 (CIRAD-AMIS), Biométrie de l'UR546 (INRA-MIA), systèmes de culture de l'UE411 (INRA-SAD), économie de l'UMR1048 (INRA-SAD), biologie évolutive de l'UMR5558 (Univ. Lyon1 & CNRS), protection des cultures du Centre de Recherche de Cabrils, Espagne (IRTA-Université de Lleida), recherche sur les Risques et les Crises (École des Mines de Paris). Le projet a commencé en janvier 2007 et a duré 40 mois (avril 2010). Il a bénéficié d'une aide ANR de 344 K€ pour un coût global de l'ordre de 3 045 K€.

Contact :
► PELLEGRIN Frédéric (CBGP – IRD),
frederic.pellegrin@supagro.inra.fr

CHAPITRE 01 / ADD BEMISIARISK / 2006

CRISES PHYTOSANITAIRES LIÉES AUX BIOINVASIONS : CAS EMBLÉMATIQUE DU RISQUE BEMISIA-VIRUS EN CULTURES SOUS ABRI EN ZONE MÉDITERRANÉENNE

POURQUOI ?

Le projet BEMISIARISK a fédéré autour d'une des pires espèces invasives au monde : l'aleurode Bemisia tabaci, les activités de nombreuses équipes de recherche (françaises, espagnoles, grecques, tunisiennes, marocaines, ...) issues de domaines disciplinaires très variés. B. tabaci est un bio-invasisseur d'origine tropicale, qui associe une grande polyphagie (600 espèces hôtes) à une forte capacité à transmettre de nombreux phytovirus. Il se trouve en Europe du Sud dans un contexte d'adaptation progressive (front de progression) à des conditions plus froides et un environnement perturbé par le changement climatique. Ces nouvelles contraintes, susceptibles de remettre en cause des pans entiers de filières agricoles (tomate, courgette, concombre, ...), entraîne une forte demande sociétale pour la mise au point de stratégies de protection intégrée. L'objectif commun de ces études était donc la compréhension du risque phytosanitaire représenté par B. tabaci et sa gestion durable. Une démarche de recherche évolutive s'est développée en s'appuyant sur d'actives et fructueuses collaborations entre les équipes de recherche et les professionnels.

COMMENT ?

La maîtrise des risques phytosanitaires liés aux bioinvasions nécessite une forte réactivité qui s'inscrit dans un contexte d'obligation de lutte lorsqu'il s'agit d'organismes de quarantaine. Cela requiert alors des procédures dont la mise en œuvre repose sur des outils de diagnostic et de prévision efficaces ainsi qu'une bonne connaissance du contexte et des conséquences socio-économiques du phénomène.

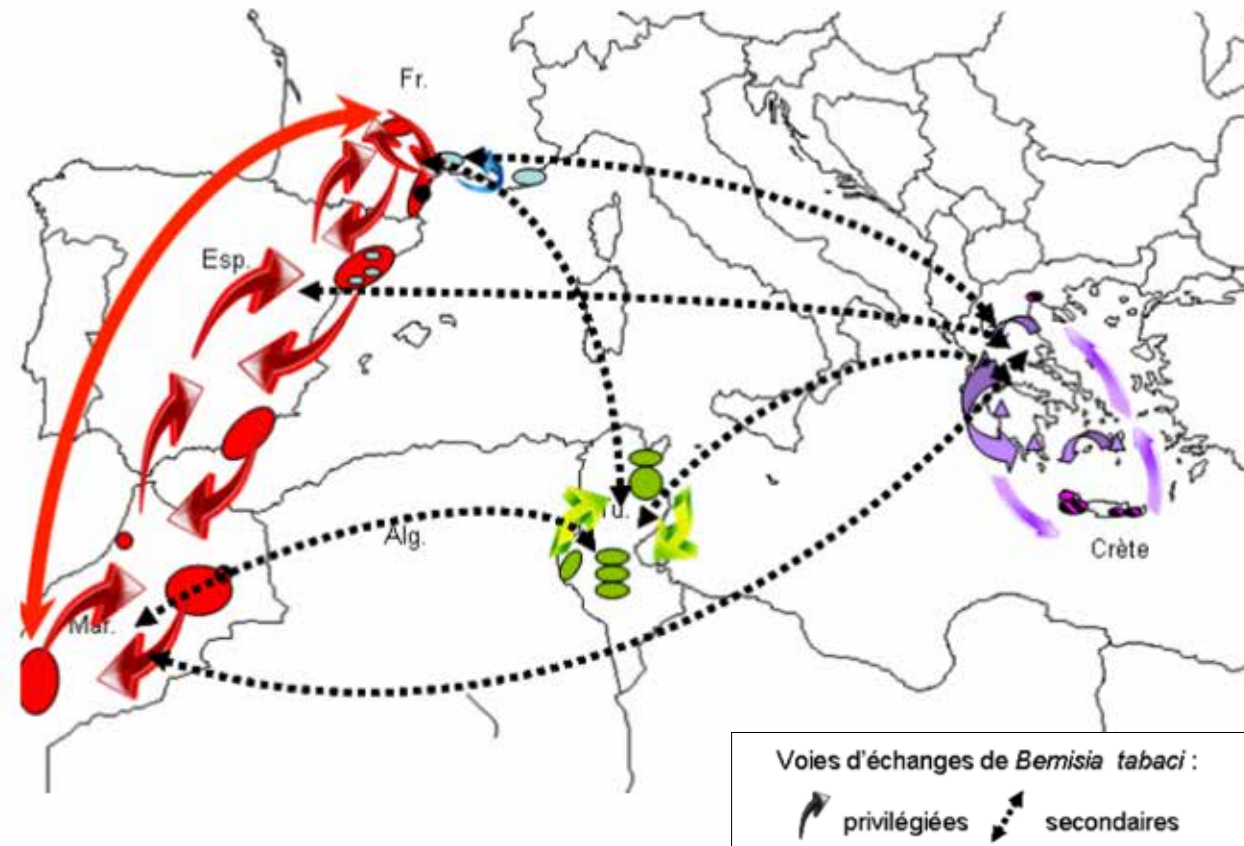
► Bio-agresseur : Bemisia tabaci

Développement et adaptation d'outils moléculaires ou de modélisations pour : caractériser la diversité génétique et la structuration des populations ; évaluer le rôle des plantes hôtes et de certains facteurs environnementaux dans la diversité et la dynamique des populations ; inférer les voies de circulation du vecteur et de ce qu'il vecte ; étudier la dynamique des populations protagonistes ; définir le fonctionnement de systèmes complexes par le développement d'outils d'analyses descriptives et prévisionnelles de systèmes populationnels fortement anthropisés ; modéliser le fonctionnement du système multitrophique dans des contextes différents ; enfin, modéliser les mécanismes éco-épidémiologiques tels que l'extension des foyers, la progression spatio-temporelle, les transports passifs et actifs, les migrations et l'analyse des interactions avec les populations antagonistes.

► Phytovirus

Concernant les virus vectés, des outils sérologiques ou moléculaires ont été créés ou adaptés pour : identifier les zones et plantes-refuges ou réservoirs pour le maintien in situ et la survie hivernale des phytovirus ; évaluer le danger inhérent aux phénomènes de recombinaisons chez les Begomovirus ; réaliser des études d'épidémiologies comparatives du complexe aleurodes-virus dans des systèmes fermés ou ouverts.

Maîtrise des risques phytosanitaires liés aux bioinvasions dans un contexte de changement climatique.



► Schéma représentant le système "filiale avicole et territoire" du municiple de Rio Verde, Goias Brésil.

► Risque phytosanitaire repositionné dans son contexte socio-économique pour : analyser la perception et la gestion du problème *B. tabaci*/TYLCV par les professionnels ; concevoir des procédures biotechniques et législatives de bio-vigilance pour une gestion efficace et durable d'un modèle de crise phytosanitaire liée à l'introduction/acclimatation d'un insecte d'origine tropicale.

RÉSULTATS MAJEURS

Zones d'endémisme et filières d'introduction du vecteur et des phytovirus : caractérisation de la diversité génétique et de la prévalence des populations de *B. tabaci* et des souches virales, identification des voies de dissémination. Impact des recombinaisons sur l'évolution du pouvoir pathogène du TYLCV. Identification de nouvelles plantes-hôtes des phytovirus et du rôle de certaines plantes dans la répartition des biotypes de *B. tabaci*.

Étude des foyers primaires en condition de production sous serre et modalité de gestion des zones infectées pour la préservation du bon état sanitaire général d'une culture.

Caractérisation de la distribution spatio-temporelle des plantes refuges/réservoirs en Roussillon, Catalogne espagnole et Tunisie. Mise en évidence de la présence pérenne in situ du vecteur et du TYLCV.

Auto-évaluation de la vulnérabilité d'une culture, organisation de la gestion intégrée des risques. Analyses sociologiques de cette gestion au travers de l'expérimentation scientifique sur les Organismes de Quarantaine dans un établissement public de recherche agronomique (confinement) ; de l'analyse des transformations d'un système professionnel ; de la lecture comparée des modes de gestion en Catalogne espagnole et en Roussillon ; de l'analyse de la dynamique d'intégration des connaissances scientifiques et techniques.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Création d'un site dynamique (<http://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/>, site hébergé = BemisiaRisk) consultable (à l'aide d'un identifiant) par les équipes participantes qui ont ainsi accès à toutes les communications écrites (rapports, publications) et orales (réunions, forums, colloques) ainsi qu'un espace public aménagé en accès libre pour les partenaires et les professionnels qui peuvent consulter les synthèses (C. Silvy, Webmaster du CBGP).

Création d'un outil d'aide à la gouvernance du risque par auto-évaluation. Disponible sur <http://www.unifinder.co.uk/survey/index.php> permettant à un producteur d'éditer une fiche de synthèse du diagnostic de sa vulnérabilité au TYLCV (J-L. Wybo & I. Déus. École des Mines de Paris / Centre de recherche sur les Risques et les Crises).

Déterminisme du fonctionnement du système Bemisia-phytovirus : modalités de gestion durable des cultures de tomate sous abris.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet COSADD est un projet de recherche de type "développement expérimental" coordonné par l'UMR1313 GABI (Génétique Animale et Biologie Intégrative, Jouy-en-Josas, ex unités SGQA et LGP). Les autres unités partenaires du projet sont : l'Unité de Recherche Avicole (Tours), l'Unité de Transformations Sociales et Politiques liées au Vivant (Ivry-sur-Seine), l'Unité d'Économie et Sociologie Rurale (Rennes), l'Unité SADAPT (Grignon), l'Unité de Recherche sur les Herbivores (Theix), l'UMR SENAH (Systèmes d'Élevage, Nutrition Animale et Humaine ; Rennes), le SCRIBE (Station Commune de Recherches en Ichtyophysiologie, Biodiversité et Environnement, Rennes), le CRELA (IFREMER, La Rochelle), l'Unité Propre de Sociologie Rurale (AgroParisTech), l'Unité Expérimentale GEPA.

Il associe aussi l'Institut de l'Élevage, l'Institut Technique de l'Aviculture et l'Institut de la Filière Porcine via un projet CASDAR. Le projet a commencé en janvier 2007 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 437 k€ pour un coût global estimé à 1958 k€.

Contact :

► Florence Phocas, Florence.phocas@jouy.inra.fr

CHAPITRE 01 / ADD COSADD / 2006

CRITÈRES ET OBJECTIFS DE SÉLECTION ANIMALE POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE

COSADD, UN PROJET POUR ABORDER LES ENJEUX DU 21^{ÈME} SIÈCLE EN SÉLECTION ANIMALE

POURQUOI ?

La question du développement durable, en prenant de l'ampleur au fil des ans, dessine de nouveaux enjeux pour les filières de l'élevage et leurs acteurs. Le monde de la sélection animale ne peut rester à l'écart de ce courant et se doit de réfléchir aujourd'hui aux animaux dont nous aurons besoin demain. Le projet COSADD a étudié les modalités techniques, économiques et sociales de la détermination de ces nouveaux objectifs et l'introduction de critères de sélection permettant une réorientation effective des objectifs de sélection vers des enjeux liés au Développement Durable. Ces questions ont été abordées via une approche novatrice de recherches pluri-disciplinaires associant généticiens, zootechniciens et chercheurs en sciences sociales. Les enjeux socio-économiques de quatre filières contrastées (bovins allaitants, porcs, poulets de chair et poissons) et les modalités de collaboration entre acteurs professionnels et scientifiques ont été étudiés pour définir des objectifs de sélection innovants répondant mieux aux attentes sociétales. Sur le plan biotechnique, des critères de sélection ont été proposés relevant de préoccupations fortes sur le bien-être animal et la limitation des rejets animaux.

COMMENT ?

Il s'est agi plus précisément de :

- Comprendre les modalités de collaboration entre les acteurs professionnels et les scientifiques autour de la définition d'objectifs et de critères de sélection ;
- Étudier les enjeux socio-économiques dans les quatre filières et de comprendre dans quelle mesure ils peuvent être traduits en objectifs pour la sélection animale ;
- Élaborer des critères de sélection innovants relevant de deux objectifs choisis pour leur contribution potentielle à une gestion raisonnée des systèmes d'élevage : la réduction du stress animal (bovin et poisson) et la limitation des rejets dus aux déjections (porc et poulet).

Les deux premiers points ont nécessité une co-construction d'un guide d'entretien semi-directif commun aux quatre filières entre généticiens, sociologues et économistes de l'INRA et des instituts techniques. Le dernier point a nécessité une co-construction des expérimentations et des critères de sélection entre généticiens, éthologues et/ou physiologistes pour estimer la variabilité génétique et les interactions génotype-milieu des performances contrôlées. Ces expérimentations ont servi d'études de cas pour les analyses anthropologiques sur la relation homme-animal et sociologiques sur la construction de la mesure.

Construction sociale et biotechnique des critères et objectifs de sélection animale.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet COVER était un projet de recherche appliquée, coordonné par André Torre. Il a associé l'UMR SAD-APT (INRA-Agroparistech, Paris, contractant principal) aux laboratoires Metafort (CEMAGREF-ENGREF-ENITAC-INRA, Clermont), LRDE (INRA, Corte), Espace (CNRS, Montpellier), IRISES, (CNRS, Université Dauphine) et CRIEF TER (Université de Poitiers). Le projet a commencé en 2007 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 220 000 €.

Contact :
▶ André TORRE, torre@agroparistech.fr

CHAPITRE 01 / ADD COVER / 2006

CONFLITS D'USAGE ET DE VOISINAGE DANS LES ESPACES RURAUX ET PÉRIURBAINS

POURQUOI ?

Ce travail a reposé sur l'idée que les conflits d'usage et de voisinage sont des révélateurs des processus de mutations des espaces ruraux et périurbains. Loin d'être inutiles et seulement susceptibles de prévention, de résolution ou d'éradication, ils constituent une modalité d'expression des populations locales, en particulier de leur désaccord au sujet de décision importantes en matière d'aménagement, public ou privé. À partir d'une approche pluridisciplinaire, nous avons analysé les caractéristiques de ces conflits, repérés dans dix zones du territoire français, et testé le lien entre leur émergence et les changements des modes de gouvernance et de développement dans ces mêmes espaces.

La recherche se proposait de tester des hypothèses portant sur le lien conflits de long terme - développement durable. Les conflits de long terme sont-ils les révélateurs de mutations qui touchent à la durabilité des systèmes économiques, sociaux et écologiques et remettent en cause leur fonctionnement ?

Les résultats de notre travail révèlent que les conflits courts peuvent également être liés au Développement Durable (DD), et que c'est avant tout l'impact du conflit qui importe. En effet, pendant que les conflits durent les mutations dont ils sont l'expression s'installent et changent en profondeur les systèmes et les modalités de gouvernance territoriale. Ainsi avéré, le lien entre conflits et développement se manifeste, il est vrai, en particulier durant les conflits longs, au cours desquels il a le temps de s'installer et de se développer. Moment de discussion et de confrontation des points de vue, comme le compromis ou l'entente, le conflit est un élément inhérent aux sociétés, il en fait partie intégrante et contribue à les modifier à leur tour.

COMMENT ?

Les méthodes utilisées ont été de différents types et on fait appel à une approche essentiellement pluridisciplinaire et repose sur quatre grandes catégories d'outils :

- ▶ Des outils intellectuels et scientifiques, qui consistent en un état de l'art de la littérature et des recherches réalisés sur ces questions dans les différentes disciplines participantes ;
- ▶ Des outils de recueil de données, qui reposent sur plusieurs sources : diagnostics de zones, exploitation de bases documentaires juridiques, enquêtes à dire d'experts, enquêtes à dire d'acteurs, analyse de la Presse Quotidienne Régionale, suivis de réunions, cartographie et analyse spatiale... ;
- ▶ La mise en place d'une base de données, fondée sur trois de ces sources (analyse de la PQR, jugements et jurisprudences, entretiens à dire d'experts) et qui donne des informations générales ou par zone sur la localisation et les caractéristiques des conflits, ainsi que sur les acteurs en opposition ;
- ▶ L'exploitation des données de la base à des fins comparatives en matière de statistique et d'analyse spatiale, ainsi que pour une analyse économétrique visant à mesurer le lien entre conflictualité et prix du foncier.

RÉSULTATS MAJEURS

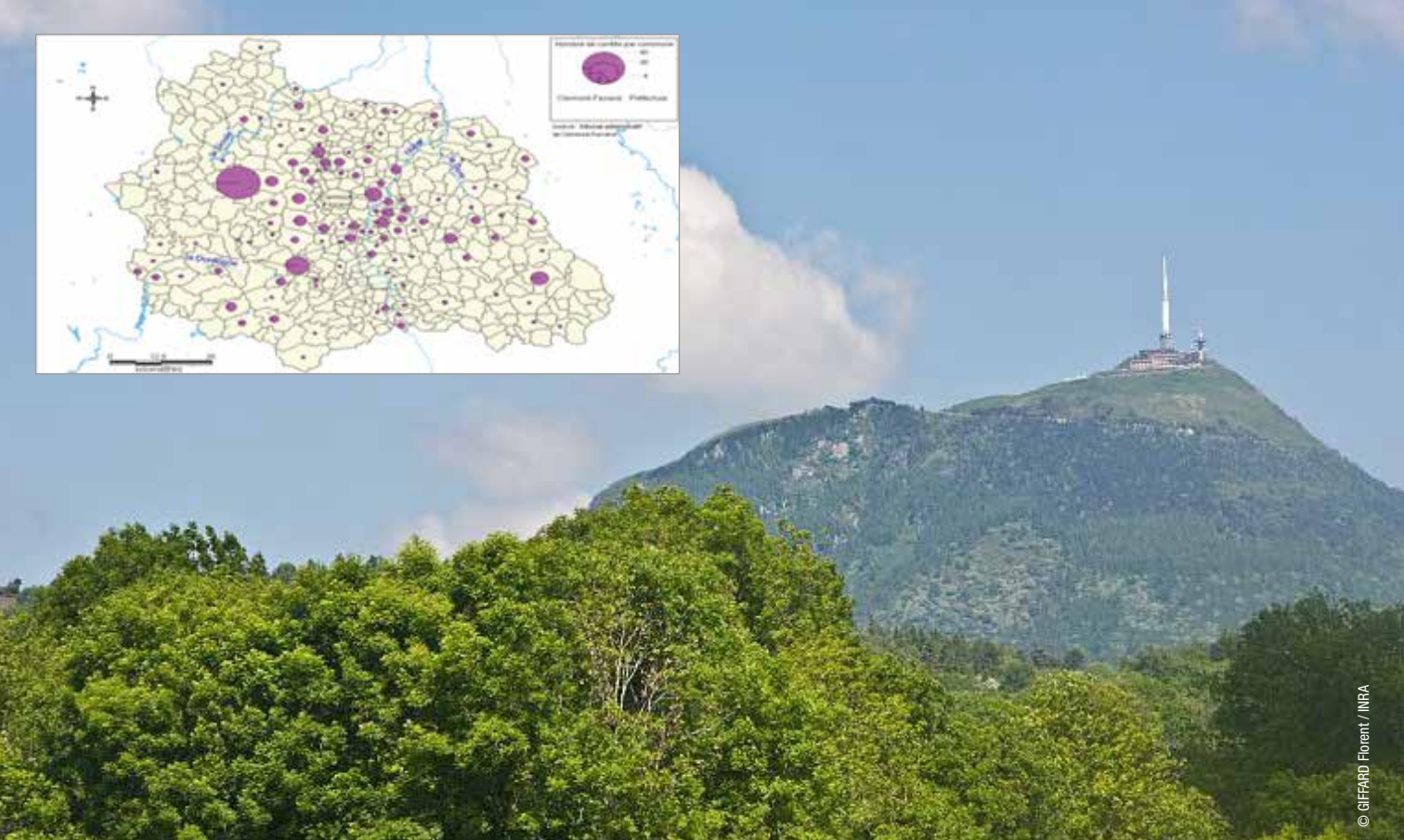
Si les enjeux économiques et de réponse aux attentes de la transformation demeurent aujourd'hui centraux pour les filières, de nouveaux objectifs de sélection (rusticité, résistance aux maladies) émergent avec la prise de conscience collective de la nécessité de protéger l'environnement, de garantir le bien-être animal et d'assurer la sécurité sanitaire des produits. Améliorer génétiquement le bien-être des animaux semble réalisable via des critères indirects de sélection qui permettent aussi un avantage social pour l'éleveur si l'on s'intéresse à la docilité des veaux ou un avantage économique en s'intéressant à la plasticité phénotypique des truies. Limiter la quantité de rejets par la voie génétique apparaît aussi possible, tout en préservant les performances des animaux. Il faut surtout ne pas négliger l'aspect qualitatif des rejets, et donc étudier des caractères tels que l'équilibre entre azote et phosphore dans les fientes.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

La majeure partie des valorisations faites dans le cadre du projet sont multi-partenaires, en particulier cela concerne les 12 communications en congrès internationaux et les 10 publications faites dans des revues internationales ou nationales à comité de lecture. Concernant les 12 autres communications en congrès français, 8 sont mono-partenaires. La principale action de diffusion a été le séminaire final de COSADD qui a réuni 80 personnes pour écouter 7 communications avec résumé écrit diffusé lors de la journée et mis sur le site internet du département de Génétique Animale.

Une réforme des critères de sélection.

Quand les conflits durent : analyse des caractéristiques des conflits d'usage de l'espace et de leur impact en termes de Développement Durable.



© GIFFARD Florent / INRA

► Densité de conflits d'usage relevés dans le contentieux administratif entre 1998 et 2002 sur le Puy de Dôme

RÉSULTATS MAJEURS

Conflits longs et conflits courts sont également concernés par les problématiques de Développement Durable, qu'il s'agisse des impacts ou de la mobilisation des argumentaires en la matière. Mais les conflits de long terme entretiennent un lien particulier avec les modes de gouvernance et d'action : pendant qu'ils durent, les mutations s'installent et changent en profondeur les systèmes et les modalités de gouvernance territoriale. Moment de discussion et de confrontation des points de vue, comme le compromis ou l'entente, le conflit est un élément inhérent aux sociétés, il en fait partie intégrante et contribue à les modifier à leur tour.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Cadoret A., 2009, "Conflict dynamics in coastal zones : a perspective using the example of Languedoc-Roussillon (France)", *Journal of Coastal Conservation : planning and management*, march.

Mann C., Jeanneaux P., 2009, "Two approaches for land-use conflict understanding to improve rural planning and management", *Journal of rural & community development*, vol. 4, n° 1, pp. 118-141.

Torre A., Zuideau B., 2009, "Proximity economics and environment: assessment and prospects", *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 52, n°1, 1-24.

Torre A., Melot M., Bossuet B., Cadoret A., Caron A., Darly S., Jeanneaux Ph., Kirat Th., Pham H.V., 2010, "Comment évaluer et mesurer la conflictualité liée aux usages de l'espace ? Eléments de méthode et de repérage", *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 10 Numéro 1, avril, [En ligne], mis en ligne le 30 avril 2010. <http://vertigo.revues.org/9590>.

Torre A., Melot R., Magsi H., Bossuet L., Cadoret A., Caron A., Darly S., Jeanneaux P., Kirat T., Pham H.V. and Kolokouris O., 2014, *Identifying and measuring land-use and proximity conflicts: methods and identification*, SpringerPlus, 3, 1, 85. (labellisé highly accessed par Springer, plus de 2000 téléchargements).

Typologie des conflits et aménagement de l'espace

Proposer des méthodes pour distinguer des choix de politiques de gestion qui puissent être qualifiés de durables.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet DEDUCTION est un projet de recherche exploratoire coordonné par le Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Complexes (LISC) de Cemagref/Irstea. Il associe cinq laboratoires : le LISC de Cemagref/Irstea, le Centre de Recherche en Epistémologie Appliquée (CREA) du CNRS/École Polytechnique, l'UR 199 de l'IRD, devenue depuis l'UMR 220 IRD/Université Montpellier 3 Gouvernance, Risque, Environnement, Développement (GRED), l'UR 1263 Éphyse de l'INRA et l'UMR Cirad/CNRS/INRA /IRD/Université Montpellier 2 botanique et bioinformatique de l'Architecture des Plantes (AMAP). Le projet a commencé en janvier 2007 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide de l'ANR de 400 000 € pour un coût global de l'ordre de 1 000 000 €.

Contact :
► Sophie Martin, sophie.martin@irstea.fr

CHAPITRE 01 / ADD DEDUCTION / 2006

LA VIABILITÉ : UNE CONTRIBUTION À L'INGÉNIERIE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

POURQUOI ?

L'enjeu de la distinction entre les actions qui respectent les conditions du développement durable et les autres est considérable, tant ce label est utilisé pour promouvoir des activités économiques, sociales ou politiques.

Les outils des théories mathématiques du contrôle ont montré leur efficacité en automatique. L'objectif de ce projet est d'expérimenter l'utilisation de certains d'entre eux en ingénierie du développement durable.

Les travaux menés dans ce projet consistent donc, dans le cadre de l'agriculture au sens large, à formuler des problèmes de gestion durable typiques et à développer des outils mathématiques et algorithmiques nouveaux pour formaliser ces problèmes de gestion durable et pour implémenter des logiciels pour les résoudre.

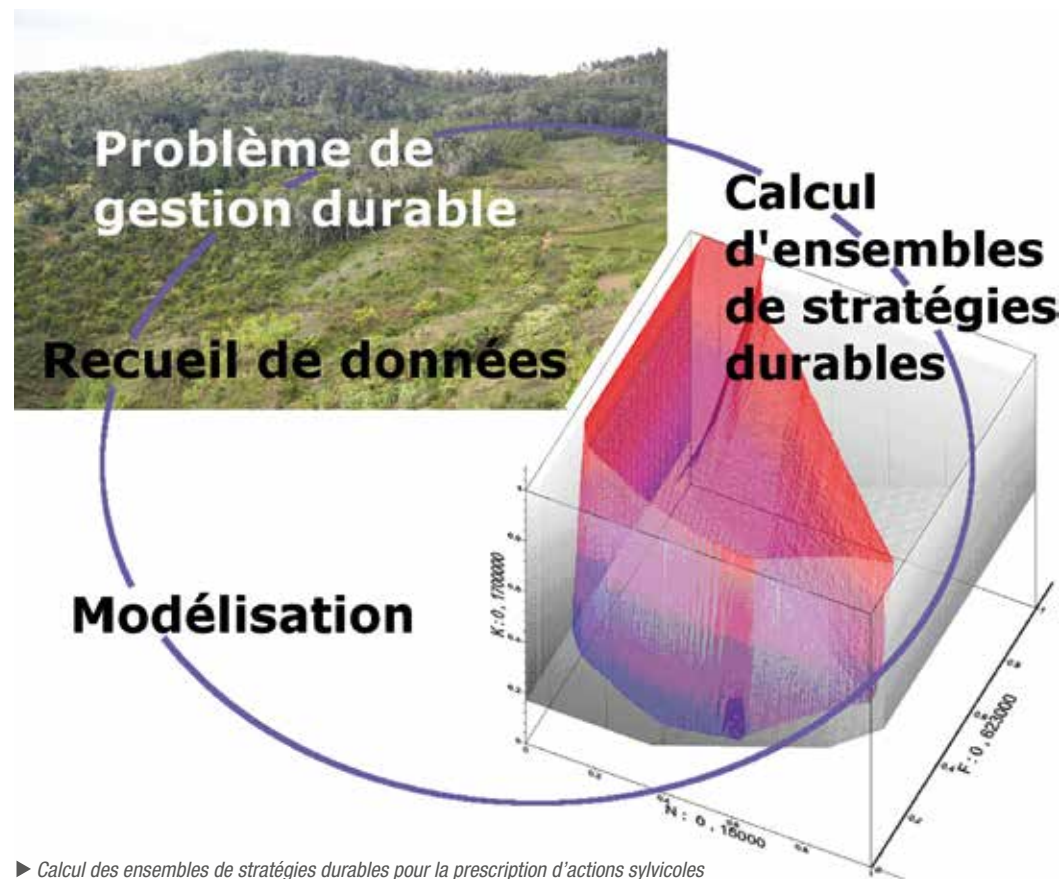
L'équipe interdisciplinaire qui a été rassemblée autour de ce projet provenait de laboratoires de recherche fondamentale (CREA) et appliquée (LISC), en charge du développement de nouvelles méthodes et outils issus de la théorie de la viabilité et de laboratoires engagés dans des activités de terrain (INRA, IRD) et porteurs d'enjeux de gestion durable.

COMMENT ?

Le concept de développement durable contient les notions de changement et de durée. Prendre en compte la notion de changement implique de considérer les dynamiques des systèmes étudiés ; prendre en compte celle de durée implique de définir les propriétés du système qui doivent être conservées jusqu'à un horizon temporel à préciser.

Résoudre un problème de gestion durable correspond ainsi à déterminer les politiques d'actions qui permettent de contrôler la dynamique du système de façon à conserver les propriétés souhaitées. Par exemple, dans le cas de la gestion des forêts, les décisions de plantations et de coupes sont déterminées à chaque pas de temps et sur chaque parcelle. Dans la terminologie de la théorie mathématique de la viabilité, cela revient à calculer des noyaux de viabilité (garantis en cas d'incertitude) ou des bassins de capture (lorsque la durée est une variable de décision) d'une dynamique par rapport à un ensemble de contraintes qui représente les propriétés que l'on souhaite pérennes. L'intérêt est de pouvoir ensuite déduire de toute situation contenue dans ce noyau des politiques d'actions qui permettent effectivement de conserver les propriétés souhaitées.

La méthode suivie dans ce projet est donc de modéliser les dynamiques des systèmes considérés, d'explicitier l'espace des contraintes correspondant aux propriétés voulues durables et de concevoir ou adapter les algorithmes et logiciels de calculs existants pour résoudre ces problèmes.



► Calcul des ensembles de stratégies durables pour la prescription d'actions sylvicoles

RÉSULTATS MAJEURS

Deux approches complémentaires ont été suivies. D'une part, calculer des ensembles de stratégies durables dans le cadre de deux études de cas : la prescription d'actions sylvicoles en forêt tempérée face au changement climatique, et l'arbitrage entre conservation de la forêt et activités agricoles dans la forêt tropicale de Madagascar. Ces problèmes de gestion durable ont été modélisés sous forme de systèmes dynamiques soumis à des contraintes et des algorithmes ont été implémentés pour les résoudre. Afin de réguler plantations et coupes permettant de respecter des contraintes de viabilité, il a fallu reprendre la théorie des équations aux dérivées partielles d'Hamilton-Jacobi-McKendrick pour construire les lois de régulation et étudier les problèmes de décentralisation et de désagrégation dans un cadre non linéaire et dynamique. D'autre part, une étude plus théorique sur le concept de développement durable a également été menée, concernant en particulier le problème de l'équité intergénérationnelle. Une nouvelle approche d'optimisation inter-temporelle a été proposée permettant d'attribuer à chaque génération son niveau maximum de croissance de consommation garantissant l'équité envers les générations futures.

Le projet financé par le Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC) de l'Ambassade de France à Madagascar, FSP PARRUR : "Forêts, Parcs, Pauvreté au Sud de Madagascar", accepté pour la période 2011-2013 et coordonné par Dominique Hervé, reprend les acquis du programme Déduction à Madagascar en forêts humides et sèches.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Alvarez I., Dordan O., Litrico X., Martin S. et Saint Pierre P., 2010. "Indicateurs de sécurité et de restauration dynamiques". Agir en situation d'incertitude : quelles constructions individuelles et collectives des régimes de protection et d'adaptation en agriculture ? 22 au 24 Novembre 2010 Agropolis International, Montpellier. Agir en situation d'incertitude : La construction individuelle et collective des régimes de protection et d'adaptation en agriculture. 12 p.

Andrés Domenech P., Saint-Pierre P. and Zaccour G., 2011. Environmental Modeling & Assessment, Springer, 16:519-539.

Aubin J.-P., Chen LX. and Durand M.-H., 2011. Policy and the Economics of Climate Change.

Dufour-Kowalski S., Courbaud B., Dreyfus P., Meredieu C., de Coligny F., 2012. Annals of Forest Science.

Toillier A., Serpantié G., Hervé D., Lardon S., 2011. Journal of Sustainable Forestry, 30 (1-3): 20-56.

Un module appelé "Mustard" a été implémenté dans la plateforme Capsis concernant l'étude de cas des forêts tempérées (<http://www.inra.fr/capsis/models>).

Des logiciels de décentralisation dynamique par contraintes d'allocation de ressources renouvelables et de calcul de l'allocation des droits à polluer ont été mis au point.

Un prototype de logiciel de calcul de bassins de capture et de noyaux de viabilité a été développé pour les problèmes de dimension jusqu'à 5.

Les concepts de la théorie mathématique de la viabilité adaptés pour formaliser des problèmes de gestion durable et les résoudre.

Agriculture et développement durable : la fiabilité des preuves empiriques éclaire l'intervention publique.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Ebp-biosoc, a bénéficié d'un financement de l'ANR de 250 000 euros pour un coût total de 1 000 000 d'euros de 2007 à 2010. Il a mobilisé des chercheurs de 9 équipes localisés en France, au Brésil et en Afrique du Sud et venant des sciences sociales (Inra, Enesad, Cnrs/Université Paris 1, Université fédérale Rurale Rio, Université de Western cape), de l'écologie (Inra, Cnrs/Université Rennes 2, Université Orsay, Jardin Botanique Rio, Sanbi Cape Town et Université de Western Cape) et de la philosophie des sciences (Collège de France, Paris IV). La coordination a été assurée par Catherine Laurent et Jacques Baudry. La réflexion s'est nourrie d'une concertation scientifique large : des séminaires de recherche ont été organisés pour mettre en débat pas à pas les résultats obtenus. Des chercheurs extérieurs au projet y ont été associés (France, Brésil, Afrique du Sud, USA, Pays-Bas, Royaume Uni...) ainsi que des partenaires n'appartenant pas au monde de la recherche. Plusieurs symposiums ont été organisés dans des congrès internationaux.

Contact :

► Catherine LAURENT - catherine.laurent@grignon.inra.fr

Site web :

► http://www.inra.fr/biosoc_sciences

CHAPITRE 01 / ADD EBP-BIOSOC / 2006

VALIDITÉ DES CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET INTERVENTION PUBLIQUE : LE CAS DE L'AGRICULTURE DANS LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

LA RÉFLEXION SUR LES PREUVES. ENJEUX DE L'ACTION PUBLIQUE CONCERNANT L'AGRICULTURE ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

POURQUOI ?

Les objectifs de développement durable s'accompagnent d'une multiplication de prescriptions réglementaires ayant un contenu technique détaillé. Cela pose la question de la fiabilité des connaissances sur lesquelles s'appuient ces prescriptions. Cette fiabilité importe à la fois pour l'ensemble des agents dont les intérêts sont en jeu (pour ce qui concerne, par exemple, la capacité des exploitations agricoles à se maintenir dans ce nouvel arsenal réglementaire) et pour l'État qui doit maîtriser la mise en œuvre de ses interventions.

L'objectif du projet était d'élaborer un cadre d'analyse pour examiner la façon dont la validité empirique des connaissances scientifiques mobilisées dans l'élaboration d'interventions publiques affichant des objectifs de développement durable est effectivement explicitée, évaluée et prise en compte. Nous entendons par "validité empirique" la corroboration aux faits. Cette question constitue un point clé de l'articulation entre savoir scientifique et pratique, et de l'articulation des connaissances scientifiques entre elles.

L'usage des connaissances scientifiques dans la décision publique est généralement analysé sous l'angle de leur contribution à l'émergence de nouvelles normes d'action. Notre perspective était donc différente et complémentaire.

COMMENT ?

L'analyse a été bâtie en étudiant un ensemble de mesures agro-environnementales dans trois pays : France, Brésil, Afrique du Sud. Nous avons réalisé des entretiens (n=123) auprès de divers acteurs (services de l'État, acteurs institutionnels) pour voir quelles connaissances scientifiques ils avaient mobilisées pour éclairer leur réflexion et quels outils de preuve ils avaient utilisés (ou auraient souhaité utiliser) pour évaluer le domaine de validité des connaissances existantes, en préciser l'inventaire, etc. Parallèlement, nous avons tenté de faire le bilan des connaissances et des outils de preuves auxquels ils auraient pu avoir recours. Ceci nous a notamment conduits à approfondir les débats autour des analyses en termes d'evidence-based policy [EBP], qui se sont révélés plus riches et intéressants que nous le pensions initialement. Cependant, dans ces réflexions, la question du domaine de la concurrence des preuves produites par différentes approches théoriques au sein d'une discipline est peu traitée. Cette question a fait l'objet de développements spécifiques dans le programme, à partir de deux disciplines, l'écologie et l'économie.



RÉSULTATS MAJEURS

Transformation du régime d'accès aux connaissances et besoins de métaconnaissances.

Les acteurs qui veulent accéder directement aux connaissances scientifiques pour éclairer leurs décisions rencontrent des obstacles majeurs, sources d'inégalités nouvelles entre acteurs et entre pays :

- Déficit de connaissances disponibles sur des points cruciaux ;
- Accessibilité très coûteuse à une partie des résultats existants, même issus de la recherche publique ;
- Manque de connaissances synthétiques sur le niveau de fiabilité et sur les limites des connaissances issues d'approches concurrentes. L'analyse des approches "evidence-based" montre l'intérêt de se réapproprier les réflexions sur les "preuves" dans les problématiques du développement durable. Le travail sur les preuves et la pluralité des programmes de recherche confirme la possibilité de produire des métaconnaissances (connaissances synthétiques sur un corpus de connaissances) facilitant la réutilisation de résultats issus de diverses disciplines, pour les chercheurs et les autres acteurs.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Ces résultats ont été validés dans des colloques internationaux, dans des rencontres ad hoc associant chercheurs, représentants des services de l'État et autres acteurs non académiques, ainsi que dans plusieurs séminaires de recherche. Ils ont donné lieu à un ensemble de publications dont plusieurs sont en libre accès sur le site web mis en place pendant le projet (http://www.inra.fr/biosoc_sciences). Ils ont aussi débouché sur un module de formation pour les doctorants, les chercheurs et les professionnels : "Pluralité des sciences et interdisciplinarité. Enjeux pour la recherche et la décision publique", qui se tient chaque année au mois de mai.

Études de cas, analyse des approches en termes d'evidence-based policy et réflexion épistémologique.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Écolabels est un projet de recherche fondamentale, coordonné par le LEF, AgroParisTech. Il associe, outre le LEF, l'UMR SMART, l'UMR LAMETA, l'UR Écodéveloppement, l'UMR RITME. Il a bénéficié d'une aide ANR de 57 000 €, pour un coût complet de 336 000 €. Ce projet a débuté en janvier 2007 et a duré 42 mois.

Contact :

► sandrine.costa@supagro.inra.fr

CHAPITRE 01 / ADD ECOLABELS / 2006

L'ÉCOLABELLISATION : UN MODE D'ACTION EFFICACE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE ?

POURQUOI ?

Ces trois dernières décennies, les écolabels se sont largement diffusés dans plusieurs pays. Leur principe est simple : fournir aux consommateurs des informations utiles sur l'impact environnemental des produits et sur les méthodes de production afin d'atténuer le problème d'asymétrie d'information, et permettre *in fine* la promotion des modes de production et de consommation prenant de plus en plus en compte la dimension environnementale. La littérature scientifique s'est essentiellement intéressée à la propension de l'écolabellisation à résoudre le problème d'asymétrie d'information et au calcul des consentements à payer des consommateurs pour des produits écolabellisés. Néanmoins, plusieurs zones d'ombre persistent, notamment concernant :

- Les motivations des consommateurs à acheter des produits écolabellisés pour lesquelles les études divergent et où les considérations positionnelles et de recherche de statut social ont été largement ignorées par la littérature ;
- L'efficacité des programmes d'écolabellisation pour laquelle le caractère privé véhiculé par certains produits n'a pas été bien exploré. Ce projet vise ainsi à explorer ces deux questions scientifiques.

COMMENT ?

Notre projet porte sur deux questions : quelles sont les motivations des consommateurs à l'achat des produits écolabellisés ? Les politiques d'écolabellisation sont-elles efficaces ?

On suppose ici qu'outre des motivations de type altruistes, des motivations en termes de statut peuvent expliquer l'achat de produits écolabellisés par les consommateurs. L'analyse des motivations repose sur une enquête auprès des consommateurs. Ensuite, un modèle économique permet d'étudier les conséquences collectives de ces préférences individuelles.

L'efficacité des écolabels est également analysée sous deux angles complémentaires : sous l'angle du comportement du consommateur et sous l'angle de l'offre. Une enquête analyse si la disposition à payer des consommateurs pour les produits écolabellisés dépend du fait qu'il s'agit d'un effort de protection effectué par le producteur.

Sous l'angle de l'offre, un modèle économique pose la question de la stratégie de diffusion des produits écolabellisés : vaut-il mieux une stratégie de niche (vente aux altruistes uniquement d'un produit à haute qualité environnementale), ou bien une stratégie de masse (vente à tous les consommateurs d'un produit à qualité environnementale plus faible) ?

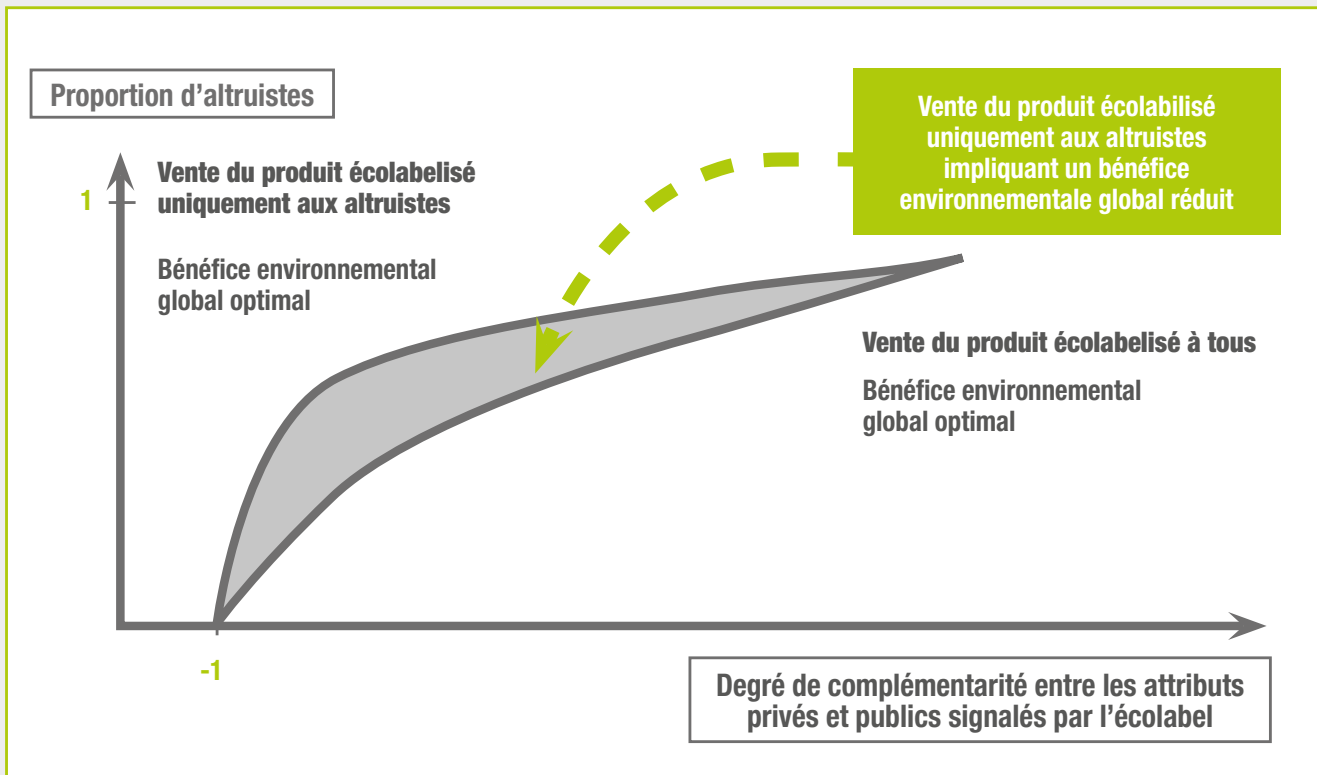
Motivations des consommateurs à l'achat des écolabels, et analyse de l'efficacité de l'écolabellisation.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ECOSYLV' est un projet de recherche pour le développement coordonné par C. Rouland-Lefèvre, Directeur de Recherche à l'IRD (UMR IRD 137 BioSol actuellement UMR 242 iEES Paris). Il associe aussi des équipes françaises du CIRAD (UR2PI) et de l'Université de Strasbourg (UMR7011), ainsi que des laboratoires étrangers du British Museum (Grande Bretagne) et de l'Université Marien N'Gouabi (Congo). Le projet a débuté en janvier 2007 pour une durée de 39 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 140 000 € pour un coût global de 962 400 €.

Contact :
▶ corinne.rouland-lefevre@ird.fr



CHAPITRE 01 / ADD ECOSYLV / 2005

UN OUTIL D'INTERVENTION POUR PROTÉGER ET AMÉLIORER L'ÉTAT ET LA DISPONIBILITÉ DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES EN SAVANE TROPICALE : LA SYLVICULTURE

POURQUOI ?

Dans les savanes du Congo, les plantations d'Eucalyptus, installées depuis 1980, couvrent plus de 40 000 ha. Si dans les premières années, ces plantations présentent une faible biodiversité, elles acquièrent en vieillissant une diversité végétale et animale non négligeable. Dans ce même biotope, la lente progression de la forêt naturelle sur la savane présente aussi la particularité de passer par une phase de faible diversité végétale. Cette coexistence de reforestations naturelles et anthropiques dans une zone géologiquement homogène constitue une situation privilégiée pour évaluer la capacité des plantations à être une source de biodiversité, ce qui assure non seulement leur pérennité mais encore favorise leur intégration dans les coutumes locales. Trois approches ont été privilégiées : une analyse sur le fonctionnement biologique des sols, une enquête sociologique sur les produits forestiers utilisés par les populations locales et une approche expérimentale de terrain. La recherche d'un nouvel équilibre entre activité humaine et services écosystémiques devrait permettre d'établir les conditions nécessaires au développement durable d'une telle sylviculture.

COMMENT ?

Les analyses ont été faites sur 9 parcelles d'Eucalyptus (3 parcelles de 5,15 et >20 ans) ou d'afforestation naturelle à Okoumés (3 âges : <30ans, 30 ans et 80 ans). Les caractéristiques physiques du sol ont été déterminées à savoir : teneur en carbone, azote, matière organique, cations, pH et granulométrie. Les diversités végétales et animales ont été estimées par étude morphologique, seuls les ouvriers de termites qui ne se différencient pas d'une espèce à l'autre ont nécessité une détermination moléculaire. Le fonctionnement biologique du sol a été étudié dans un premier temps par la détermination des activités enzymatiques du sol impliquées dans les cycles du carbone, de l'azote et du phosphore, puis par la détection des communautés bactériennes liées au cycle de l'azote, élément clé dans le maintien de la fertilité des sols. Les enquêtes effectuées auprès des populations locales ont montré l'importance de la ressource en bois, c'est pourquoi une expérimentation de plantation mixte acacia/eucalyptus a été testée, le principe étant de laisser aux villageois le bois d'acacia à disposition. L'impact sur l'écosystème d'une espèce d'Eucalyptus d'intérêt pharmaceutique a également été étudié.

Comparaison de deux modes de reconquête forestière : l'afforestation naturelle et la sylviculture industrielle.

► Impact environnemental global des écolabels / © Grolleau G., Ibanez L., Mzoughi N., 2010, Les programmes d'écolabellisation face aux motivations égoïstes ou altruistes des consommateurs et à la nature publique ou privée des attributs environnementaux, INRA Sciences Sociales, n° 4.

RÉSULTATS MAJEURS

Ce projet montre que l'achat des écolabels répond à des motivations altruistes, mais aussi des motivations en termes de statut. Le format des écolabels compte également pour le consommateur, puisqu'il est davantage prêt à payer lorsque le producteur fait lui-même les efforts de protection environnementale, que quand il délègue ces efforts à quelqu'un d'autre.

En termes d'efficacité, les bénéfices publics créés par l'écolabel peuvent être plus faibles en cas de stratégie de niche qu'en cas de stratégie de masse (vente d'un produit à qualité environnementale plus faible à tous les consommateurs).

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Grolleau, G., Ibanez, L., Mzoughi, N., 2007, Industrialists Hand in Hand with Environmentalists: How Eco-labeling Schemes Can Help Firms to Raise Rivals' Costs, European Journal of Law and Economics, 24, 215-236.

Bougherara D., Costa S., Teisl M., 2013, Making or Buying Environmental Public Goods : Do Consumers Care ? Land Economics, 89(4), pp 767-781.

Bougherara, D., Costa, S., Grolleau, G., Ibanez, L., 2009, "Dealing with aversion to the sucker's payoff in public goods games", Economics Bulletin, 29 (4), pp. 3194-3202.

Des enquêtes consommateurs et des modèles économiques.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

EQUECO est un projet de recherche-action coordonné par l'Institut de recherche pour le développement (IRD). Il a associé six établissements de recherche français (CIRAD, CNRS, EHESS, INRA, IRD, UM3) à deux organismes implantés en Bolivie : la Fondation PIEB (Programa de Investigacion Estratégica en Bolivia) et l'ONG française AVSF (Agronomes & Vétérinaires sans Frontières). Le projet, commencé en janvier 2007, a duré 44 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 398 000 € pour un coût global de l'ordre de 1 900 000 €.

Contact :

► Thierry WINKEL - thierry.winkel@ird.fr

Site web :

► www.ird.fr/equeco

CHAPITRE 01 / ADD EQUECO / 2006

L'ÉMERGENCE DE LA QUINOA DANS LE COMMERCE MONDIAL : QUELLES CONSÉQUENCES SUR LES DYNAMIQUES SOCIO-TERRITORIALES ET LA DURABILITÉ AGRICOLE DANS L'ALTIPLANO SUD DE BOLIVIE ?

POURQUOI ?

Après 30 ans d'essor continu, la durabilité de la production de quinoa d'exportation en Bolivie est mise en doute, questionnant la vulnérabilité d'une agriculture du Sud aujourd'hui globalisée. Les producteurs du sud bolivien sont pourtant parmi les plus efficaces au monde, s'organisant seuls pour cultiver et exporter une céréale longtemps marginalisée. Un changement radical d'usage des terres, mais aussi le maintien de la mobilité professionnelle expliquent ce succès. Car s'ils alimentent un marché de niche fructueux, les producteurs de quinoa ne sont ni spécialisés, ni résidents permanents dans leurs communautés. Résistant aux pressions de régulation extérieures, ces producteurs contrôlent entièrement leurs ressources territoriales et tirent profit de la demande mondiale en céréales. Sur le plan agroécologique, la quinoa est un cas unique de culture de rente produite avec peu d'intrants dans un désert montagneux et froid, à plus de 3 600 mètres d'altitude. Partant de ces paradoxes, ce projet de recherche/action a examiné comment la notion de durabilité pouvait guider une gestion plus sûre des ressources locales et des relations plus justes entre producteurs locaux et marché international.

COMMENT ?

Sur le plan conceptuel, le projet a examiné les dynamiques territoriales, les systèmes d'activité et la gestion sociale des ressources naturelles sous l'angle de la vulnérabilité et de la résilience des systèmes complexes, la théorie de la panarchie fournissant un cadre à l'intégration des connaissances, des échelles et des processus. Sur le plan opérationnel, une approche systémique a permis d'articuler sciences biophysiques et sciences humaines. L'expansion des cultures de quinoa dans la zone d'étude a été suivie par télédétection. Des cartes de risque de gel d'une précision inédite ont été obtenues par un changement d'échelle fondé sur le lien entre climat et relief. Des scénarios climatiques globaux ont servi à simuler la productivité agricole régionale jusqu'en 2100. Les études écologiques locales ont hiérarchisé les facteurs de productivité agricole, montrant la difficile reprise de la végétation native après défriche. Le volet social a relié près de 200 trajectoires de migration individuelles aux dynamiques démographiques, agricoles et foncières des communautés. Des ateliers participatifs et des jeux de rôle ont guidé les dialogues chercheurs/chercheurs et chercheurs/acteurs.



► Plantation de 5-6 ans



► Plantation de > 20 ans installation d'un sous-bois riche et diversifié sous plantations d'eucalyptus

RÉSULTATS MAJEURS

La sylviculture permet d'obtenir avec un pas de temps plus court une forte biodiversité aussi bien animale que végétale sous Eucalyptus. Cependant, moins de 35% des espèces sont communes entre les sites naturels et plantés. Ceci influe sur le fonctionnement biologique du sol : sous Eucalyptus, on observe des perturbations du cycle de l'azote. La ressource en bois étant essentielle, les bons résultats obtenus, aussi bien en termes de productivité que de fonctionnement biologique du système, avec les plantations mixtes Acacia/Eucalyptus, devraient favoriser l'acceptation de la sylviculture par les populations locales.

Ce projet a donné lieu à la réalisation de plusieurs publications de rang A, à des participations à des colloques nationaux et internationaux mais surtout a permis l'encadrement conjoint de 11 stagiaires français (niveau L3 à M2) et 6 congolais (Master ou diplôme d'ingénieurs).

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

D'Annunzio R., Conche S., Landais D., Saint André L., Joffre R. et Barthès B.G. (2008) - Forest Ecology and management, 255, 1050-1056.

Guedegbe H., Houngnandan P., Roman J., Rouland-Lefevre C. 2008. Sociobiology, 2008, 52 (3), p. 525-541. ISSN 0361-6525
Barthès B.G., Brunet D., Brauman A., fromin N., Lensi R., Volant A., Laclau J.P., Blavet D., Chapuis-Lardy L. (2010) - Applied Soil Ecology, 46, 81-89.

Epron D., Marsden C., M'Bou A.T., Saint-André L., d'Annunzio R. et Nouvellon Y. (2009) - Plant Soil, 323, 309-322.

Laclau J.P. Ranger J., de Moraes Gonçalves J.L., Maquère V., Krusche A.V., M'Bou A.T., Nouvellon Y., Saint-André L., Bouillet J.P., de Cassia Piccolo M., Deleporte P. (2010) - Forest Ecology and management, 259, 1771-1785.

Analyses taxonomique et fonctionnelle de la biodiversité des écosystèmes forestiers et étude de leur appropriation par les populations locales.

Pour durer, changeons : paradoxes et leçons du succès de la quinoa.



► Vannage de la quinoa à proximité du Salar d'Uyuni, juin 2007

RÉSULTATS MAJEURS

Le diagnostic de l'essor de la culture de quinoa a pointé les facteurs de vulnérabilité écologique, sociale et économique de l'agrosystème, puis révélé les conjonctions de facteurs à l'origine des changements territoriaux, aussi bien que les redondances socio-professionnelles garantes de la stabilité des communautés locales. Le partenariat du projet a eu pour retombée le lancement d'un appel à projets bolivien sur la durabilité de la production de quinoa. L'expertise du projet a été sollicitée par l'association Max Havelaar pour la révision des normes internationales de commerce équitable pour la quinoa.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Le projet a produit 24 conférences à l'étranger, 6 en France, et 6 masters téléchargeables sur internet. Trois articles de vulgarisation ont été publiés en Bolivie. La cartographie des risques de gel a été publiée dans Remote Sensing of Environment (Pouteau et al. 2011). Un article dans Journal of Agronomy and Crop Science (Winkel et al. 2012) alimente le débat sur la durabilité de la production de quinoa dans l'altiplano bolivien en plaidant pour une approche intégrée et éthique de la question.

L'observation participative, la spatialisation des données et la modélisation comme moyens d'analyse des changements en cours à différentes échelles.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet GéDuPIC "La protection intégrée des cultures : construire et favoriser une gestion écologique de la santé des plantes" est un projet de recherche coordonné par l'INRA (Institut Sophia Agrobiotech). Il a associé 10 équipes de l'INRA à des partenaires techniques et du développement (CETIOM, Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne, GRAB, GRCETA Basse Durance). Le projet a commencé début 2007 et a duré 46 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 404 k€ pour un coût de 1 520 k€.

Contact :

► Pierre Ricci, ricci@sophia.inra.fr

Site web :

► www.inra.fr/gedupic

CHAPITRE 01 / ADD GEDUPIC / 2006

LA PROTECTION INTÉGRÉE DES CULTURES : CONSTRUIRE ET FAVORISER UNE GESTION ÉCOLOGIQUE DE LA SANTÉ DES PLANTES

INNOVATIONS ET TRANSITIONS VERS UNE GESTION ÉCOLOGIQUE DE LA SANTÉ DES PLANTES

POURQUOI ?

Le recours systématique à la lutte chimique contre les ravageurs, maladies et adventices des cultures est contesté pour ses impacts sur l'environnement et les craintes qu'il suscite pour la santé humaine ; il trouve aussi ses limites dans le développement rapide de bioagresseurs résistants aux pesticides. Passer à une gestion plus écologique de la santé des plantes nécessite de réorienter le flux des innovations technologiques. Cela suppose aussi de faire bouger l'ensemble des acteurs du système agri-alimentaire qui s'est progressivement "verrouillé" depuis quarante ans autour du modèle dominant d'agriculture intensive en intrants, et qui a jusqu'ici marginalisé les propositions alternatives, telles que la protection intégrée des cultures (PIC). En restreignant l'accès aux pesticides, les réglementations adoptées en 2009 (Plan Ecophyto 2018 en France, Paquet pesticides européen) exercent une pression forte sur ce modèle. Elles ouvrent une fenêtre d'opportunité à des transitions vers des formes nouvelles de protection des cultures que le projet GéDuPIC a analysées à la fois en termes de changement de pratiques des agriculteurs et de reconfiguration du système socio-technique.

COMMENT ?

Le projet GEDUPIC a analysé différentes innovations sur des cas concrets (systèmes de production de blé et de pomme), en combinant travaux expérimentaux et enquêtes de terrain. Il a montré comment le recours à des combinaisons de méthodes à effet partiel faisant appel à des processus écologiques et à des procédés agronomiques et à des variétés résistantes (selon les principes de la PIC) permet de réduire effectivement l'utilisation des pesticides, et l'utilité de considérer les dimensions pluriannuelle et paysagère dans la gestion des bioagresseurs. En croisant les regards de disciplines multiples (santé des plantes, agronomie, écologie, droit, économie et sociologie), il a prouvé que les leviers du changement ne se limitent pas à un flux d'innovations techniques. Les enquêtes révèlent que le cadre social des agriculteurs influe sur leur capacité à intégrer des pratiques novatrices et que les dynamiques de changement robustes résultent souvent de trajectoires progressives. Au-delà de l'exploitation agricole, l'analyse des mécanismes de qualification des produits par les acteurs à l'aval des filières et des dispositifs publics d'incitation montre comment ils peuvent freiner ou stimuler le changement.

Sortir d'une protection des cultures fondée sur la lutte chimique.



► Les acteurs du système agri-alimentaire doivent évoluer de façon coordonnée

RÉSULTATS MAJEURS

Dans les deux filières prises comme exemples, les solutions techniques que les agriculteurs peuvent déjà mettre en œuvre permettent de réduire la dépendance aux pesticides, avec cependant des limites techniques et économiques qui restent à lever. Le projet fournit aussi des pistes à l'intention des autres acteurs du système agri-alimentaire. L'innovation doit être stimulée et réorientée pour répondre aux besoins de systèmes de culture innovants et plus diversifiés. Les instruments d'incitation économique choisis, des innovations institutionnelles, la structuration des filières commerciales et les coordinations territoriales, enfin des objectifs de politique publique affichés sur le long terme sont déterminants pour impulser et maintenir des transitions vers une gestion écologique de la santé des plantes, élément fondamental d'une agriculture conforme aux objectifs du développement durable.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Une quinzaine de publications dans des revues scientifiques françaises et internationales.

Une présentation des résultats sur les grandes cultures lors d'un Carrefour de l'Innovation Agronomique : "Démarches, outils et innovations pour utiliser moins de pesticides en grandes cultures", Versailles, 6 mai 2010, avec 7 interventions issues du projet et publiées dans la revue Innovations Agronomiques 2010, n°8. Un ouvrage collectif Repenser la protection des cultures - Innovations et transitions. P. Ricci, S. Bui et C. Lamine (coord.), Educagri éditions et éditions Quae, coll. Sciences en partage, décembre 2011.

Croiser les regards des sciences biotechniques et humaines sur les freins et leviers du changement.

Définir des bonnes pratiques sociales et environnementales pour la production d'huile de palme.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet NORMES est un projet de recherche fondamentale coordonné par le CIRAD (Unité Mixte de Recherche MOISA – Marché, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs). Il a associé les équipes suivantes : IDDRI, Institut du Développement Durable et des Relations Internationales ; INRA-SUPAGRO, UMR 5474 LAMETA Laboratoire Montpellierain d'Economie Théorique et Appliquée CIRAD, UPR 34 Performances des Systèmes de Culture des Plantes Pérennes ; INRA, UR MONA (SADAPT) Paysanneries Territoires Environnement Marché et Politiques Publiques ; Institut d'Etudes Politiques de Paris, Chaire de développement durable ; INRA, UR 685 Economie et Sociologie rurales Toulouse INRA, UR 122 Economie et sociologie rurales Rennes. Le projet a commencé en Janvier 2007 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide de l'ANR d'un montant de 270 000 € pour un coût global de 1 643 931 €.

Contact :

► Marcel Djama, marcel.djama@cirad.fr

Site web :

► <http://standards-glocal.fr>

CHAPITRE 01 / ADD NORMES / 2006

GOUVERNER LE DÉVELOPPEMENT DURABLE PAR LES NORMES

RÉGULER PAR LES NORMES. LES DISPOSITIFS DE NORMALISATION DANS LA GOUVERNANCE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

POURQUOI ?

Ce projet de recherche a pour objet d'étude les dispositifs visant à définir, mettre en œuvre et contrôler des normes de production conformes aux principes de développement durable dans les secteurs agricole et agro-alimentaire. En pratique, les "normes" étudiées prennent la forme de "cahiers des charges" définissant un ensemble de principes et de critères qui régissent le mode de production et/ou de transformation d'un produit. Ces principes et critères sont élaborés au nom d'une conception du développement durable, qui elle-même est établie de façon consensuelle par les parties prenantes.

Longtemps cantonnée dans la sphère de responsabilité des pouvoirs publics ou des instances professionnelles, la définition des normes sur les conditions de production repose de plus en plus sur des modalités de co-construction avec les sociétés civiles, voire d'élaboration par les seuls acteurs non-étatiques (producteurs, industriels, organisations non gouvernementales environnementales, sociales ou de développement, communautés locales ou associations de riverains). À la différence des réglementations émises par les pouvoirs publics, ces normes sont non contraignantes sur le plan juridique et produites sur la base d'un consensus entre des parties prenantes volontaires.

L'essor de ces normes privées a été favorisé par la libéralisation des marchés, la globalisation des activités économiques et les échecs des différentes tentatives de régulations interétatiques.

COMMENT ?

Nous avons pris le parti d'aborder ces dispositifs de normalisation comme des instruments de régulation politique. Nous nous sommes attachés à étudier dans quelle mesure ils permettraient de diffuser, au plan international, les principes du développement durable visant à concilier la poursuite d'activités économiques avec le déploiement de bonnes pratiques environnementales et sociales.

Ce programme a reposé sur l'étude empirique d'un ensemble de dispositifs de normalisation multi-acteurs concernant le secteur agricole (standards en agriculture durable et commerce équitable de produits issus de l'agriculture), le sous-secteur forestier (certification forestière) et la biodiversité (en particulier des dispositifs liés à Natura 2000, mis en œuvre en France).

Les cas étudiés ont été les programmes transnationaux de certification pour la production durable d'huile de palme (Roundtable on Sustainable Palm Oil) et pour la production responsable de soja (Roundtable on Responsible Soy) ; les programmes transnationaux de certification forestière (Forest Stewardship Council et Programme for the Endorsement of Forest Certification) ; la mise en œuvre des mesures agro-environnementales à l'échelle européenne ; l'élaboration de systèmes d'information naturalistes (SINP) en France, dans le cadre de la "stratégie nationale de la biodiversité".



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet POPULAR est un projet de recherche coordonné par Robert Nasi, du CIFOR et Geneviève Michon, de l'IRD. Il associe des laboratoires travaillant sur l'interface nature/société, en sciences humaines et sociales et en écologie : UMR GRED et LPED de l'IRD, UPR BSEF du CIRAD, UMR DYNAFOR de l'INRA, UMR CEFE, GEODE et ADES du CNRS. Le projet a commencé en janvier 2007 et a duré 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 430 000 € pour un coût global de 3 035 000 €.

Contact :

- ▶ Robert Nasi, r.nasi@cgiar.org
- ▶ Geneviève Michon, genevieve.michon@ird.fr

Site web :

- ▶ add-popular.org

CHAPITRE 01 / ADD POPULAR / 2006

POLITIQUES PUBLIQUES ET GESTIONS PAYSANNES DE L'ARBRE ET DE LA FORÊT : ALLIANCE DURABLE OU DIALOGUE DE DUPES ?

LES POLITIQUES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE SAUVERONT-ELLES LA FORÊT DES AGRICULTEURS ?

POURQUOI ?

Il s'agissait dans POPULAR de comprendre dans quelle mesure la rencontre entre les dynamiques de forêts locales et les trajectoires que leur assignent les politiques publiques est porteuse d'avenir et de durabilité ou créatrice de conflits.

La forêt des agriculteurs est indissociable de l'histoire des systèmes de production agricoles et des modes de vie paysans. Son identité est basée sur des synergies entre productions spécifiques, services environnementaux et développement social. Elle représente de ce fait un exemple de choix pour le développement durable. Elle a été malmenée par l'histoire, mais les crises actuelles la remettent au centre des stratégies rurales et des politiques publiques qui les encadrent. Mais dynamiques locales et politiques publiques vont-elles dans le même sens ? Au-delà des forêts rurales, ce renouveau permet d'interroger l'un des grands chantiers du développement durable : la mise en avant des communautés locales, de leurs droits et de leurs savoir-faire pour une gestion plus durable des territoires. Pour les systèmes de production marginaux dont le développement a longtemps été entravé par les politiques de développement, l'action publique, qui reconnaît aujourd'hui la valeur du local après l'avoir longtemps dénigrée, est-elle apte à accompagner les mutations en cours ? Quelles sont les conditions d'une synergie véritable entre ces dynamiques issues du local et les politiques du développement durable ?

COMMENT ?

Le renforcement d'un réseau de recherche interdisciplinaire sur la forêt des agriculteurs a permis de mutualiser les expériences de chaque équipe, en synthétisant les questionnements autour de la question du développement durable. La méthodologie globale est basée sur une confrontation des trajectoires historiques et contemporaines de forêts rurales affectées par des mesures publiques ou des dynamiques locales : valorisation de productions spécifiques liées à des savoirs locaux : Maroc, Corse, Cévennes et Languedoc ; mise en place de nouveaux modes de gouvernance : Cameroun, Inde, Indonésie ; impact des politiques agricoles ou foncières : Pyrénées, Coteaux de Gascogne. La constitution d'une base de données et des monographies harmonisées comparées terme à terme ont permis la caractérisation de l'identité de la forêt rurale et de ses propriétés, dans les contextes locaux et politiques qui l'influencent. La confrontation autour de ces exemples de forêt rurale de trois champs de conceptualisation théorique concernant les relations nature / société (domestication, résilience et patrimonialisation) a permis de mieux comprendre le poids des nouvelles politiques publiques visant à assurer la durabilité de ces forêts.

RÉSULTATS MAJEURS

Le projet a permis de prendre la mesure de l'essor des normes privées de développement durable dans la mise en œuvre de politiques d'atténuation des impacts environnementaux et sociaux des grandes filières agricoles, à l'échelle internationale. Les travaux conduits ont mis en évidence les conditions d'émergence de ces nouveaux instruments politiques, ainsi que les acteurs qui les animent. En analysant in situ leur fonctionnement, les recherches ont montré le caractère innovant, mais aussi les limites de la participation de "parties-prenantes" issues de la société civile, à la définition de "bonnes pratiques environnementales et sociales".

Ce projet initial a également permis le développement d'un axe de recherche pérenne sur les normes, au sein de l'UMR MOISA, ainsi que la consolidation des partenariats constitués (avec l'INRA, l'IDDRI, AGROPARISTECH) sur ce thème. Les travaux engagés se poursuivent notamment dans le cadre d'un nouveau projet ANR sur "la privatisation de la gouvernance globale de l'environnement" (Projet PRIGOUE), en cours de réalisation (pour la période 2012 – 2015), dans le cadre du programme "Changements Environnementaux Planétaires et Sociétés".

Des partenariats internationaux ont également été développés, avec la mise en œuvre de programmes de formations universitaires au Brésil et en Malaisie, l'accueil à Montpellier d'universitaires.

Enfin, les résultats ont également été valorisés dans le cadre d'expertises sur le thème des normes, réalisées pour le compte du ministère français de l'agriculture (Maaf), pour l'Agence Française de Développement (AFD), pour des organismes de normalisation (Roundtable on Sustainable Palm Oil).

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- ▶ Alphantery P., Djama M., Fortier A., Fouilleux E., (Dir). (2012). Normaliser les conduites au nom du développement durable. Dispositifs, savoirs, politiques. Versailles : Quae
- ▶ Djama M., Fouilleux E., Vagneron I., 2011. "Standard-setting, certifying and benchmarking. A governmentality approach to sustainability in the Agro-Food sector". In Gibbon P., Ponte S., Vestegaard J. (eds), *Governing through Standards*, London: Palgrave.
- ▶ Daviron B., Vagneron I. 2011. From commoditization to de-commoditization... and back again? Discussing the role of the new sustainable standards", *Development Policy Review*, 29 (1): 91-112.
- ▶ Guéneau, S., 2009, « Certification as a new private global forest governance system: the regulatory potential of the Forest Stewardship Council". In: Peters A., Koechlin L., Förster T., Fenner Zinkernagel G. *Non-State Actors as Standard Setters*, Cambridge: Cambridge University Press: 379-408.

La conduite d'enquêtes empiriques.

La forêt des agriculteurs est importante pour le développement durable des territoires ruraux, mais est-elle réellement soutenue par les politiques publiques ?



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet PRO-DD est un projet de recherche exploratoire en sciences humaines et sociales. Il a regroupé cinq équipes de recherche françaises qui ont des activités de recherche, d'enseignement et de transfert reconnues sur la thématique des transformations des pratiques, des modes d'organisation et des institutions de la recherche, du développement et du conseil en agriculture. Le projet de recherche PRODD a commencé en Janvier 2007 et s'est achevé en Juin 2010. D'un coût complet de 887 K€, il a bénéficié d'une aide de l'ANR pour un montant de 235 k€ et a été soutenu par l'INRA, AgroSupDijon, le Cemagref et les MinesParisTech. Équipes : BARBIER marc UMR INRA SADAPT Paris-Grignon ; JOLY Pierre-Benoit INRA / Unité TSV INRA, Ivry ; ALLAIRE Gilles INRA / Unité ETIC Toulouse ; COMPAGNONE Claude AgroSupDijon / Unité LISTO – INRA SAD Dijon ; GRANJOU Céline Cemagref / DTM Grenoble ; LE MASSON Pascal ARMINES / CGS-ARMINES MinesParisTech, Paris.

Contact :

► Marc BARBIER, barbier@grignon.inra.fr

Site web :

► <http://www.inra-ifris.org/Colloque-Final-du-Projet-PRO-DD.htm>

► <http://www.inra-ifris.org/projets/pro-dd/>

CHAPITRE 01 / ADD PROD-DD / 2006

PRODUCTION DE CONNAISSANCES, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT EN AGRICULTURE ET CONCRÉTISATION DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

POURQUOI ?

Les régimes de Production de connaissances, d'Innovation et de Développement en agriculture et les transitions pour un Développement Durable.

Le projet PRO-DD a regroupé cinq équipes de recherche françaises qui ont des activités de recherche, d'enseignement et de transfert reconnues sur la thématique des transformations des pratiques, des modes d'organisation et des institutions de la recherche, du développement et du conseil en agriculture. Le projet a contribué à l'entreprise collective de réflexion ouverte par les animateurs du programme fédérateur ADD, en visant à renouveler et élargir la manière d'appréhender les activités agricoles à partir des enjeux du développement durable. Il a associé également des partenaires de la recherche agronomique, d'instituts techniques agricoles, de chambres d'agriculture et de parcs naturels. L'insertion de ces équipes dans différentes opérations en cours sur l'agriculture durable conduits en pluridisciplinarité et en partenariat a permis d'ancrer le travail scientifique du projet dans des processus de R&D où la concrétisation du Développement Durable (DD) est en travail.

COMMENT ?

Une recherche par études de cas : de l'analyse des dynamiques à la réflexion des acteurs :

Le Projet PRO-DD partait du principe que l'engagement de l'agriculture dans le DD ne dépend pas de l'adoption de nouvelles orientations qui iraient de soi. Cet engagement est plutôt conditionné par la légitimité que ces orientations peuvent acquérir moyennant certains investissements politiques supposant eux-mêmes un ancrage dans tout un ensemble de mouvements sociaux et de solutions techniques qui se manifestent dans des "territoires". Les recherches empiriques ont permis de prendre la mesure d'un mouvement d'engagement de l'agriculture vers le "durable" mais aussi des difficultés de cet engagement. On ne saurait parler d'un "nouveau modèle de développement vert". On observe aussi bien des situations d'indifférence que des formes de crise ou d'invention d'organisations originales. Cette recherche par études de cas a porté : sur l'innovation dans les agro-matériaux, sur les standards de sélection génétique animale et végétale, sur les activités et organisations de conseil, et sur la biodiversité. Elle a permis de contraster et comparer des configurations étudiées empiriquement et de noter que la réflexion des acteurs de la concrétisation du développement durable agence trois dimensions : une dimension de temps long en se référant à ce que nous héritons de la modernisation agricole des Trente Glorieuses ; une dimension du temps présent où tout un ensemble de phénomènes indiquent le "test" de solutions techniques ou organisationnelles s'appuyant sur une réflexion tâtonnante mais nécessaire pour engager des changements ; une dimension prospective donnant à voir des formes émergentes "du durable" au sein de processus

Innovation et Développement en agriculture : quelle concrétisation du Développement Durable ?

► Forêt rurale en Inde, au Maroc et en France

RÉSULTATS MAJEURS

La forêt des agriculteurs éclaire de façon originale le rôle des interactions à différentes échelles entre processus écologiques, techniques, économiques, sociaux et politiques dans la durabilité des systèmes socio-écologiques. Elle permet de renouveler le concept de domestication, et fournit de nouvelles pistes de réflexion sur la résilience et la patrimonialisation de la nature. Dans ses dynamiques actuelles, elle éclaire aussi les contradictions qui existent entre les aspirations socio-environnementales du développement durable et les grandes forces d'évolution liées au Développement (marché, capitalisme libéral, technique).

Mettre en relation divers modèles de forêts rurales dans le monde.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Outre la rédaction d'articles scientifiques sur les forêts étudiées, ainsi que sur les apports théoriques autour de la résilience, de la domestication, du patrimoine et de l'écologie politique, nous avons organisé plusieurs Colloques internationaux (<http://www.cifor.org/events>, <http://www.iufro.org/science/>). La valorisation se poursuit avec la production d'un numéro spécial de la revue Ecology and Society (www.ecologyandsociety.org) et diverses manifestations pour l'année de la forêt (<http://www.mpl.ird.fr/suds-en-ligne/foret>).



► Les acteurs du système agri-alimentaire doivent évoluer de façon coordonnée

RÉSULTATS MAJEURS

Le projet conclut que pour fonder une perspective de développement durable en agriculture, les acteurs et les organisations ont à réorganiser leurs activités dans une logique d'exploration et de maintien d'une plus grande variété de finalités, de voies d'innovation et de modes de coordination. On peut en effet penser obtenir une variété de réponses aux différents genres de problèmes posés par l'agriculture productiviste, et engendrer ainsi une meilleure capacité d'anticipation, d'adaptation et de réactivité face à la complexité et aux incertitudes que décrit le discours sur le DD. Le projet PRO-DD a souhaité contribuer à augmenter la réflexivité des acteurs de R&D agricole en proposant une contribution scientifique originale passant par l'étude concrète de la transformation des activités de recherche, d'innovation et de conseil prises dans le développement durable. Ce travail a donné lieu à un colloque national et à un workshop international pour discuter les résultats avec des chercheurs et des décideurs. Le projet PRO-DD a permis une production scientifique riche et variée reposant sur un séminaire scientifique interne actif. Des articles scientifiques dans des revues internationales ou nationales (n=13), un grand nombre de communications scientifiques (n=22) et de conférences et d'action de vulgarisation dans les mondes de l'action (n=24) qui marquent l'attachement des chercheurs en sciences sociales à retourner et discuter leurs connaissances avec et auprès des acteurs des processus étudiés. Enfin 6 étudiants de niveau Master ont été formés et une thèse sur le domaine des bioénergies a été initiée par le projet.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Barbier M., 2010. *Przeegląd Socjologiczny*, vol. 59, n°2, pp. 9-28
 Barbier M., and Elzen B., 2012. Paris : INRA Editions, 374 pp.
 Bonneuil C. et Hochereau F., 2008. *Annales HSS*, Nov-Déc. 2008, 1305-1340.
 Compagnone C., Petit S., Lémery B., 2008. *Journal of Extension Systems*, 2, 16-29.
 Granjou C. et Mauz, I., 2011. *Revue d'anthropologie des connaissances*, vol. 5 n°2, pp. 287-301.
 Granjou, C. et Mauz, I. 2012. *Natures, Sciences, Sociétés*, vol. 20 n°3, pp. 310-317.
 Le Masson, P., Caron, P., Barbier, M., Aggeri, F., 2012. Paris (FRA) : INRA Editions 2012. 226-253.
 Petit S., Compagnone C., Lémery B., Kockmann F., Moretty P., 2011. *Cahiers Agricultures*, 20, 321-326.
 Selmi A., et Joly P-B., 2014. *Ontologies, mesures, formes de régulation, Sociologie du travail*, Vol. 56 (2), avril-juin 2014.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

La recherche PROPOCID est un projet de recherche en sciences sociales, coordonné par Philippe Bonnal (Cirad, UMR ART-Dev). Les partenaires institutionnels sont le Cirad, UMR ART-Dev, le GEMDEV, l'UMR MOISA, l'UMR CESAER, auxquels s'ajoutent de nombreux partenaires institutionnels dans les pays du dispositif, notamment le CPDA-UFRRJ (Brésil), le CIESAS (Mexique), l'IER et l'Université de Bamako (Mali), l'ESSA et le C3EDM de l'Université d'Antananarivo (Madagascar), l'IAC et l'Université de Nouvelle-Calédonie (Nouvelle-Calédonie). La recherche a été initiée le 2 janvier 2007 et s'est achevée le 30 juin 2010. Elle a bénéficié d'une aide de l'ANR de 300.000 € pour un coût global de l'ordre de 1.380.000 €.

Contact :

► Philippe Bonnal, Cirad - UMR ART-Dev,
 philippe.bonnal@cirad.fr, +33467615954

CHAPITRE 01 / ADD PROPOCID / 2006

LA PRODUCTION DES POLITIQUES DE DÉVELOPPEMENT RURAL DURABLE DANS LEURS CONTEXTES - CONSTRUCTION DE COMPROMIS INSTITUTIONNELS ET AJUSTEMENTS TEMPORELS ENTRE LE GLOBAL ET LE LOCAL

POURQUOI ?

Comprendre comment sont produites au concret des politiques de développement rural durable compte tenu des spécificités des contextes nationaux.

La notion de développement rural durable oppose une conception intégrée et multidimensionnelle au modèle de croissance économique qui a influé les politiques publiques nationales depuis plus d'un siècle. Mais comment des États que tout oppose (niveau de richesse, structure de l'appareil productif, nature des ressources naturelles, capacité administrative, histoire et traditions, etc.) peuvent-ils mettre en œuvre un corps unique de préceptes avec un égal succès ? Sur la base de ce questionnement, l'objectif de la recherche a été de produire des connaissances sur la réalité et la nature des politiques nationales de développement rural durable ainsi que sur les entraves et les opportunités liées à l'introduction de la durabilité dans les débats nationaux sur l'agriculture et le milieu rural. Il en a été attendu l'identification de points de repères nécessaires à l'approfondissement de recherche sur la durabilité en agriculture, mais aussi des éléments utiles aux acteurs engagés dans des actions de développement rural.

COMMENT ?

Une démarche de recherche en sciences sociales basée sur l'analyse comparative des référentiels d'action et des politiques publiques en milieu rural.

L'approche a été basée sur l'analyse des politiques publiques agricoles d'un échantillon de pays, en prenant en compte la dimension temporelle (trajectoire d'évolution) et géographique (situations régionales différenciées). L'analyse a été conduite en trois étapes : une première étape porte sur la compréhension des antécédents et la place de la durabilité dans les trajectoires de développement de chaque pays. L'attention a porté sur l'évolution, dans le temps long (environ un siècle) des relations entre l'État et le secteur agricole en lien avec l'évolution du référentiel international du développement. La seconde étape a été consacrée à la compréhension des modalités de l'introduction de la durabilité au niveau national et du processus de construction des politiques nationales de développement rural durable. Les phénomènes décrits se sont échelonnés sur deux décennies. La troisième phase a été l'analyse des modalités de mise en pratique des politiques de développement rural durable à l'heure actuelle. La recherche s'est conclue par une synthèse générale. Le dispositif de recherche a été structuré à partir d'un échantillon de situations nationales contrastées : pays émergents (Brésil et Mexique), pays industrialisé (France), région européenne ultrapériphérique (Nouvelle-Calédonie), pays à économie moins avancée (Mali, Madagascar).

Production des savoirs dans la perspective d'un développement durable.

Production des politiques et compromis institutionnels autour du Développement Durable.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

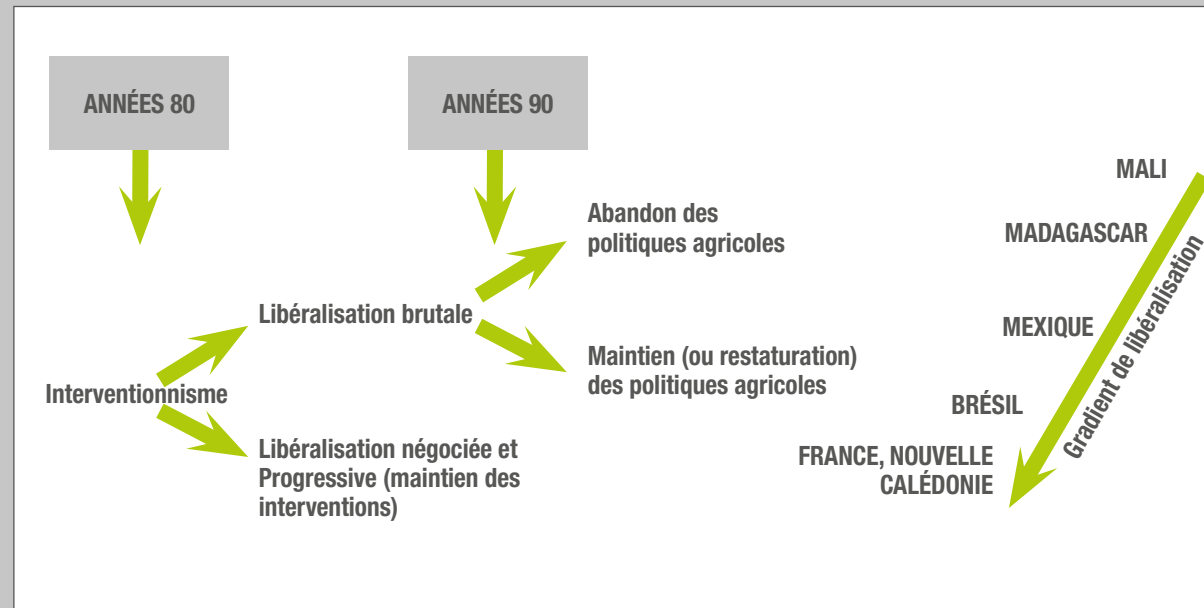
Le projet SPA/DD est un projet de recherche collaborative coordonné par AGROCAMPUS OUEST (Centre de Rennes) et l'UMR INRA/AGROCAMPUS SAS (UMR n°1069), en réponse à l'appel à projet ADD édition 2006. Il a commencé en janvier 2007 et s'est terminé en juin 2010. Il a mobilisé 580 mois-chercheurs et a bénéficié d'une aide de 420 k€ pour un coût global de 4 600 k€. Le projet associe AGROCAMPUS-OUEST (P LETERME), CIRAD R&R (F GUERRIN), CIRAD élevage (P LECOMTE), INRA MID (R MARTIN-CLOUAIRE), INRA PEGASE (P FAVERDIN et JY DOURMAD), INRA SAS H VAN DER WERF, INRA SAD Paysage (C THENAIL), INRA SMART (P DUPRAZ), INRA CESAER (B SCHMITT), INRA TSV (C NICOURT), EHESS GSPM (C LEMIEUX) et Université Rennes 2 COSTEL (V VAN TILBEURGH).

Contact :

► Philippe Leterme, Philippe.Leterme@agrocampus-ouest.fr

Site web :

► <http://w3.rennes.inra.fr/spadd/projetspadd/>



CHAPITRE 01 / ADD SPA/DD / 2006

SYSTÈMES DE PRODUCTION ANIMALE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

QUELLE PLACE DONNER AUX ÉLEVAGES DANS LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DES TERRITOIRES ?

POURQUOI ?

Les productions animales sont de plus en plus sous le feu des projecteurs pour leurs effets sur l'environnement. Elles n'en demeurent pas moins un élément central des régimes alimentaires des pays développés et il est donc important d'étudier comment elles peuvent trouver une place dans le développement durable des territoires et en premier lieu comment on peut limiter leurs impacts environnementaux. C'est l'objectif général du projet. En se plaçant à 3 niveaux d'échelle (exploitation, groupe d'exploitations et territoire local, région), il vise à apporter des connaissances et outils pour définir le "champ des possibles" dans lequel doivent s'inscrire les élevages, pour caractériser et modéliser les impacts environnementaux et pour évaluer et prendre en compte les effets des contextes sociaux et économiques.

Les retombées du projet sont méthodologiques (mise au point et couplage de modèles d'évaluation, fixation de valeurs cibles d'impact) et opérationnelles quand elles testent des scénarios d'évolution des systèmes animaux d'une région, identifient les déterminants de la concentration des productions et les avantages/coûts d'outils de régulation politique tels que les mesures agro-environnementales.

COMMENT ?

Afin de servir d'inputs à une analyse de cycle de vie, les émissions de substances préjudiciables à l'environnement (nitrates, gaz à effet de serre) et la consommation d'énergie fossile par une exploitation ont été simulées par modélisation dynamique de la décision couplée aux processus biotechniques qu'elle entraîne. Avec l'analyse paysagère, cela a permis de caractériser de manière multicritère les effets environnementaux d'élevages, individuels ou engagés dans une démarche d'organisation collective, et de les situer par rapport à des valeurs d'objectif à atteindre. Les approches d'économie spatiale ont été utilisées pour hiérarchiser les déterminants économiques de la concentration des élevages et celles d'économétrie pour évaluer conjointement les performances économiques et environnementales d'ensembles d'exploitations à partir des données du RICA et pour simuler à l'échelle de régions les effets de contraintes environnementales croissantes. Des enquêtes sociologiques ont permis d'identifier les conceptions qu'ont les éleveurs du développement durable, quelles en étaient les sources de variation et quelles étaient les perspectives de raliement et de mise en œuvre de ce concept.

Comment caractériser les impacts environnementaux des élevages et évaluer leurs perspectives d'évolution dans le contexte socio-économique d'aujourd'hui ?

► Schématisation des trajectoires récentes des politiques agricoles et rurales

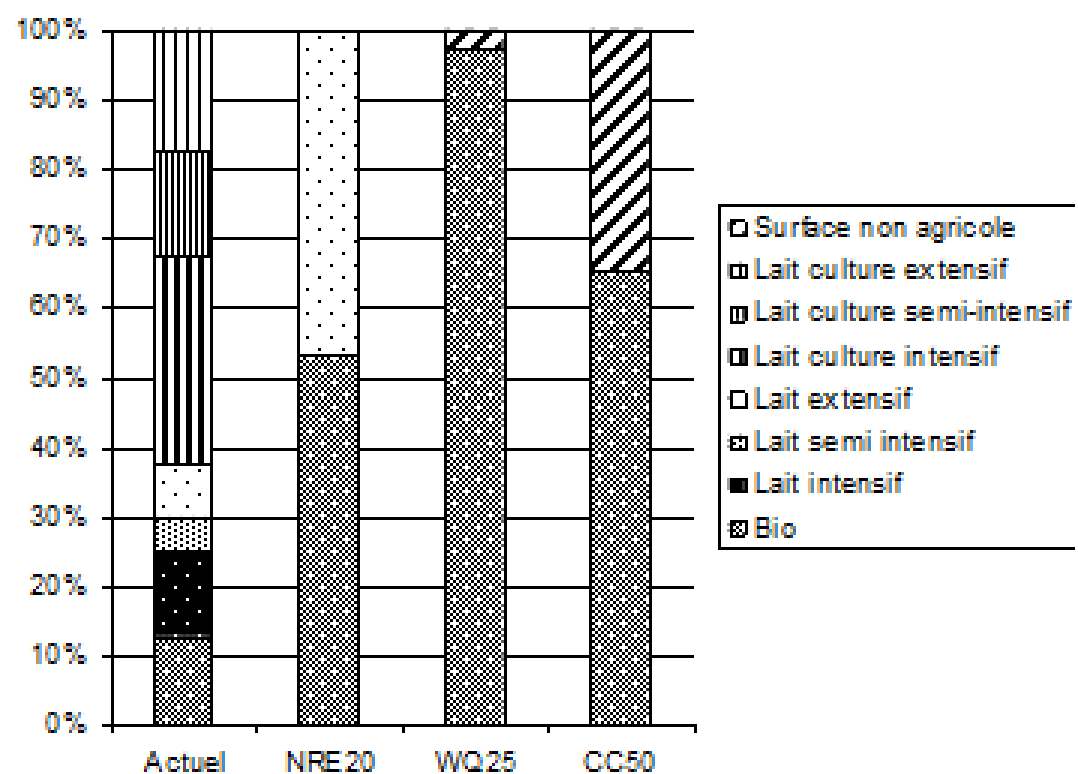
RÉSULTATS MAJEURS

Dans les contextes nationaux observés, les politiques de développement rural durable ne peuvent pas être considérées comme de simples opérations cosmétiques de mise en cohérence du développement rural avec les règles du libéralisme économique, mais elles ne constituent pas pour autant – du moins pour l'instant – les instruments d'un nouveau modèle de développement. Elles se situent sans doute à un niveau intermédiaire dont les effets sont très divers selon les contextes nationaux. Les politiques agricoles étudiées sont marquées de l'empreinte de la durabilité mais à des degrés très différents et selon des mises en œuvre spécifiques en fonction des types d'agricultures (selon leur degré d'insertion compétitive) auxquels ces politiques s'adressent.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Le projet a donné lieu à une dizaine d'articles dans des revues internationales dans le champ des sciences sociales (économie) et autant de chapitres d'ouvrages. Trois ouvrages de synthèse ont été produits correspondant soit à un pays spécifique soit à une analyse transversale et comparative. Il a également engendré plusieurs séminaires de recherche au sein desquels une dizaine de communications ont présenté la recherche et les résultats du projet.

Des situations diverses du couplage politiques agricoles - politiques environnementales



► Le graphique ci-contre présente la distribution des systèmes de production laitiers calculée dans un territoire donné pour satisfaire les objectifs de réduction de consommation d'énergie non renouvelable (NRE20), de qualité d'eau (WQ25), et réduction de moitié des dégagements de GES (CC50). Pour WQ25 et CC50, on constate qu'il n'est pas possible de cultiver toute la surface du territoire considéré. À noter que l'éventuel piégeage de carbone de ces surfaces non cultivées n'est pas intégré au calcul.

Modélisation des élevages, économie spatiale, économétrie et enquêtes sociologiques.

RÉSULTATS MAJEURS

Les performances environnementales des exploitations sont très variables du fait de niveaux de technicité différents mais aussi des conditions naturelles. L'organisation collective peut être source de progrès mais dans une région comme la Bretagne, ce sont le tissu agricole et les niveaux de production visés qui sont à reconsidérer si l'on veut respecter des seuils d'impact environnemental (voir illustration) ou simplement des contraintes réglementaires croissantes. Les conditions socio-économiques, mais aussi les normes réglementaires environnementales, expliquent la concentration spatiale des élevages et accentuent la compétitivité des modèles de production industriels au détriment des modèles d'agriculture familiale.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Le projet a généré 12 publications internationales à comité de lecture, 42 communications dans des congrès et 5 chapitres d'ouvrage ; un logiciel (modèle de simulation) a été déposé à l'Agence de protection des programmes en 2009.

Parmi les principales publications :

Acosta-Alba I et al 2012. Journal of cleaner production. 28, 160-167.

Acosta-Alba I et al 2011. Renewable Agriculture and Food Systems 27(3) 217-227.

Chardon X et al 2010. Journal of Agricultural Science, 146 : 521-539.

Lopez-Ridaura S et al 2009. Journal of Environmental Management 90: 1296-1304.

Vayssières J et al 2009. Agricultural Systems, 101 (3) : 128-138 et 101 (3) : 139-151.

PROGRAMME SYSTERRA

L'ensemble des "écocultures", à savoir les différentes formes d'exploitation de la productivité des écosystèmes doivent relever des défis majeurs. On attend en effet des agricultures du monde, du fait de la croissance démographique et de l'amélioration des conditions de vie, une production accrue de ressources alimentaires, mais aussi non alimentaires, sur des surfaces sans doute peu susceptibles de s'étendre - et souvent déjà dégradées - et à des prix accessibles à l'ensemble des populations. Cependant, le contexte européen et mondial et, particulièrement, celui des agricultures "intensives" se modifie rapidement avec la hausse des prix de l'énergie, l'acceptabilité sociale et environnementale des molécules de synthèse, l'évolution du climat et de la disponibilité de la ressource en eau, l'évolution de la qualité des sols... Ces limites obligent à inventer et promouvoir une nouvelle vague de connaissances, de technologies et de pratiques capables d'assurer un haut niveau de rendement physique tout en réduisant tant les impacts environnementaux que la dépendance des systèmes de production.

Ce programme prolongeait les orientations initiées par le programme ADD (Agriculture et Développement Durable), en se focalisant sur la question des fonctionnalités écologiques, de leur utilisation et de leur gestion, tout en maintenant la préoccupation d'intégrer l'ensemble des aspects du développement durable. Ses objectifs centraux étaient d'une part d'élaborer de nouveaux savoirs et connaissances permettant une gestion plus durable des facteurs conditionnant les productions agricoles comme la qualité des sols, le patrimoine génétique des espèces, la protection sanitaire, l'économie d'intrants ou la recherche de sources alternatives plus durables. D'autre part ces objectifs visaient à fonder une contribution positive des agricultures à la fourniture de services écologiques par les agro-écosystèmes ; à conduire à de nouvelles méthodes et outils de gestion des territoires conciliant les différents usages productifs et les services écologiques, dans une perspective de développement durable ; à promouvoir un apprentissage permanent et adaptatif des savoirs et des connaissances nécessaires.

CHIFFRES CLÉS 2008



CHIFFRES CLÉS 2009



CHIFFRES CLÉS 2010



© WEBER Jean / INRA



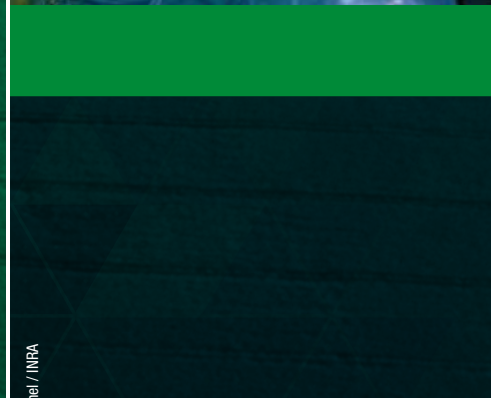
© BRUN Pierre / INRA



© BOUSSEMIE Jean-Marie / INRA



© MATHRE Christophe / INRA



© ADRIAN Michel / INRA



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ACASSYA associe un projet de recherche fondamentale et un projet de recherche action, coordonnés par Chantal Gascuel et Laurent Ruiz, Inra. Il a associé 6 unités de recherche, ayant pour tutelles l'Inra, le CNRS, l'Université de Rennes 1, l'Université de Rennes 2, l'Université du Littoral, Agrocampus Ouest, en partenariat avec l'institut de l'élevage et la communauté de commune de Lannion-Trégor Agglomération. Le projet a commencé en janvier 2009 et a duré 54 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 781,7 K€ pour un coût global de l'ordre de 3 344, 2 k€.

Contacts :

- ▶ Chantal Gascuel, chantal.gascuel@rennes.inra.fr
- ▶ Laurent Ruiz laurent.ruiz@rennes.inra.fr
- ▶ Inra, Rennes. Site du projet : <http://www6.inra.fr/acassya>

Sites web :

- ▶ Site de l'unité des coordonnateurs : <http://www.rennes.inra.fr/umrsas/>
- ▶ Site de l'ORE support des travaux : http://www.inra.fr/ore_agrhys

CHAPITRE O2 / SYSTERRA ACASSYA / 2008

ACCOMPAGNER L'ÉVOLUTION AGRO-ÉCOLOGIQUE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE DANS LES BASSINS VERSANTS CÔTIERS.

POURQUOI ?

La qualité de l'eau et des écosystèmes aquatiques continentaux et littoraux est souvent dégradée dans les zones d'élevage intensif. Dans certains sites très fragiles des manifestations d'eutrophisation sont observées, alors même que les eaux sont de bonne qualité du point de vue des normes de potabilité. C'est le cas de quelques bassins versants côtiers sujets à des proliférations d'algues vertes, pour lesquels la cible à atteindre pour le nitrate serait d'une dizaine de milligrammes par litre. Dans ces situations, l'optimisation des agrosystèmes est insuffisante et des changements de systèmes de production doivent être envisagés. Ces enjeux interrogent les relations entre agriculture et qualité des eaux de manière nouvelle. Pour aider au choix et à la mise en place de ces nouveaux systèmes, il faut prendre en compte, avec plus de précision et de réalisme :

- ▶ Les mécanismes et temps de transfert de l'eau et du nitrate dans le bassin versant,
- ▶ Le rôle des éléments du paysage, en particulier le rôle des structures linéaires arborées,
- ▶ La conception de systèmes de production agricoles à très basses fuites d'azote et les facteurs qui rendent possibles ces transitions.

Ces enjeux nécessitent la mise en œuvre d'outils nouveaux, notamment pour l'aide à la décision et l'accompagnement des acteurs locaux.

COMMENT ?

Pour évaluer les compartiments, les flux, les dynamiques du cycle de l'azote dans les paysages (ORE AgrHyS, la ZA Pleines Fougères) :

- ▶ L'analyse des processus de recharge de la nappe,
- ▶ La datation des eaux de nappe par les gaz atmosphériques (CFC, SF6) et l'analyse isotopique du 15N et 18O du NO₃,
- ▶ L'analyse de l'effet de la localisation et du mode de gestion des haies sur les transferts d'eau et de nitrate.

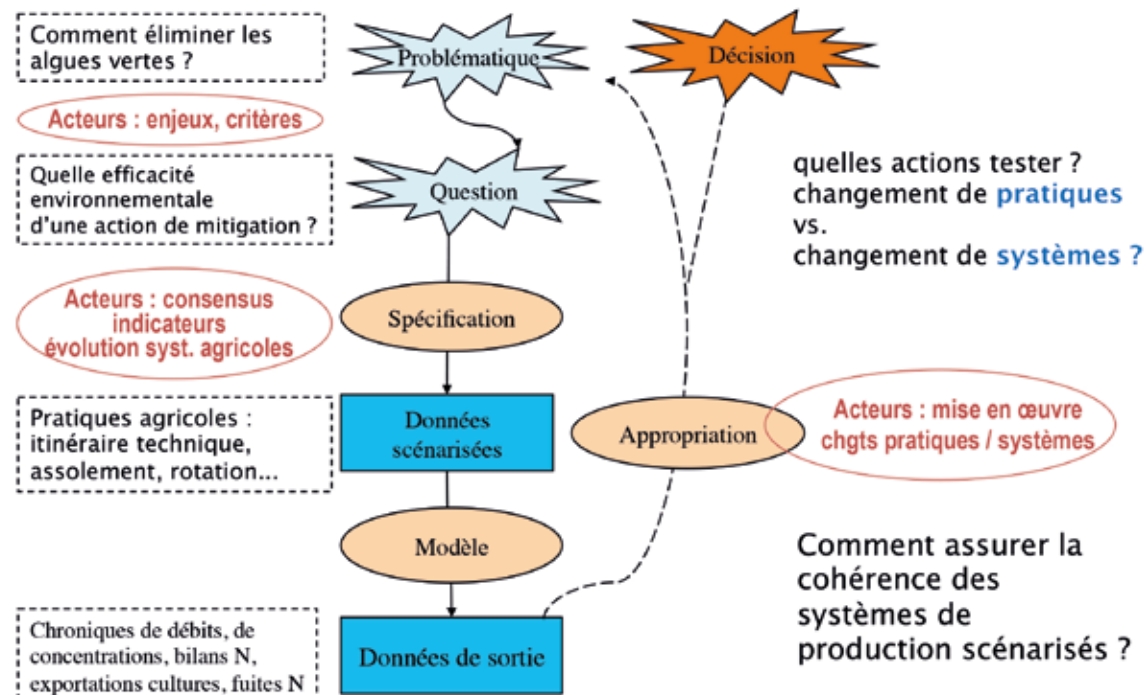
Pour modéliser les transitions agro-écologiques des élevages d'un bassin versant :

- ▶ L'élaboration d'un modèle (CASIMOD'N), couplant le modèle biophysique distribué TNT2 à un modèle de décision, permettant d'intégrer la cohérence du fonctionnement de l'exploitation agricole,
- ▶ L'identification des modes de gestion des prairies par télédétection, sur quelques exploitations et à l'échelle du bassin versant,
- ▶ La conception d'un entrepôt de données de simulation, afin de mieux les explorer.

Pour co-construire des scénarios avec les acteurs :

- ▶ L'analyse des systèmes de production et de leur évolution historique sur le bassin versant,
- ▶ L'identification des fermes pilotes et l'accompagnement technique des changements de systèmes,
- ▶ la mobilisation des résultats pour la co-construction de scénarios réalistes et acceptables et simulations avec le modèle CASIMOD'N.

Limiter les fuites d'azote, accompagner un territoire littoral et des exploitations d'élevage dans une transition agroécologique.



CHAPITRE O2 / SYSTEMERA ADVHERB / 2008

GESTION AGRO-ÉCOLOGIQUE DE LA FLORE ADVENTICE DANS DES SYSTÈMES À BAS NIVEAUX D'HERBICIDES.

POURQUOI ?

La réduction de la dépendance aux herbicides est un enjeu sociétal fort, or il n'existe pas de solutions alternatives génériques à la lutte chimique pour gérer la flore adventice en grandes cultures. Le projet ADVHERB s'est interrogé sur la possibilité de nouveaux systèmes agricoles qui permettraient simultanément de gérer les adventices, de maintenir le caractère productif des cultures et, pourquoi pas, d'offrir une plus-value environnementale en termes de services écologiques ou de maintien de la biodiversité.

Le consortium d'écologues et d'agronomes a :

- Analysé les stratégies agronomiques permettant une réduction de la pression herbicide tout en contrôlant la flore adventice,
- Développé des outils (modèles, indicateurs) pour l'évaluation des fonctions agro-écologiques de la flore adventice et de la durabilité environnementale, économique et sociétale de systèmes de culture économes en herbicides,
- Identifié de nouveaux leviers agro-écologiques à intégrer dans la conception de systèmes agricoles à bas niveau d'usage herbicides, tels l'arrangement spatiotemporel des systèmes agricoles et la régulation des adventices par les organismes granivores.

COMMENT ?

Le projet a couplé les approches expérimentales - développement de prototypes de systèmes économes en herbicides - et des suivis spatiotemporels de pratiques agronomiques et de flore adventice à l'échelle de territoires.

Parallèlement, des outils pour l'évaluation de systèmes à bas niveau d'usage herbicides ont été développés : modèles de prévision des flores sous l'effet des systèmes de culture, indicateurs évaluant les effets des changements de flore sur la production agricole, la biodiversité et les fonctions de la flore adventice, notamment la provision de ressources trophiques (fleurs, graines) pour d'autres organismes de l'agrosystème. Environ 50 systèmes expérimentaux ou développés chez les agriculteurs ont fait l'objet d'une évaluation multicritères traitant des aspects environnementaux, économiques et sociaux de la durabilité.

Ces différents outils sont ainsi aujourd'hui disponibles pour la conception de systèmes de culture innovants conciliant des objectifs potentiellement antagonistes, c'est-à-dire la réduction des herbicides, le contrôle des infestations adventices et la préservation de la biodiversité adventices et de ses fonctions.

RÉSULTATS MAJEURS

Le schéma conceptuel de fonctionnement hydrochimique du bassin versant, les temps de réponses du bassin versant ont été précisés, grâce aux dispositifs de l'ORE AgrHys. Les structures bocagères ont un effet sur le prélèvement et l'immobilisation de l'azote sans pour autant qu'il soit très significatif sur les émissions vers l'eau. De nombreux outils, en télédétection et en modélisation ont été développés. Des indicateurs systémiques ont été co-construits (renforcement de l'autonomie fourragère et du lien au sol) et des fermes pilotes se sont engagées vers un changement de système. Les simulations basées sur les scénarios "systémiques" les plus ambitieux, conduisent à des concentrations dans la rivière en deçà de 20 mg NO₃/l. Ces résultats ont contribué à l'élaboration du projet du territoire.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

23 publications (ACL internationales) et 28 communications dans des congrès internationaux ont été produites, couvrant un large spectre de disciplines, et comprenant 50% de publications inter-équipes. Sept thèses se sont inscrites dans le projet.

Un colloque de restitution, en partenariat avec le Creseb (Centre de Ressource et d'Expertise sur l'Eau en Bretagne) a réuni 170 personnes (Plomeur Bodou, 14/06/2013, supports visuels et captation sur le site du projet). Un ouvrage de synthèse est sous presse (février 2015).

De l'observation des milieux et des activités agricoles, à leur modélisation et la simulation de scénarios co-construits.

Réduire la dépendance aux herbicides en grandes cultures.



► Jachère de fleurs, coquelicots et bleuets.

RÉSULTATS MAJEURS

Il existe plusieurs stratégies agronomiques permettant de réduire le niveau d'usage d'herbicides et contrôler les infestations adventives, certaines pouvant amener un gain en termes de biodiversité adventives et de ses services associés. Le contexte paysager des parcelles influence la biodiversité adventive en champ ainsi que le niveau de régulation biologique des adventives par les insectes granivores.

Il n'y a pas nécessairement d'antagonisme entre réduction d'herbicides et production agricole. La durabilité environnementale, économique et sociétale des systèmes économes en herbicides est comparable à celle de systèmes conventionnels.

Évaluer les effets de systèmes de culture innovants.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Réduire les herbicides sans réduire les rendements, ni le revenu agricole, tout en augmentant la biodiversité est un défi qui amène les différents acteurs du monde agricole à être pour le moins inventifs et innovants.

La recherche a un rôle prépondérant à jouer sur le plan de la réflexion théorique en écologie et de l'innovation en termes d'ingénierie agronomique. Le projet ADVHERB a ouvert un certain nombre de pistes, qui doivent maintenant être testées en grandeur nature et sur le long terme.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

AMPED est un projet interdisciplinaire coordonné par l'IRD qui mélange de la recherche fondamentale et appliquée. Le projet a trois partenaires principaux : IRD, Ifremer et l'Univ. Nantes. Le projet a commencé en janvier 2009 et a pris fin en janvier 2014 pour une durée totale de 60 mois. Il a été financé par une subvention de l'ANR de ~ 956 k€ pour un coût total de ~ 3 800 k€.

Contacts :

► M. David M. KAPLAN
david.kaplan@ird.fr

CHAPITRE O2 / SYSTEMERRA AMPED / 2008

ÉVALUATION D'AIRES MARINES PROTÉGÉES COMME OUTIL DE GESTION POUR ESPÈCES MARINES MIGRATOIRES À HAUTE VALEUR ÉCONOMIQUE

LES AIRES MARINES PROTÉGÉES DOIVENT IMPÉRATIVEMENT ÊTRE ADAPTÉS À LA MOBILITÉ DES ESPÈCES

POURQUOI ?

Historiquement, les AMP ont été mises en œuvre dans les zones côtières où les espèces ciblées par les efforts de conservation et de gestion sont souvent relativement sédentaires en tant qu'adultes. La plupart des travaux théoriques et empiriques examinant les conséquences des AMP ont mis l'accent sur la dispersion de larves comme le processus dominant pour la dynamique de métapopulations dans ces systèmes côtiers. Néanmoins, cette situation change rapidement. Des accords internationaux fixant comme objectif de mettre ~ 10-30% des océans globaux dans les AMP ont entraîné une augmentation extrêmement rapide au cours de la dernière décennie du nombre et de la diversité des aires marines protégées partout dans le monde. En particulier, il y a eu de nombreux appels à la mise en œuvre de grandes AMP au large pour la protection des espèces pélagiques et démersaux mobiles, et un certain nombre de ces réserves ont déjà été créées. En raison de la forte mobilité des poissons et des pêcheurs, les défis pour la gouvernance de ressources sur de grandes échelles spatiales et les régimes juridiques complexes, les AMP au large pour la gestion des espèces mobiles posent des défis nouveaux qui n'ont pas été préalablement traités par la littérature scientifique et politique. Relever ces défis est l'objectif primordial du projet AMPED.

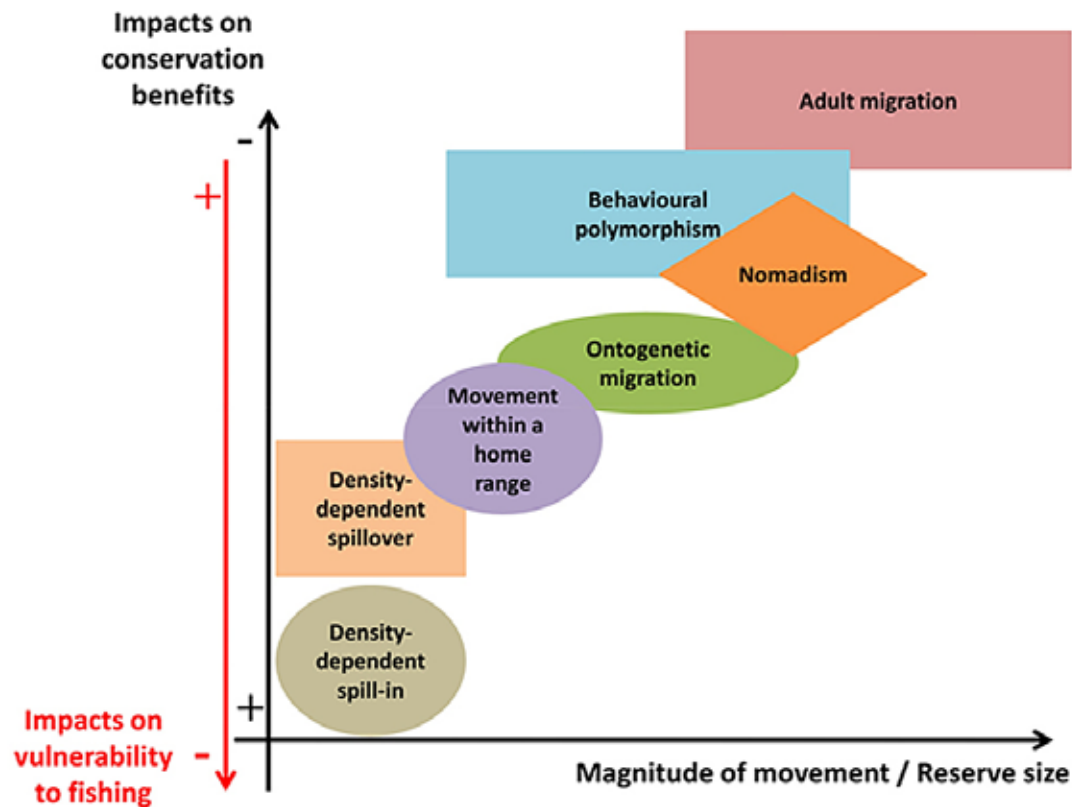
COMMENT ?

Le projet AMPED attaque le problème des aires marines protégées pour les espèces mobiles en utilisant une approche interdisciplinaire, combinant des recherches théoriques et empiriques dans les domaines de l'écologie, de la pêche, de l'économie et du juridique.

Modélisation de métapopulations, écosystémique et bio-économique sont au cœur des objectifs du projet, représentant environ 40% des activités du projet. Nos travaux de modélisation comprennent à la fois des travaux théoriques visant à élucider les tendances générales et les travaux appliqués en se concentrant sur des écosystèmes ou contextes particuliers. Les modèles couvrent également une large gamme de niveaux de complexité, des modèles relativement simples d'une cohorte d'une seule espèce jusqu'à des modèles d'écosystèmes sophistiqués.

En plus de ce travail de modélisation, le projet comprend la collecte et l'analyse de données sur les mouvements et les distributions d'espèces clés, ainsi que des travaux de synthèse orientés vers l'élaboration de la politiques de mise en œuvre des AMP au large, les protocoles d'évaluation et les cadres juridiques.

Les espèces mobiles posent des défis uniques et nouvelles pour la mise en œuvre des AMP efficaces.



▶ Illustre l'échelle spatiale et les conséquences relatives aux AMP et à l'exposition à la pression anthropique des différents processus de mouvement biologiques. (Adapté de Gruss et al. 2011)

RÉSULTATS MAJEURS

Un résultat de modélisation clé produit par ce projet est que l'efficacité des AMP est extrêmement sensible aux taux de mouvement des espèces, avec une diminution rapide des bénéfices des MPA quand ces taux sont élevés.

AMP efficaces doivent être adaptées aux mouvements des espèces cibles.

Des analyses régionales montrent que, dans certains domaines (par exemple, Golfe du Lion), les distributions des espèces sont suffisamment stables pour permettre des AMP efficaces, alors que dans d'autres cas (par exemple, l'océan Indien) des taux de mouvement élevés suggèrent que des approches de gestion non-spatiales peuvent être plus efficaces.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Le projet AMPED a produit 31 articles internationaux, 32 présentations de conférences et 9 thèses de doctorat ou de maîtrise.

Une série de commentaires dans des revues à fort impact a donné rapidement au projet et ses membres une reconnaissance internationale dans le domaine des AMP au large. Cette reconnaissance a conduit directement à la participation des membres du projet dans les principaux forums internationaux cruciaux pour décider l'avenir des AMP pour les espèces mobiles.

Grâce à ces activités, AMPED a produit plusieurs articles de synthèse qui fournissent collectivement un aperçu significatif et détaillé sur les conséquences de la gestion spatiale des espèces mobiles.

Intégrer perspectives, données et modèles biologiques, économiques et juridiques dans les évaluations d'AMP pour les espèces mobiles.

Exploiter l'architecture des plantes et des couverts végétaux pour limiter les épidémies.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ARCHIDEMIO était un projet de recherche collaboratif, coordonné par l'UMR INRA / Agrocampus Ouest / Université de Rennes 1 BiO3P. Il associait 6 laboratoires INRA (UMR BiO3P et APBV de Rennes – aujourd'hui réunies au sein de l'UMR 1349 IGEPP ; UR APC et UR PV en Guadeloupe – aujourd'hui réunies au sein de l'UMR ASTRO ; UMR SaVE à Bordeaux ; UR BIA à Toulouse) et une unité INRIA à Bordeaux. Le projet a commencé en Janvier 2009 et a duré 48 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 738 429 € pour un coût global de 3 469 255 €.

Contacts :

▶ Didier Andrivon,
Didier.Andrivon@rennes.inra.fr

CHAPITRE O2 / SYSTEMERA ARCHIDEMIO / 2008

MODÉLISER LES INTERACTIONS ENTRE DÉVELOPPEMENT ET ARCHITECTURE DE LA PLANTE ET ÉPIDÉMIES DE MALADIES FONGIQUES AÉRIENNES, POUR UNE GESTION DURABLE DES CULTURES

POURQUOI ?

Parmi les facteurs susceptibles de limiter le développement épidémique des parasites des plantes, la manipulation et l'exploitation des caractéristiques architecturales des plantes et des couverts hôtes reste sous-utilisée. Il existe pourtant une littérature – désormais un peu ancienne – montrant que la disposition dans l'espace des organes d'une plante et des plantes dans un couvert, et l'évolution de cette disposition au cours du développement impactent sensiblement les processus physiques, mais aussi physiologiques, conditionnant l'infection de la plante par ses parasites et son exploitation comme source de nourriture. Le projet ARCHIDEMIO visait à explorer le levier de l'architecture pour le contrôle des épidémies de pathogènes aériens dans une perspective de réduction de l'usage des produits phytosanitaires en culture.

Il s'est attaché :

- ▶ À caractériser les processus mis en jeu par les modifications ou les variations d'architecture des plantes (modification du microclimat ; changements physiologiques
- ▶ Identifier les déterminants génétiques gouvernant les traits d'architecture candidats, et interpréter les effets génétiques des co-localisations avec des facteurs contrôlant la

résistance partielle,

- ▶ Développer un modèle générique permettant de simuler l'effet de modifications architecturales sur le développement épidémique,
- ▶ Développer une démarche conceptuelle de construction d'idéotypes variétaux et/ou culturels réduisant le développement épidémique,
- ▶ Valider ces idéotypes variétaux en conditions de champ.

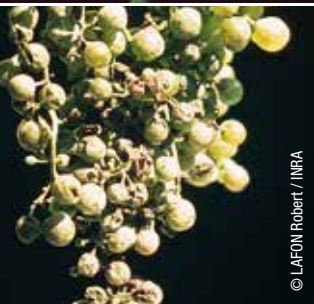
Ce projet portait sur 4 pathosystèmes aériens contrastés par le type de plante et les modes de propagation du parasite.

COMMENT ?

ARCHIDEMIO reposait sur une conjonction entre approches expérimentales au champ et en conditions contrôlées pour la mesure de la croissance et du développement des couverts, des maladies et de l'environnement microclimatique, une démarche générique de modélisation des processus et de conceptualisation et une approche génétique pour identifier, cartographier et analyser les déterminants génétiques à l'origine des effets observés tant sur la résistance au développement de la maladie que sur l'architecture et le développement des plantes.



© VEGH Imre / INRA



© LAFON Robert / INRA



© Coordination de projet



© SLAAGMULDER Christian / INRA



© BOSSENET Jean-Marie / INRA



© Coordination de projet

► Plante de pomme de terre (variété ' Bintje ') scannée-reconstituée (logiciel AD CATIA) ; différents pathosystèmes impliqués dans le projet, i.e. les couples pomme de terre (*Solanum tuberosum*) / mildiou (*Phytophthora infestans*), pois (*Pisum sativum*) / ascochytose (*Didymella pinodes*), vigne (*Vitis vinifera*) / oïdium (*Erysiphe necator*) et igname (*Dioscorea alata*) / anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) - dispositif d'essais au champs»

Le travail expérimental s'est focalisé sur la mise en place de parcelles instrumentées sur les différents pathosystèmes. Étaient suivis la croissance et le développement des couverts, soit in situ soit par dissection de plantes prélevées au champ. Pour certaines espèces, un travail de création de maquettes de plantes par digitalisation a également été conduit. Les travaux de génétique ont porté sur des populations en ségrégation issues de parents différant par leur niveau de résistance et surtout par leurs traits architecturaux. Enfin, le travail de modélisation a reposé sur une approche conceptuelle de description et d'agrégation des processus, avant implémentation mathématique sur la plateforme de modélisation RECORD.

RÉSULTATS MAJEURS

ARCHIDEMIO a permis de montrer qu'une architecture défavorable réduit substantiellement (jusque 30% environ dans le cas du mildiou de la pomme de terre) le développement des épidémies. L'effet principal est une modification du microclimat (réduction de la durée d'humectation du feuillage) et, dans certains cas, une modification de la sensibilité des organes (sénescence) ou de leur rythme d'émission. Une porosité accrue du couvert végétal est donc dans tous les cas étudiés un facteur favorable à l'obtention d'épidémies moins sévères. Ces résultats ont été partagés lors d'une conférence scientifique internationale (Epidemiology and Canopy Architecture, Rennes, Juillet 2012) et d'un séminaire à destination des filières professionnelles organisé avec le RMT Modelia (Paris, Novembre 2012).

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Burie J-B, Langlais M, Calonnet A. 2011. Switching from a mechanistic model to a continuous model to study at different scales the effect of vine growth on the dynamic of a powdery mildew epidemic. *Annals of Botany* 107: 885-895.
- Richard B, Jumel S, Rouault F, Tivoli B. 2012. Influence of plant stage and organ age on the receptivity of *Pisum sativum* to *Mycosphaerella pinodes*. *European Journal of Plant Pathology*, 132: 367-379
- Casadebaig P, Quesnel G, Langlais M, Favier R. 2012. A generic model to simulate air-borne diseases as a function of crop architecture. *PLoS ONE* 7: e49406. doi:10.1371/journal.pone.0049406
- Calonnet A, Richard B, Andrivon D, Baranger A, Chauvin J-E, Favier R, Casadebaig P, Guyader S, Bussièrre F, Langlais M, Tivoli B. 2013. PROJET 'ARCHIDEMIO'. Modéliser les interactions entre développement de la plante, architecture du couvert et épidémies de maladies fongiques aériennes, pour une gestion durable des cultures. *Innovations Agronomiques* 28: 201-219.
- Andrieu B, Andrivon D, Baranger A, Burie J-B, Bussièrre F, Calonnet A, Cartolaro P, Costes E, Crombez J, Favier R, Giorgetti C, Guyader S, Jeger M, Jumel S, Langlais M, Langrume C, Lauri PÉ, Lescourret F, Ney B, Parisi L, Richard B, Rouault F, Sache I, Saint-Jean S, Salles M, Simon S, Tivoli B

2013 - *European Journal of Plant Pathology* - volume : 135



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet de recherche Biocosmac est un projet combinant des recherches fondamentales et des recherches industrielles dans la perspective d'une application en lutte biologique.

Il est coordonné par E. Campan et associe 6 partenaires :

- des laboratoires : Ecolab (Toulouse) E. Campan ; EDB (Toulouse) S. Ponsard ; CBGP (Montpellier) D. Bourguet ; DGIMI (Montpellier) N. Volkoff ; MNHN (Paris) C. Villemant ;
- et un industriel : InVivo AgroSolutions (Valbonne) P. Maignet.

Le projet a commencé en janvier 2009 et s'est terminé en janvier 2013 (4 ans). Dans le cadre du programme systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 514 895 €.

Contacts :

- Erick Campan, DYNABIO, Toulouse
erick.campan@univ-tlse3.fr
(+ 33) 5 61 55 67 22

CHAPITRE 02 / SYSTEMA BIOCOSMAC / 2008

MACROCENTRUS CINGULUM : UN POTENTIEL AGENT DE LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA PYRALE DU MAÏS

POURQUOI ?

Macrocentrus cingulum (Hyménoptère, Braconidae), est un parasitoïde du genre *Ostrinia* (Lépidoptère, Crambidae) qui comprend notamment la pyrale du maïs, *O. nubilalis*. Les larves de ce ravageur sont contrôlées au moyen d'insecticides chimiques et par la culture de maïs transgéniques (maïs Bt). La lutte biologique repose actuellement sur les trichogrammes (Hyménoptère, Trichogrammatidae). Mais ceux-ci ne permettent pas un contrôle suffisant des populations de pyrales du maïs.

En Europe, *M. cingulum* se développe sur *O. scapularis*, une pyrale qui se rencontre sur l'armoise. Ce parasitoïde est également capable d'infester *O. nubilalis* (on y détecte parfois son ADN) mais il ne peut y effectuer un cycle complet alors qu'il parasite *O. nubilalis* aux USA. En Asie, *M. cingulum* se développe sur *O. furnacalis*, une autre espèce de pyrale se développant sur maïs.

Ces différences de parasitisme pourraient provenir d'une variabilité de virulence de *M. cingulum* ou de défense d'*Ostrinia* spp. selon les populations étudiées.

L'objectif de ce projet est d'expliquer ces différences de permissivité dans le système *Ostrinia* / *Macrocentrus*, et d'évaluer les chances de succès d'une utilisation en Europe de *M. cingulum* d'origine asiatique ou américaine comme agent de lutte biologique contre la pyrale du maïs.

COMMENT ?

Nous avons d'abord mis en place les élevages des espèces concernées.

Des analyses moléculaires (marqueurs microsatellites) sur des échantillons prélevés en Europe, aux USA et en Asie ont permis de préciser la systématique et la phylogéographie de *M. cingulum*.

Cette étude a été complétée par une analyse de morphométrie géométrique pour mettre en évidence des divergences phénotypiques entre les populations.

Pour confirmer l'appartenance des différentes souches de parasitoïde à la même espèce, nous avons réalisé des croisements (Europe x Asie) afin d'obtenir des hybrides et tester leur fertilité.

La capacité des différentes souches de *M. cingulum* (Europe, Asie, USA) à parasiter la souche européenne d'*O. nubilalis* a été évaluée.

Nous avons également étudié l'efficacité du système immunitaire des 3 espèces d'*Ostrinia* en injectant des microbilles dans les chenilles et en observant la formation de capsules hémocytaires autour de ces billes.

Pour finir, nous avons étudié l'ultrastructure des ovaires et des glandes à venin des souches européennes et asiatiques par microscopie électronique, et recherché des facteurs d'origine maternelle pouvant intervenir dans la réussite du parasitisme par une approche protéomique.

Recherche d'un nouvel insecte auxiliaire pour lutter contre la pyrale du maïs en France.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet DIMIMOS était un projet de recherche fondamentale coordonné par Pierre-Alain MARON de l'INRA, UMR 1347 Agroécologie de Dijon. Il associe 4 autres partenaires qui sont : l'UMR Bioemco, Équipe Matières Organiques des Sols : Dynamique et Fonctions, Thiverval-Grignon, l'UMR 6282 Biogéosciences CNRS-Univ Bourgogne, l'Unité de Recherche sur l'Écosystème Prairial (UREP 874), l'UMR 729 Mistea, Équipe Modélisation, Optimisation des Dynamiques des Écosystèmes MICrobiens ; ainsi que l'ORE ACBB de Lusignan. Le projet a débuté en janvier 2009 pour 4 ans. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 590 000 € pour un coût global de l'ordre de 2 570 000 €.

Contacts :

► Maron Pierre-Alain
pamaron@dijon.inra.fr

CHAPITRE O2 / SYSTERRA DIMIMOS / 2008

LIEN ENTRE LA DIVERSITÉ MICROBIENNE ET LE TURN-OVER DES MATIÈRES ORGANIQUES DANS LES SOLS AGRICOLES

POURQUOI ?

Le fonctionnement biologique du sol est la résultante de l'activité des communautés microbiennes telluriques qui jouent un rôle majeur dans les transformations des cycles biogéochimiques à la base des flux de matière et d'énergie dans les écosystèmes.

Dans les agro-écosystèmes, la diversité de ces communautés est régulièrement modifiée par les stress liés aux pratiques agricoles et la question des conséquences de ces modifications pour le maintien du fonctionnement biologique et des fonctionnalités des systèmes agricoles est aujourd'hui centrale.

Si le rôle de la diversité biologique pour le fonctionnement des écosystèmes a déjà été bien étudié chez les macroorganismes, et notamment les plantes ; la relation diversité/activité est encore très mal connue pour les microorganismes du sol.

Pourtant, dans la mouvance agroécologique actuelle, cette connaissance est nécessaire pour définir de nouvelles pratiques culturales intégrant une gestion de la diversité microbienne pour une utilisation durable des agrosystèmes.

Le programme DIMIMOS dont l'objectif est d'établir si la diversité des microorganismes peut moduler le fonctionnement du cycle du carbone dans le sol apporte des éléments concrets permettant de progresser dans notre connaissance du lien entre la diversité microbienne et la fourniture de services par le sol.

COMMENT ?

Dans ce projet, nous avons évalué si les transformations des matières organiques du sol dépendent de la diversité génétique des communautés microbiennes telluriques. Nous avons mis en œuvre une stratégie comprenant trois volets expérimentaux complémentaires :

- Une manipulation de la diversité microbienne en conditions contrôlées afin de démontrer la relation dans des conditions optimisées,
- Une comparaison de l'aptitude des communautés microbiennes à décomposer la matière organique en fonction de leur diversité dans une sélection de sols représentatifs de trois modes d'usage (grande culture/prairie/forêt) afin de hiérarchiser les paramètres de régulation des flux de C dans le sol,
- Une analyse in situ en dynamique sur un an de la relation entre la diversité microbienne et la décomposition de la matière organique afin de prendre en compte l'influence des variations pédoclimatiques.

Pour chacune des expérimentations, le turnover des matières organiques du sol a été relié avec la diversité taxonomique des communautés microbiennes. L'utilisation d'un traceur isotopique a permis de suivre le devenir du carbone apporté et de discriminer entre les différents pools de carbone contribuant au flux de CO₂ émis par le sol.

À partir d'une approche pluridisciplinaire (écologie microbienne, géochimie organique, biologie moléculaire, biochimie, statistiques et modélisation), ce projet a permis de mieux comprendre le rôle de la diversité microbienne dans les processus des cycles biogéochimiques dans le sol, et la généralité de la relation diversité microbienne/fonctionnement biologique du sol.

La diversité microbienne : quelle importance pour le fonctionnement biologique du sol ?

► Femelle *Macrocentrus cingulum*, de souche asiatique, parasitant des chenilles d'*O. nubilalis* en laboratoire.

RÉSULTATS MAJEURS

La souche asiatique du parasitoïde se développe aussi bien sur *O. nubilalis* que sur son hôte d'origine (*O. furnacalis*).

Les femelles hybrides (Asie x Europe) sont fertiles.

Tous les individus collectés appartiennent à la même espèce avec une différenciation génétique progressive de l'est (Asie) vers l'ouest (Europe). Les populations américaines semblent issues d'Asie.

Les 3 espèces d'hôte (*O. nubilalis*, *O. furnacalis* et *O. scapularis*) possèdent la même capacité de défense immunitaire vis-à-vis d'un corps neutre.

Nous avons réalisé la première étude protéomique des facteurs ovariens et venimeux pour cette espèce de parasitoïde.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Les résultats de ce projet ont fait l'objet de nombreuses présentations aussi bien scientifiques que de vulgarisation. Il est à l'origine de plusieurs publications en voie d'écriture et nous a permis de rentrer en contact avec de nombreux laboratoires étrangers (Chine, Russie, USA).

Havard, S., et al. (2014) *Insect Science*, 21, 93-102.

Campan, E., et al. (2014) *Biological Control*, 74, 13-20.

Élevages, phylogénie, phylogéographie du parasitoïde et développement selon l'hôte parasité.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet de recherche FARMBIRD, à vocation fondamentale et appliquée, était coordonné par l'UMR 1048 SADAPT, INRA-AgroParisTech, associée à l'UMR 7204 CESCO, anciennement UMR 5173 CERSP, (CNRS & MNHN), l'UE 57 INRA de Saint-Laurent de la Prée, l'UMR 211 Agronomie (INRA – AgroParisTech) et l'US 685 INRA ESR. Le projet a commencé en janvier 2009 et a eu une durée de 54 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 579 261 € pour un coût global de 3,7 millions d'euros.

Contacts :

► François Léger
francois.leger@agroparisteech.fr

CHAPITRE 02 / SYSTERRA FARMBIRD / 2008

MODÈLES DE COVIABILITÉ ENTRE AGRICULTURE ET BIODIVERSITÉ OISEAUX

CONSERVER LA BIODIVERSITÉ : CLEF DE LA TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE

POURQUOI ?

Ce début de siècle est marqué par la prise de conscience du caractère essentiel des services écosystémiques pour la durabilité des systèmes agricoles.

La biodiversité, parce qu'elle constitue le "moteur" de ces services dans les agroécosystèmes, doit y être conservée ou restaurée, alors que les objectifs de production doivent être maintenus et souvent même augmentés.

Mais il est aujourd'hui largement démontré que les modèles techniques actuels, guidés par les seuls critères de productivité du travail et du capital, conduisent à une dégradation constante de la biodiversité et des services qui lui sont associés.

Se situant dans une perspective interdisciplinaire associant écologie, sciences agronomiques et économie, Farmbird se proposait d'explorer la question de la conciliation entre biodiversité et production agricole aux différentes échelles : parcelle, ferme, paysage, région.

Nous nous sommes focalisés sur les conditions d'une coviabilité à long terme des populations d'oiseaux inféodés aux espaces cultivés ou pâturés et des systèmes de production agricoles qui exploitent ces espaces.

L'avifaune constitue en effet un indicateur pertinent de l'état des agroécosystèmes et de leurs fonctionnalités écologiques.

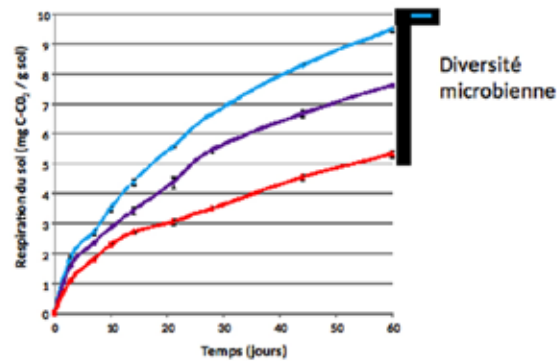
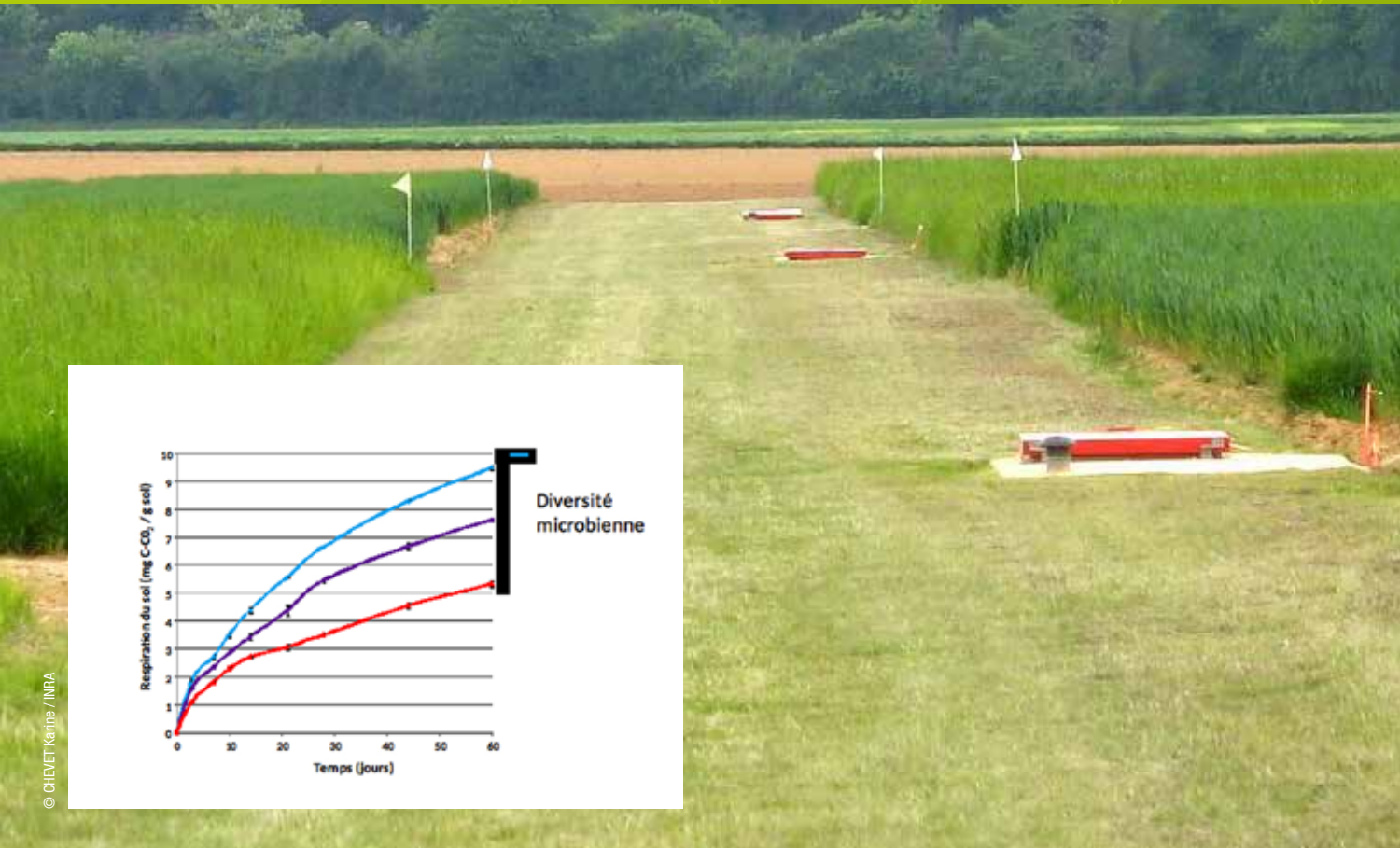
COMMENT ?

Le projet FARMBIRD se fixait une ambition méthodologique : mettre à l'épreuve, dans différents contextes (milieux et systèmes de production) et à différentes échelles (parcelle agricole, territoire agricole, région), des approches de modélisation autorisant l'étude des dynamiques de populations d'oiseaux et d'exploitations agricoles compatibles avec un jeu de contraintes liant conservation et production, prises en compte sans hiérarchisation a priori.

Ces modèles devaient intégrer les incertitudes liées aux changements climatiques et aux évolutions des marchés.

La vocation de ce projet était aussi très opérationnelle : l'application de ces modèles dans la production de scénarios, en partenariat avec les acteurs et les décideurs publics, devait contribuer à la conception et au pilotage de systèmes de culture et d'élevage économiquement efficaces et garantissant la conservation de la biodiversité, aussi bien qu'à la conception, la gestion et l'évaluation de dispositifs de politiques publiques visant à favoriser la diffusion de ses systèmes.

Penser et promouvoir la conciliation entre production et conservation de la biodiversité dans les espaces agricoles.



► Intensité de l'activité de respiration du sol, indicatrice de la minéralisation de la matière organique, en fonction de la diversité microbienne. Diversité forte (bleu), diversité moyenne (violet), diversité faible (rouge). Les résultats montrent que la minéralisation de la matière organique du sol diminue avec la baisse de la diversité microbienne.

RÉSULTATS MAJEURS

Les résultats de DIMIMOS montrent que le fonctionnement des cycles du carbone et de l'azote dans le sol est lié à la diversité des communautés microbiennes. Ces résultats illustrent l'importance d'intégrer la préservation de la diversité microbienne dans la gestion des sols non seulement pour des notions patrimoniales, mais aussi pour maintenir l'aptitude des sols à remplir les fonctions dont dépend la multifonctionnalité des agrosystèmes.

Les travaux entrepris dans DIMIMOS se prolongent par de nouveaux projets au niveau national (ANR Agrobiosphère SOFIA (2011-2015), ANR Agrobiosphère MOSAIC (2012-2016)) et international (projet EcoFinders (Ecological Function and Biodiversity Indicators in European Soils, 7^{ème} PCRD, 2011-2015)).

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Depuis le début du projet, 9 papiers ont été acceptés et publiés dans des revues scientifiques internationales de rang A, ainsi que 3 chapitres de livre, ayant trait aux différents aspects du lien entre la diversité microbienne et la décomposition de la matière organique dans le sol.

Quatre articles sont en cours de soumission et plusieurs autres manuscrits sont en préparation. Par ailleurs, les résultats ont été communiqués dans des colloques scientifiques nationaux et internationaux, avec 20 conférences réalisées.

De la manipulation de la diversité microbienne au laboratoire au site de terrain...



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet GIPREOL est un projet de recherche appliquée à un territoire coordonné par l'U.M.R. 6250 LIENSs de l'Université de La Rochelle. Il associe le laboratoire CEJLR de la même Université et le CPIE IODDE. Le projet a commencé en janvier 2009 et à durée 36 mois. Dans le cadre du programme Agrobiosphère, il a bénéficié d'une aide de l'ANR à hauteur de 262 K€ pour un coût global estimé à 1 100 K€.

Contacts :

► Gilles RADENAC, U.M.R. 6250 LIENSs
Université de La Rochelle
CNRS gilles.radenac@univ-lr.fr



© François Léger

► Des oiseaux et des vaches – Concilier production animale et oiseaux limicoles nicheurs dans les prairies de marais.

CHAPITRE O2 / SYSTEMERRA GIPREOL / 2008

GESTION INTÉGRÉE DE PRATIQUES RÉCRÉATIVES SUR LES ESTRANS : EXEMPLE DE LA PÊCHE À PIED SUR L'ÎLE D'OLÉRON (CHARENTE-MARITIME)

GESTION DE LA PÊCHE À PIED RÉCRÉATIVE : L'ÎLE D'OLÉRON COMME TERRITOIRE-MODÈLE

POURQUOI ?

L'activité de pêche à pied récréative peut représenter régionalement un enjeu de gouvernance locale tant d'un point de vue de la conservation des ressources potentiellement exploitées que du développement socio-économique d'un territoire comme celui de l'Île d'Oléron (Charente-Maritime, France).

Le programme Gipeol s'est attaché, d'une part, à mettre en évidence l'état de la ressource pêchée en fonction de la pression de pêche et, d'autre part, à décrire la situation juridique et sociologique de l'activité.

À son terme, il a permis de discerner les évolutions possibles de l'activité tant d'un point de vue de sa pérennité et de son éventuel développement que de celui de son mode de gouvernance en envisageant la pertinence d'un modèle de cogestion de l'activité.

COMMENT ?

Les observations régulières de l'activité (comptages, enquêtes) ont permis de dresser un tableau précis de la situation oléronaise d'un point de vue quantitatif (ampleur du phénomène, variations saisonnières) et qualitatif (identité des pêcheurs, motivation).

Le suivi du cycle de vie de l'espèce ciblée (abondance, reproduction, mortalité) a permis de comprendre la dynamique de la population pêchée alors que les observations au niveau génétique a montré sa sensibilité potentielle aux pressions de pêche.

L'analyse de la gouvernance territoriale de l'activité de pêche à pied récréative a dégagé le rôle des principaux acteurs impliqués dans sa gestion ainsi que le potentiel de co-gestion de l'activité sur le territoire.

L'étude juridique a fait le bilan exhaustif de l'ensemble de niveaux d'intervention législative sur l'activité de pêche à pied récréative.

RÉSULTATS MAJEURS

Farmbird a démontré l'importance de l'hétérogénéité des usages du sol pour garantir la conciliation production-conservation, à toutes les échelles.

Promouvoir cette hétérogénéité (diversification des assolements, coexistence d'usages avec des degrés différents d'intensification, jeu sur les complémentarités cultures-élevages...) exige d'agir sur les filières et les politiques agricoles du premier et du second pilier.

À l'échelle du paysage, cela implique des coordinations entre agriculteurs et avec les autres porteurs d'enjeux. Nos modèles ont montré leur efficacité pour accompagner ces différents registres techniques et politiques, en particulier dans des dispositifs de construction participative de scénarios, comme dans le projet que nous poursuivons avec les acteurs du Marais Poitevin.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Farmbird a produit 25 articles dans des revues internationales (PlosOne, Ecological Economics, Ecosystems and Environment, Agricultural systems...), un chapitre d'ouvrage, deux documents de vulgarisation, une trentaine de communications dans des colloques, quatre thèses de doctorat.

Un papier a été recensé par le Science For Environment Policy de la Commission Européenne et le Forum Suisse de la Biodiversité. Ces sorties sont fortement mobilisées dans les formations (master EBE, Master EDTS).

Modéliser les conditions de la conciliation agriculture-biodiversité pour construire des scénarios d'usage des sols et de politiques publique.

Impacts de l'activité de pêche à pied récréative sur la ressource et la gouvernance territoriale.



© FROESSEMEC, Jean-Marc / ANRA



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ISARD est un projet de recherche fondamentale coordonné par Hervé Saint Macary (CIRAD) et Sabine Houot (INRA). Il associe 10 laboratoires français et internationaux (Sénégal et Madagascar). Le projet a commencé en janvier 2009 et a duré 48 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 965 k€ pour un coût global de l'ordre de 5,2 M€.

- Contacts :**
- ▶ Hervé SAINT MACARY, herve.saint_macary@cirad.fr
 - ▶ Sabine HOUOT, sabine.houot@grignon.inra.fr
- Web :**
- ▶ <http://isard.cirad.fr/index.php/projets/isard>

CHAPITRE O2 / SYSTEMERA ISARD / 2008

INTENSIFIER LES SYSTÈMES AGRICOLES PAR LE RECYCLAGE DES DÉCHETS

POURQUOI ?

Le projet développe des méthodes et des outils permettant à plusieurs catégories d'acteurs et à différentes échelles, d'augmenter la production agricole par une mise en œuvre des pratiques de recyclage.

Les connaissances acquises sur les qualités intrinsèques des matières organiques permettent d'assurer une meilleure utilisation des fonctions de maintien de la fertilité des sols, de nutrition des plantes et d'activité biologique tout en réduisant les pertes dans l'écosystème.

À un niveau d'organisation plus large, les solutions de traitement ou de recyclage concernent le plus souvent une seule source de matières organiques ou une filière. Le projet développe des méthodes permettant de raisonner globalement les utilisations des matières organiques, de prendre en compte l'apparition de produits nouveaux et de mieux comprendre les interactions entre les niveaux d'organisation.

En prenant en compte les fonctionnalités des matières organiques, éléments centraux de l'activité biologique des sols, leur utilisation dans des systèmes de culture replacés dans le contexte des exploitations agricoles, tout en resituant les échanges et les transferts dans l'espace pour conduire à des scénarios compatibles avec des règles de gestion et de gouvernance, le projet répond à des enjeux d'intégration des connaissances et de modélisation des systèmes complexes.

COMMENT ?

Sur quatre terrains choisis pour la diversité des situations qu'ils présentent, une même démarche est utilisée. Deux tâches sont réalisées simultanément dans un premier temps :

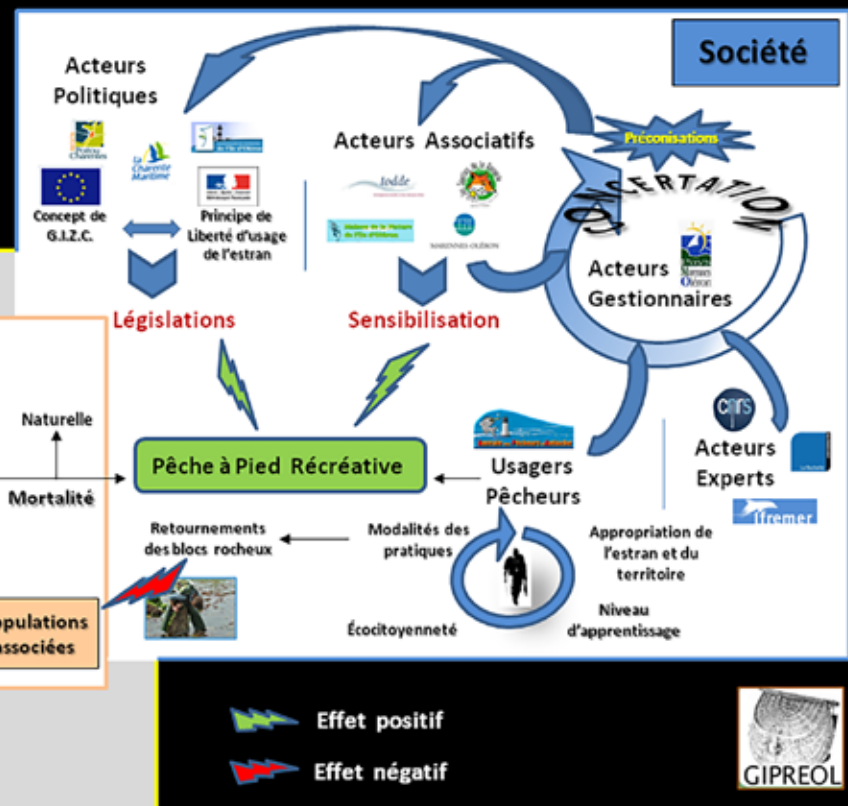
- ▶ Un inventaire et une harmonisation des méthodes expérimentales de caractérisation des produits résiduels organiques et des sols. Outre la caractérisation biochimique (teneurs en C, N, etc.) et géochimique (concentration et spéciation des éléments traces) de ces produits et des sols, un effort important a porté sur les interactions dynamiques entre produits, sols et plantes.
- ▶ Une description et une compréhension des pratiques agricoles concernant la gestion des produits résiduels et des systèmes de culture. Un inventaire des unités de production et des unités de consommation de produits est réalisé.

À l'issue de ces deux tâches, il est possible de définir, pour chaque terrain, les enjeux majeurs du recyclage des produits organiques, d'en déduire des indicateurs d'évaluation pertinents et de choisir ou de développer des modèles pour évaluer les performances agro-environnementales et les risques des pratiques existantes ou envisagées.

Une troisième tâche permet alors d'appréhender le changement d'échelle nécessaire pour lier les processus biophysiques aux processus sociaux et techniques. Pour cela deux approches sont utilisées :

- ▶ La conception de réseaux d'unités de production et d'unités de consommation par optimisation (programmation linéaire) ;
- ▶ La simulation du fonctionnement de ces réseaux à l'aide de modèles (dynamique des systèmes ; système multi-agents).

Recyclage de produits résiduels organiques pour augmenter la fertilité des sols



▶ Gestion intégrée de l'activité de la pêche à pied récréative de l'étrille (*N. puber*) sur l'île d'Oléron

RÉSULTATS MAJEURS

L'ampleur des pratiques de pêche est forte et 5 profils de pêcheurs plus ou moins éco-citoyens ont été distingués.

Les études écologiques et génétiques ont démontré la bonne résistance de la population d'étrilles face à l'effort de pêche subi.

Les synergies et antagonismes des différents acteurs du territoire dans leur action ont été mis en lumière ; un processus de cogestion de l'activité semble prématuré dû au manque de coordination des pêcheurs.

Un décalage a été montré entre la volonté des acteurs locaux de légiférer l'activité et les prérogatives législatives d'ordre national ou européen.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Coz R., Le Duigou M., Do Nascimento J., Pigeot J., Fichet D., Blanchard G., Radenac G. Shellfish gathering pressure on *Necora puber*: short-term impact on intertidal population structure and natural intertidal population dynamics. *Marine Biology* (soumise).

Do Nascimento J., Garcia P. Coz R., Radenac G., Guyot T., Becquet V., Androuin T., Simon-Bouhet B. Population expansion in an extensively-harvested crab. The example of *Necora puber* along the European Atlantic coasts. *Marine Biology* (soumise).

Approches interdisciplinaires (sciences humaines et sociales, écologiques et juridiques) et par choix de modèle d'études (île d'Oléron, l'étrille - *Necora puber*, Communauté de Commune).



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet New Rurality est un projet de recherche comparée menée par 4 équipes de recherche françaises et étrangères et coordonné par Corinne Larrue de l'UMR CITERES 7324 (CNRS/Université de Tours).

En France outre l'UMR CITERES, l'équipe du CIRTA (dir J. Dubois) de l'Université d'Aix Marseille a été mobilisée notamment pour la conduite des études de cas françaises.

En Suisse, l'équipe de l'IDHEAP (dir. P. Knoepfel) a contribué à l'élaboration du cadre conceptuel et à la réalisation des études de cas en Suisse et aux Pays Bas le CSTM (dir H. Bressers) de l'Université de Twente, a contribué à l'analyse comparative des cas et à la conduite des études de cas hollandaises.

Le projet s'est déroulé de février 2009 à septembre 2012 et la contribution de l'ANR, dans le cadre du programme Systerra, s'est élevée à 483 K€ pour un coût global de 730 K€.

Contacts :

► Corinne Larrue, UMR 7324 CITERES CNRS/Université de Tours
Corinne.larrue@univ-tours.fr

Sites web :

► http://citeres.univ-tours.fr/new_rurality/

CHAPITRE O2 / SYSTERRA NEW RURALITY / 2008

VERS UN RÉGIME INSTITUTIONNEL INTÉGRÉ POUR UN DÉVELOPPEMENT DURABLE DES ESPACES RURAUX

LA GESTION INSTITUTIONNELLE D'UNE NOUVELLE RURALITÉ

POURQUOI ?

Cette recherche vise à identifier, dans une perspective comparative entre la France, la Suisse et les Pays Bas, les modes de régulation des activités en zones rurales et notamment les rapports entre les activités traditionnelles (agriculture, sylviculture, chasse, pêche, etc.) et les nouvelles activités (tourisme vert, loisirs, production d'énergie renouvelable, protection de la nature et du paysage, etc).

Dans quelle mesure les nouvelles activités développées dans les espaces ruraux bénéficient-elles ou non de règles institutionnelles permettant d'imposer (ou de concilier) ces nouveaux usages avec les usages en place ?

Ce cadre institutionnel procède-t-il d'une évolution des régimes institutionnels en place ou voit-on émerger des règles spécifiques et localisées ?

À partir d'une analyse des processus de mise en œuvre dans 10 études de cas réparties sur trois pays, cette recherche a permis de montrer les dispositifs territoriaux à l'œuvre permettant d'adapter l'implantation de nouvelles activités aux contextes des usages locaux du territoire.

À cet égard la protection de l'activité agricole apparaît particulièrement privilégiée dans les trois pays étudiés.

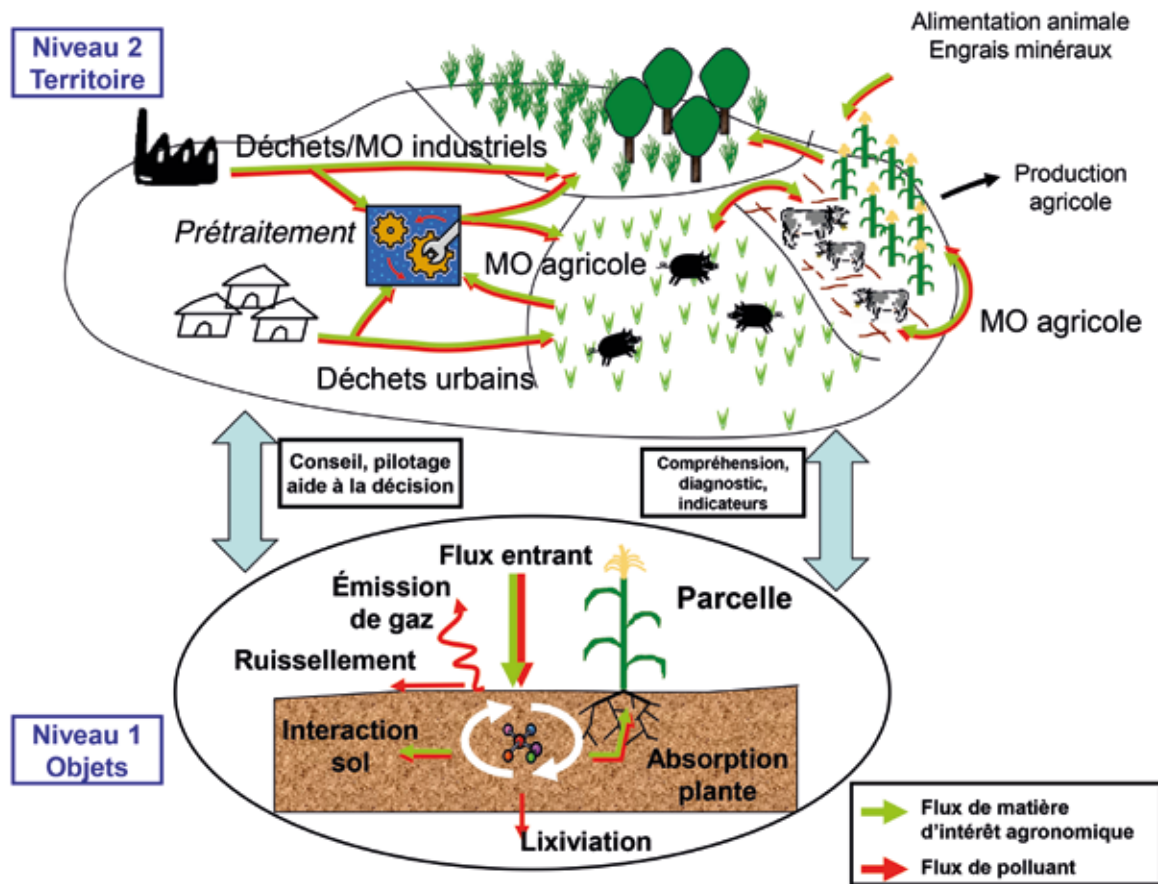
COMMENT ?

La notion de régime institutionnel que nous mobilisons dans le cadre de cette recherche renvoie au cadre théorique et méthodologique des Régimes Institutionnels des Ressources Naturels (RIRN).

Cette approche conduit à examiner non seulement les politiques publiques mises en place pour encadrer les différents usages du sol, mais également les droits de propriété et d'usages du sol considéré en tant que ressource naturelle.

En outre la cohérence de ces deux types de règles est également analysée permettant de mettre en exergue la capacité de régulation des nouvelles activités implantées dans les espaces ruraux.

Analyse comparée des conditions institutionnelles d'une nouvelle ruralité à partir de cas français suisses et hollandais.



► Les deux niveaux d'organisation considérés dans le projet ISARD

RÉSULTATS MAJEURS

Des résultats originaux ont été obtenus sur le comportement des contaminants inorganiques au cours de la minéralisation des produits organiques, en décrivant le rôle de la spéciation sur la dynamique d'éléments traces au cours du temps.

Sous l'angle agronomique, l'étude de quatre territoires a permis de replacer la question du recyclage dans un contexte plus large que celui de la seule fertilisation des cultures, en montrant, notamment, les relations avec la question d'autres ressources (eau, foncier) qui conditionnent l'adoption de ces pratiques par les agriculteurs.

La confrontation entre sciences biotechniques et humaines dans le projet apporte la confirmation que les alternatives envisagées ne se diffusent pas grâce à leurs seules qualités intrinsèques. Il faut qu'elles soient compatibles avec le contexte social, les compétences, les comportements et les valeurs du milieu supposé la mettre en œuvre.

Les applications sur cas réels ont confirmé l'aptitude des modèles à simuler finement le fonctionnement des systèmes avec de bonnes performances. Elles ont aussi permis d'affiner la construction de scénarios de gestion et de forger une démarche générique.

Le projet a également permis la construction d'un collectif de recherches international dont les travaux se poursuivent avec dynamisme.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Cinq thèses soutenues :

- Afoutni Z. 2015. AgroParistech.
- Joncoux S. 2013. Université Toulouse 2 le Mirail.
- Rabetokotany-Rarivoson N. 2013.
- Thèse Université de la Réunion.
- Ramahefarison H. 2011. Université d'Antananarivo.

Six articles dans des revues internationales à facteur d'impact

Sept communications des partenaires du projet lors du Symposium international Urban and peri-urban horticulture in the century of cities : International symposium, Dakar, Republic of Senegal, 6-9 December 2010. Rome : FAO, <http://www.fao.org/ag/agp/greencities/pdf/Dakar-PBOA-en.pdf>

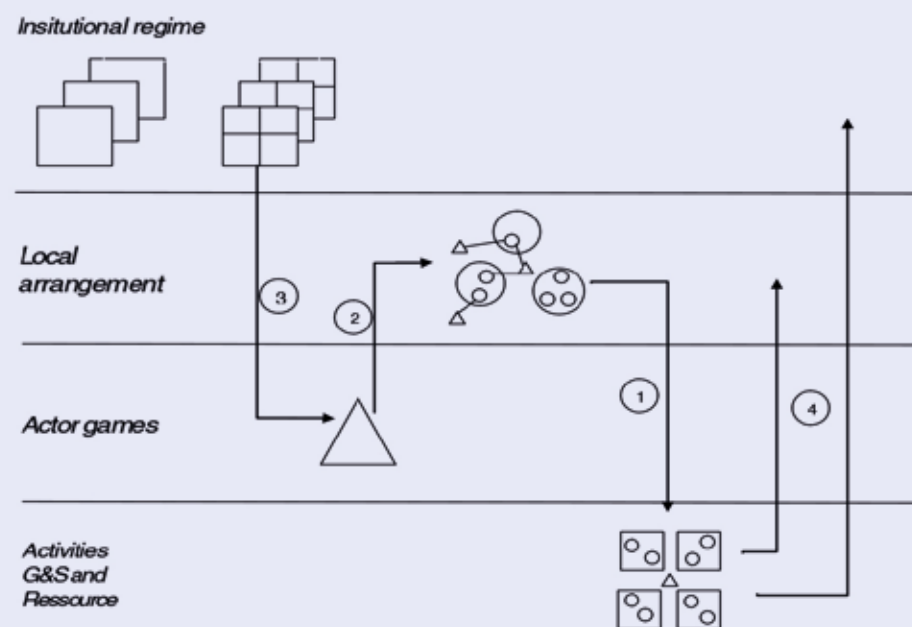
Quatorze communications lors de la Conférence internationale

RAMIRAN 2013, 15th International Conference : Recyclage des résidus organiques pour l'agriculture: de la gestion des déchets aux services écosystémiques. Versailles, France 2013/06/03-2013/06/05.

Organisation du Colloque RAMIRAN 2013 par un des partenaires du projet ISARD (INRA Versailles – Grignon).

Intégrer les fonctionnalités des matières organiques et leur utilisation dans des systèmes de culture pour conduire des scénarios compatibles avec des règles de gestion et de gouvernance.

LE DESIGN DE LA RECHERCHE :



- ▶ 1. First set of questions : How far local arrangements will impact on goods and services uses ? How do they cope with / tackle local rivalries ?
- ▶ 2. Second set of questions : how far actors' games are explaining the local arrangements ? The power constellation explains the concrete use of resources and local arrangements.

- ▶ 3. Third set of questions : how far the rules are affecting the relations between actors ? No impact on actors' games ?
- ▶ 4. Fourth set of questions : how far all those evolutions impact on local arrangements ? Readaptation of the local agreements or even at the national level, on the rules.

RÉSULTATS MAJEURS

Le projet a mis en exergue tout d'abord l'importance des régulations en place au sein des espaces ruraux impactés par l'implantation de nouvelles activités.

D'autre part la mise en regard des situations française, hollandaise et suisse, a permis de pointer la faible attention portée en France à la forte consommation du sol au regard des situations étrangères étudiées, qui visent de manière plus évidente une optimisation des usages du sol.

La recherche montre enfin la nécessité d'organiser la planification des usages du sol dans les territoires ruraux, et ce à partir d'un réel projet de territoire, et non pas en seule référence aux espaces urbains.

À cet égard, la réalisation de SCOT ruraux pourrait constituer une opportunité intéressante pour l'avenir.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Le projet dans son ensemble a donné lieu à une publication sous forme de livre édité sous la direction de C. Larrue et publié en 2013 aux éditions P. Lang : "Le régime institutionnel d'une nouvelle ruralité : Analyses à partir des cas de la France, des Pays-Bas et de la Suisse" Collection: EcoPolis - volume 19-2014

Un second ouvrage traduit en anglais sous le titre : Analysing New Rurality, The Institutional Conditions for New Activities in Rural Areas; The cases of alternative energy production, outdoors festivals and rehabilitation of watercourses a été soumis aux éditions Policy Press (en attente de réponse).

Au-delà de la publication de ces résultats, le projet a donné lieu à plus de 25 publications dans des revues à comité de lecture ou sous forme d'ouvrages et de chapitre d'ouvrages, produits collectivement ou individuellement par les membres des équipes impliquées. La recherche a également été présentée dans un grand nombre de colloques et a été utilisée comme support de formation d'étudiants en cursus d'aménagement et d'environnement.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet PEPITES est un projet de recherche appliquée coordonné par Stéphane de Tourdonnet. Il associe des instituts de recherche français (INRA, CIRAD, IRD) et étrangers (EMBRAPA, FOFIFA), des écoles supérieures d'agronomie (Montpellier SupAgro, ISARA Lyon, AgroParisTech), ainsi que des partenaires professionnels sur des terrains en France, au Brésil et à Madagascar. Le projet a commencé en janvier 2009 et a duré 54 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 1 040 000 € pour un coût global de l'ordre de 7 millions €.

Contacts :

▶ Stéphane de Tourdonnet,
stephane.De-Tourdonnet@supagro.inra.fr

Sites web :

▶ www.projet-pepites.org

CHAPITRE O2 / SYSTEMERA PEPITES / 2008

PROCESSUS ÉCOLOGIQUES ET PROCESSUS D'INNOVATION TECHNIQUE ET SOCIALE EN AGRICULTURE DE CONSERVATION

MOBILISER DES PROCESSUS ÉCOLOGIQUES EN AGRICULTURE DE CONSERVATION

POURQUOI ?

L'Agriculture de Conservation (AC), fondée sur une perturbation minimale du sol, le maintien d'une couverture végétale en surface et une diversification des rotations et associations de cultures, se développe rapidement auprès des agriculteurs mécanisés au nord et au sud.

La mise en œuvre de ces principes modifie profondément le fonctionnement de l'agrosystème et les services écosystémiques rendus (conservation du sol et de la biodiversité, production de biomasse, stockage du carbone...), sans cependant que la portée de ces modifications ne soit bien connue.

Par ailleurs, la mise en œuvre de ces techniques, souvent délicate, peut être porteuse de systèmes et de pratiques innovantes, fondées sur les principes de l'agroécologie.

L'émergence de cette approche procède d'un processus d'innovation original au sein de réseaux sociotechniques novateurs.

L'objectif général du projet PEPITES est de produire des connaissances sur les processus écologiques, les processus d'innovation technique et sociale et leurs interactions, pour concevoir et évaluer des systèmes techniques et des dispositifs d'accompagnement plus durables.

COMMENT ?

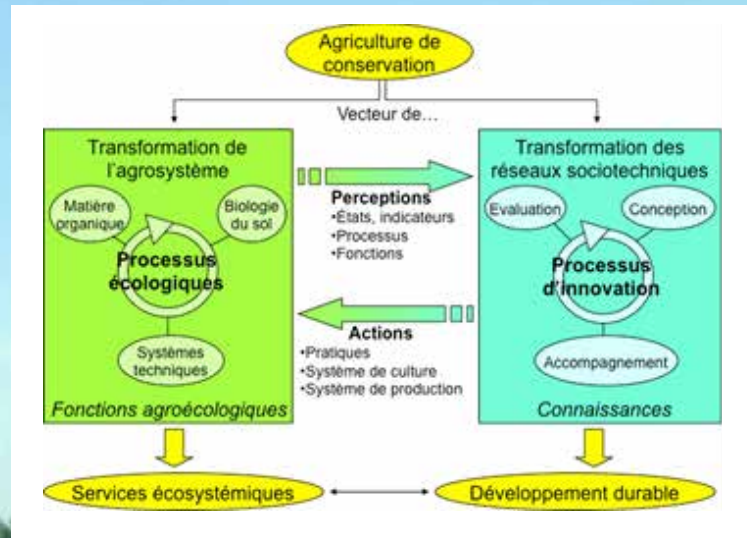
Les travaux ont été conduits au sein de dix équipes appartenant à des Instituts de recherche (INRA, CIRAD, IRD) et à des École supérieures d'agronomie (Montpellier SupAgro, ISARA Lyon, AgroParisTech), en collaboration avec des organismes de recherche étrangers (Embrapa, Fofifa) et des partenaires professionnels. Ils se sont déroulés sur quatre terrains d'étude (France grandes cultures, France agriculture biologique, Brésil et Madagascar petite agriculture familiale) choisis pour explorer une gamme de situations agropédologiques et socioéconomiques permettant une analyse comparative riche. Les démarches mises en œuvre articulaient :

- ▶ Une analyse écologique et biophysique du fonctionnement de l'agrosystème centrée sur les processus au cœur des services écosystémiques en AC : fonctionnement biologique des sols et dynamique des matières organiques ;
- ▶ Des approches agronomiques pour concevoir et évaluer des systèmes techniques en AC, mobilisant ces processus écologiques ;
- ▶ Des approches sociologiques et agronomiques pour analyser les processus d'innovation et co-construire des dispositifs d'accompagnement.

Ces démarches étaient complétées par une analyse des approches de modélisation et la construction de ressources pédagogiques numériques sur l'AC et l'agroécologie.

Le recours au cadre méthodologique et théorique des régimes institutionnels des ressources naturelles.

Comprendre et accompagner un processus d'innovation pour accroître la durabilité et fournir des services écosystémiques.



► L'objectif de PEPITES est d'articuler l'analyse des processus écologiques et des processus d'innovation en Agriculture de Conservation.

RÉSULTATS MAJEURS

Les résultats ont permis de caractériser l'impact de l'AC sur la diversité des matières organiques et des organismes du sol et de préciser leurs effets sur les cycles des éléments et leurs rôles dans la fourniture de services écosystémiques.

De nouveaux systèmes de culture, fondés sur l'usage de plante de couvertures associées ont été construits et testés.

Des outils et des démarches d'évaluation multicritères et d'analyse prospective à l'échelle de l'exploitation ont permis d'évaluer des systèmes et de co-construire des scénarios de transition vers des pratiques de conservation.

L'analyse des processus d'innovation et les démarches de co-conception de dispositifs d'accompagnement ont mis en évidence l'importance des modalités de construction des connaissances et de leur inscription dans des outils et des démarches de conseil.

Une approche de recherche interdisciplinaire en partenariat, au Nord et au Sud.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Ces résultats ont été valorisés (et continuent à l'être) à travers des publications scientifiques et pédagogiques : 27 articles dans des revues scientifiques à comité de lecture (dont plus de la moitié en multipartenaires), 7 chapitres d'ouvrage, 56 communications dans des conférences scientifiques internationales et nationales, plateforme d'e-learning sur l'agroécologie et l'AC (plus de 750 pages web).

Ils ont également permis de construire ou d'améliorer des outils de simulation du sol, des cultures, des exploitations et d'évaluation multicritères.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet PerfCom (Peuplements complexes performants en agriculture bas intrants - Interactions multitrophiques et facilitation intergénétypique) est un projet de recherche en agroécologie coordonné par l'UMR Eco&Sols (Montpellier SupAgro-CIRAD-INRA-IRD). Il associe l'UMR AGIR (INRA-ENSAT) de Toulouse et deux laboratoires de recherche publique français localisés à Montpellier, l'UE DIASCOPE (INRA) et l'UMR INNOVATION (Montpellier SupAgro-CIRAD-INRA), un laboratoire de l'enseignement supérieur privé, le LEVA (ESA) à Angers, ainsi que deux partenaires du monde agricole, le BioCivam de l'Aude et Arvalis, l'Institut du Végétal. Le projet a commencé en novembre 2008 pour une durée de 48 mois. Dans le cadre du programme Systemerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 990 448 € pour un budget global de l'ordre de 3 711 344 €.

Contacts :
► Philippe Hinsinger, philippe.hinsinger@supagro.inra.fr

Sites web :
► <http://www6.montpellier.inra.fr/systemerra-perfcom>

CHAPITRE 02 / SYSTEMERRA PERFCOM / 2008

PEUPELEMENTS COMPLEXES PERFORMANTS EN AGRICULTURE BAS INTRANTS - INTERACTIONS MULTITROPHIQUES ET FACILITATION INTERGÉNÉTIQUE

DE LA DIVERSITÉ DANS LES CHAMPS POUR UNE MEILLEURE UTILISATION DES NUTRIMENTS

POURQUOI ?

L'intensification écologique des agro-écosystèmes est un enjeu majeur pour l'agriculture, en vue de réduire l'usage d'intrants pour concilier production agricole et services écosystémiques.

En particulier, la réduction des fertilisations azotées et phosphatées impose de repenser les agro-écosystèmes pour mieux tirer parti des processus écologiques qui opèrent dans les systèmes recevant peu d'intrants.

Une des voies possibles dans ce champ de l'innovation agro-écologique consiste à utiliser la diversité fonctionnelle au sein du champ cultivé, tant des plantes que des organismes du sol.

À cette fin, des peuplements végétaux pluri-spécifiques tels que cultures associées céréale-légumineuse, ou pluri-variétaux, composés de mélange de variétés d'une même espèce, ont été testés.

L'utilisation de la complémentarité fonctionnelle entre plantes associées, dans l'accès aux ressources en azote et phosphore du sol, mais aussi des processus de facilitation par lesquels une espèce peut augmenter la biodisponibilité d'un nutriment pour l'espèce associée, via des interactions complexes avec les organismes du sol, constituent les principales hypothèses testées, en partie validées par les résultats.

COMMENT ?

La démarche a consisté à tester au champ et en parcelles d'agriculteurs, différentes combinaisons de blé dur et légumineuses (féverole, pois, pois-chiche) afin de déterminer leurs performances agronomiques et l'utilisation des ressources en phosphore et azote du sol, dont la fixation symbiotique de l'azote.

Productivité et quantités de nutriments prélevées dans ces associations sont comparées à celles de peuplements mono-spécifiques de chacune des espèces associées. L'utilisation de modèles de culture permet d'explorer davantage de scénarios mais leur mise au point pour les cultures associées est incomplète. Les verrous de l'adoption de ce type d'innovation agroécologique sont étudiés via des enquêtes auprès des acteurs de la filière blé dur.

Ces travaux sont complétés par des expériences en laboratoire, pour identifier les mécanismes sous-jacents de partage des ressources entre espèces associées.

En particulier, des marquages à l'aide d'un isotope stable de l'azote visent à estimer les transferts entre espèces associées.

Des modélisations biogéochimiques permettent de comprendre par quels mécanismes une espèce peut faciliter l'acquisition de phosphore par l'espèce associée.

Concevoir et évaluer des peuplements végétaux plus diversifiés et économes en intrants azotés et phosphatés.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet POPS (Systèmes de Production en Grandes Cultures, Environnement et Politiques Publiques) est un projet de recherche finalisé qui a été coordonné par l'INRA, UMR Économie Publique. Il a associé des chercheurs des UMR Économie Publique, Agronomie, UR SAD Mirecourt, UMR GAEL, UMR SAD-APT, UR Sens, Un. Éco-Innov ainsi que du LEM-CNRS Lille, de l'ENITAB et de Montpellier SupAgro. Le projet a commencé en janvier 2009 et a duré 48 mois. Il a bénéficié d'une aide de 725 000 € pour un coût global de l'ordre de 3 650 000 €.

Contacts :

► Florence Jacquet
florence.jacquet@supagro.inra.fr
06 11 70 22 48

CHAPITRE O2 / SYSTEMERA POPS / 2008

SYSTÈMES DE PRODUCTION, ENVIRONNEMENT ET POLITIQUES PUBLIQUES

VERS DES SYSTÈMES DE PRODUCTION DE GRANDE CULTURE ÉCONOMES EN INTRANTS

POURQUOI ?

Le secteur des grandes cultures couvre une grande partie du territoire cultivé, il est fortement utilisateur d'intrants chimiques, engrais et pesticides.

La qualité des eaux potables dépend largement des pratiques de production agricole et la réduction des intrants chimiques est un objectif d'importance majeure qui s'est traduit ces dernières années dans la mise en place de politiques publiques au niveau européen, avec la directive cadre sur l'eau, et français à travers notamment le plan Écophyto.

C'est dans ce contexte que le projet POPS s'est donné comme objectif d'analyser les conditions d'un changement vers des pratiques plus favorables à l'environnement.

Le travail a porté à la fois sur la compréhension des pratiques actuelles des agriculteurs et sur l'analyse des possibilités de changement vers des pratiques plus économes en intrants.

Les questions traitées ont portées sur l'existence de méthodes de production alternatives pouvant permettre aux agriculteurs d'atteindre cet objectif, sur les références et les dispositifs de conseil, les trajectoires de changement et les apprentissages mis en œuvre, et enfin sur les instruments de politiques pouvant les accompagner dans ce changement.

COMMENT ?

Les méthodes employées dans le projet ont visé d'une part à comprendre les déterminants de l'évolution vers des pratiques plus favorables à l'environnement et d'autre part à contribuer à concevoir des approches permettant de favoriser le changement (aussi bien sur le plan agronomique que de celui du conseil ou des politiques).

L'analyse de la diversité des pratiques des agriculteurs et la mesure de leurs performances a été réalisée en combinant des analyses agronomiques et économiques et en mobilisant des bases de données à l'échelle nationale ou départementale et des enquêtes directes auprès d'agriculteurs.

Les aspects dynamiques du changement de pratiques ont été analysés par une approche sociologique et agronomique des trajectoires socio-techniques des agriculteurs et de leur différenciation en fonction de conditions sociales spécifiques (réseaux d'agriculteurs, offre de conseil, organisation des filières, rôles d'acteurs et d'institutions non agricoles).

Dans l'objectif de l'accompagnement du changement, la conception d'outils combinant à la fois des connaissances d'experts et des modèles a permis d'évaluer *ex ante* les performances des systèmes de cultures et d'en proposer de nouveaux en impliquant les acteurs qui portent les enjeux à satisfaire ou qui interviennent dans la prescription de ces systèmes. L'analyse des politiques publiques a permis d'identifier des améliorations possibles aux dispositifs incitatifs actuels.



N minéral du sol N de l'air (N₂)

Céréale Légumineuse

► Partage des ressources dans une association céréale-légumineuse. Alors que toutes les plantes sont en compétition pour une même ressource (azote du sol par exemple) en peuplement mono-spécifique de céréale, l'association avec une légumineuse permet un partage plus favorable des ressources naturelles disponibles (azote minéral du sol et azote de l'air fixé par la symbiose chez la légumineuse) au profit des deux espèces, et notamment de la céréale dont la teneur en protéine est ainsi améliorée.

RÉSULTATS MAJEURS

Ce projet a montré que l'association légumineuse-blé dur permet une meilleure valorisation de la fixation symbiotique de l'azote de l'air par la légumineuse et une productivité supérieure de la culture associée par rapport à ses composantes mono-spécifiques, en situations de faibles apports d'intrants azotés.

Par ce partage de la ressource, outre la productivité, le statut azoté du blé dur est amélioré en association. Ce point est très important pour la filière blé dur, en particulier en agriculture biologique, car la teneur en protéine de la céréale détermine sa valorisation économique.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

À ce jour ont été publiés : deux articles scientifiques dans Plant and Soil sur les performances agronomiques de l'association blé dur-pois et la modélisation de la dynamique de l'azote ; une synthèse sur le partage du phosphore en culture associée dans Plant Physiology ; cinq articles tirés des travaux de modélisation et expérimentation en microcosmes sur la disponibilité du phosphore dans diverses revues scientifiques.

Une plaquette de vulgarisation a été diffusée auprès des acteurs, deux forums ont été organisés avec ces derniers et un module pour l'Université Virtuelle d'AgroEcologie.

Une combinaison d'approches expérimentales, de modélisation d'échelles du microcosme au champ, de biogéochimie et d'agroécologie, faisant appel à des démarches participatives.

Les systèmes de production de grande culture face aux enjeux environnementaux et à l'évolution des politiques publiques.



► Champs de colza en Lorraine.

RÉSULTATS MAJEURS

Nous mettons en évidence la complexité et la lenteur du processus de transition vers des systèmes de production plus économes en intrants chimiques, l'importance de l'accompagnement des agriculteurs et la nécessité pour les organismes de conseils de redéfinir leurs rôles et leurs pratiques.

Les politiques publiques actuelles ont des résultats mitigés qui conduisent à insister sur la nécessité de se préoccuper de la clarté des objectifs visés et de la simplification des procédures.

La dimension territoriale et collective des dynamiques est essentielle dans la réussite du changement pour atteindre un impact environnemental réel et faciliter la construction de solutions techniques.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Boussemart J, Leleu H, Ojo O. The spread of pesticide practices among cost efficient Farmers. *Environmental Modelling and Assessment*. 2013 ; (18) : 523-532.
- Nave S., Jacquet F. Jeuffroy M H., 2013, Why wheat farmers could reduce chemical inputs: evidence from social, economic and agronomic analysis, *Agronomy for Sustainable Development*. 33 (4), 795 – 807.
- Chantre, E., Cerf, M., & Le Bail, M. (2014). Transitional pathways towards input reduction on French field crop farms. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1-18.

Des travaux pluridisciplinaires en agronomie et sciences sociales pour comprendre et accompagner le changement de pratiques en grande culture.

Comprendre l'émergence scientifique et la portée politique de la notion de service écosystémique.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet SERENA est un projet de recherche fondamentale coordonné par Philippe Méral (IRD) de l'UMR Gred à Montpellier et Denis Pesche (Cirad) de l'UMR Art Dev, également à Montpellier. Il associe aussi l'UMR Métafort et l'UR Green ainsi que d'autres chercheurs et enseignants chercheurs français et étrangers (Madagascar et Costa Rica). Le projet a commencé en janvier 2009 et a duré 48 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 880 000 euros dans le cadre du programme Systerra 2008, pour un coût global de l'ordre de 3,5 M€.

Contacts :

► Philippe MERAL

Sites web :

► <http://www.serena-anr.org/>

CHAPITRE 02 / SYSTEMERA SERENA / 2008

SERVICES ENVIRONNEMENTAUX ET USAGE DE L'ESPACE RURAL

L'ÉTONNANT SUCCÈS DE LA NOTION DE SERVICE ÉCOSYSTÉMIQUE : INNOVATION SCIENTIFIQUE CERTES, MAIS QUELLE PORTÉE POLITIQUE ?

POURQUOI ?

La notion de services rendus par les écosystèmes, appelés services écosystémiques, est nouvelle. Elle a été médiatisée par le Millennium Ecosystem Assessment (MEA) qui a réuni près de 1 400 experts de la biodiversité au sein d'un processus international (entre 2001 et 2005). L'objectif était de proposer un nouveau cadre d'analyse reliant les écosystèmes et le bien-être humain pour alerter l'opinion publique et les décideurs politiques sur les conséquences d'une tendance forte à l'érosion de la diversité biologique. L'idée sous-jacente à cette notion est que nous, humains, retirons des écosystèmes toute une série de services qu'ils convient de gérer durablement. Cette notion est, depuis 2008, au centre des préoccupations politiques.

Pour autant, beaucoup de spécialistes des questions de la conservation de la biodiversité ne sont pas convaincus de la portée de cette notion, qui ne serait qu'une vision tronquée, anthropocentrée, de la dépendance des humains aux écosystèmes. Le projet SERENA s'est fixé comme objectif de comprendre par quel processus intellectuel et politique cette notion est née, comment elle s'est matérialisée dans des politiques et instruments d'action publique et quels en sont les enjeux, qui conduisent aujourd'hui à un tel engouement et à de telles critiques.

COMMENT ?

Pour attendre ces objectifs plusieurs axes de travail ont été élaborés. Pour analyser l'émergence de cette notion, nous avons procédé à une analyse de la littérature sur la base de recherches bibliométriques, analyse doublée par des entretiens semi-directifs auprès d'acteurs clés (scientifiques, gestionnaires de parcs, cadres de l'administration, responsables d'ONG ou de syndicat). Une des spécificités de notre approche a consisté à ne pas définir par nous-mêmes cette notion afin de laisser aux enquêtés le soin de nous donner leur compréhension des services écosystémiques, donnant à voir la pluralité de sens et donc les tensions et conflits potentiels lors de son usage.

Le deuxième axe concernait les dispositifs d'action publique mobilisant cette notion, comme les Paiements pour Services Environnementaux par exemple, mais aussi les mesures agri-environnementales, les aires protégées et les labels. Le travail a consisté à analyser ces dispositifs en accompagnant les parties prenantes (développeurs, populations locales...) sur le terrain. Trois pays ont été analysés : la France, le Costa Rica et Madagascar.

Enfin, un dernier axe de notre travail a consisté à confronter nos résultats auprès des décideurs politiques et des responsables de projets (ONG...) lors d'ateliers de partage d'information. Ceci nous a permis de confirmer ou nuancer certains résultats, de tester d'autres hypothèses et de constater, chemin faisant, l'évolution de cette notion auprès des acteurs des politiques publiques.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

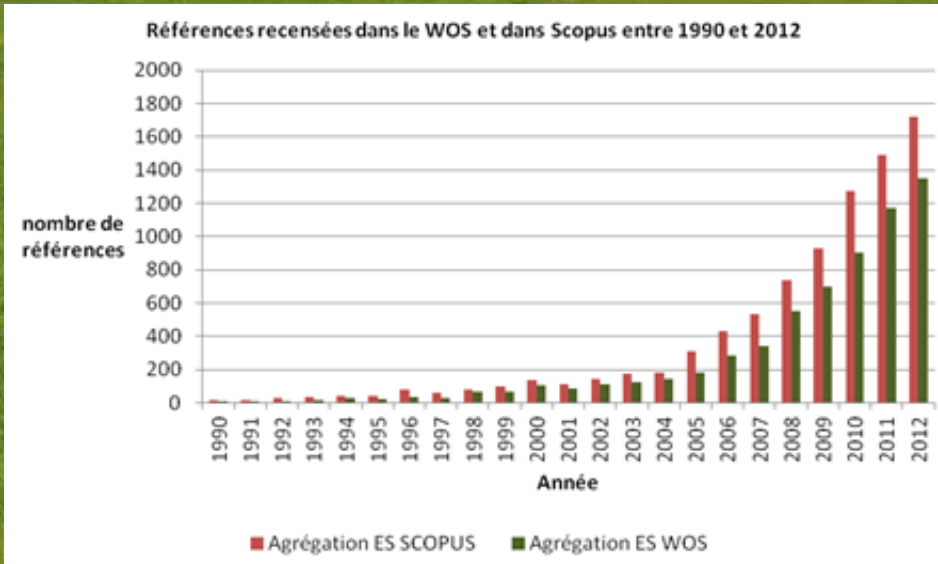
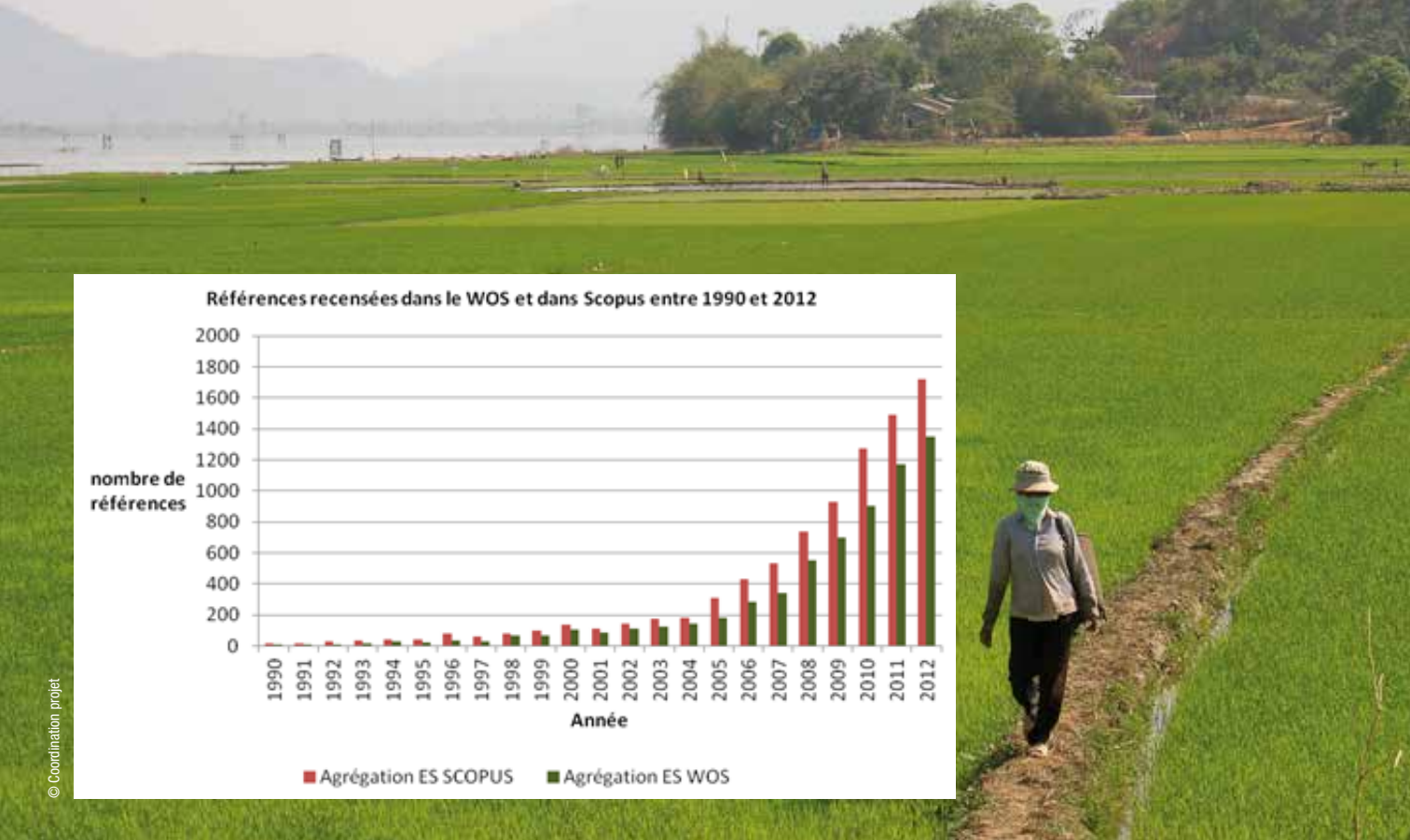
Le projet ANR-08-STRA-14 SYSBIOTEL est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'INRA. Il associe aussi le CTIFL et l'IRD et, au sein de l'INRA, des laboratoires de Rennes, Dijon, Alénya, Avignon, Montpellier. Le projet a commencé en janvier 2009 et a duré 48 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 935 074 € pour un coût global de l'ordre de 4 483 729 €.

Contacts :

► Philippe LUCAS / Inra

Sites web :

► <http://www7.inra.fr/sysbiotel>



CHAPITRE 02 / SYSTERRA SYSBIOTEL / 2008

GESTION INTÉGRÉE DES BIOAGRESSEURS TELLURIQUES EN SYSTÈMES DE CULTURE LÉGUMIERS

CO-CONCEVOIR DES STRATÉGIES DE GESTION INTÉGRÉE DES MALADIES TELLURIQUES EN SYSTÈMES LÉGUMIERS.

POURQUOI ?

La gestion des maladies telluriques est un enjeu environnemental et économique important des cultures légumières.

Les désinfections de sol sont en effet des pratiques coûteuses et touchant aussi bien les microflore et (micro)faunes nuisibles que celles qui sont utiles. Les maladies telluriques sont généralement des maladies à dynamique lente qui se construisent sur plusieurs cycles de culture, justifiant l'intérêt de mesures préventives.

L'ambition du projet est de mobiliser dans une réflexion commune et autour de la co-conception de stratégies de gestion de pathologies types de ces cultures, des compétences complémentaires (épidémiologistes, agronomes, pathologistes, généticiens) et des expertises diverses (recherche, développement, producteurs).

Les études épidémiologiques visent à identifier les périodes cibles pour des interventions de gestion qui peuvent faire appel à des modifications des équilibres microbiens du sol (biofumigation, plante de coupure dans la rotation), à la gestion des résistances des plantes cultivées, aux stratégies de plantation, de fertilisation.

Des outils d'analyse des communautés microbiennes et faunistiques (nématodes) pour une évaluation des impacts sont également recherchés et des méthodologies de co-conception de stratégies de gestion mises en œuvre.

COMMENT ?

Pour atteindre ces objectifs, des investigations à différents niveaux, du plus fondamental (modélisation mathématique et théories épidémiologiques, analyses moléculaires de populations microbiennes) au plus appliqué (co-construction de stratégies de protection) sont mises en place. Sysbiotel regroupe des acteurs engagés également dans d'autres projets du GIS PICléG, conférant à Sysbiotel un rôle structurant important.

La co-construction de stratégies de gestion intégrée des bioagresseurs s'est faite par l'utilisation de l'outil DEXiPM qui permet de cibler et agréger les hypothèses fortes sur lesquelles construire ces stratégies puis d'évaluer *ex ante* leur pertinence sur les 3 dimensions du développement durable. Les principales pistes de gestion approfondies dans Sysbiotel, sur une base expérimentale, ont été la biofumigation avec une analyse minutieuse des différentes phases de sa mise en œuvre, et la gestion de différentes sources de résistance aux nématodes avec une évaluation des efficacités et de la durabilité.

La mobilisation de concepts théoriques d'épidémiologie comme, par exemple, la théorie de la percolation a permis d'établir un modèle montrant le seuil critique de distance de plantation permettant de faire passer une épidémie de maladie invasive à maladie non invasive. Enfin, la mise au point de méthodes d'analyse des fractions microbiennes et faunes nématologiques sur des sols ayant différentes histoires culturales a permis d'ébaucher des moyens de mesure d'impacts biologiques de ces pratiques.

RÉSULTATS MAJEURS

Un des résultats majeurs du projet SERENA est d'avoir proposé à la communauté scientifique française une des premières vue d'ensemble de l'émergence de cette notion, des zones de consensus et de controverses qui perdurent (notamment au niveau des instruments d'application tels que les PSE) et des réseaux d'acteurs qui ont promu cette notion à l'international.

Étant un des premiers projets de recherche en SHS sur une notion concernant en premier lieu les sciences du vivant (écologie notamment), ce projet a permis de mettre en relief les interfaces sciences – politiques au sujet d'une thématique devenue centrale aujourd'hui dans les politiques alliant la production alimentaire ou de matière première et la conservation de la biodiversité.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

► Pesche D., Méral P., Hrabanski M. and Bonnin M., 2013, "Ecosystem services: emergence of a new paradigm in ecosystem economics". In Muradian R. and Rival L. Governing the provision of ecosystem services, Springer, pp. 67-86.

► Antona M., Bonin M., Bonnin M., Hrabanski M. et Lecoq J-F. (2012) Dossier spécial : émergence et mise en politique des services environnementaux et écosystémiques. Vertigo, vol.12, n°3. <http://vertigo.revues.org/12717>

De l'analyse bibliométrique aux ateliers de partage d'information : les spécificités de notre démarche SHS.

Mobiliser les acteurs de la recherche, du développement, de la production, sur les enjeux et innovations pour une protection intégrée en cultures légumières.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet EPAD est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'UMR SELMET. Les activités sont menées en collaboration étroite entre des institutions scientifiques publiques nationales, de recherche CIRAD (SELMET) ; INRA (PL, URH, UREP, URZ), d'enseignement recherche AgroParisTech (SADAPT), IESEG (school of management), de recherche internationale CIRDES (Centre International de Recherche-Développement sur l'Élevage en zone Subhumide), ILRI (International Livestock Research Institute), et de la sphère privée Solagro et l'Institut de l'Élevage. Le projet a commencé en janvier 2010 et a duré 60 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR AIRD de 954 K€ pour un coût global de 3 300 K€.

Contacts :

► Philippe LECOMTE, philippe.lecomte@cirad.fr

Sites web :

► <http://epad.cirad.fr/>

CHAPITRE 02 / SYSTEMERA EPAD / 2009

EFFICIENCE ENVIRONNEMENTALE ET PRODUCTIONS ANIMALES POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

AUX FRONTIÈRES DE L'EFFICIENCE DANS LES CONDUITES D'ÉLEVAGE

POURQUOI ?

Alors qu'augmente fortement la demande en produits animaux notamment dans les pays émergents, l'élevage est mis en cause en raison de ses impacts sur l'environnement, et notamment le changement climatique. Derrière cette mise en cause globale se cache une grande diversité de systèmes d'élevage et de niveaux d'impact.

EPAD s'intéresse aux systèmes d'élevage de ruminants, pour le lait ou la viande, allant de l'intensif à l'extensif, spécialisés ou en agriculture mixte, dans des contextes tempérés ou tropicaux.

Objectifs du projet EPAD :

- Étudier ces systèmes et les fonctions qu'ils assurent au regard de multiples critères environnementaux – consommation d'énergie, y compris l'énergie humaine ; émissions de GES ; stockage de carbone,
- Les comparer afin d'identifier les possibilités d'améliorer l'efficacité de chacun.

COMMENT ?

Pour atteindre leurs objectifs, les partenaires ont approfondi les méthodes dans des champs aussi divers que l'informatique, la physiologie digestive, l'économétrie, l'agroclimatologie, les bilans d'énergie et gaz à effets de serre, la modélisation. Ils ont produit des référentiels pour :

- Expérimenter sur l'émission comparée de méthane des fourrages tempérés et tropicaux,
- Mettre au point les indicateurs permettant de comparer l'efficacité des systèmes d'élevage, en l'occurrence leur capacité à atteindre des buts multiples en utilisant le moins de ressources possible,
- Quantifier en situations contrastées les flux de carbone, d'énergie et d'azote nécessaires à la production,
- Comparer les pratiques de conduite entre systèmes d'élevage et, au sein des systèmes, identifier l'efficacité des exploitations,
- Utiliser la modélisation pour explorer les innovations et améliorations possibles.

EPAD s'appuie sur des territoires et des systèmes d'élevage de ruminants en France métropolitaine, en Europe, en Afrique subsaharienne, centrale et de l'est ; au Brésil au Costa Rica et selon les disponibilités et opportunités apparues en cours de projet sur des situations originales et complémentaires au Vietnam, en Égypte à Madagascar et en Inde.

RÉSULTATS MAJEURS

Sysbiotel a eu un rôle structurant au sein du GIS PIClég, aujourd'hui reconnu comme une référence d'organisation entre différents acteurs de la recherche du développement et de la production engagés sur les objectifs d'Écophyto 2018.

Il a permis des approches plus théoriques sur la modélisation des épidémies, des approfondissements expérimentaux sur la biofumigation et sur la gestion durable de différentes sources de résistances variétales, permis de tester et valider en situation des outils d'échange et de constructions entre partenaires comme DEXiPM.

Aujourd'hui, de nombreux résultats sont publiés sur ces différents travaux dans des revues scientifiques ou de vulgarisation (y compris le site EcophytoPic), d'autres sont poursuivis au sein de projets du GIS PIClég ou du programme européen PURE.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Nombreux articles pluri partenaires ; 20^{aine} de communications nationales et internationales ; un très grand nombre de communications de vulgarisation et un travail en étroite collaboration avec le GIS PIClég et l'animation du programme Écophyto2018

Collection Microorganismes d'Intérêt AgroEnvironnemental de la Plateforme Ressources Biologiques de l'UMR Agroécologie de Dijon.

Collection de Nématodes du Sol de la base de données "Portail d'Informations sur les Nématodes du Sol" (<http://pins.ird.fr/>) de l'UMR CBGP.

Les partenariats qui ont permis le déroulement de Sysbiotel se poursuivent au sein du GIS PIClég : <http://www.picleg.fr/>

Définir les cadres épidémiologiques et outils de co-conception de stratégies de gestion, expérimenter et évaluer les innovations au sein des systèmes.

Exploiter la diversité des systèmes pour l'intensification écologique de l'élevage.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet de recherche FORGECO (2010-2014), coordonné par Thomas Cordonnier (Irstea EMGR, Centre de Grenoble), a été financé par l'ANR dans le cadre du programme Systerra 2009. Il associe des Unité de Recherche d'Irstea (LISC, EMGR, EFNO), de l'INRA (EEF, URFM), de l'Université de Lorraine (CERPA), le FCBA, l'IGN et l'Engref-Agroparistech. Ce projet a bénéficié d'une aide ANR de 944 200 €, dans le cadre du programme Systerra.

Contacts :

► Thomas Cordonnier
thomas.cordonnier@irstea.fr

Sites web :

► <https://forgeco.cemagref.fr>

CHAPITRE 02 / SYSTEMRA FORGECO / 2009

DU DIAGNOSTIC À L'ACTION : CRÉER LES CONDITIONS D'UNE GESTION INTÉGRÉE ET VIABLE DES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS SUR LES TERRITOIRES

POURQUOI ?

En 2007, le Grenelle de l'environnement mettait l'accent sur une double exigence pour la forêt : augmenter la production de bois et améliorer la préservation de la biodiversité.

Cette double exigence posait alors avec acuité la question des approches, outils et méthodes disponibles pour une mise en application sur les territoires.

FORGECO relevait le défi en proposant de développer une démarche de projet territorial fondée sur les principes de gestion intégrée des écosystèmes : comment concilier production et préservation dans des espaces où les enjeux sont portés par une grande diversité d'acteurs ? Comment partager des enjeux, porter une vision commune du développement forestier sur le territoire ? Quelles actions mettre en œuvre pour porter cette vision ? Quel peut être l'apport de la recherche dans la co-construction de cette vision ? Sur un versant plus académique, comment formaliser et analyser les possibilités de synergies ou les compromis nécessaires entre objectifs de production et objectifs de préservation ?

FORGECO aborde ces différentes questions par des travaux de recherche qui font interagir histoire, géographie, économie, sciences forestières et écologie.

COMMENT ?

Une démarche participative a été mise en œuvre pour assurer le rôle d'interface avec les acteurs forestiers d'un des territoires étudiés (massif du Vercors) ; elle a favorisé la diffusion des résultats de la recherche et permis d'organiser l'interdisciplinarité au sein du projet.

Le jeu de territoire repose sur des ateliers participatifs où des diagnostics sont partagés entre les acteurs.

Des scénarios de développement forestier sont alors co-construits avec des chercheurs du projet.

Les différentes étapes du jeu de territoire ont mobilisé des éléments de diagnostic et de prospective issus des travaux de recherche : cartes de l'ancienneté des forêts, des potentialités de production, des pressions de changement d'usage etc.

Par ailleurs, des synthèses, expertises et outils ont été développés pour accompagner les acteurs dans l'analyse des éléments de production et de préservation.

On citera notamment une synthèse des bonnes pratiques d'exploitation forestière pour l'environnement ou encore une synthèse sur les apports de la technologie LIDAR en foresterie.

Outre ces productions appliquées, FORGECO s'est attaché à formaliser et développer des méthodes d'analyse des relations entre production et protection sur la base de modèles de croissance ou de dynamique de la forêt et de sa gestion.

Répondre au double objectif "produire plus de bois tout en préservant mieux la biodiversité".

► L'élevage en discussion (Bétail N'Dama en RDC)

RÉSULTATS MAJEURS

L'appropriation de concepts en évolution (efficacité, efficacité durable, éco-efficacité, des territoires...) est général et le sérieux dans les interactions interinstitutionnelles (privées-publiques) ont été déterminants.

Le recours à la méthodologie DIATERRE (Planète) développée à l'origine par Solagro et l'IE pour la France et l'adaptation à des contextes aussi contrastés que la Réunion, le Costa Rica, le Mali-Burkina, le Brésil ou la RDC témoigne d'une dynamique originale et conduisent à une adoption des enjeux et méthodes par les acteurs locaux.

Des développements internationaux s'opèrent également autour de l'impact sur les bilans énergétiques de la mobilité (animale, ressources) dans les systèmes pastoraux.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

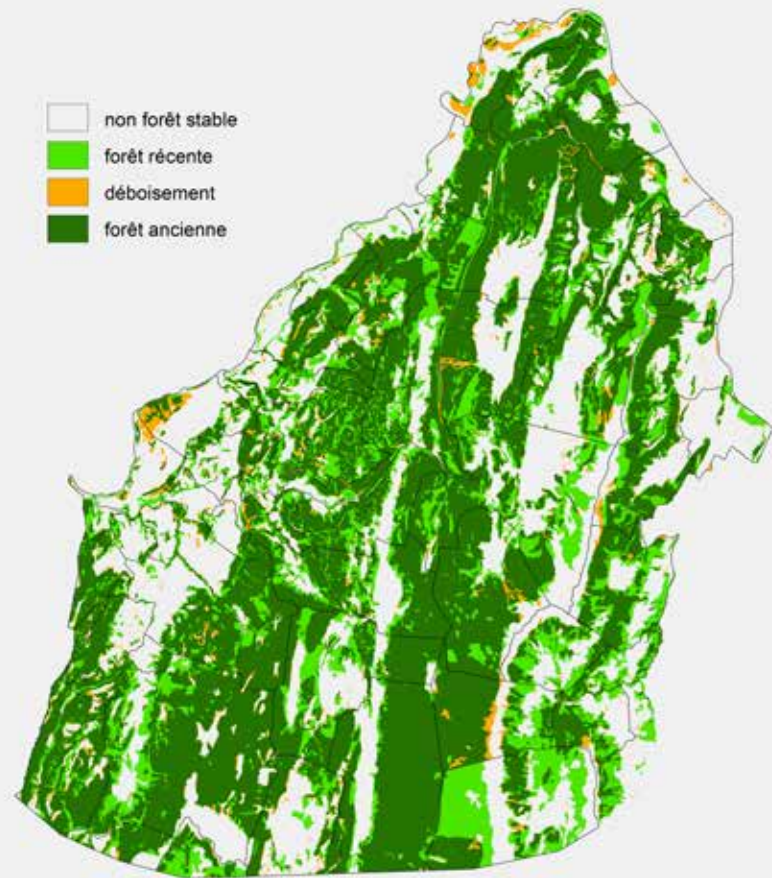
Le projet a appuyé deux thèses finalisées (MV et DB) 4 autres sont en cours sur le thème de l'efficacité.

15 Articles internationaux, 20 communications ont déjà été produits, d'autres sont en préparation.

Une dizaine de mémoires de master ont été encadrés.

Un atelier élevage environnement a rassemblé 73 participants, plus d'un tiers de 16 pays du Sud et représentants de 28 institutions nationales et internationales. Un colloque final au mois de décembre mettra l'efficacité animale en débat.

Des indicateurs d'efficacité aux frontières de performance.



► Carte des forêts anciennes (présentes en 1850 et aujourd'hui) et récentes (reboisées depuis 1850) de la zone du Vercors et de ses pourtours, obtenue après croisement de la carte d'Etat-Major et de la carte V1 de l'IGN des forêts actuelles.

RÉSULTATS MAJEURS

L'analyse des productions du projet associée au jeu de territoire a permis de dégager des pistes pour une meilleure gouvernance adaptative des forêts dans les territoires.

À l'échelle du paysage, on a pu illustrer le fait que la spécialisation des espaces peut être plus efficace pour la multifonctionnalité qu'une gestion uniforme.

Nous avons mis également en évidence l'importance d'intégrer les comportements économiques des différents acteurs dans l'analyse des compromis préservation - production.

Enfin, sur le plan écologique, on a pu vérifier localement que les effets d'anciennes pratiques intensives de gestion forestière ont une rémanence moins forte que les effets des anciennes mises en culture.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- BOUGET, C., LASSAUCE, A., JONSELL, M. 2012. Canadian Journal of Forest Research 42 : 1421-1432.
- CHAUVIN, C. 2011. Revue Forestière Française 63 : 279-291.
- LARDON, S., BOUCHAUD, M., CORDONNIER, T. A paraître. In Farcy C, Huybens N. (eds.), "Forêts et foresterie : savoirs et motivations".
- MARTIN, H., ARDAENS, A., GINSITY, C. 2013. Revue Forestière Française 65 : 229-240
- REDON, M., BERGES, L., LUQUE, S., CORDONNIER, T. 2014. Landscape Ecology 29 : 773-787
- REDON, M., LUQUE, S., GOSSELIN, F., CORDONNIER, T. 2014. Annals of Forest Science 71 : 751-760
- ROBERT, N, STENGER, S. 2013. Forest Policy and Economics 35 : 83-91.
- ROCHEL, X. 2013. Revue de Géographie Historique 3, article 3 (online).

Des connaissances et des outils pour produire et préserver dans les territoires.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet "Gestion agronomique de la résistance du riz à la pyriculariose" (GARP) est un projet de recherche appliquée coordonné par J.L. Notteghem (Montpellier SupAgro) et D. Tharreau (CIRAD). Il associe des équipes des unités de Montpellier SupAgro et de l'INRA (UMR-BGPI), du CIRAD (UPR-AIDA, UMR-BGPI) et de partenaires étrangers (Fofifa, Madagascar ; Embrapa, Brésil). Le projet a commencé en janvier 2010 et a duré 57 mois. Il a bénéficié d'une aide de l'ANR de 733 137 € pour un coût global de l'ordre de 3 138 00 €.

Contacts :

- Jean-Loup Notteghem (Montpellier SupAgro)
- Didier Tharreau (CIRAD), tharreau@cirad.fr

CHAPITRE 02 / SYSTEMERRA GARP / 2009

GESTION AGRONOMIQUE DE LA RÉSISTANCE DU RIZ À LA PYRICULARIOSE

COMPRENDRE L'EFFET DES SYSTÈMES DE CULTURE SUR LES MALADIES DES PLANTES

POURQUOI ?

L'objectif de ce projet était d'étudier les mécanismes d'interaction entre métabolisme de l'azote et mécanismes de défense des plantes, en choisissant la plante modèle des céréales, le riz, base avec le blé de la révolution verte, et le champignon modèle Magnaporthe oryzae, agent de la plus importante maladie du riz, la pyriculariose. L'acquisition de connaissances nouvelles sur les interactions entre des voies métaboliques majeures chez les plantes cultivées est nécessaire à une gestion durable et efficace de la résistance. Nous avons donc mesuré les effets des systèmes d'intensification écologique que sont les semis directs sur couvert végétal (SCV) sur l'expression de la résistance du riz à M. oryzae et étudié les mécanismes en cause afin d'acquérir les connaissances nécessaires au transfert des résultats obtenus à d'autres environnements et espèces.

COMMENT ?

Au laboratoire, l'étude de l'expression de gènes candidats impliqués dans le métabolisme azoté et ceux impliqués dans les mécanismes de défense, ont permis d'identifier des gènes qui ont un rôle majeur dans l'interaction entre ces voies métaboliques. En plein champ, la modulation de la dynamique du métabolisme azotée a été obtenue par des systèmes de culture soit conventionnels avec labour, soit avec semis sur couverture végétale. Les composantes du rendement et les épidémies ont été étudiées dans ces systèmes. La dynamique du métabolisme de l'azote a été mesurée globalement par des analyses chimiques classiques et par des analyses d'expression de gènes identifiés. Des analyses de diversité génétique et des travaux de génétique de l'expression de la résistance ont permis d'identifier une diversité de réponses aux systèmes de culture étudiés.

L'azote a-t-il un rôle dans la réduction des épidémies de pyriculariose du riz par les systèmes d'intensification écologique ?

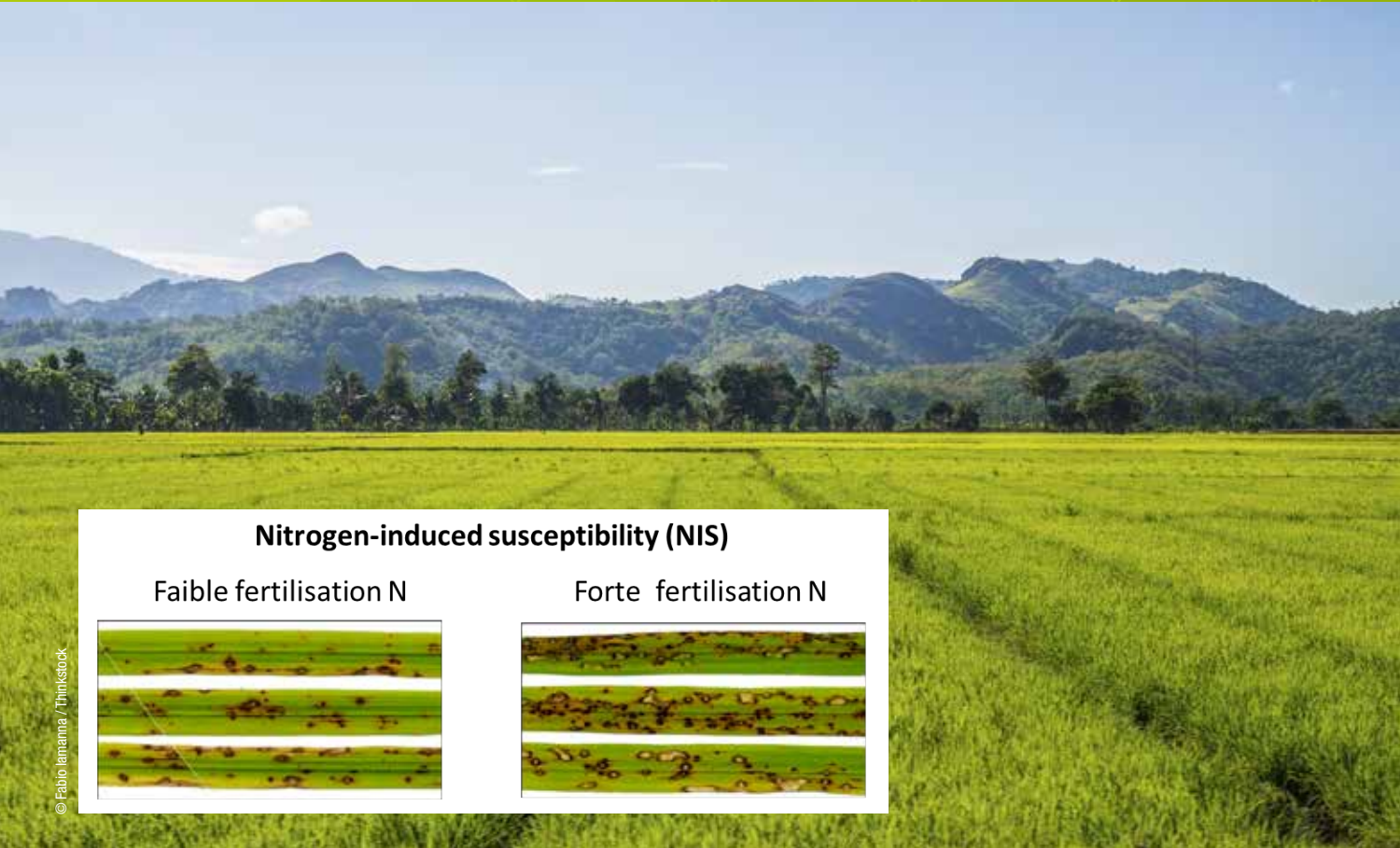


CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

INTERRA est un projet de recherche-formation et développement coordonné par l'INRA Département Sciences pour l'Action et le Développement et qui associe en France l'IRD, l'Université de Toulouse Jean Jaurès, Le CIRAD et Supagro Montpellier, l'ENFA, au Brésil la Universidade Federal do Pará et en Argentine l'INTA, l'Université National de La Plata, l'Université du Sud et l'Université de Mar del Plata. Le projet a commencé en janvier 2010 et a duré 48 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 867 839 € sur un coût global de l'ordre de 6,4 M€.

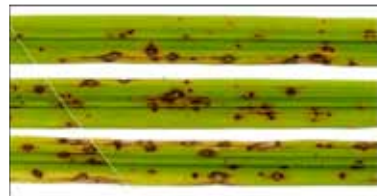
Contacts :

► Christophe Albaladejo
albaladejo@clermont.inra.fr

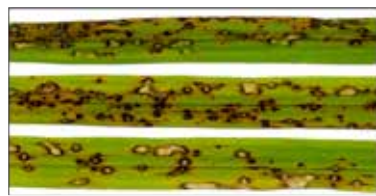


Nitrogen-induced susceptibility (NIS)

Faible fertilisation N



Forte fertilisation N



► Augmentation de la sensibilité d'une variété de riz à la pyriculariose du riz due à un apport d'azote (E Ballini, Montpellier SupAgro ; JB Morel, INRA).

RÉSULTATS MAJEURS

Le projet a permis des avancées significatives dans la compréhension du lien entre fertilisation azotée, système de culture et épidémie de pyriculariose au champ. Le développement du riz (mais pas à la teneur en azote) explique les effets des systèmes sur la pyriculariose. Contrairement à notre hypothèse de départ, l'immunité du riz est peu modifiée par l'apport d'azote. Au contraire, cet apport semble jouer sur la relation trophique entre la plante et l'agent pathogène. L'identification de marqueurs de la NIS est en cours. De nouveaux partenariats ont été développés grâce aux acquis de GARP.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Les résultats du projet ont été valorisés sous forme de deux articles scientifiques dans des revues internationales (2 articles supplémentaires sont en préparation), 8 communications dans des conférences nationales ou internationales et d'une thèse (une autre thèse est en cours). Une base de données agronomiques a été créée spécialement pour le projet et a fait l'objet d'une protection auprès de l'Agence Française de Protection des Programmes.

De l'expression des gènes en serre aux épidémies au champ.

CHAPITRE O2 / SYSTEMERA INTERRA / 2009

INSERTION TERRITORIALE DE L'ACTIVITÉ AGRICOLE ET MAÎTRISE LOCALE DES RESSOURCES

PLACES DES AGRICULTURES FAMILIALES DANS LES MÉTIERS DU DÉVELOPPEMENT EN ARGENTINE ET AU BRÉSIL

POURQUOI ?

Dans de nombreux pays occidentaux, l'activité agricole a été promue depuis 40 ans selon un unique modèle de développement d'entrepreneurs agricoles "modernes", un idéal-type d'agriculteur mobilisant les avancées de "la" science agronomique, encadré par les services de conseil et les organisations sectorielles et participant au travail physique de l'exploitation et à la vie sociale locale. Toute forme différente d'agriculture était identifiée comme une "résistance", une "étape intermédiaire" ou une "réaction marginale".

Depuis 20 ans les nouvelles demandes de la société et des agriculteurs font émerger une diversité de modèles : agriculture biologique, agroécologie, systèmes de culture innovants, etc., diversifiant les modes de recherche agronomique et la pratique du conseil. Par ailleurs le retour à des préoccupations de production massive légitime d'autres modèles (agriculture industrielle, financière, etc.) et pose la question de la coexistence de ces modèles différents dans le territoire, dans l'État et dans les systèmes de connaissance... Quelle ingénierie du développement et du territoire est requise pour permettre l'expression cohérente de ces différentes agricultures dans un même pays et au-delà dans de mêmes localités rurales ?

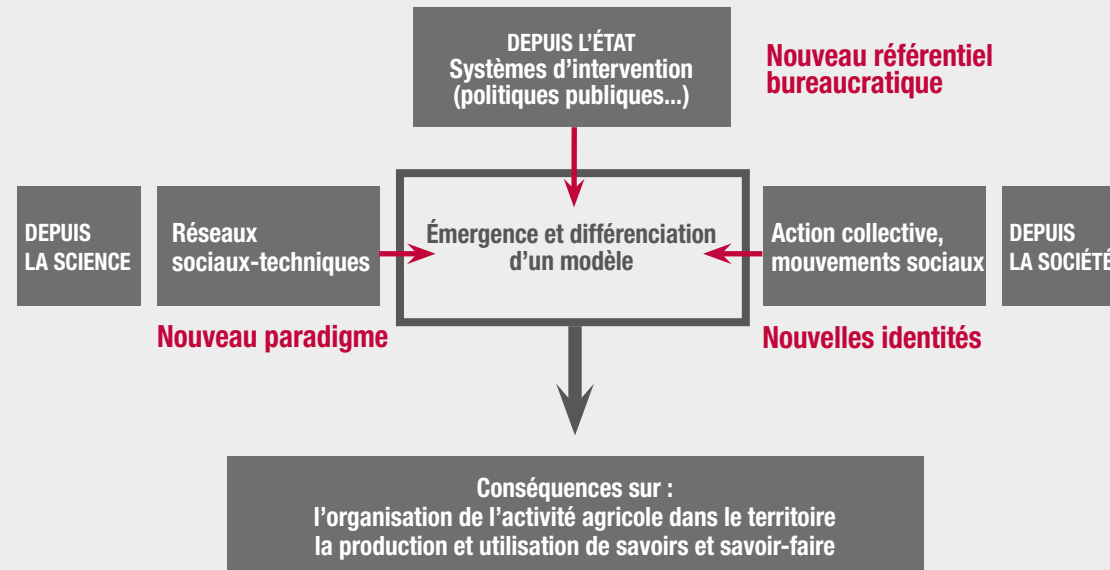
En Argentine et au Brésil se manifestent avec force des différences - voire des affrontements - entre modèles et les agricultures dites "familiales" apparaissent comme les plus sensibles à l'agencement territorial de ces modèles.

COMMENT ?

Nous définissons le concept de "modèle de développement agricole" comme la convergence entre un paradigme scientifique et technologique, un référentiel bureaucratique et des identités et représentations collectives. Un modèle de développement résulte ainsi d'une triple transformation concomitante : de la science, des institutions de développement et de l'action collective (cf. figure jointe). Nos travaux de recherche ont consisté à repérer et décrire cette triple transformation dans deux grands domaines : l'organisation de l'activité agricole dans le territoire et la production et l'utilisation de savoirs et savoir-faire. L'accent a été mis sur les agricultures familiales, car elles sont les plus sensibles à une mise en cohérence des modèles de développement à un niveau local. L'Argentine a été mobilisée comme terrain principal de la méthodologie en raison de la diversité et de la force des agricultures qui s'y présentent plus clairement qu'en France sans revêtir toutefois le caractère d'affrontement entre deux modèles (familial et entrepreneurial) comme au Brésil. Les situations françaises et brésiliennes sont mobilisées comme "contrepoints". Nous définissons le "développement territorial" comme une ingénierie de l'activité agricole et du territoire. Cette ingénierie requiert des compétences techniques notamment de coprésence de logiques différentes dans l'espace rural, mais aussi de compétence permettant d'assumer un travail politique permanent au niveau d'un espace public complexe et fragmenté, de la localité rurale à la nation. La formation et de façon plus large l'évolution des compétences des acteurs ruraux et en particulier des professionnels du développement sont mobilisées comme terrain pour étudier et analyser par des observations participantes les conditions d'invention et de mise en œuvre du développement territorial.

Mettre en évidence la diversification des modèles de développement en agriculture et analyser leur agencement dans le territoire et notamment la place des agricultures familiales.

Modèles de développement = triple transformation :



► Les dimensions de base, dans *INTERRA*, de définition et d'analyse des modèles de développement agricole.

Nous avons développé la notion de "modèle de développement" en agriculture à partir des analyses croisées entre les trois pays sur la base de l'observation de trois types de changements concomitants dans la société, dans l'État et dans les systèmes de connaissance agricoles. Elle nous a permis de détecter et analyser les phénomènes de coprésence dans le territoire et dans l'État de différents modèles de développement et d'en étudier les interactions, les frontières, les tensions, etc.

RÉSULTATS MAJEURS

Cinq films grand public ont été produits, deux d'entre eux en deux langues (français-espagnol ou anglais-espagnol) sous-titrés. Un des films a été présenté au festival de Géographie de Saint-Dié en 2014.

Formation de 60 cadres du développement rural et agricole en Argentine dont une dizaine d'entre eux ont participé à la production du projet national de développement des territoires (INTA). Le projet a permis la mise en place d'un nouveau projet de coopération internationale entre le Brésil, l'Argentine et la France sur la place de l'agriculture dans le territoire et associant l'INRA, le CIRAD, l'IRD, SupAgro Montpellier et l'Université de Toulouse II.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Albaladejo, C., 2012. Les transformations de l'espace rural pampéen face à la mondialisation. *Annales de Géographie* 686, 387-409.
- Albaladejo C., Bustos Cara R. & Gisclard M. (ed.), 2014. *Desarrollo Rural : Competencias y Territorio*. Edi UNS, Bahía Blanca, Argentina, 512 p.
- Gras C. & Hernández V. (ed.), 2013. *El agro como negocio. Producción, sociedad y territorios en la globalización*. Biblos, Buenos Aires.
- Gasselin P., Cloquell S. and Mosciario M., 2013. *Adaptación y transformaciones de las agriculturas pampeanas al inicio del siglo XXI*. CICCUS, Buenos Aires.
- Goulet F., Magda D., Girard N. and Hernández V., 2012. *L'agroécologie en Argentine et en France*. L'Harmattan, Paris, 256 p.

Les notions de développement territorial et de compétences en vue d'une ingénierie de l'agencement de différents modèles de développement agricoles dans le territoire.

Structure et composition du paysage agricole, communautés d'ennemis naturels et abondance des pucerons ravageurs des cultures.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Landscaphid est un projet de recherche fondamentale coordonné par Manuel Plantegenest (UMR IGEPP-Rennes). Il associe 5 structures de recherches : UMR IGEPP (Rennes), OSUR (Rennes), UP CEBC (Chizé), UMR Dynafor (Toulouse) et UMR CBGP (Montpellier). Le projet a commencé en janvier 2010 et a duré 54 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 1150 k€ pour un coût global de l'ordre de 4250 k€.

Contacts :

► Manuel PLANTEGENEST
manuel.plantegenest@agrocampus-ouest.fr

CHAPITRE O2 / SYSTEMERA LANDSCAPHID / 2009

INFLUENCE DU PAYSAGE SUR LES PUCERONS RAVAGEURS DES CULTURES ET LE POTENTIEL DE CONTRÔLE BIOLOGIQUE ; APPLICATION À L'INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE POUR LA GESTION DES RAVAGEURS

GÉRER LE PAYSAGE POUR LIMITER LES POPULATIONS DE PUCERONS RAVAGEURS DES CULTURES.

POURQUOI ?

Au cours des 40 dernières années, en dépit du développement continu des pratiques de protection des cultures, lesquelles reposent fortement sur l'utilisation des pesticides de synthèses, les pertes de rendement n'ont pas baissé significativement. L'accroissement rapide de la population humaine et les menaces qui pèsent sur l'environnement requièrent l'élaboration urgente de nouvelles stratégies de production agricole, économiquement viables et plus soucieuses de l'environnement. Des travaux récents ont mis en évidence l'influence du paysage sur les processus écologiques, l'abondance des populations de ravageurs et les pertes de rendement dans les agroécosystèmes. Dans ce projet, une étude à large échelle dans trois sites français engagés dans des suivis à long-terme a été conduite. Nous nous sommes intéressés aux pucerons (un groupe d'insectes qui comprend un grand nombre des principaux ravageurs des grandes cultures en Europe) et à leurs ennemis naturels dans les principales grandes cultures (céréales à paille, colza, tournesol, pois et autres légumineuses). Nous avons développé des méthodes pour aborder l'étude de l'écologie des populations et communautés de pucerons ravageurs des cultures et de leurs ennemis naturels à l'échelle du paysage, en prenant en compte les compartiments semi-naturels de l'environnement connus pour être des habitats-clés pour de nombreuses espèces d'insectes.

Finalement, nos travaux permettent d'alimenter les réflexions sur le déploiement de stratégies de gestion écologique dans le but d'accroître le contrôle biologique et de réduire la pression des ravageurs sur les cultures à l'échelle du paysage.

COMMENT ?

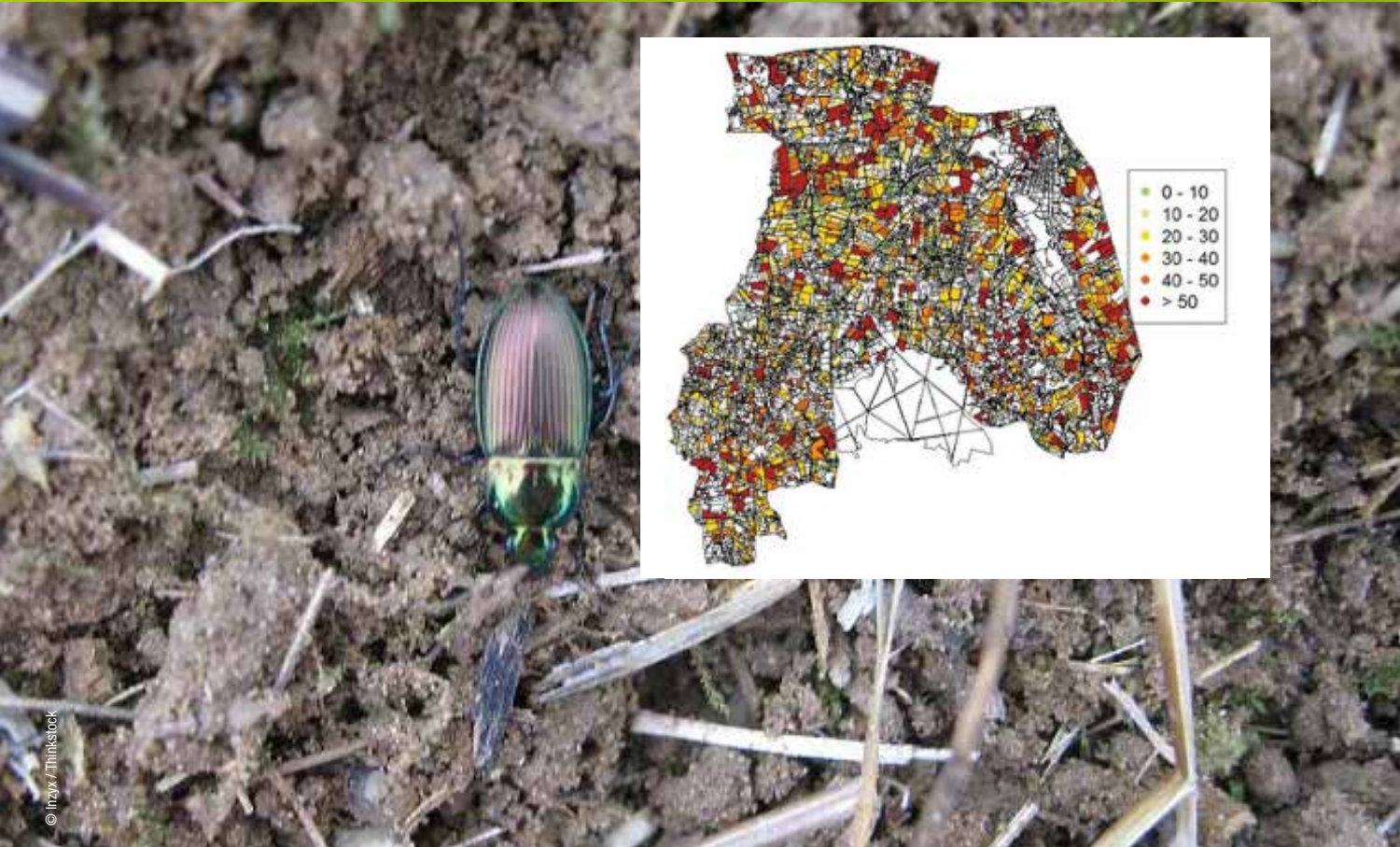
L'étude de l'effet des caractéristiques du paysage sur le fonctionnement des communautés d'arthropodes est une tâche ardue du fait du niveau élevé de complexité du système, de l'échelle d'étude étendue et de l'importante quantité de données à collecter et à analyser.

Cette complexité présente plusieurs facettes : complexité de la structure spatiale du paysage mais également complexité du réseau d'interactions écologiques dont l'observation en conditions naturelles reste une gageure.

L'objectif premier du projet "Landscaphid" a été de développer des méthodes et outils pour aborder cette complexité et de les appliquer au cas de la communauté des pucerons et de leurs ennemis naturels.

Une étude collaborative a été réalisée à large échelle et des méthodes statistiques et de modélisation ont été utilisées pour identifier des propriétés du paysage, mesurées au moyen d'un Système d'Information Géographique, influençant les dynamiques des populations.

Par ailleurs, des approches innovantes, notamment fondées sur le "barcoding" moléculaire et le séquençage haut-débit, ont été appliquées à l'identification in situ du réseau trophique impliquant les arthropodes dans l'espace agricole.



► Indice d'abondance du coléoptère carabique *Poecilus cupreus* dans les parcelles cultivées de la zone-atelier Armorique prédit par les caractéristiques paysagères environnantes.

RÉSULTATS MAJEURS

Les analyses suggèrent des effets limités et inconstants du contexte paysager proche sur le fonctionnement des communautés de pucerons et d'ennemis naturels et indiquent une prédominance des conditions locales (pratiques agricoles) ou régionales (orientation agricole régionale, climat).

Contrairement à l'opinion répandue, nous avons observé, chez les organismes étudiés, une relative étanchéité des compartiments cultivés et semi-naturels de l'agroécosystème avec des espèces d'auxiliaires probablement spécialisées sur l'habitat cultivé et peu de liens trophiques entre les compartiments.

Ces travaux contribuent à mieux comprendre les relations ambiguës entre complexité paysagère, biodiversité et régulation des populations de ravageurs.

Ils ont contribué à l'émergence d'un réseau de recherche français sur ces thématiques (réseau SEBIOFAG).

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

À ce jour, la production scientifique du projet comprend une quinzaine de publications dans des revues internationales à comité de lecture qui portent sur l'écologie des populations et communautés de ravageurs et d'auxiliaires dans le paysage agricole.

De nombreuses communications scientifiques ont été données en France ou à l'étranger. Huit doctorants ont été formés dans le cadre du projet qui a accueilli plus d'une trentaine de stagiaires de niveaux licence ou master.

Des données moléculaires ont été mises à disposition de la communauté scientifique permettant l'étude de la structuration des populations d'auxiliaires ou leur identification.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet MicMac-design est un projet de recherche fondamentale interdisciplinaire et coordonné par l'UMR AGIR de Toulouse-Auzeville (UMR INRA/INPT-ENSAT et El-Purpan). Il associe 12 partenaires dont 8 unités de recherche (UMR AGIR Auzeville, BIA INRA Auzeville, Agro-impacts INRA Laon, UMR EGC Grignon, Agroclim INRA Avignon, LEREPS Toulouse, ENFA Auzeville, CESBIO Toulouse), des ingénieurs de 2 instituts techniques (Arvalis-Institut du végétal et CETIOM) et 2 unités expérimentales (INRA Auzeville et El-Purpan Lamothe). Le projet a commencé en janvier 2014 et a duré 48 mois. Dans le cadre du programme systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de près de 1 million d'euros pour un coût global de plus de 5 millions euros.

Contacts :

► Eric JUSTES (INRA, UMR AGIR, Toulouse-Auzeville)
eric.justes@toulouse.inra.fr

Sites web :

► <http://www6.inra.fr/micmac-design>

CHAPITRE 02 / SYSTEMERA MICMAC-DESIGN / 2009

CONCEPTION ET ÉVALUATION PAR EXPÉRIMENTATION ET MODÉLISATION DE PROTOTYPES DE SYSTÈMES DE CULTURE INTÉGRÉS À BAS NIVEAUX D'INTRANTS

CONCEPTION, ÉVALUATION ET CONDITIONS D'ADOPTION DE SYSTÈMES DE CULTURE AGRO-ÉCOLOGIQUES.

POURQUOI ?

Le défi de l'agriculture européenne est de concilier production et respect de l'environnement. En France, ceci a conduit à développer un nouveau paradigme appelé "agriculture écologiquement intensive" (Griffon 2006) : il s'agit de produire une nourriture de qualité tout en diminuant les intrants agricoles de synthèse (engrais et pesticides) afin de limiter leurs impacts négatifs sur les eaux, l'air et les sols.

Ceci implique de mieux connaître les interactions dans la biocénose (couvert végétal, parasites, et auxiliaires) et avec le biotope (sol et atmosphère) au sein des différents agrosystèmes afin d'adapter les pratiques agricoles et d'accroître l'efficacité d'utilisation des ressources naturelles abiotiques et les régulations biotiques.

Un exemple emblématique concerne les cultures associées (association céréale-légumineuse), qui sont peu répandues en Europe malgré une efficacité avérée en systèmes agro-écologiques, aussi bien accroître la stabilité des rendements que la qualité en protéines des céréales.

Un autre enjeu fort concerne le phénotypage de variétés adaptées à la culture à bas niveaux d'intrants de synthèse et qui restent aussi productives en cas stress hydrique.

COMMENT ?

La conception par prototypage de systèmes de culture a été mobilisée pour concevoir des systèmes agro-écologiques alternatifs aux systèmes simplifiés actuels (succession blé dur-tournesol et monoculture de maïs). Plusieurs prototypes ont été évalués durant 3 ans sur deux plateformes expérimentales créés dans le cadre du projet :

- INRA Toulouse-Auzeville en système pluvial ;
- El-Purpan Lamothe en système irrigué.

Les impacts environnementaux étudiés sont :

- Bilans hydrique, C, N et émissions de gaz à effet de serre (CO₂ et N₂O) et de lixiviation de NO₃,
- Flux de pesticides vers l'air et les eaux de drainage,
- Bilan énergétique.

Les coûts de production et la performance économique ont été analysés. Des travaux sur l'acceptabilité des innovations et des effets de verrouillage dans les filières ont permis de compléter l'analyse.

Une avancée méthodologique a consisté à développer un nouvel environnement de modélisation générique pour la conception et l'évaluation multicritère des systèmes de culture sur la plate-forme RECORD développée à l'INRA.

La preuve du concept de couplage de modèles de culture et de décision a été établie, démontrant sa faisabilité.

Réduire drastiquement les intrants de synthèse et concevoir à nouveau des systèmes de culture en mobilisant la diversité des espèces et des variétés et des techniques de culture agroécologiques.



► Schéma conceptuel du méta-modèle MicMac-Design pour la conception et l'évaluation de prototypes de systèmes de culture par simulation

Conception et évaluation multicritère par expérimentation et modélisation de prototypes de systèmes de culture à très bas intrants et agro-écologiques.

RÉSULTATS MAJEURS

Des prototypes de systèmes de culture agro-écologiques se sont révélés efficaces sur les plans économique et environnemental, en réponse au plan Écophyto.

Le phénotypage variétal et l'association d'espèces doivent être finement raisonnés pour être opérants.

La production agro-écologique nécessite un nouvel apprentissage technique. Son adoption restera limitée sans mesure incitative et de coordination à l'échelle des filières.

Le site web et les deux plateformes "système de culture" se sont révélées être des supports pédagogiques efficaces pour les ingénieurs du développement et les étudiants.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

20 articles scientifiques (Rang A) et plus de 40 communications en colloque. Compte tenu du caractère expérimental du projet, d'autres publications seront produites à l'échéance de 2 ans.

Trois outils informatiques : MicMac-Framework sous RECORD, MicMac-Database et MicMac-Utililec.

Trois nouveaux modèles de bioagresseurs : MILA, Volpone, et IPSIM.

Adaptation de STICS pour simuler le N₂O.

Évaluation de 3 modèles de transfert de pesticides montrant des limites notables pour simuler les pertes par lixiviation.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet O2LA est un projet de recherche industrielle coordonné par Laurent Hazard rassemblant 11 partenaires (UMR1248 Agir INRA Toulouse, AVEM Millau, UMR1202 Biogeco Univ. Bordeaux1, UMR CEFE Supagro Montpellier, Armines CGS Paris, LRDE INRA Corte, UMR Metafort INRA Clermont-Ferrand, UMR SENS INRA Paris, CA64 Pau, UBIA INRA Toulouse, UMR Gabi AgroParisTech Paris). Le projet a commencé en janvier 2009 et a duré 42 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 996 k€ pour un coût global de 5 260 k€.

Contacts :

- Laurent Hazard, hazard@toulouse.inra.fr
- Patrick Steyaert, psteyaert@grignon.inra.fr

CHAPITRE O2 / SYSTEMERRA

O2LA / 2009

ORGANISMES ET ORGANISATIONS LOCALEMENT ADAPTÉS

DIVERSIFIER LES SYSTÈMES AGRO-ÉCOLOGIQUES POUR RENFORCER LEUR CAPACITÉ ADAPTATIVE ?

POURQUOI ?

La diversification biologique est un des principes de l'Agroécologie. Accroître et mieux agencer la diversité au sein des systèmes agricoles est une solution proposée par les scientifiques pour :

- Restaurer un bon fonctionnement des agrosystèmes permettant notamment de limiter l'usage des intrants,
- Favoriser leur capacité adaptative en augmentant leur redondance fonctionnelle et la complexité. Cette capacité adaptative est désormais une propriété recherchée de systèmes agricoles devant faire face à des variations de plus en plus importantes et imprévisibles de leur environnement. Restaurer cette capacité adaptative est d'autant plus nécessaire que la modernisation agricole l'a réduite en simplifiant, souvent à l'extrême les systèmes de production et en homogénéisant les milieux de culture. Alors que diversifier apparaît comme une solution à mettre en œuvre pour augmenter la capacité adaptative des systèmes agricoles, cette mise en œuvre ne va pas de soi. Il n'est plus possible de suivre les mêmes logiques qui ont présidé à la modernisation agricole : "homogénéiser" procède de solutions biotechniques faites de packages technologiques (variété élite, engrais chimique, mécanisation) issus d'un travail de réduction. "Diversifier" nécessite de s'appuyer sur des démarches holistes, considérant notamment la diversité des ressources locales pour créer des solutions adaptées localement. Comment dès lors opérationnaliser un tel principe ?

COMMENT ?

Nous avons conduit une recherche interdisciplinaire visant à opérationnaliser le principe de diversification biologique des systèmes d'élevage en rassemblant dans ce projet des écologues, des généticiens, des agronomes, des zootechniciens, des sociologues et des chercheurs en sciences de gestion. Notre stratégie a consisté à articuler trois types de recherche :

- Qualifier les ressources biologiques pour mieux les utiliser, notamment par l'étude de leurs "traits fonctionnels". Il s'agissait d'une part de comprendre ce que permet de faire une ressource donnée comme une prairie naturelle dans un système fourrager, et, d'autre part, de pouvoir créer des ressources nouvelles valorisant la diversité biologique comme par exemple au sein de mélanges prairiaux ;
- Concevoir des modes d'intervention auprès des agriculteurs en développant des méthodes participatives et des outils originaux favorisant l'utilisation de la diversité dans leurs systèmes ;
- Analyser les dispositifs de gestion des ressources biologiques de l'élevage afin de comprendre comment se construit la capacité adaptative dans ces systèmes complexes et ce que ça implique sur la façon d'intervenir.

Substituer le principe de diversification à celui d'homogénéisation des systèmes agricoles ne va pas de soi.



► Session de Rami Fourrager® à l'AVEM.

RÉSULTATS MAJEURS

En travaillant à son opérationnalisation, nous avons montré que la mise en œuvre d'un principe construit par les scientifiques comme celui de "diversification" se heurte à trois principales difficultés :

- Les objets de la connaissance scientifique (par exemple le gène, l'espèce, l'écosystème) ne sont pas ceux de la gouvernance par les acteurs,
- La diversification doit être appréhendée non seulement comme résultant des propriétés intrinsèques des composantes des systèmes agroécologiques, mais aussi des relations entre ces composantes prises dans une permanente dynamique de transformation,
- Une propriété de systèmes complexes comme la capacité d'adaptation d'un système agricole ne peut s'appréhender qu'en situation.

La diversification des systèmes agricoles en vue de renforcer leur capacité adaptative ne peut donc pas être construite à l'instar de l'homogénéisation comme un principe d'action générique reposant sur des solutions ou des outils normatifs "taille unique".

Leur adaptation locale nécessite une compréhension holiste de la situation, tenant compte des objets de gouvernance des acteurs.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Bernard-Verdier, M., Navas, M.-L., Vellend, M., Violle, C., Fayolle, A. & Garnier, E. (2012) Community assembly along a soil depth gradient: contrasting patterns of plant trait convergence and divergence in Mediterranean rangelands. *Journal of Ecology*, 100, 1422-1433.
- Maalouf J.-P., Le Bagousse-Pinguet Y., Marchand L., Bachelier E., Touzard B. & Michalet R. 2012. Integrating climate change into calcareous grassland management. *Journal of Applied Ecology* 49: 795-802.
- Labatut J., Aggeri F., Girard N., 2012, "Discipline and change: how technologies and organizational routines interact in new practice creation", *Organization Studies*, Vol 33, n°1, 39-69.
- Lauvie A., Couix N., Verrier, E. No development, no conservation: Elements from the conservation of farm animal genetic resources. *Society & Natural Resources*
- Steyaert P., Verrier E., (Editeurs) ouvrage en préparation (2014). "Races animales, territoires et systèmes d'élevage : quel potentiel d'adaptation pour quelles évolutions ?". Ed. Matériologiques, Paris

Nos travaux de co-conception se sont traduits par des innovations permettant de raisonner la diversification biologique des systèmes fourragers tels que le Rami Fourrager® à l'échelle de la sole, Capflor® pour concevoir des prairies à flore variée, ou les Maisons de la Semence® pour gérer les ressources phytogénétiques.

Une recherche interdisciplinaire pour appréhender le système de gouvernance des ressources biologiques valorisées par les systèmes d'élevage.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le PATERMED est un projet de recherche fondamentale et appliquée coordonné par Stéphane ANGLES (UMR 7533 LADYSS). Il associe aussi les laboratoires suivants : UMR 7303 TELEMME, UMR 951 INRA-INNOVATION, EA 1135 LOTERR, UMR 7300 ESPACE et UMR 1334 INRA-AGAP. Le projet PATERMED, labélisé par le pôle de compétitivité QualiMéditerranée, a commencé en janvier 2010 et a duré 57 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 491 096 € pour un coût global de l'ordre de 2 203 598 €.

Contacts :

► Stéphane ANGLES, stephane.angles@free.fr

Sites web :

► www.patermed.over-blog.com

CHAPITRE O2 / SYSTEMRA PATERMED / 2009

PAYSAGES ET TERROIRS MÉDITERRANÉENS

POUR LA QUALITÉ DES PAYSAGES ET DES TERROIRS DE LA VIGNE ET DE L'OLIVIER EN FRANCE

POURQUOI ?

Les paysages de vignobles et d'oliveraies constituent de précieux atouts grâce à leurs valeurs agricoles, esthétiques, historiques et écologiques.

Face à une conjoncture difficile et une concurrence foncière due à une urbanisation accélérée, la viticulture et l'oléiculture doivent assurer leur pérennité dans un cadre qualitatif dans lequel les paysages jouent un rôle majeur.

Leurs paysages contribuent ainsi au développement durable des territoires. Pour ce faire, les paysages viticoles et oléicoles ont été répertoriés et analysés afin de dresser un inventaire complet appuyé sur un dispositif méthodologique pluridisciplinaire.

Le PATERMED s'est attaché à l'intégration des questions paysagères dans les territoires de la France méditerranéenne et au maintien des activités viticoles et oléicoles dans leurs terroirs.

L'articulation paysages/territoires a été appréhendée de façon globale dans ses formes héritées, actuelles et futures dans une vision géo-prospective.

Les résultats visent à élargir les approches de l'analyse paysagère au travers de l'Atlas des paysages de la vigne et de l'olivier et à fournir des clés et pistes de réflexion pour la gestion des territoires et de leurs paysages.

COMMENT ?

L'interdisciplinarité de l'équipe justifie la diversité des méthodes utilisées, croisées et synthétisées lors de l'élaboration de l'atlas, par l'utilisation systématique des Systèmes d'Information Géographique.

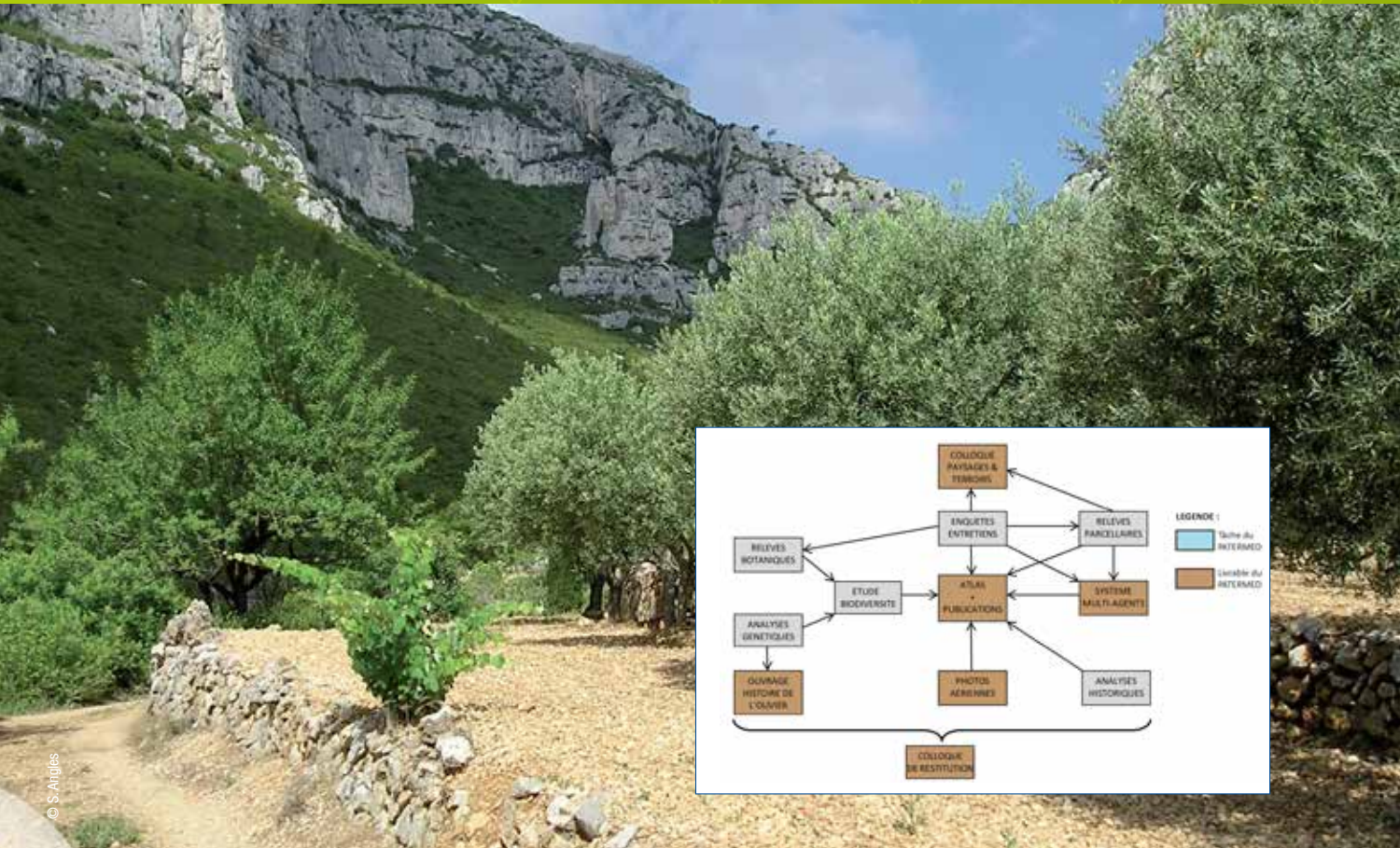
Un inventaire paysager a été dressé à l'échelle de la France méditerranéenne, par des campagnes de photographies aériennes obliques. Les travaux de recherche ont été menés dans 5 terrains répartis sur l'arc méditerranéen. Il s'agit de travaux cartographiques : arrachages viticoles, relevés du parcellaire viticole (aire AOP de Bandol, Var), occupation du sol dans 20 communes, évolution historique des surfaces viticoles et oléicoles (cadastre napoléonien, cartes anciennes).

Des enquêtes ont permis de collecter des données qualitatives et quantitatives sur les perceptions paysagères, le patrimoine, les politiques entreprises, le fonctionnement des systèmes viticoles et oléicoles territorialisés.

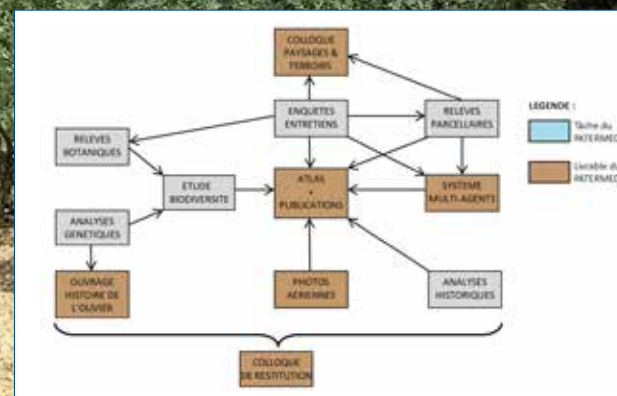
Plus de 200 relevés botaniques ont été réalisés pour prendre en compte la biodiversité végétale dans notre analyse paysagère et des analyses génétiques pour compléter la connaissance du patrimoine génétique des populations de vigne et d'oliviers.

Les SMA ont permis de réaliser une géo-prospectivité du territoire viticole de Bandol.

Les paysages de la vigne et de l'olivier au cœur des agroécosystèmes de la France méditerranéenne grâce à la qualité des paysages et des terroirs.



► Vignes et oliviers cultivés sur les terrasses du Grand Vallon à Roquevaire (Bouches-du-Rhône).



RÉSULTATS MAJEURS

La constitution d'une banque de photographies aériennes consultable et la réalisation d'un atlas quasiment exhaustif thématiquement (si ce n'est géographiquement), destiné à un public large et diffusé lors du colloque de restitution, permettront d'approfondir les partenariats engagés avec les gestionnaires des filières et des territoires.

La prise en compte des dimensions géographique, biologique et historique a permis d'établir un diagnostic d'ensemble de la valeur ajoutée des paysages pour l'oléiculture et la viticulture méditerranéennes françaises et de réaliser des scénarios prospectifs.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

La production scientifique du PATERMED repose sur 3 ouvrages et, en particulier, sur l'Atlas des Paysages de la vigne et de l'olivier composé par l'ensemble de l'équipe et qui synthétise les diverses recherches.

Les photographies aériennes sont géoréférencées et consultables.

Le PATERMED a organisé 2 colloques dont les actes sont en voie de publication.

Les équipes ont aussi présenté leurs travaux au cours de 2 journées d'étude organisées par le PATERMED, ainsi que dans 23 publications et 14 communications.



Des méthodes variées (enquêtes, relevés botaniques, SIG, SMA...) pour une recherche pluridisciplinaire au profit d'une connaissance fine du terrain.

Des aquacultures écologiquement intensives pour fournir le poisson de demain.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet PISCEenLIT est un projet de recherche appliquée coordonné par l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). Il associe aussi les universités de Montpellier et de Lorraine, l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement), le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement), l'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer), EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, Brésil), l'AMAFRAD (Agency for Marine and Fisheries Research and Development, Indonésie), la DGA (Directorate General of Aquaculture, Indonésie), et des partenaires du développement comme l'ITAVI (Institut Technique de l'AViculture, France). Le projet a commencé en janvier 2010 et a duré 48 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR et de l'AIRD de 595 000 € pour un coût global de l'ordre de 1 777 000 €. Ce projet est labellisé par le Pôle Mer Bretagne.

Contacts :

► Joël Aubin, joel.aubin@rennes.inra.fr

Sites web :

► www.piscenlit.org

CHAPITRE 02 / SYSTEMERA PISCENLIT / 2009

PISCICULTURE ÉCOLOGIQUEMENT INTENSIVE : UNE APPROCHE PAR ÉCOSYSTÈME

CO-CONCEVOIR DES AQUACULTURES ÉCOLOGIQUEMENT INTENSIVES

POURQUOI ?

Les dernières décennies ont été caractérisées par une croissance élevée de la production mondiale de poisson d'aquaculture, qui dépasse maintenant le niveau de la pêche. Elle s'est associée à une logique d'intensification appliquée de façon très hétérogène selon les territoires.

De ce fait, de nombreux conflits sont nés et la place de cette activité est régulièrement discutée dans les territoires où elle est implantée, car elle est perçue à la fois comme une opportunité mais aussi comme un risque. Il est donc nécessaire de reconsidérer les voies de développement de cette aquaculture, non seulement dans le cadre d'une population humaine en croissance et des ressources limitées à l'échelle de la planète, mais aussi en regard des enjeux locaux.

Pour cela, le projet PISCEenLIT a choisi d'adapter à l'aquaculture, la notion d'agriculture écologiquement intensive qui s'appuie sur les processus et les fonctionnalités écologiques pour lutter contre les bio-agresseurs, réduire les nuisances, mieux valoriser les ressources et améliorer les services rendus par les écosystèmes.

Cette adaptation a pour objectif de proposer des voies de re-conception des systèmes aquacoles impliquant des phénomènes biophysiques et sociaux.

COMMENT ?

L'approche qui a été développée dans le projet PISCENLIT repose sur :

- la définition de l'intensification écologique de l'aquaculture, basée sur les principes de l'agroécologie et sur la prise en compte des services rendus par l'écosystème aquacole,
- les enjeux de différents terrains d'aquaculture dans le monde.

Ainsi, nous avons appliqué une méthode reposant sur une phase de diagnostic biophysique et écologique (reposant notamment sur l'Analyse du Cycle de Vie) couplée à l'analyse de la perception des services écosystémiques par les acteurs des territoires, pour définir des scénarios d'évolution et réaliser des expérimentations d'évolution de système.

Cette démarche a été conduite sur six terrains choisis pour couvrir une diversité de systèmes aquacoles, d'écosystèmes et de contextes socio-économiques (en France : régions de Lorraine, de Bretagne et de Normandie et dans des pays du sud, dans l'État du Santa Catarina au Brésil, sur l'île de Sumatra en Indonésie).

Les modes d'exploitation concernent des systèmes de polyculture extensive avec très peu d'apports en intrants et des élevages en monoculture, avec un apport d'aliment exogène, en système ouvert et en circuit fermé en eau recirculée.



► Élevage combiné panga - gourami du projet PISCENLIT, Muara Jambi, Indonésie

Utiliser l'agroécologie et les services écosystémiques pour reconcevoir des systèmes aquacoles.

RÉSULTATS MAJEURS

Le projet a formulé une définition générale de l'intensification écologique de l'aquaculture en s'appuyant sur les contours des territoires impliqués par l'activité (localement ou très éloignés).

Il a permis de définir sept objectifs pour guider la démarche d'intensification écologique et une série d'indicateurs pour suivre son application.

Selon les terrains, les expériences réalisées ont montré le potentiel environnemental et économique de certaines pratiques basées sur le recyclage des nutriments, l'association d'espèces piscicoles et/ou végétales, proposé de nouveaux systèmes de production et modifié la perception de l'administration.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Le projet a généré actuellement sept articles dans des revues à comité de lecture parus ou à paraître couvrant des sujets plutôt monothématiques en sciences sociales ou en analyses environnementales.

Les conférences scientifiques ont été l'occasion de quinze présentations avec une dominante de croisement entre les différentes thématiques scientifiques.

Un guide ayant une vocation double, scientifique et de vulgarisation est en cours d'édition.

Une version anglaise est prévue. Une journée de séminaire associée aux Journées de la Recherche Française en Pisciculture, portant sur la reconception des objectifs pour la pisciculture dans ses territoires, a eu lieu le 4 juillet 2014 et a été organisée par le projet PISCENLIT.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet SYSTRUF est un projet de recherche fondamentale coordonné par Marc-André SELOSSE. Il associe quatre UMR (le Centre d'Écologie Fonctionnelle et Évolutive, l'UMR Interactions Arbres/Microorganismes, le Laboratoire Agronomie-Environnement, l'UMR Écologie et Écophysiologie Forestière et le Laboratoire des Symbioses Tropicales et Méditerranéennes), une UR INRA (Biogéochimie des Écosystèmes Forestiers), la Fédération Française des Trufficulteurs et le Centre d'Études Techniques et Économiques Forestières Languedoc-Roussillon. Le projet a commencé en janvier 2010 et a duré 54 mois, impliquant plus de 300 personnes/mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 895 956 € pour un coût global de l'ordre de 4 055 000 €.

Contacts :

► Marc-André SELOSSE
ma.selosse@wanadoo.fr
06 07 12 34 18

CHAPITRE 02 / SYSTERRA SYSTRUF / 2009

BASES D'UNE GESTION ÉCOLOGIQUE DURABLE DES ÉCOSYSTÈMES TRUFFIERS (PRODUCTEURS DE TUBER MELANOSPORUM)

L'ÉTUDE DE LA TRUFFE DANS SON MILIEU PRÉFIGURE UN RENOUVEAU DE LA TRUFFICULTURE.

POURQUOI ?

Malgré des méthodes d'inoculation sur les arbres et le développement de plantations ou de l'irrigation estivale, la production de truffe noire (*Tuber melanosporum*), pourtant une icône de la gastronomie française, stagne à des niveaux historiquement bas. SYSTRUF reprend à la base l'étude de l'écologie de la truffe et ses interactions biologiques, afin de dégager des pistes pour une intensification écologique de la trufficulture. Après le séquençage du génome de la truffe en 2010, des outils étaient disponibles pour ces études, en coopération avec des associations de trufficulteurs. Trois grandes questions ont été posées :

- interactions in situ : quelle est la diversité des micro-organismes entourant la truffe dans le sol ; avec les racines de quelles plantes interagit-elle, hormis les arbres, et comment ?
- nutrition : comment se nourrit la truffe, entre racines des arbres et matière organique du sol ? Cette question se décline aux stades végétatif et reproducteur (pour l'organe sporifère, qui est la partie récoltée).
- diversité génétique : comment se structure-t-elle dans l'espace et au cours du temps, dans les populations sauvages ou en plantations ?

COMMENT ?

Les travaux ont été entrepris in situ, en collaboration étroite avec les trufficulteurs entretenant les truffières. Ils ont mobilisé des outils très divers et modernes, notamment dérivés de la connaissance du génome.

L'identification des plantes dont les racines interagissent avec la truffe et l'étude des communautés microbiennes du sol utilisent l'ADN pour détecter les micro-organismes (écologie moléculaire).

Parallèlement, la mise en place de co-cultures au laboratoire a permis de tester les effets de ces interactions sur les partenaires, et la réponse de la truffe à l'interaction.

L'ADN permet aussi de typer les individus génétiques de truffes pour comprendre la diversité génétique des populations et leurs dynamiques temporelles, ainsi que leurs réponses aux activités trufficoles.

La nutrition a été étudiée à l'aide de l'expression des gènes de la truffe impliqués dans la nutrition, mais aussi grâce aux activités enzymatiques des racines colonisées (les ectomycorhizes).

Enfin, l'utilisation d'isotopes stables du carbone et de l'azote (¹³C et ¹⁵N) permet de tracer les flux de matière des arbres ou du sol vers la truffe, pour comprendre son alimentation.

Connaître la truffe, sa nutrition, sa reproduction, sa diversité génétique et son interaction avec les plantes et les micro-organismes de son milieu.



► Expérience de marquage au $^{13}CO_2$ d'un noisetier sur une plantation truffière à Rollainville (54), en vue de suivre le transfert de nutriments à la truffe.

► Truffe noire (*Tuber melanosporum*) récoltée dans une truffière plantée à base de chênes verts et chênes pubescents (Uzès, France).

RÉSULTATS MAJEURS

La truffe reçoit son carbone des arbres auxquels ses parties végétatives s'associent, et non du sol.

En revanche, elle reçoit de l'azote issu de la matière organique du sol. Outre les arbres, elle colonise aussi des plantes herbacées de la truffière dont certaines peuvent favoriser son développement.

Son installation est favorisée par les perturbations du sol ou du couvert végétal (caractère rudéral), ce qui peut expliquer la baisse actuelle de la production par la déprise agricole.

La formation de l'organe sporifère (la partie ramassée) résulte d'une fécondation entre deux individus du sol.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Les 16 publications scientifiques (une dizaine en préparation) et 13 communications orales (et plus à venir) montrent que SYSTRUF a renouvelé l'écologie de la truffe.

La collaboration étroite avec les trufficulteurs a été marquée par 24 articles de vulgarisation et 82 conférences, dont 3 colloques organisés par SYSTRUF.

Ce lien fort à la filière est prometteur pour les applications et pour les projets à venir. Diverses reprises dans la presse attestent les retombées pour les équipes porteuses.

De la génétique à la physiologie et l'écologie : SYSTRUF mobilise des méthodes d'étude modernes dans des études in situ et au laboratoire.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet BipPop est un projet de recherche pluridisciplinaire en sciences sociales, coordonné par l'UMR 1041 CESAER de Dijon. Il est mené en partenariat avec les sociologues du Ladyss /Agrocampus Ouest et l'Unité propre Systèmes agraires d'AgroParisTech. Il associe étroitement à ses réflexions deux chercheurs de l'UMR INRA Sadapt de Paris et une professeure de l'Université du Gloucestershire (UK). Ce projet réalisé de 2011 à 2014 a bénéficié d'une aide de l'ANR de 300 780 €, dans le cadre du programme Systerra.

Contacts :

► Marielle Berriet-Sollicec, berriet@dijon.inra.fr

Sites web :

► <http://bip-pop.org>

CHAPITRE O2 / SYSTERRA BIPPOP / 2010

PRISE EN COMPTE DES BIENS PUBLICS DANS LA FUTURE PAC. QUELLES PERSPECTIVES POUR LES DIFFÉRENTS MODÈLES AGRICOLES EUROPÉENS ?

POURQUOI ?

Malgré un apparent consensus pour définir le terme de bien public, cette notion se caractérise par son caractère polysémique en sciences sociales. L'analyse de la traduction de "bien public" dans les débats sur la réforme de la PAC met en lumière :

- Une double vision "néoclassique" et "socio-économique" des biens publics selon les États-membres et les régions de l'Union Européenne
- Des arguments qui visent à orienter les soutiens agricoles vers les intérêts environnementaux aux dépens des aspects sociaux (héritage culturel, vitalité rurale).

Alors que la légitimité de la Politique agricole commune (PAC) est remise en cause, la question de l'orientation des systèmes d'exploitation vers la production de biens publics qui répondent aux attentes sociétales semble de plus en plus partagée.

Le projet se propose donc de :

- Approfondir la notion de biens publics fournis par l'agriculture et des différentes conceptions dont elle fait l'objet.
- Évaluer le rôle des différents systèmes d'exploitation agricoles européens dans la fourniture des biens publics.

D'une part, une analyse sociologique vise à décrire la contribution des agriculteurs à la construction sociale des biens publics dans leur territoire.

D'autre part, l'analyse-diagnostic de système agraire à l'échelle locale cherche à caractériser et évaluer les processus de production (ou de destruction) de biens publics par les systèmes de production agricoles.

Cette première approche invite à :

- Analyser la prise en compte des biens publics par les politiques agricoles et par les acteurs impliqués dans les débats sur la PAC après 2013.
- Analyser l'évolution possible des systèmes d'exploitation européens en fonction des perspectives de politiques agricoles européennes et de la place des biens publics retenue.

COMMENT ?

Le projet BipPop a mobilisé différentes démarches et méthodes en sciences sociales et s'est appuyée, pour les analyses de terrain, sur des compétences agronomiques. Ont ainsi été utilisées :

- Une analyse bibliographique de la notion de biens publics en économie,
- Un état de l'art systématique en sciences sociales croisant les notions de biens publics et de politiques agricoles
- À partir d'une grille de lecture, une analyse de documents institutionnels où est utilisée la notion de biens publics par les principaux acteurs institutionnels européens dans les débats sur les politiques agricoles
- Des enquêtes sociologiques qui permettent d'établir des récits de vie et des trajectoires de biens, menées pour intégrer les composantes sociales et professionnelles des agriculteurs dans la production et gestion des biens publics.
- Des entretiens et une analyse des discours des acteurs institutionnels principaux qui interviennent dans le débat sur la PAC et/ou qui portent la notion de biens publics. Ces entretiens ont été réalisés à Bruxelles puis dans 3 États-membres (France, Royaume-Uni et Allemagne).
- Une analyse statistique de la distribution des aides directes à partir des données du Réseau Comptable Agricole (RICA).

En quoi la notion de "bien public" participe-t-elle du renouvellement des fondements et modalités de la PAC ?



© François-Gaël Lataste - 2011

► Exemple de bien public couplant intérêts paysagers, entretien des espaces de montagne, héritage culturel, vitalité rurale et activité agricole. La vallée du Douro au Portugal est classée patrimoine de l'humanité par l'Unesco. C'est une zone agricole et touristique où perdure depuis plusieurs siècles la culture de la vigne et de l'olivier en terrasses.

RÉSULTATS MAJEURS

Le projet BipPop a ouvert une discussion fructueuse et stimulante sur la notion de bien public abordée de façon pluridisciplinaire (sociologie, économie, droit) en pointant le caractère polymorphe de cette notion dont la définition s'avérerait a priori stabilisée en sciences économiques. Dans la sphère politique, ce terme ambivalent de "bien public", par le flou qu'il entretient et son caractère malléable, a permis de mener et entretenir les débats sur la réforme de la PAC en intégrant une grande diversité de points de vue nationaux et régionaux, au profit toutefois des intérêts des groupes environnementaux.

Par l'analyse des pratiques agricoles à l'échelle locale, l'approche systémique des systèmes agraires a par ailleurs permis de mettre en exergue la distinction entre biens publics environnementaux et biens publics sociaux, alors même que les premiers sont privilégiés comme cibles dans les débats sur la réforme de la PAC.

Enfin, l'analyse statistique de la répartition des soutiens publics octroyés à ce jour aux agriculteurs montre que ceux-ci bénéficient majoritairement aux exploitations agricoles les moins "vertueuses" au regard de leur production/conservation de biens publics. Une inflexion des modalités de la PAC pour soutenir et encourager les agriculteurs producteurs de biens publics suppose donc une révision majeure des modalités de soutiens. Les mesures de verdissement proposées dans

le cadre de la dernière réforme de la PAC, à la suite d'un compromis entre États-membres, ne semblent pas en mesure de répondre à cette réorientation des aides agricoles et rurales vers des systèmes producteurs/gestionnaires de biens publics sociaux et environnementaux.

BipPop a participé à alimenter le débat sur le caractère heuristique de la notion de "bien public" pour comprendre les transformations des modalités d'intervention publique.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Articles :**
- Berriet-Sollic, Lataste, F.G. ; Trouvé, A. , Dwyer, J. 2014 (en révision). La Politique Agricole Commune au crible de la notion de biens publics, Revue Développement Durable et Territoire.
 - Boudes P., Darrot, C., 2014. "Les biens publics. Lecture sociologique d'une construction économique", Revue de la régulation.
 - Darrot C., Giorgis D., Billaud JP, Boudes P., 2015 (à paraître) Les Biens Publics au centre du face-à-face entre PAC et agriculteurs : une contribution sociologique à l'analyse, revue RAESTUD, N°2
 - Giorgis D., Pech M., 2012, Le foncier agricole, un bien complexe à multiples facettes. L'exemple d'un projet d'acquisition collective en région PACA, revue POUR n°220, Décembre 2012.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ANR-2010-STRA-010 COMANCHE est un projet de recherche fondamentale et appliquée coordonné par l'IFREMER, Unité de recherche "Halieutique Manche Mer-du-Nord" du département "Ressources Biologiques et Environnement". Il associe 4 partenaires : l'Ifremer - 6 unités de recherches (Halieutique Manche Mer-du-Nord, Laboratoire Environnement Ressources de Normandie, Laboratoire Environnement Ressources Bretagne Nord, Sciences et Technologie Halieutique, Laboratoire "Détection, Capteurs et Mesures" et Laboratoire Phycotoxines, situées dans 5 implantations différentes), l'Université de Bretagne Occidentale : UMR AMURE et UMR LEMAR ; l'Université de Caen Basse-Normandie : Institut de Biologie Fondamentale et Appliquée et l'Université Pierre et Marie Curie Paris 6 : UMR Div&Co. Le projet a démarré en janvier 2011 pour une durée de 36 mois, prorogée de 12 mois supplémentaires. Le projet prendra donc fin en janvier 2015. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 977 K€ pour un coût total de 1 978 K€.

- Contacts :**
- Eric FOUCHER, Eric.Foucher@ifremer.fr
- Sites web :**
- <http://wwwz.ifremer.fr/defimanche/Projets/En-cours/COMANCHE>

CHAPITRE O2 / SYSTEMRA COMANCHE / 2010

INTERACTIONS ÉCOSYSTÉMIQUES ET IMPACTS ANTHROPIQUES DANS LES POPULATIONS DE COQUILLES SAINT-JACQUES DE LA MANCHE

POURQUOI ?

Le projet COMANCHE vise à une meilleure compréhension de la dynamique globale des populations des coquilles Saint-Jacques *Pecten maximus* dans la mer de la Manche (zones CIEM Vlld,e), à travers la mise en commun d'expériences et de savoir-faire d'équipes scientifiques de thématiques différentes, pour une espèce d'importance économique forte pour les flottilles françaises.

Bien que les principaux gisements de coquilles Saint-Jacques en France (baies de Seine et de Saint-Brieuc) soient évalués chaque année par des campagnes de prospection Ifremer (COMOR et COSB), et que cette espèce ait déjà fait l'objet de plusieurs études, d'importantes lacunes persistaient encore dans la connaissance de leur écologie, dans les interactions entre les différentes populations présentes en Manche, dans le rôle de l'environnement dans le renouvellement des populations.

COMANCHE se veut ainsi un projet fédérateur, ayant pour objectif principal de combler certaines de ces lacunes à travers plusieurs études menées parallèlement - identification biogéographique des gisements - connectivité entre gisements par dérive larvaire - variabilité des traits de vie et du recrutement - dynamique des communautés planctoniques et déterminisme des efflorescences d'algues toxiques - place de ce filtreur dans le réseau trophique - développement des espèces invasives, dont la crépidule - impact de son exploitation sur le substrat - développement de scénarios alternatifs de gestion de cette espèce, à travers l'analyse des principaux circuits d'approvisionnement de cette espèce.

COMMENT ?

Le projet COMANCHE a permis de mener de front des recherches scientifiques dans plusieurs domaines de recherche différents, de la biologie fondamentale à l'économie des pêches, avec comme dénominateur commun une espèce constituant une ressource halieutique à forte valeur symbolique, fondamentale pour les pêcheries locales de la Manche.

Selon les différentes actions de recherche entreprises, des méthodes numériques de modélisation, de la cartographie, des techniques de biologie moléculaire, l'utilisation de marqueurs génétiques, des mises en culture en laboratoire, etc... ont été utilisées.

Pour cela, le projet COMANCHE s'est appuyé à la fois sur l'utilisation de données recueillies in situ, soit à partir de séries chronologiques de données biologiques recueillies lors de campagnes scientifiques à la mer menées depuis plus de 20 ans par l'Ifremer, soit recueillies directement dans le cadre du projet, et sur celles issues du flux déclaratif des navires de pêches.

Identifier les caractéristiques, la structure et le fonctionnement des principales populations exploitées de coquilles Saint-Jacques.

Une démarche pluridisciplinaire couplant économie, sociologie et analyse-diagnostic des systèmes agraires.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet DAUME est un projet de recherche fondamentale coordonné par Christophe Soulard de l'Inra. Il associe 50 chercheurs de dix équipes de recherche, trois équipes de l'INRA (Innovation, Éco-développement et Métafort), le Cirad (Tetis), le CNRS (Adess), l'ENA de Meknès, la SSSA de Pise, l'Université de Lisbonne, l'Université d'Oum El Bouaghi et le Gerdal. Le projet a commencé en janvier 2011 et se terminera en janvier 2016. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide de l'ANR de 800 K€ pour un coût global de 3 400 K€.

Contacts :

- ▶ Christophe SOULARD, soulard@supagro.inra.fr
- ▶ Élodie VALETTE
- ▶ Coline PERRIN

Sites web :

- ▶ <http://www1.montpellier.inra.fr/daume/>

CHAPITRE 02 / SYSTEMERA DAUME / 2010

DURABILITÉ DES AGRICULTURES URBAINES EN MÉDITERRANÉE : UNE COMPARAISON INTERNATIONALE

POURQUOI ?

La Méditerranée est une des régions du monde les plus menacées par les activités humaines et le changement climatique.

L'urbanisation se déploie sur les plaines agricoles littorales les plus fertiles, menaçant la sécurité alimentaire, augmentant la pression sur les ressources et l'exposition des populations aux risques naturels.

L'agriculture urbaine et périurbaine offre-elle une voie pour que ces territoires urbanisés particulièrement vulnérables se développent de manière plus durable ?

L'objectif du projet DAUME est d'éclairer cet enjeu global en s'appuyant sur une analyse approfondie et comparée des relations que tissent cinq villes méditerranéennes avec l'agriculture. Il s'agit d'une part de caractériser ces agricultures urbaines et les facteurs qui jouent sur leur durabilité.

Il s'agit d'autre part d'analyser les relations des villes avec leurs agricultures pour comprendre celles qui concourent à renforcer la durabilité du système agri-urbain.

Le projet vise à lever les verrous scientifiques permettant de traiter de ce double niveau d'analyse de la durabilité, ce qui implique de créer une interdisciplinarité entre les études urbaines et rurales, entre sciences agronomiques et sociales.

COMMENT ?

Le projet DAUME repose sur un dispositif de recherche conjuguant trois objectifs : comprendre, comparer, modéliser.

La durabilité n'est pas analysée à partir de critères normatifs, mais se base sur une première étape de diagnostics locaux conduits suivant une méthodologie commune.

Des questions thématiques ont été sélectionnées pour être analysées en parallèle sur les cinq terrains, avec des méthodologies ad-hoc combinant : analyses spatiales de l'étalement urbain, enquêtes foncières et agricoles, analyses de politiques publiques et de projets intégrateurs, identification des processus d'apprentissage de la gouvernance.

Une phase d'agrégation de ces résultats ouvre sur une modélisation des relations ville-agriculture à différentes échelles.

Les connaissances produites sont confrontées aux préoccupations des acteurs, voire servent dans certains cas à accompagner les acteurs dans la construction de politiques publiques.

La démarche comparative constructiviste est un résultat méthodologique du projet qui peut alimenter les débats sur la pratique interdisciplinaire au service du développement durable.

Comprendre les facteurs de durabilité qui renforcent les relations entre ville et agriculture.

▶ Juvéniles de coquilles Saint-Jacques (individus âgés de 1 an), capturées lors de la campagne d'évaluation du stock de coquilles Saint-Jacques de la baie de Seine (Juillet 2011).

RÉSULTATS MAJEURS

Le meeting final axé sur la restitution grand public auprès de l'ensemble des acteurs de la filière française pêche de la coquille Saint-Jacques a eu lieu en décembre 2013 dans l'enceinte du Conseil Régional de Basse-Normandie.

Des retombées directes sont attendues pour l'organisation des pêcheries et de la filière "Coquille Saint-Jacques" : meilleure connaissance des relations inter-gisements directement applicables dans le processus de gestion des pêches, meilleure connaissance des communautés benthiques associées à la CSJ et de leur évolution dans le temps directement utilisable par la profession dans le cadre de sa démarche d'éco-labellisation, meilleure connaissance de la dynamique des efflorescences algales toxiques pour prévenir les épisodes de fermeture des pêches, meilleure connaissance de la dynamique des populations et des fluctuations du recrutement en Manche...

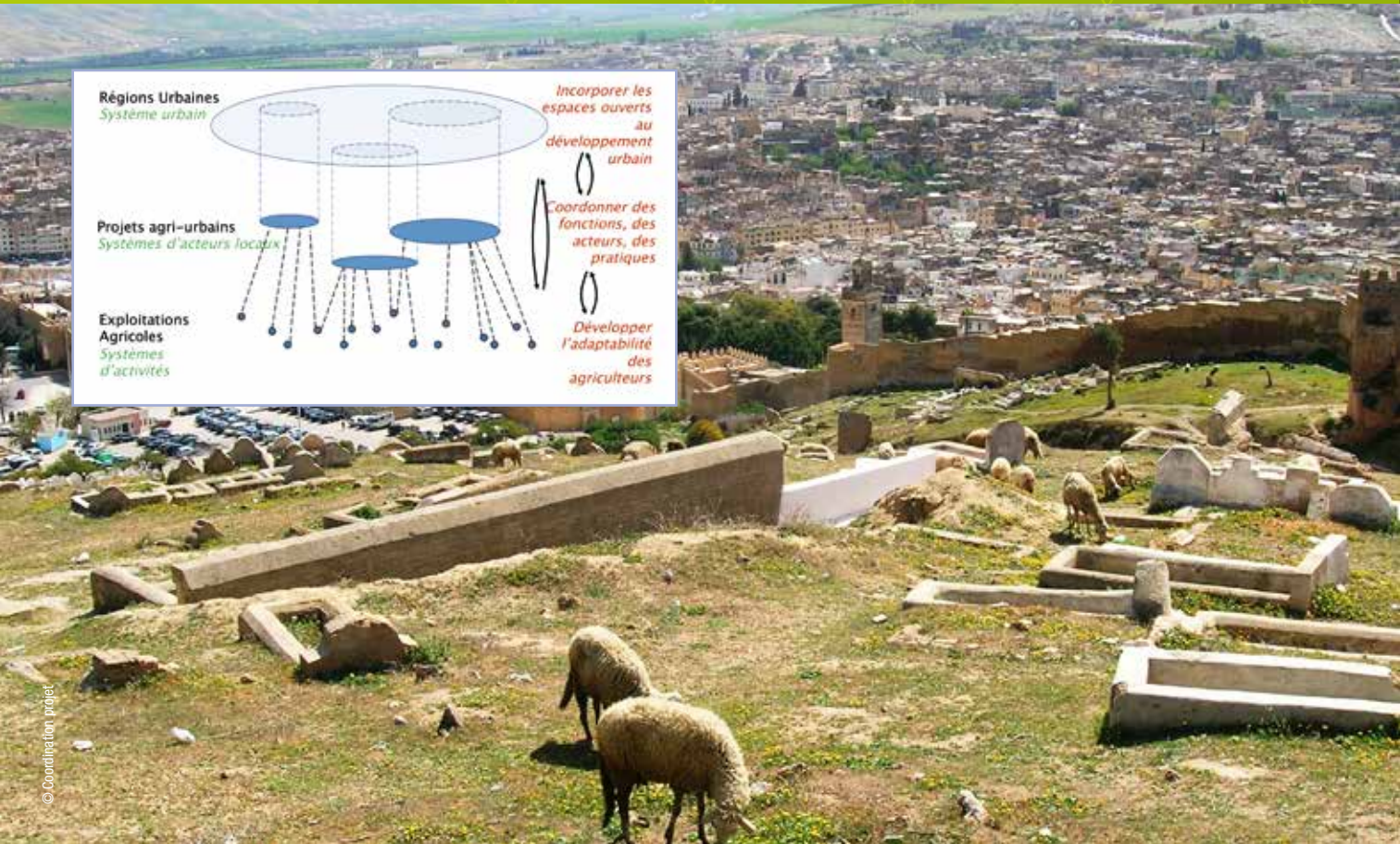
Un projet complexe reposant sur des méthodologies diverses, associant analyses en laboratoire, techniques génomiques, modélisation numérique et analyse économique des filières.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

La plupart des études conduites sont en cours de publication, plusieurs ont déjà fait l'objet de communications au niveau international.

Une carte de la connectivité entre les différents gisements de coquilles Saint-Jacques à l'échelle de la Manche a été proposée. L'influence de la température de surface et des grands cycles climatiques globaux ont permis d'expliquer les fluctuations inter-annuelles du recrutement du stock de la baie de Seine. Des avancées significatives ont été faites pour la compréhension de l'apparition des phénomènes algaux toxiques : plus de 70 souches de 4 espèces de Pseudo-nitzschia différentes ont été identifiées à partir d'échantillons prélevés en baie de Seine et ont été mises en culture. Différentes expériences en laboratoire sur ces souches montrent que des interactions entre la température et la lumière influencent la croissance de P. australis. Une biopuce ou phylochips permettant l'identification rapide des différentes espèces de Pseudo-Nitzschia a été mise au point. L'analyse des données du réseau REPHY de l'Ifremer sur une période de 10 ans (2002-2011) a par ailleurs permis de mettre en évidence qu'un déficit en silice au cours de la période estivale semble jouer un rôle important sur l'apparition de ces événements toxiques.

Un modèle d'écosystème de la Manche, couplé à un modèle biogéochimique (ECOMARS3D) décrivant le cycle des éléments nutritifs et à un modèle de dynamique des populations, a été mis en place à l'échelle de l'ensemble de la Manche.



© Coordination projet

► L'agriculture et l'élevage dans et autour de la ville de Fez, Maroc

Une analyse multiscale et comparée des relations ville-agriculture dans 5 régions urbaines.

RÉSULTATS MAJEURS

Les résultats de DAUME font ressortir des enjeux de durabilité partagés pour les agricultures urbaines en Méditerranée (étalement urbain, pression foncière sur les terres agricoles, question de l'eau), des enjeux différenciés (risques naturels, circuits courts alimentaires, gestion des eaux usées) et une inégale prise en compte de l'agriculture dans les projets urbains (quasi-ignorée dans les deux villes du Maghreb et inégalement intégrée dans les trois villes d'Europe).

On met en évidence plusieurs configurations agri-urbaines, issues de trajectoires de relations ville-agriculture déployées sur des pas de temps différents.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

La production scientifique de DAUME comprend à ce jour 60 publications dont 12 articles de revues scientifiques et 48 communications.

La communication repose sur un site web et sur un jeu de 500 plaquettes couleur en français, anglais, italien et portugais.

Le projet DAUME a aussi donné lieu à des modules d'enseignement, à l'encadrement de 20 mémoires de niveau master et de 4 thèses de doctorat.

L'année 2015 est consacrée à la valorisation avec l'organisation du colloque ASRDLF en juillet 2015 et la coordination d'un ouvrage aux éditions Springer.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet DYNRURABIO est un projet coordonné par l'unité Écodéveloppement de l'INRA dont l'objectif est finalisé autant que scientifique. Il associe 11 partenaires, laboratoires de recherches ou d'expérimentation (INRA : Écodéveloppement, PSH Plantes et Systèmes Horticoles, ODR Observatoire du Développement Rural, TCEM Transferts Sol-Plante et Cycle des Éléments Minéraux, UEASM Élevage Alternatif et Santé des Monogastriques, ISP Infectiologie et Santé Publique, RITME Risque Travail Marché État, SAD-APT Activités Produits Territoires - CNRS : CEBC Centre d'Études Biologiques de Chizé, - Université d'Avignon : EA 4279 Laboratoire de Physiologie des Fruits et Légumes - GRAB, Groupe de Recherche en Agriculture Biologique). Le projet a commencé en janvier 2011 et se termine en janvier 2015. Labellisé par le pôle TERRALIA (anciennement PEIFL), il a bénéficié d'une aide de l'ANR de 950 000 euros pour un coût global de 4 950 000 €.

Contacts :

► Tchamitchian Marc, INRA Ecodéveloppement, marc.tchamitchian@avignon.inra.fr

CHAPITRE 02 / SYSTEMERA DYNRURABIO / 2010

DYNAMIQUES DE DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE POUR UNE ÉCOLOGISATION DES TERRITOIRES

DÉVELOPPER ET AMÉLIORER LES PRODUCTIONS BIOLOGIQUES ET LEURS BÉNÉFICES TERRITORIAUX

POURQUOI ?

L'agriculture biologique (AB) est aujourd'hui encore, malgré les incitations gouvernementales répétées encore peu développées en France par rapport aux autres pays européens et par rapport à la demande en produits d'origine biologique pour la consommation nationale. Le handicap le plus souvent mentionné est sa plus faible productivité et la plus grande variabilité de celle-ci, source d'incertitudes pour les producteurs mais aussi pour les opérateurs de filières et pour les collectivités ou agences en charge de la préservation de ressources environnementales. Ce projet a pour ambition de favoriser le développement de l'AB. Le premier moyen mobilisé est de proposer des prototypes de systèmes plus écologiquement intensifs, à la productivité plus stable et améliorée. Le second moyen est la pérennisation des systèmes en AB, en s'intéressant autant aux moyens d'inciter à la conversion en AB comme à ceux évitant les retraits. Le dernier moyen est l'explicitation du rôle des systèmes en AB dans la construction des services écosystémiques à l'échelle territoriale, et la démonstration de son potentiel comme prototype pour une agriculture conventionnelle plus écologique, agroécologique.

COMMENT ?

Caractériser et analyser des systèmes et des territoires.

Le projet s'appuie principalement sur l'analyse par observations et enquêtes de situations existantes représentatives des problèmes et des opportunités que rencontre l'AB. Pour les actions visant à proposer de nouveaux systèmes, cette analyse se fait en fermes et en stations expérimentales. Les processus biologiques assurant la production et sa qualité sont caractérisés (analyses de sol, relevés floristiques, d'insectes nuisibles ou bénéfiques, enquêtes sur les pratiques des agriculteurs...). Nous cherchons alors à corréliser ces données entre elles pour déterminer les moyens d'entretenir les processus biologiques à un niveau assurant une meilleure production. Des caractérisations de même nature, mais à l'échelle de territoires et non plus des systèmes de productions, sont aussi utilisées pour déterminer les bénéfices environnementaux qu'apporte la présence de productions biologiques dans un paysage. Une détermination et une analyse de la répartition territoriale complète ici les méthodes mobilisées à cette échelle. Enfin, des analyses économétriques et des enquêtes auprès des acteurs des filières en AB permettent de mieux comprendre le rôle des primes à la conversion mais aussi les raisons du retour de certains producteurs au conventionnel.

Développer l'Agriculture Biologique en France : transformer un potentiel en réalité.



► Le développement de l'AB doit être pluriel, au sens des productions elles-mêmes (illustration ci-dessus), comme au sens des systèmes à développer dans une même filière, des trajectoires de conversions et du développement économique et territorial.

RÉSULTATS MAJEURS

En maraîchage, la diversification des productions est un facteur de productivité. Mais elle est aussi une contrainte, de commercialisation, ce qui oblige à de nouvelles solutions qui se mettent en place à une échelle territoriale. En polyculture-élevage, la production en AB s'appuie sur des imports de matière organique y compris en provenance de l'agriculture conventionnelle (fumiers...). L'autonomie minérale des fermes AB dépend de la diversité des productions AB sur le territoire proche. Les contraintes individuelles des producteurs en AB ont donc des solutions organisationnelles territoriales. Ces résultats plaident pour la construction de projets territoriaux de développement utilisant les propriétés de l'AB pour améliorer l'ensemble des services rendus par toutes les agricultures présentes.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Tchamitchian M, Bellon S, Darnhofer I, Micheloni C, Ramos M, Stassart P, 2012. IFSA WorkShop 6.3 : Organics : their dynamics (session invitée).
- Navarrete M, Dupré L, Lamine C, 2014, Int. J. Agric. Sustain.
- Prache S, Gatellier P, Thomas A, Picard B, Bauchart D, 2011. Animal
- Nicourt C, Cabaret J, 2014. Rev. Etudes Agric. Environ.
- Nowak B, Nesme T, David C, Pellerin S, 2013. Environ. Res. Let.
- Ripoll J, Urban L, Staudt M, Lopez-Lauri F, Bidet LPR, Bertin N, 2014. J. Exp. Bot.
- Allaire G, Bellon S, 2014. Agron. Environ. Soc.

Caractériser et analyser des systèmes et des territoires.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

ECOSFIX est un projet de recherche fondamentale coordonné par INRA (UMR AMAP). Il associe aussi l'INRA (UMR SYSTEM) le CNRS (UMR CEFÉ), le CIRAD (UMR Éco&Sol, UMR AMAP), l'IRD (UMR BIOEMCO), l'IRSTEA (Grenoble et Aix), l'Université Pierre et Marie Curie (UMR BIOEMCO) et l'AFAP, ainsi que des laboratoires LISAH (INRA) et CATIE (Costa Rica). Le projet a commencé en janvier 2011 et a duré 36 mois. Dans le cadre du programme systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 979 589 € pour un coût global de 4 186 219 €.

Contacts :

► Alexia STOKES (0467615835) alexia.stokes@cirad.fr

Sites web :

► <https://plus.google.com/u/0/105457462153735900224/posts>
 ► <http://inbe.cirad.fr/>

CHAPITRE O2 / SYSTEMRA ECOSFIX / 2010

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES RACINES-REDISTRIBUTION HYDRIQUE, SÉQUESTRATION DU CARBONE, FIXATION DU SOL ?

LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES SOUTERRAINS

POURQUOI ?

De vastes étendues de terres cultivées dans le monde sont menacées par l'érosion et les mouvements de masse du sol ; les pertes du sol et de végétation induites par ces phénomènes peuvent compromettre la séquestration de carbone et les processus hydrologiques des sols. Ecosfix a eu pour objectif de comprendre le rôle des systèmes racinaires sur les processus du sol et plus particulièrement le rôle fonctionnel des racines profondes par rapport aux racines superficielles. Nous avons également émis l'hypothèse que la structure fonctionnelle des communautés végétales, plutôt que l'identité et le nombre d'espèces, détermine fortement ces processus et les services écosystémiques. Pour mieux comprendre le rôle des racines sur les processus du sol, la redistribution hydraulique et la séquestration du carbone, nous avons étudié le fonctionnement et la croissance des racines à différentes profondeurs dans les sols d'agro-écosystèmes ou des systèmes forestiers sous trois climats différents à travers le monde. Les données ont été utilisées pour calibrer plusieurs modèles et fournir des lignes directrices destinées aux parties prenantes.

COMMENT ?

Une vingtaine de communautés végétales situées le long d'un gradient d'intensité d'utilisation des terres (cultures, parcelles agroforestières et forêt) ont été sélectionnées dans trois zones climatiques : méditerranéenne (France), montagnarde (France) et tropicale (Costa Rica, Laos). Ces sites ont été caractérisés par : le pourcentage d'espèces herbacées, l'âge de la dernière perturbation (labour ou éclaircie), le taux d'azote, la concentration en carbone organique et de taux de phosphore dans le sol. Les traits morphologiques et chimiques des racines ont été déterminés à différentes profondeurs dans le profil du sol, ainsi que la dynamique temporelle de la croissance des racines. Lorsque cela était possible, les processus suivants ont été mesurés sur tous les sites : vitesse de décomposition des racines, infiltrabilité du sol, stabilité des agrégats et résistance au cisaillement. La redistribution hydraulique a été déterminée dans une plantation de teck par une expérience d'exclusion de pluie. Les données ont été intégrées dans une base de données et des modèles de distribution spatiale des racines et de stabilité des pentes ont été développés et calibrés à l'aide de ces données.

Les services écosystémiques souterrains - séquestration du carbone, fixation des sols et impact hydrologique des systèmes racinaires.



► Installation de rhizotrons à l'intérieur d'un puits d'observation. La croissance des racines a été mesurée jusqu'à 5 m sous plantation de teck (*Tectona grandis*) dans le Nord du Laos.

RÉSULTATS MAJEURS

Nous avons montré dans quelle mesure la composition d'une communauté végétale influence la composition physique et chimique de la matrice racine-sol. Nous avons également montré que les systèmes racinaires peuvent atteindre plusieurs mètres de profondeur dans le sol, et que les racines profondes possèdent des rôles différents des racines superficielles, et peuvent donc influencer les services écosystémiques souterrains. Notre travail sera la base de futures études dans le domaine, dont cinq nouveaux projets de doctorats / post-doctorat au sein du consortium actuel.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Un total de 66 articles scientifiques et de vulgarisation, médias électroniques et des présentations orales ont été produites à partir des travaux. Le projet a également permis l'organisation d'une conférence internationale, la rédaction de trois thèses de doctorat / mémoires de Master, des documents internes, la mise en place de deux bases de données et l'émergence de futurs projets de collaboration. Nous pouvons ainsi affirmer qu'Ecosfix a été un projet de recherche très productif.

Les méthodes et terrains d'étude.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet "Évolution de la symbiose plantes-microorganismes et agriculture de demain" est un projet fondamental coordonné par Philippe Vandenkoornhuyse (Université de Rennes 1, CNRS UMR6553 Écosystèmes, biodiversité, évolution (EcoBio)). Il a associé 2 partenaires aux États-Unis (D Tilman, University of Minnesota ; N Johnson, Northern University of Arizona), un partenaire aux Pays-Bas (ET Kiers, Vrij Universiteit Amsterdam), et 3 laboratoires français (les UMR EcoBio, IRISA et LINA). Ce projet s'est achevé en septembre 2014 et a donc duré un peu plus de 3 ans et demi.

Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide de l'ANR de 580 000 € pour un coût global de 1 642 000 €.

Contacts :

► Philippe Vandenkoornhuyse,
philippe.vandenkoornhuyse@univ-rennes1.fr

Sites web :

► <http://ecs-project.univ-rennes1.fr/news.php>

CHAPITRE O2 / SYSTEMERA ECS / 2010

ÉVOLUTION DU COMPORTEMENT DE COOPÉRATION PLANTESYMBIONTES DANS LA PERSPECTIVE D'UN USAGE ÉTENDU EN AGRICULTURE ÉCOLOGIQUEMENT INTENSIVE

SYMBIOSE PLANTES-MICROORGANISMES ET AGRICULTURE DE DEMAIN

POURQUOI ?

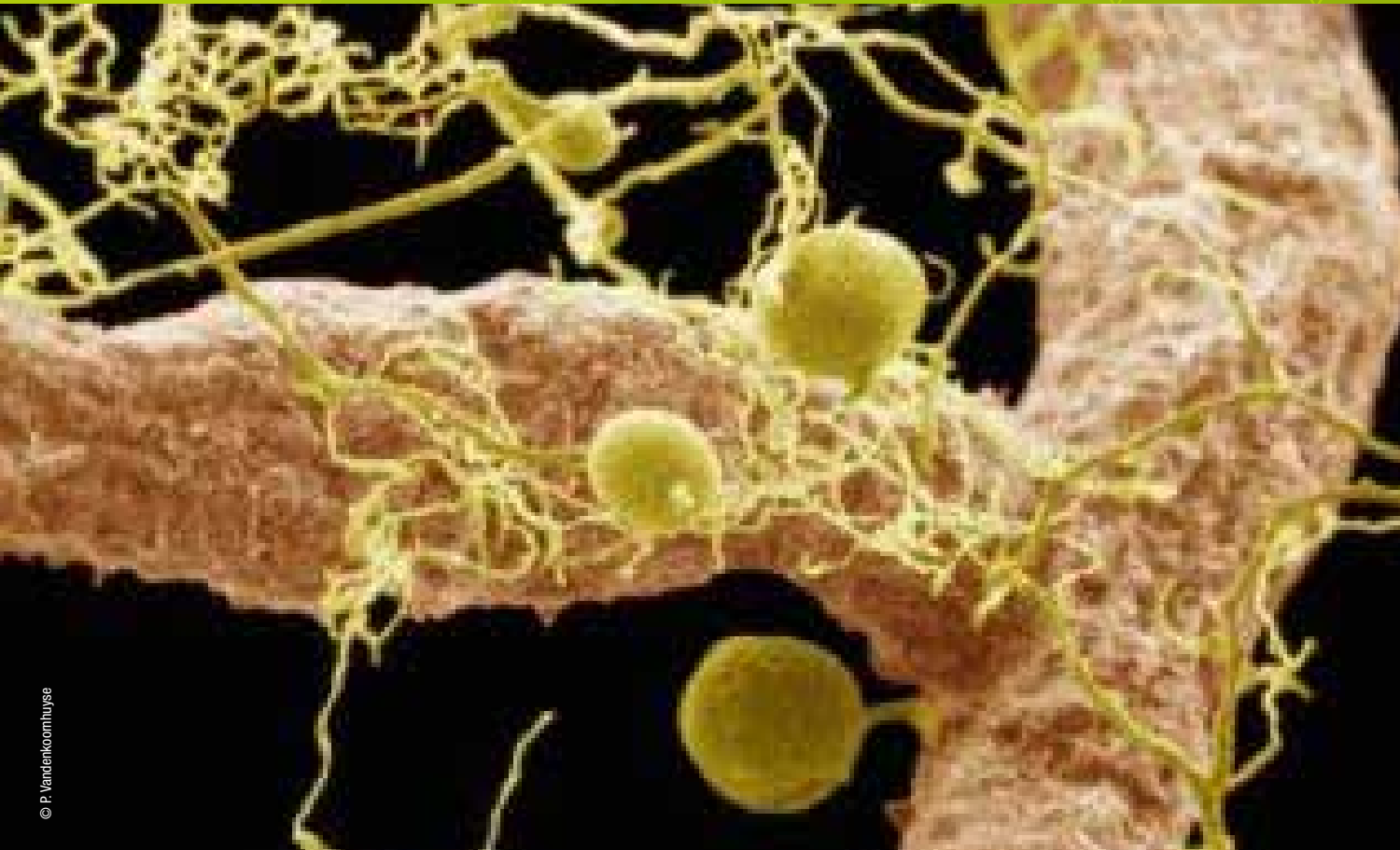
Ce projet de recherche est directement connecté à la compréhension des agrosystèmes sous un angle peu défriché. En effet ce projet s'intéresse aux micro-organismes associés aux plantes, le microbiome végétal, comme composante majeure de la productivité. En plus d'une meilleure description du microbiome des plantes, l'étude envisage plusieurs hypothèses de travail fondamental, notamment :

- Une baisse de la diversité des plantes induirait une érosion de la diversité des champignons mutualistes ;
- Le comportement de coopération des champignons mutualistes serait sous le contrôle d'un mécanisme d'embargo en carbone envers les mauvais coopérateurs ;
- La diversité des microorganismes composant le microbiome des plantes est dépendant du paysage local (à microéchelle) et du passé végétal en un lieu. Des perspectives bien réelles d'agriculture alternative sont sous-jacentes aux hypothèses, notamment dans un contexte où le lien positif entre diversité végétale et productivité est établi.

COMMENT ?

Des stratégies innovantes et des technologies de pointe ont été utilisées pour aborder les différentes tâches de ce projet de recherche. En particulier, des développements méthodologiques importants de biologie moléculaire ont permis de lever des verrous techniques importants. Ont notamment été mis au point une méthode traçant dans les ARNs de microorganismes associés aux plantes le transfert de C provenant de la plante. Cette méthode utilise l'isotope stable du carbone C13. Une autre méthode, elle aussi très innovante à échelle internationale, a consisté au séquençage de masse d'amplicons profondément multiplexés (cibles particulières d'ADN mélangés après "étiquetage" moléculaire pour être séquencés). Pour aborder de manière efficace l'analyse des données produites, un très gros effort de construction de base de données expertes de séquences fongiques mais aussi de mise en place d'analyses automatiques par cascade d'étapes enchaînées a été mis au point. Enfin, des travaux de modélisation dynamique et probabiliste pour expliquer la nature des échanges plantes / champignons mycorhiziens nous ont conduit à développer une nouvelle approche utilisant la stratégie des automates hybrides.

Diversité et évolution des champignons associés aux plantes.



► Une racine (marron) et les hyphes de champignons mycorrhiziens à arbuscules qui la colonise (jaune).

RÉSULTATS MAJEURS

Ce projet a généré des connaissances fondamentales ayant de profondes répercussions appliquées potentielles. La compréhension du phénomène stabilisant la symbiose plante / microorganismes conduit à une nouvelle interprétation de l'agriculture conventionnelle et du processus de sélection variétal. Une réunion qui s'est tenue à Rennes avec des professionnels du secteur semencier a attiré une dizaine d'entreprises (multinationales, nationales et régionales). À cette occasion, ont été débattus et argumentés les moyens d'actions pour une néo-domestication des plantes.

Analyses de séquençage massif et traitement automatisé des données.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

5 publications sont produites dans d'importants journaux scientifiques, et 6 autres sont en préparation avec un calendrier de soumission échelonné au cours de l'année 2015.

Kiers ET, Duhamel M, Beesetty Y, Mensah JA, Franken O, Verbruggen E, Fellbaum CR, Kowalchuk GA, Hart MM, Bago A, Palmer TM, West SA, Vandenkoornhuyse P, Jansa J, Bucking H 2011. Reciprocal Rewards Stabilize Cooperation in the Mycorrhizal Symbiosis Science 333, 880-882

Duhamel M, Vandenkoornhuyse P 2013 Sustainable agriculture: possible trajectories from mutualistic symbiosis and plant neodomestication. Trends in Plant Science 18:597-600



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Intens&Fix est un projet de développement expérimental coordonné par le Cirad-UMR ECO&SOLS (ex UPR 80). Il associe l'Inra-UMR ECO&SOLS, l'UMR EEF, l'UMR SYSTEM, l'UMR INNOVATION, l'AFAP, le CRDPI (Congo) et l'USP (Brésil). Le projet a commencé en janvier 2011 et dure 54 mois, jusqu'à juin 2015. Dans le cadre du programme systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 904 368 € pour un coût global de 6 439 350 €.

Contacts :

► Jean-Pierre Bouillet ; jpbouillet@cirad.fr

Sites web :

► <http://intens-fix.cirad.fr>

CHAPITRE O2 / SYSTEMRA INTENS&FIX / 2010

INTENSIFICATION ÉCOLOGIQUE DES ÉCOSYSTÈMES DES PLANTATIONS FORESTIÈRES. MODÉLISATION BIOPHYSIQUE ET ÉVALUATION SOCIOÉCONOMIQUE DE L'ASSOCIATION D'ESPÈCES FIXATRICES D'AZOTE

POURQUOI ?

Les plantations forestières (PF) doivent fournir une part croissante de la demande en bois, dans un contexte de raréfaction et/ou renchérissement des terres disponibles. Leur rendement doit donc augmenter de manière durable, au travers de pratiques innovantes et attractives pour les acteurs.

L'objectif général du projet est d'accroître la productivité des PF et la disponibilité de N et P dans le sol via une intensification écologique de leur production par l'association d'espèces fixatrices d'azote (EFA).

L'approche vise à :

- Quantifier les principales interactions biophysiques inter et intra-spécifiques au sein des PF en mélange avec des EFA, en comparaison aux monocultures.
- Prendre explicitement en compte le contexte technique et socio-économique afin de proposer des systèmes de gestion novateurs de ces écosystèmes.

Les modèles développés simulent le fonctionnement et la croissance des plantations mixtes afin de permettre l'évaluation de la faisabilité économique et de tester des modes de décision adaptées à la gestion de ces écosystèmes.

Par la diversité des systèmes et des conditions écologiques, le projet contribue à une compréhension générale des processus de compétition et à la facilitation au sein des PF associant des EFA.

COMMENT ?

Le projet repose sur des essais au champ de plantations Eucalyptus-Acacia, Peuplier-Robinier et Noyer-Aulne. La croissance des arbres et la production des plantations sont estimées par mesures allométriques et équations de biomasse. La photosynthèse, la respiration des arbres (feuilles, branches, tronc, racines) et du sol sont mesurées avec des analyseurs infra-rouge de gaz (respectivement LiCor 6400, 840 et 8100). Couplée aux chutes de litière et aux analyses de sol, la respiration du sol permet d'estimer le C alloué aux parties souterraines. La consommation hydrique des arbres est évaluée individuellement par système d'aiguilles de Granier, les résultats étant croisés au niveau peuplement avec le bilan hydrique du sol (sondes Campbell). La fixation symbiotique de N₂ est estimée par abondance naturelle/dilution isotopique ¹⁵N, et par méthode des bilans. Les 2 premières méthodes sont aussi utilisées pour estimer le transfert global de N entre EFA et non-EFA. Le transfert à court-terme repose sur le marquage ¹⁵N du tronc et le suivi temporel du ¹⁵N dans les compartiments des EFA et des non EFA. Le modèle MAESTRA permet de simuler l'évolution des principaux paramètres écophysologiques des arbres, en monoculture et en mélange. Un modèle conceptuel est couplé à l'analyse mathématique et informatique dans une démarche de modélisation ad hoc en fonction des objectifs et des données, pour une simulation générique du partage de la lumière, de l'eau et de l'azote.

Accroissement durable de la production des plantations forestières et de la disponibilité de N et P dans le sol.



► Plantation : Eucalyptus + Acacia (Brésil-Congo), Taillis courte rotation : peuplier + robinier (Centre France), Système agroforestier : noyer hybride + aulne de Corse (Sud-Est).

RÉSULTATS MAJEURS

L'équilibre entre interactions positives et négatives affecte l'allocation du Centre compartiments des arbres et la production de bois. Pour l'association Eucalyptus-Acacia, la permanence de la facilitation N et de la complémentarité entre espèces dépend d'abord de l'absence de limitation hydrique. Le fonctionnement N et P du sol et la biodiversité associée évoluent rapidement après introduction de la légumineuse. Au Brésil, un projet FAPESP (2012-2016) en liaison avec Intens&Fix vise l'extension des plantations Eucalyptus-Acacia sur les zones les plus favorables (plusieurs millions d'ha). Au Congo, un projet visera à tester avec des villages la succession A. mangium - maraîchage. En France, l'association légumineuses-arbres doit plus s'envisager à court-terme dans des systèmes agroforestiers que forestiers stricto sensu.

Modélisation biophysique et évaluation socio-économique de l'association d'espèces fixatrices d'azote dans les plantations forestières.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Voigtlaender M., Laclau JP, de Gonçalves JLM, de Piccolo MC, Moreira MZ, Nouvellon Y, Ranger J, Bouillet JP, 2012. Plant and Soil 352, 99-111

Le Maire G, Nouvellon Y, Christina M, Ponzoni FJ, Gonçalves JLM, Bouillet JP, Laclau JP, 2012. Forest Ecology and Management. 288, 31-42

Nouvellon Y, Laclau JP, Epron D, Le Maire G, Bonnefond JM, Gonçalves JLM, Bouillet JP., 2012. Tree Physiology 32, 680-695

Bini D, dos Santos C, Bouillet JP, Gonçalves JLM, Cardoso EJBN, 2013. Applied Soil Ecology, 63, 57-66

Laclau JP, Nouvellon Y, Reine C, Gonçalves JLM, Krushe AV, Jourdan C, le Maire G, Bouillet JP, 2013. Oecologia, 172, 903-913.

Bouillet JP, Laclau JP, Gonçalves JLM, Voigtlaender M, Gava JL, Leite FP, Hakamada R, Mareschal L, Mabiata A, Tardy F, Levillain J, Deleporte P, Epron D, Nouvellon Y, 2013. Forest Ecology and Management, 301, 89-101,

Epron D, Nouvellon Y, Mareschal L, Moreira RM, Koutika LS., Geneste B, Delgado-Rojas JS, Laclau JP, Sola G, Gonçalves JLM, Bouillet JP, 2013. Forest Ecology and Management, 301, 102-111

Koutika LS, Epron D, Bouillet JP, Mareschal L, 2014. Plant and Soil, 379, 205-216



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Mouve est un projet de recherche coordonné par B. Dedieu (INRA) L. Dobremez (Irstea) et JF. Tourrand (Cirad). Il associe les laboratoires DTM et EM du centre de Grenoble d'Irstea, les UMR Metafort (Irstea, Inra, Vetagrosup), l'UMR Dynafor (Inra- Efpa, INPT) et SELMET (INRA - CIRAD- Supagro Montpellier), l'unité LRDE (Inra Corte), le Laboratoire d'écologie alpine (UMR CNRS/UGA), l'Isara-Lyon et l'Institut de l'élevage. Le projet a commencé en janvier 2011 et dure 48 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il bénéficie d'une aide ANR de 933 000 € pour un coût global de 6 774 000 €.

Contacts :

► Benoît DEDIEU, Inra ; dedieu@clermont.inra.fr

Sites web :

► www1.clermont.inra.fr/mouve

CHAPITRE O2 / SYSTEMERA MOUVE / 2010

INTERACTIONS ÉLEVAGE TERRITOIRE DANS LA MISE EN MOUVEMENT DE L'INTENSIFICATION ÉCOLOGIQUE

QUELS ENJEUX POUR QUELS PROCESSUS DE CHANGEMENT DANS LES TERRITOIRES ?

POURQUOI ?

Le projet Mouve a pour objectif de produire des connaissances sur les formes et les conditions d'une intensification écologique de l'élevage d'herbivores dans des territoires relevant de régions qualifiées de "difficiles" (c'est-à-dire dans lesquelles le message d'intensification technique des 30 glorieuses n'avait eu qu'un impact limité). Le projet Mouve posait au départ comme voie d'exploration les interactions entre élevage et territoire comme un nouvel horizon des recherches sur les Livestock Farming Systems, c'est-à-dire des recherches qui considèrent les acteurs, leurs attentes et leurs actions, qui met l'accent sur les dynamiques et la diversité de l'élevage au même titre que les fonctionnements biotechniques et écologiques.

Notre hypothèse centrale est que la dimension "territoriale" implique de considérer une diversité de points de vue d'acteurs hétérogènes concernés localement par l'élevage, lesquels formulent des attentes portant sur des dimensions variées de l'activité d'élevage, des ressources qu'il mobilise, des produits et circuits commerciaux qu'elle fournit, des services écosystémiques cibles.

COMMENT ?

Cette recherche combine une approche territoriale (à la fois espace et ensemble d'acteurs), interdisciplinaire (sc. agronomiques, écologie, sciences sociales) et comparative. Huit territoires constituent la base de comparaison : ils sont localisés en France (milieux montagnards), Uruguay (Pampa), Brésil (Amazonie), Sénégal (Ferlo) et Maroc (Arganaie) et couvrent une large palette de paysages (modalités d'interaction élevage - cultures - forêt) et de dynamiques (développement, régression, relocalisation). Le travail est organisé autour de 5 tâches (plus une tâche d'animation) :

- Attentes des acteurs des territoires vis-à-vis de l'élevage, dans une perspective de développement durable et reformulations en termes d'intensification écologique ;
- Conditions et formes d'actions collectives allant dans le sens de l'intensification écologique ;
- Dynamiques de transformations des systèmes d'élevage ;
- Usages des ressources naturelles et production de services écosystémiques ;
- Intégration des connaissances et dialogue avec les acteurs locaux.

Les formes et conditions d'une intensification écologique de l'élevage dans les territoires.



© G. Loucougaray / IRSTEA

► Sur le plateau du Vercors, les voies d'intensification fourragère font l'objet de controverses notamment par rapport à l'ancrage territorial des produits et à la biodiversité des prairies.

RÉSULTATS MAJEURS

Les attentes des acteurs vis-à-vis de l'élevage questionnent tour à tour :

- Les modèles de production (le modèle dominant ou des modèles alternatifs) ;
- Les agencements spatiaux à l'échelle de territoires et leur impact sur les écosystèmes ;
- Des modalités d'action collective ;
- Les liens famille–exploitation–combinaison d'activités qui influent sur la pérennité des systèmes d'élevage,
- Les intégrités fonctionnelles des écosystèmes. Les enjeux et les méthodologies d'accompagnement du changement sont du coup assez divers dans la mesure où ils peuvent engager des dynamiques plus ou moins fortes d'écologisation et d'amélioration des performances à l'échelle de l'exploitation (ou du modèle de production) ou la préservation du fonctionnement et la gestion collectives de services écosystémiques à des échelles spatiales plus grandes.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

État des lieux des projets d'ouvrage et numéros spéciaux en développement (pour sortie en 2014 – 2015) :

- Numéro spécial dans la revue Techniques & Culture "Le pâturage : fabrique de territoires et fabrique d'élevage" (L. Dupré, J. Lasseur, R. Pocard).
- Numéro spécial dans la revue Fourrages : Évolution des liens aux surfaces fourragères et de la production de services écosystémiques dans des territoires d'élevage (G. Balent)
- e-book Livestock Public Policy : an international comparative analysis (P. Valarié et JF Tourrand)
- e-book Dynamiques des bassins laitiers dans des territoires du Nord et du Sud (M. Napoleone et C. Corniaux)
- Les résultats et les terrains du projet MOUVE ont été mobilisés dans le réseau LIFLOD (Livestock Farming Systems & Local Development – www.liflod.org) qui anime un groupe de travail dans le cadre du GASL (Global Agenda for Sustainable Livestock) coordonné par la FAO.

Une approche territoriale, interdisciplinaire et comparative.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

PESMIX est un projet de recherche appliquée coordonné par l'UPR CIRAD "Biens et services des écosystèmes forestiers tropicaux". Il associe l'Université d'Iberoamericana, l'École Supérieure des Sciences Agronomique (ESSA) de l'Université d'Antananarivo ainsi qu'El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Le projet a commencé en Février 2011 et a duré 46 mois. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 265 k€ pour un coût global de 831 k€.

Contacts :

- Alain Karsenty alain.karsenty@cirad.fr
- éline Dutilly celine.dutilly@cirad.fr

Sites web :

- <http://pсмix.cirad.fr/>

CHAPITRE O2 / SYSTEMRA PESMIX / 2010

PAIEMENTS POUR SERVICES ENVIRONNEMENTAUX : QUELLE PLACE DANS LES MIX DE POLITIQUES PUBLIQUES ?

POURQUOI ?

Les PSE sont de plus en plus utilisés pour conserver les écosystèmes, en particulier dans les pays en développement où ils sont aussi mobilisés comme outils de réduction de la pauvreté. Avoir deux objectifs pour un seul instrument est, pourtant, peu recommandé dans les politiques économiques.

Les PSE, instruments incitatifs, sont souvent déployés parallèlement à d'autres instruments tels que la réglementation, les parcs, la fiscalité, les subventions ou les projets intégrés de conservation et de développement (PICD). Le projet a cherché à identifier les synergies et conflits potentiels entre eux, dans le contexte d'un État fragile (Madagascar) où les PSE sont des initiatives privées et dans celui d'un pays émergent (le Mexique) où l'État met en œuvre un programme national de PSE. Une difficulté a été de déterminer les frontières de l'instrument PSE à Madagascar et leur place par rapports aux projets REDD+.

Le projet a analysé les compromis possibles entre les différents instruments, économiques et juridiques, et recherché comment les PSE pourraient devenir un outil central et intégrateur de politiques de développement soutenable sur les territoires à forts enjeux de conservation.

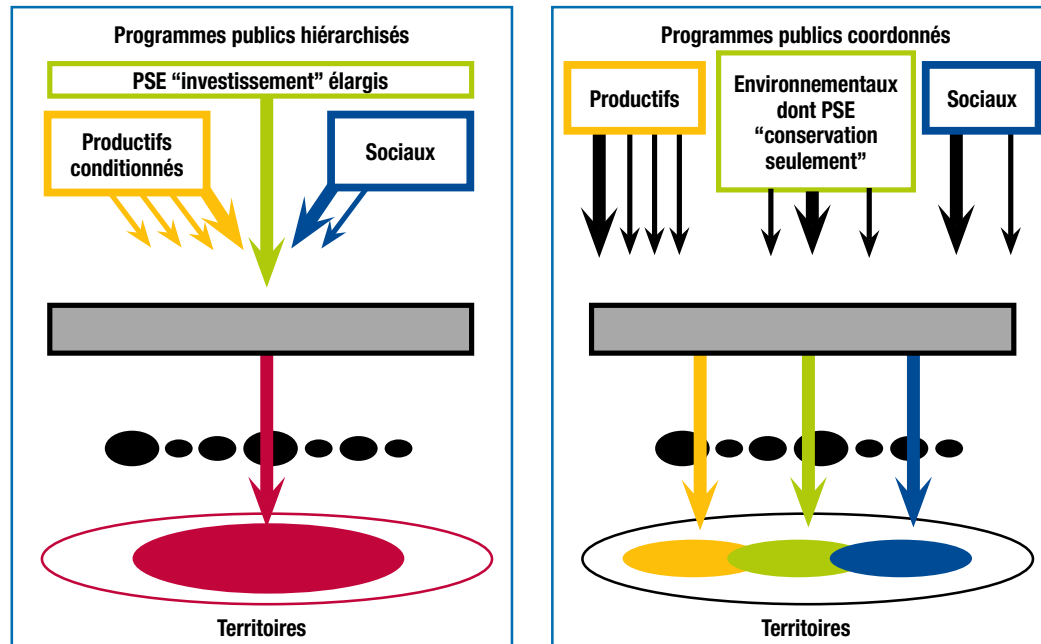
COMMENT ?

Sur les 5 terrains d'analyse (Sierra Madre du Chiapas et Cono Sur du Yucatan au Mexique ainsi que 3 sites à Madagascar) une combinaison d'entretiens qualitatifs et d'enquêtes socio-économiques a été menée au sein de communautés et de ménages sélectionnés sur les zones d'acceptabilité du PSE-hydrologique (PSA-H) au Mexique et de projets REDD à Madagascar.

Des analyses d'images satellitaires ont permis d'évaluer les changements d'occupation du sol sur les terrains mexicains et sur certains terrains malgaches.

Les méthodes de "matching" n'ont pu être adoptées. Étant donné la forte différence des communautés bénéficiaires des PSE relatives aux non-bénéficiaires, un groupe contrefactuel n'a pu être trouvé sur nos terrains d'analyse. Une analyse comparée des taux de déforestation en fonction de différents instruments de conservation (PICD, quasi-PSE...) a été menée sur un des terrains à Madagascar. Les difficultés liées à la méthodologie d'évaluation d'impacts basée sur les contrefactuels dans des contextes de comparaison à l'échelle de territoires ont conduit à une publication (soumise).

L'intégration des PSE au sein des instruments de politique environnementale et de développement rural au Mexique et à Madagascar.



► Deux formes de « Policy mix », adapté de David Escandron, JIRA et Laure Lalande, AFD

RÉSULTATS MAJEURS

- Nouvelles analyses sur la question du risque de « marchandisation de la nature » avec les PSE
- Les PSE au Mexique sont peu « additionnels » (forts effets d'aubaine). Cela aboutit à une accumulation et intensification dans une logique de spécialisation des territoires qui, du fait de la non-coordination avec les autres instruments de politiques publiques (subvention agro-pastorales...), conduit à un « effet rebond » et des pressions accrues sur les écosystèmes.
- Deux modalités de mix de politiques sont proposées : l'une est une combinaison « horizontale » entre instruments, l'autre est une combinaison hiérarchisée où un PSE tourné vers l'investissement constitue le pivot de l'intégration des autres politiques rurales. Cette dernière option semble plus adaptée aux états fragiles.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Brimont, L., Bidaud C. (2014) "Incentivising forest conservation: Payments for environmental services and reducing carbon emissions from deforestation" in Scales, I., and Ferguson, B. (dir) Conservation and Environmental Management in Madagascar. Earthscan.

Karsenty, A., Ezzine de Blas D. (2014), "Du mésusage des métaphores : les paiements pour services environnementaux sont-ils des instruments de marchandisation de la nature ?", In : L'instrumentation de l'action publique. Controverses, résistances, effets, Presses de Sciences Po (Eds : Charlotte Halpern, Pierre Lascombes et Patrick Le Galès),

Rakotondrabe M., Aubert S., Razafiarjaona J., Ramananarivo S., Ramananarivo R., Antona M. (2014), "Les paiements pour services environnementaux ; un moyen de contenir les cultures sur brûlis forestier à Madagascar ?", Bois et Forêts des tropiques, 24 p., accepté

Aubert S., Raminintsaoatra S., Razafiarjaona J., 2013, "Quel statut foncier spécifique pour les Aires Protégées de Madagascar en vue d'un aménagement coordonné des territoires ?", Revue Développement durable et territoires, vol. 4, n°1, pp. 1-19,

Conférence Internationale :

"PES in mixes of instruments and policies in the South and in industrialized countries" Montpellier, 11-13 juin 2014 - <http://pesmix.cirad.fr/atelier-2014>

Enseignement : "Les instruments économiques de l'environnement", Séminaire doctoral (3 jours) organisé par A. Karsenty à l'Université d'Antananarivo (École doctorale GRND)

Des analyses d'impact élargies prenant en compte les règles opérationnelles des PSE.

Démontrer les intérêts agronomique, nutritionnel, écologique et économique de la végéticulture.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Végé-Culture (no STRA 007) est un projet SYSTERRA 2010 de recherche fondamentale coordonné par l'UMR AGAP du CIRAD BIOS (Vincent Lebot). Il associe le CIRAD à l'IRD-UMR GRED (Stéphanie Carrière), ainsi que les laboratoires de l'USTL-Montpellier II (Laurence pascal), l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne (Laurent Legendre), le CNRS CREDO (Marc Tabani) et le CTRAV au Vanouatou (Roger Malapa). Le projet a commencé en Janvier 2010 pour une durée de quatre ans et s'est terminé en Décembre 2014. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide ANR de 765 844 € pour un coût global de 2 838 868 €.

Contacts :

► Vincent Lebot : lebot@cirad.fr

Sites web :

► www.vegeculture.fr

CHAPITRE O2 / SYSTERRA VÉGÉ-CULTURE / 2010

SYSTÈMES COMPLEXES À BASE DE PLANTES À MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE EN ZONE TROPICALE HUMIDE

POURQUOI ?

En zone tropicale humide, les systèmes agroforestiers associent arboriculture et végéticulture à base de plantes à multiplication végétative (bananes, ignames, manioc, patate douce, taros...). La parcelle n'est jamais labourée et les plantes sont manipulées individuellement au sein de nombreuses associations intra- et inter-spécifiques. Ces systèmes de culture connaissent désormais une réduction du temps de jachère du fait des pressions anthropiques ou de l'établissement de plantations pérennes de rente (cacaoyers, cocotiers, palmiers, hévéas, caféiers), fortement favorisées par les politiques agricoles et les bailleurs de fonds. Pourtant, la végéticulture est responsable de la riche agrobiodiversité encore exploitée. Elle pourrait être optimisée et recommandée pour répondre aux rapides changements environnementaux. Ses performances doivent cependant être mesurées pour démontrer ses intérêts agronomique, nutritionnel, écologique et économique et pour les comparer aux plantations pérennes dont les revenus sont utilisés pour acheter de la nourriture importée, fragilisant ainsi la sécurité alimentaire et la santé des populations. Savoir quantifier ces systèmes de culture rejoint des questions relatives à la diversité culturelle et à l'alimentation des hommes, que ce soit en termes quantitatifs, de sécurité et souveraineté alimentaires, ou en termes qualitatifs et nutritionnels. En somme, le projet repose sur une approche pluridisciplinaire, intégrant l'étude des potentiels agronomiques des terroirs et de la diversité chimique et génétique des variétés cultivées, l'utilisation d'indices agro-écologiques, l'étude de l'impact des stratégies paysannes et de leur rôle dans l'évolution des paysages et ses répercussions socio-économiques.

COMMENT ?

Végé-Culture développe des mesures spatialisées révélant des régions de contraintes au Vanouatou, le pays concerné par l'étude. En mettant les pressions anthropiques en relation avec les aptitudes culturelles des sols, des zones sous tension sont identifiées. De nouveaux indices pour une meilleure quantification au sein des parcelles ont été mis au point puis comparés pour mesurer l'agro-biodiversité. Les exportations de ces parcelles, c'est-à-dire les récoltes destinées à la consommation humaine (de racines de manioc et/ou de tubercules d'ignames et de patates douces) ont été analysées pour leurs composés majeurs (amidon, protéines, sucres, fibres, cellulose) et des calibrations ont été testées pour leur prédiction par spectroscopie infrarouge. Les marqueurs ADN confirment le rôle de la sélection intraculturelle et de la gestion paysanne des ressources génétiques qui, en l'absence de filière semencière pour assister les producteurs, permet l'optimisation du matériel végétal et la sélection des cultivars locaux les mieux adaptés. L'étude des propriétés bio-chimiques des principales plantes, au niveau des métabolites secondaires, confirme la richesse du régime alimentaire traditionnel et leur rôle pour la santé (nombreux antioxydants). Enfin, l'analyse des stratégies paysannes révèle que les revenus obtenus par les plantations sont utilisés pour l'achat de nourriture importée plutôt qu'épargnés.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet VirAphid est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'INRA-UR Génétique et Amélioration de fruits et Légumes (171 ETP). Il associe trois autres laboratoires INRA : UR Pathologie Végétale (287,6 ETP), l'UMR Centre de Biologie pour la Gestion des Populations (53,3 ETP) et UR Biostatistiques et processus spatiaux (19,6 ETP).

Le projet a commencé en janvier 2010 et se terminera en octobre 2015. Dans le cadre du programme Systerra, il a bénéficié d'une aide de 860 000 euros pour un coût global de 4 337 810 €.

Contacts :

► Nathalie.Boissot@avignon.inra.fr

CHAPITRE 02 / SYSTEMERA VIRAPHID / 2010

COMMENT UTILISER LES RÉSISTANCES DES PLANTES POUR GÉRER DURABLEMENT L'ÉVOLUTION DES PUCERONS ET DES VIRUS QU'ILS TRANSMETTENT ?

QUELS GÈNES COMBINER DANS UNE PLANTE POUR ASSURER SA RÉSISTANCE DURABLE AUX PUCERONS ET AUX VIRUS QU'ILS TRANSMETTENT ?

POURQUOI ?

Les résistances génétiques des plantes aux bioagresseurs sont des composantes essentielles d'une production alimentaire durable permettant de réduire significativement l'utilisation des pesticides. Leur usage est limité par les possibilités d'adaptation des bioagresseurs et la rareté des gènes de résistance à effets forts parmi les ressources génétiques.

Nous devons :

- Développer de nouvelles méthodes de création variétale intégrant la durabilité des résistances,
- Concevoir de nouvelles stratégies pour gérer durablement les résistances présentes chez les variétés actuellement disponibles,
- Explorer les potentialités de gènes de résistance à effets partiels plus largement répandus parmi les ressources génétiques.

Nos travaux ont porté sur les cultures maraichères et les pucerons et les virus qu'ils transmettent.

Les avancées scientifiques attendues concernent :

- La possibilité et le taux d'adaptation des pucerons et des virus face à des résistances mono- et polygéniques,
- Les mécanismes permettant ces adaptations,
- L'évaluation du gain potentiel obtenu en combinant :
 - Des gènes de résistance aux virus,
 - Des gènes de résistance aux pucerons,
 - Des gènes de résistance aux virus et aux pucerons.

COMMENT ?

Pour évaluer l'impact de combinaisons de résistances au puceron *Aphis gossypii* sur la dynamique et la structure génétique des populations de cette espèce, et sur les populations de 5 virus transmis par pucerons nous avons mené des expérimentations en plein champ afin de confronter les combinaisons de résistance à une très grande diversité de pucerons. Pour maximiser cette diversité nous avons travaillé dans différents agrosystèmes.

Pour évaluer l'impact de combinaisons de résistances à deux virus sur les populations de ces virus nous avons conduit des travaux d'évolution expérimentale au laboratoire, la multiplication virale dans les plantes permettant de générer un grand nombre de variantes et de confronter les combinaisons de résistance à une très grande diversité de génomes viraux au laboratoire.

Nos résultats sont intégrés ou en cours d'intégration dans des modèles mathématiques du contournement des résistances par les bioagresseurs ; ces modèles permettront d'explorer l'efficacité de différentes stratégies en termes de durabilité des résistances aux pucerons et aux virus.

Développer une gestion optimisée des résistances génétiques contre deux bioagresseurs majeurs des cultures, les pucerons et les virus qu'ils transmettent.



► En zone tropicale humide, les systèmes de cultures complexes à base de plantes à racines et tubercules abritent une riche agrobiodiversité mais les outils et méthodes de mesure sont indisponibles. Le projet Végé-Culture les développe pour permettre aux chercheurs de quantifier leurs composantes et de comparer leurs performances à celles des plantations pérennes de rente (hévêa, cacao, palmier à huile, cocotier) qui tendent à occuper l'espace.

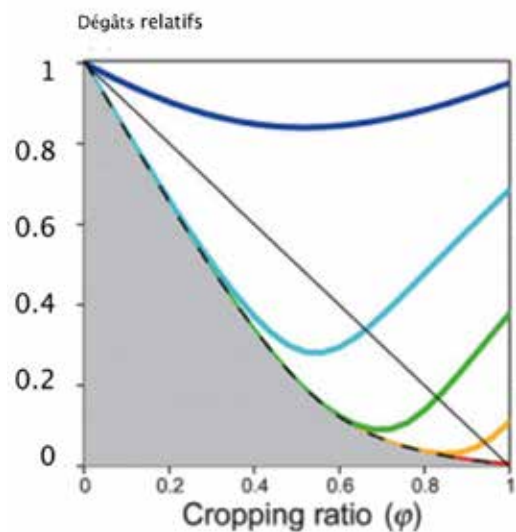
RÉSULTATS MAJEURS

Notre projet a mis au point de nouveaux outils pour cartographier les contraintes spatiales et mesurer la vulnérabilité et la résilience des communautés. Ces outils peuvent être utilisables dans d'autres pays. Il a aussi développé les criblages à haut débit (par spectrophotométrie, chromatographie haute performance ou marqueurs ADN) qui permettent la caractérisation de nombreux cultivars. En zone tropicale humide, les producteurs impliqués dans les plantations pérennes de rente utilisent leurs revenus pour acheter de la nourriture importée. Ce faisant, ils délaissent les systèmes de culture vivriers et réduisent considérablement les superficies qui leur sont consacrées. En végéculture, le nombre de plants repiqués à une incidence directe sur le maintien de la diversité génétique accumulée et celle-ci est donc directement impactée : les cultivars ne sont plus replantés et disparaissent, et avec eux des métabolites secondaires très intéressantes pour la santé des populations.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

- Lebot, V. and L. Legendre. 2014. HPTLC screening of taro hybrids (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) with high flavonoids and antioxidants contents. *Accepted in Plant Breeding*.
- Lebot, V. and P. Siméoni. 2014. Measuring community resilience and vulnerability for food security in Vanuatu. *Accepted in Human Ecology*.
- Lebot, V., T.K. Do and L. Legendre. 2014. *Food Chemistry* 151: 554-560
- Lebot, V. 2013. *Environment, Development and Sustainability*. Vol. 15 (6): 1405-1423.
- Lebot, V., R. Malapa and M. Jung. 2013. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. Vol 41 (3): 144-153.
- Lebot, V. and R. Malapa. 2012. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93(7):1788-97.
- Lebot, V. 2012. *Journal of Root Crops*. Vol. 3 (1): 1-12.
- Siméoni, P. and V. Lebot. 2012. *Human Ecology*, Vol. 40 (4) :541-555
- Blanco, J., L. Pascal, L. Ramon, H. Vandenbroucke, S. Carrière. 2013. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 174: 28-39.
- Champagne, A., Legendre, L. and V. Lebot. 2013. *Euphytica* 194 (1): 125-136.

Cartographie des pressions anthropiques et nouvelles méthodes de mesures de l'agrobiodiversité.



D'après Fabre et al 2012

Les plantes résistantes sont uniquement infectées par un variant du virus sauvage dit 'adapté'. Les plantes sensibles hébergent elles les 2 types de virus dans une proportion Θ (équilibre mutation-sélection)

$\Theta = 0$, courbe pointillée - résistance incontournable.
 $\Theta = 0.5$, $\Theta = 10^{-2}$, $\Theta = 10^{-4}$: le variant adapté est distant d'une mutation du virus sauvage
 $\Theta = 10^{-6}$ et $\Theta = 10^{-8}$: le variant adapté est distant de 2 mutations du virus sauvage

Ratio de plantes résistantes dans la culture.
 Dans cet exemple l'infection a pour origine, dans les mêmes proportions, les plates réservoir sauvages, la culture voisine et la culture observée.

► Effet de la résistance aux virus sur l'émergence de virus adapté dans une culture en mélange (exemple pour une résistance déployée depuis 15 ans)

Des expérimentations en plein champ et au laboratoire pour comprendre les processus d'adaptation des pucerons et des virus à différentes combinaisons de gènes à effet fort et partiel.

RÉSULTATS MAJEURS

Pour les pucerons comme pour les virus nous avons mis en évidence les effets positifs de la dérive génétique sur la durabilité des résistances des plantes. Pour les virus, ce caractère, génétiquement contrôlé par la plante est hautement héritable et peut être utilisé dans des programmes de sélection variétale. Pour les pucerons nous envisageons de rechercher ce type de caractère.

Nous avons défini des stratégies optimales (stratégies économiques) de déploiement des résistances aux virus à effet fort. Celles-ci vont du déploiement de la résistance en mélange avec des cultivars sensibles au déploiement de la résistance pure en fonction des caractéristiques de la résistance et du contexte épidémiologique.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

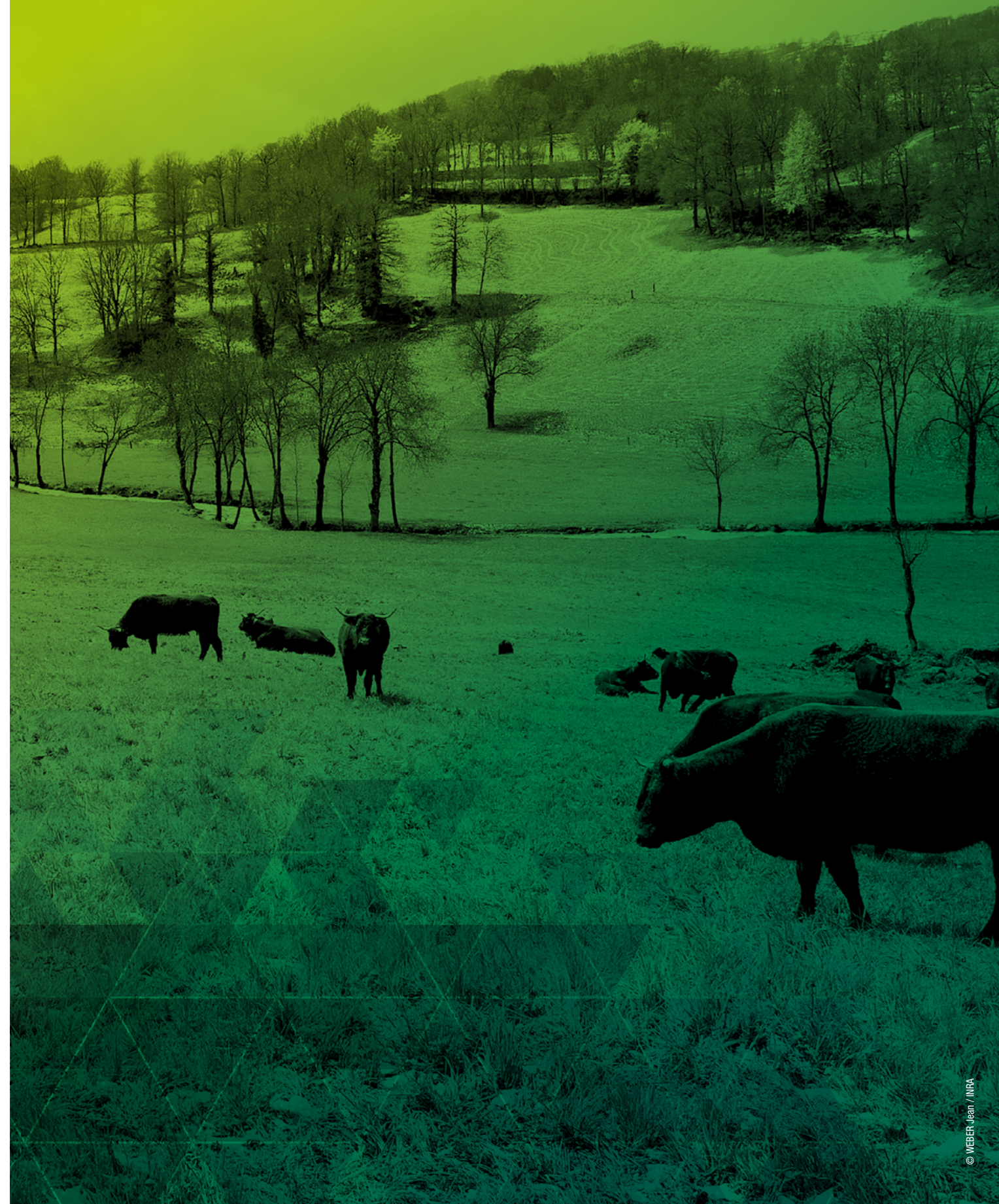
Fabre F, Rousseau E, Mailleret L, Moury B (2012) Durable strategies to deploy plant resistance in agricultural landscapes. *New Phytologist* 193: 1064-1075.

Thomas S, Boissot N, Vanlerberghe-Masutti F (2012) What do spring migrants reveal about sex and host selection in the melon aphid? *BMC Evolutionary Biology* 12

Quenouille J, Paulhiac E, Moury B, Palloix A 2014. Quantitative trait loci from the host genetic background modulates the durability of a resistance gene: a rational basis for sustainable resistance breeding in plants. *Heredity*, 112: 579-587.

Activités de valorisation

Thomas S, Boissot N, Mistral P, Chareyron V, Vanlerberghe F, et al. (2011) Combinaison gène majeur/QTL : Quel intérêt pour la résistance du melon à *Aphis gossypii* ? *Innovations Agronomiques* 15: 47-56.



PROGRAMME AGROBIOSPHERE

La biosphère devra faire face à des changements majeurs dans les prochaines décennies. L'agriculture et plus largement, les territoires et l'ensemble des écosystèmes utilisés par les sociétés devront s'y adapter. Ces changements sont d'ordre environnemental (changement climatique, désertification et raréfaction de l'eau, érosion de la biodiversité...) économique et social (raréfaction de matières premières en particulier des engrais chimiques, suppression de molécules chimiques, contestation sociale de solutions techniques conventionnelles ou innovantes, risques d'instabilité des marchés internationaux...). Le programme AGROBIOSPHERE visait à définir des transitions vers des systèmes productifs durables adaptés à ce nouveau contexte. Il s'appuie sur une meilleure compréhension du fonctionnement écologique des systèmes productifs. Il visait également à élargir l'éventail des solutions technologiques, économiques et sociales qui peuvent être mobilisées pour résoudre les problèmes de viabilité et d'adaptation des écosystèmes productifs aux "changements globaux". Plus généralement, il soutenait la conception et la mise en oeuvre de trajectoires d'adaptation des systèmes productifs et des territoires.

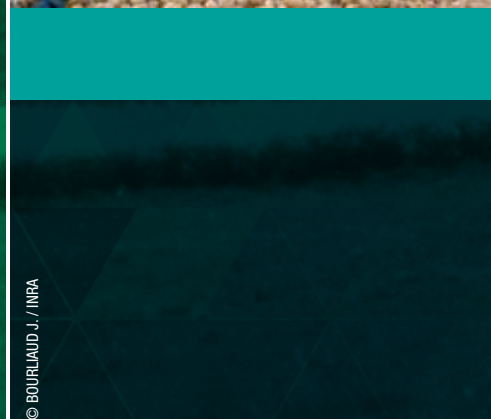
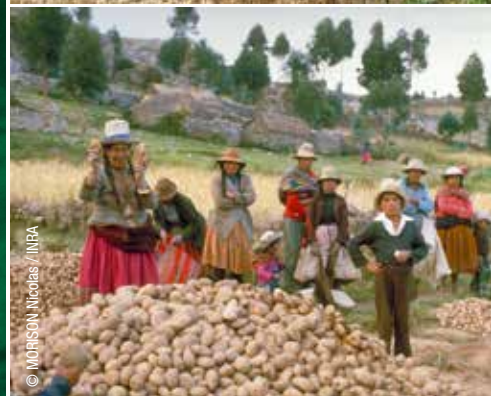
CHIFFRES CLÉS 2011



CHIFFRES CLÉS 2012



CHIFFRES CLÉS 2013





CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet AMtools est un projet de recherche interdisciplinaire coordonné par le Laboratoire d'Écologie, Systématique et Évolution (UMR 8079 CNRS, Université Paris-Sud et AgroParisTech) en association avec le CIREN, l'IRSTEA et l'INRA (Avignon et Orléans). Le projet a commencé en février 2012 pour une durée de 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il a bénéficié d'une aide ANR de 356 948 € pour un coût global de 1 207 888 €.

Contacts :

► Juan Fernández-Manjarrés, CR CNRS,
juan.fernandez@u-psud.fir

CHAPITRE 03 / AGROBIOSPHERE AMTOOLS / 2011

OUTILS ÉCOLOGIQUES ET LÉGAUX POUR LA MIGRATION ASSISTÉE DES FORÊTS

LA MIGRATION ASSISTÉE : LES ARBRES PEUVENT-ILS ALLER PLUS VITE QUE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ?.

POURQUOI ?

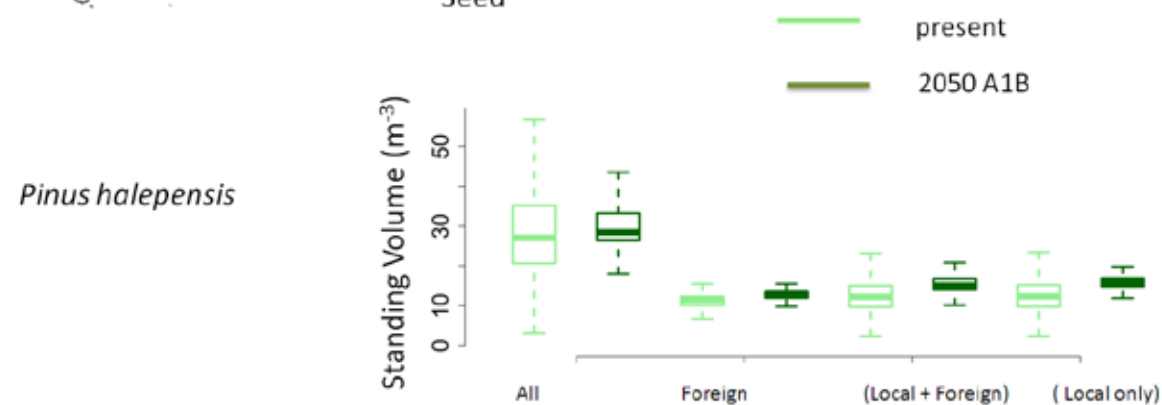
La vitesse du changement climatique dépasse largement la capacité de dispersion de la plupart des organismes. Pour les arbres forestiers en particulier, le défi imposé est notamment plus important car non seulement leur capacité de dispersion est réduite, mais leur temps de génération est très long. De plus, pour le cas de la forêt gérée, il s'agit d'un socio-écosystème qui doit s'adapter rapidement aux changements globaux. Ainsi, l'objectif général du projet est de trouver des outils écologiques et des politiques publiques qui peuvent augmenter la capacité adaptative des forêts gérées en France à travers une nouvelle proposition qu'est la migration assistée des espèces forestières. Nous avons abordé cette thématique à travers une approche tripartite selon laquelle :

- Les vulnérabilités de 14 espèces indicatives ont été modélisées pour ensuite détecter leur migration optimale ;
- Une analyse des risques associés aux coûts des translocations d'arbres sur un climat actuel a été réalisée ;
- Une analyse comparative des concepts, des méthodes et des structures sociétales capables d'implémenter des changements pour maintenir l'adaptabilité du socio-écosystème forestier a été réalisée.

COMMENT ?

L'évaluation de la vulnérabilité des forêts a été basée sur des corrélations très puissantes qui utilisent des méthodes dites de "machine learning" entre le climat actuel et les observations de mortalité et de biomasse sur pied de 14 espèces prioritaires en France et en Espagne. Ainsi, en utilisant une base de données de plus d'un million d'arbres, nous avons pu simuler des zones où certaines espèces vont potentiellement augmenter leur mortalité et diminuer leur biomasse. Ensuite, des simulations par région forestière ont permis de détecter le comportement possible d'une provenance par rapport à une autre pour simuler les effets d'une migration assistée. En parallèle, une analyse d'incertitude profonde a été réalisée en utilisant des bases de données issues de tests de provenances de différentes espèces forestières pour mesurer le coût des migrations assistées avec les maladaptations éventuelles. Enfin, une analyse des politiques utilisées pour implémenter la migration assistée, notamment en Amérique du nord, a été réalisée, ainsi qu'une analyse de l'adaptabilité de certaines forêts en France avec des régions contrastées (l'Atlantique, La Méditerranée, le Centre, Les Alpes...) d'un point de vue socio-écosystémique.

**Des outils
pour l'adaptation
des forêts à travers
la migration
assistée des
arbres en France.**



► Exemple de la migration assistée potentielle du pin d'Alep entre l'Espagne et le Sud de la France. La variable utilisée est la biomasse issue des inventaires forestiers et ses corrélations avec le climat. Ici, le mélange avec des sources plus au Sud semblent favoriser la biomasse, selon diverses hypothèses.

ENCOURS RÉSULTATS

Ce projet vise à aborder l'adaptation des forêts par une approche multidisciplinaire composée :

- D'une analyse des principes des politiques publiques (principe de précaution, principe de prévention) et des principes de gestion des socio-écosystèmes (principes de coordination et de redondance),
- De simulations pointues basées sur des données liées à l'interaction de la fitness et du climat (inventaires forestiers et tests des provenances),
- Enfin, des propositions de méthodes de prise des décisions sous incertitude pour évaluer la pertinence ou non de la migration assistée.

Benito-Garzon, M., Ha-Duong, M., Frascaria-Lacoste, N. & Fernandez-M., J.F. (2013) Habitat restoration and climate change: dealing with climate variability, incomplete data and management decisions with tree translocations. Restoration Ecology, in press).

► Benito-Garzon, M., Ha-Duong, M., Frascaria-Lacoste, N. & Fernandez-M., J.F. (2013) Extreme Climate Variability Should Be Considered in Forestry-assisted Migration. Bioscience, in press).

► Sansilvestri, R. et al. (sous presse) Intégrer le facteur climatique dans la compensation écologique : le cas des écosystèmes forestiers. Ed. Levrel, H. dans "Restaurer la nature pour compenser les impacts du développement". Éditions Quae.

Observations, simulations et décisions.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet DESCARTES est un projet de recherche appliquée coordonnée par l'UMR TETIS. Il associe le CIRAD, L'Université de la Réunion et l'IRD (UMR ESPACE DEV, UMR SELMET et unité de recherche AIDA). Le projet a commencé en février 2012 et se déroule sur trois ans. Il a bénéficié d'une aide ANR de 443 553 € dans le cadre du programme AGROBIOSPHÈRE.

Contacts :
► Agnès Bégué, agnes.begue@teledetection.fr

Site web :
► <http://www.projet-descartes.fr/>

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHÈRE DESCARTES / 2011

OUTIL DE SIMULATION CARTOGRAPHIQUE POUR L'AIDE À L'ÉVALUATION AGRO-ÉCOLOGIQUE DE SCÉNARIOS DE L'USAGE DES SOLS EN MILIEU INSULAIRE TROPICAL

SIMULATION CARTOGRAPHIQUE AU SERVICE DE L'INNOVATION COLLECTIVE.

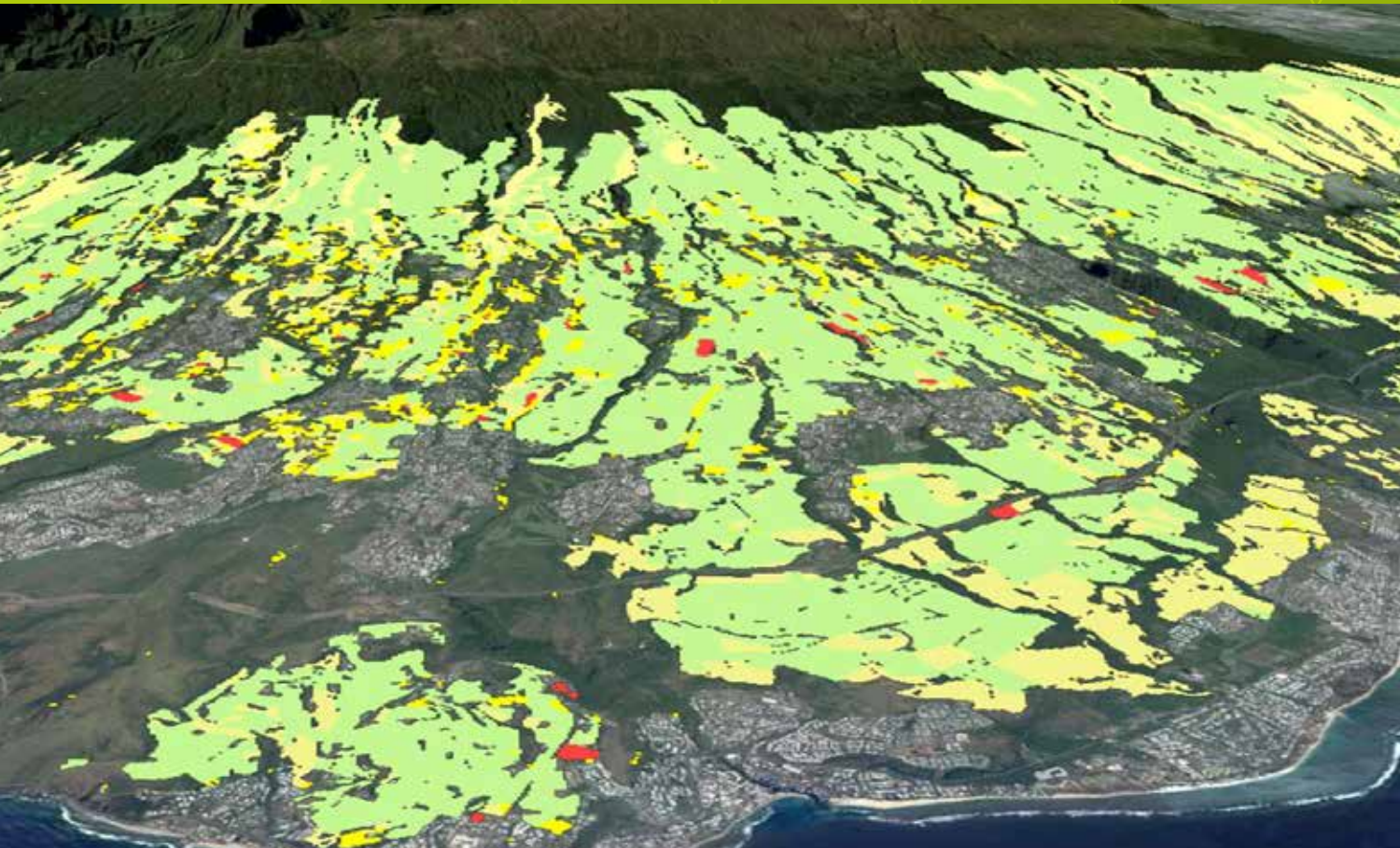
POURQUOI ?

À la Réunion, petit espace insulaire, les dynamiques socio-économiques sont soumises à de fortes contraintes d'espaces, à l'origine de conflits d'usages. Pour les collectivités territoriales, un des défis majeurs est de pouvoir dépasser une vision segmentée des différents enjeux du territoire et de mieux analyser les effets des différentes politiques sectorielles qui se superposent. L'objectif du projet DESCARTES est de construire une démarche d'élaboration participative d'un diagnostic sur les enjeux territoriaux sur l'île de la Réunion. Pour cela, le projet s'appuie sur le développement d'un outil de simulation cartographique pour tester les "conséquences et cohérences", en termes de services (production et services), de différents scénarios d'occupation des terres. Dans la perspective de développer des apprentissages, les partenaires institutionnels sont étroitement associés au collectif scientifique sur l'ensemble de la mise en œuvre du projet. Un des enjeux scientifiques est d'analyser l'apport de ce type de modèle, comme support d'animation ainsi que leurs conditions d'utilisation.

COMMENT ?

La démarche consiste à mettre en place une arène qui garantit la légitimité de l'exercice de prospective et en précise la finalité. Les interactions avec les acteurs sont organisées dans le cadre de groupes de travail, durant lesquels les modèles sont présentés puis discutés avec les partenaires. Dans une approche itérative, des modèles démonstrateurs ont été successivement enrichis et développés en fonction des interactions et apports des partenaires. Pour améliorer ces interactions, le choix a été fait de produire des modèles "contextualisés" qui n'ont donc pas de portée générique. La flexibilité du langage de modélisation Ocelet permet de combler le décalage entre la besoin des acteurs d'interagir en temps réel lors des ateliers, et le temps nécessaire pour développer les simulations. Le concept de graphe d'interaction intégré dans Ocelet a favorisé l'intégration de différents points de vue et différentes échelles dans un même modèle. La production de cartes dynamiques sur Google Earth est un des atouts de cet outil qui a été mis à profit pour présenter les résultats de simulations aux acteurs et s'avère être un bon support pour interagir dans les arènes.

Outil de simulation cartographique pour l'aide à l'évaluation de scénarios d'évolution de l'occupation des sols en milieu insulaire.



► Exemple d'une sortie de modèle : simulation de l'évolution de l'occupation agricole (en jaune, des parcelles agricoles qui passent en friche)



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet GESTER est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'UMR SADAPT INRA, AgroParisTech. Il associe les laboratoires INRA BIOGER, INRA-AgroParisTech Agronomie, INRA Eco-Innov, INRA AgrocampusOuest IGEPP, INRA MIA, et les instituts techniques Arvalys et le CETIOM. Le projet a commencé en 2012 pour une durée de 4 ans. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il bénéficie d'une aide de la part de l'ANR de 514 289 € pour un coût global de 2 925 895 €.

Contacts :

► François Coléno : coleno@grignon.inra.fr

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE GESTER / 2011

GESTION TERRITORIALE DES RÉSISTANCES AUX MALADIES EN RÉPONSE AUX NOUVELLES CONTRAINTES D'UTILISATION DES PESTICIDES EN GRANDE CULTURE

GÉRER DURABLEMENT ET COLLECTIVEMENT LES RÉSISTANCES VARIÉTALES À L'ÉCHELLE DES TERRITOIRES AGRICOLES

POURQUOI ?

Les objectifs de réduction d'usage des produits phytosanitaires nécessitent d'explorer d'autres solutions de gestion de la santé des plantes cultivées. Les résistances variétales constituent une solution pertinente pour répondre à un tel objectif. Leur large usage se heurte néanmoins à un problème majeur de durabilité, en particulier lorsque des variétés ayant les mêmes gènes de résistance sont utilisées sur une large portion du territoire. Il convient dès lors de concevoir une gestion durable de ces gènes en favorisant une biodiversité cultivée à l'échelle des territoires. C'est l'objet du projet GESTER. Il est pour cela basé sur une compréhension améliorée du fonctionnement écologique des agrosystèmes, sur une étude approfondie de la perception des acteurs et de leurs modes d'organisation, et sur le développement de modèles de simulation cartographiques de ces processus et objets. Ce projet pluridisciplinaire associe épidémiologie, agronomie et sciences sociales. Il reposera sur une interaction forte entre recherche, application (instituts techniques) et acteurs de terrain (coopératives, agriculteurs, chambres d'agriculture).

COMMENT ?

Le programme GESTER vise à combiner deux types de modèles :

- Des modèles épidémiologiques à l'échelle des paysages. Ces modèles simulent l'évolution des pathogènes et l'érosion des résistances variétales en fonction des cultures implantées et de connaissances biologiques sur les pathogènes,
- Des modèles de gestion du territoire. Ces modèles simulent l'allocation des cultures sur le paysage en fonction des stratégies des différents acteurs du secteur agricole. En particulier les Entreprises de Collecte et de Stockage (coopératives agricoles et négociants) et agriculteurs. Ils génèrent ainsi les paysages pouvant être évalués par les premiers modèles.

La construction de ces modèles repose sur des travaux en épidémiologie et en sciences sociales visant à acquérir des connaissances sur les systèmes biologiques et sur les stratégies des acteurs.

L'acquisition de connaissances sur les systèmes biologiques porte sur deux pathosystèmes : la rouille du blé et le phoma du colza. Il s'agit, d'améliorer par expérimentation la compréhension de la dynamique épidémiologique de ces deux pathosystèmes /maladies.

L'acquisition de connaissances sur les stratégies d'acteur repose sur des enquêtes auprès des différentes parties prenantes (dirigeants de coopératives, conseillers agricoles et agriculteurs) afin d'identifier les capacités d'action collective à l'échelle des territoires ainsi que les règles et les contraintes qui pèsent sur l'allocation des cultures dans l'espace.

ENCOURS RÉSULTATS

Des modèles de simulation contextualisés et co-construits.

La plateforme Ocelet est disponible pour la communauté scientifique sur des thématiques aussi variées que l'épidémiologie spatiale ou la planification territoriale. L'intégration de données raster permettra de modéliser simultanément des processus spatiaux à plusieurs échelles. Les modèles de simulation développés vont être remobilisés dans le cadre d'un projet expérimental de gestion intégrée d'un bassin versant. Enfin une déclinaison plus opérationnelle de la plateforme de simulation est en cours de discussion avec une collectivité territoriale pour accompagner la révision de son SCOT.

6 communications ont été présentées dans des colloques internationaux. 2 articles ainsi qu'1 chapitre d'ouvrage ont déjà été soumis.

Une première version diffusable de la plateforme de simulation spatiale OCELET avec un site web : <http://www.ocelet.fr>

Conception et évaluation de scénarios de gestion territoriale des résistances variétales à des fins de durabilité.



© Brigitte Cauwin / INRA



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet OSCAR est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'UMR INRA-Oniris "BioEpAR" à Nantes. Il associe quatre autres laboratoires (UMR CNRS-Université de Rennes 1 "EcoBio"; UR INRA "EpiA" à Clermont - Ferrand; UMR IRD-CNRS-Université de Montpellier 1 et 2 "MIVÉGEc"; UR INRA "CEFS" à Toulouse). Le projet a commencé en janvier 2012 et se terminera en décembre 2015. Il a bénéficié d'une aide ANR de 660 000 € pour un coût global de 3,3 millions €.

Contacts :

► Olivier PLANTARD, olivier.plantard@nantes.inra.fr

Site web :

► www6.inra.fr/OSCAR

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE OSCAR / 2011

OUTIL DE SIMULATION CARTOGRAPHIQUE À L'ÉCHELLE DU PAYSAGE AGRICOLE DU RISQUE ACAROLOGIQUE

CARTOGRAPHIER LES TIQUES ET LEURS AGENTS PATHOGÈNES POUR MIEUX LES COMBATTRE

POURQUOI ?

Les tiques – qui sont des acariens – constituent les principaux vecteurs de maladies vectorielles en région tempérée, d'où leur importance pour la santé humaine et animale. *Ixodes ricinus* est l'espèce la plus fréquente en Europe où elle est notamment vectrice de la maladie de Lyme et de la piroplasmose bovine. Essentiellement forestière, on la trouve cependant aussi dans les haies et en bordure de pâtures. Elle réalise ses repas sanguins aux dépens d'une grande diversité d'animaux vertébrés, aussi bien dans la faune sauvage que domestique, parmi lesquels certains constituent parfois des réservoirs d'agents pathogènes. Nous établissons des cartes de répartition des tiques et de trois agents pathogènes dans deux zones de bocage et nous cherchons à déterminer les facteurs du paysage qui expliquent l'hétérogénéité spatiale observée. Grâce à ces connaissances, nous construisons un outil de simulation cartographique du risque qui permettra d'évaluer par simulation l'effet de différents modes de gestion du paysage (augmentation/diminution des surfaces boisées, ajout/suppression de haies modifiant la connectivité des milieux forestiers...) sur la distribution et l'abondance des tiques et des agents pathogènes qu'elles hébergent.

COMMENT ?

Cinq campagnes de terrain ont été réalisées dans deux zones ateliers bénéficiant déjà d'une cartographie détaillée des différents milieux composant ces agro-écosystèmes. Les tiques sont récoltées par la "méthode du drap"; les mulots et campagnols sont capturés dans des "pièges à bascule" et les chevreuils à l'aide de filets (certains sont équipés de colliers GPS permettant de suivre leurs déplacements). Le matériel biologique ainsi collecté (tiques et biopsies des hôtes capturés) fait alors l'objet d'analyses moléculaires afin d'estimer la fréquence des trois agents pathogènes recherchés (bactéries responsables de la maladie de Lyme, de l'anaplasmose granulocytaire et parasite responsable de la piroplasmose bovine). Ces analyses permettent aussi de mesurer les flux de gènes entre populations de tiques et d'estimer leur dispersion. Nous cherchons ensuite à expliquer statistiquement les variations de densité de tiques et de fréquence d'agents pathogènes observées en fonction des différentes variables caractérisant le paysage (végétation, hôtes...). Enfin, nous établissons un modèle dynamique spatialisé qui permettra de prédire le risque acarologique (produit de la densité de tique par la fréquence des pathogènes).

ENCOURS RÉSULTATS

L'acquisition des données biologiques a permis :

- D'établir la fonction de dispersion interannuelle du phoma du colza ;
- De mettre en évidence pour la rouille du blé la généralisation des fonds génétiques, des virulences Lr24 et Lr28, apparues en 2009 et 2011.

En ce qui concerne les travaux sur les stratégies des acteurs et des entreprises nous mettons en évidence que les restructurations du secteur coopératif ont conduit à l'adoption de stratégies de limitation des coûts et à une dilution de l'information technique dans les entreprises (plus faible communication entre services). Ceci conduit à une réduction des variétés proposées aux agriculteurs sur leur territoire. Il y a donc homogénéisation des cultures, ce qui est contradictoire avec un objectif d'accroissement de la biodiversité cultivée.

Les réflexions menées entre les partenaires du projet GESTER ont permis l'émergence de nouveaux projets de recherche nationaux et européens. C'est en particulier le cas des projets FONDU et Riz Éternel sur la gestion durable des fongicides et des résistances variétales du riz financé par le métaprogramme SMaCH de l'INRA et du programme déposé à H2020 Wheatsecure.

Papaix J., Touzeau S., Monod H., Lannou C. (2014). Can epidemic control be achieved by altering landscape connectivity in agricultural systems? *Ecological Modelling*, 284, 35-47.

Papaix J., David O., Lannou C. Monod H. 2013. Dynamics of adaptation in spatially heterogeneous metapopulations. *PLoS ONE* 8(2): e54697.

Lannou C., Papaix J., Monod H., Raboin L-M., Goyeau H. 2013. Gestion de la résistance aux maladies à l'échelle des territoires cultivés. *Innovations Agronomiques* (à paraître).

Combiner sciences humaines et sociales, sciences biologiques (agronomie et épidémiologie) et modélisation pour évaluer des scénarios de gestion collective des résistances variétales.

L'hétérogénéité des milieux et l'écologie des vecteurs et de leurs hôtes conditionnent l'épidémiologie des maladies transmises par les tiques.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet POLYPERL est un projet de recherche intégré sur la perliculture en Polynésie française. Il est coordonné par l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (Ifremer) et associe l'Université de la Polynésie française (UPF), la Direction des Ressources Marines et Minières (DRMM), le Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE), l'Institut de Recherches pour le Développement (IRD), l'Association Te Mana O Te Moana, le Laboratoire Montpellierain d'Économie Théorique et Appliquée (LAMETA), l'UMR Aménagement des Usages des Ressources et des Espaces marins et littoraux (AMJURE), la ferme perlière Gauguin's Pearl et la société Skuldtech (devenue récemment Acobiom). Le projet a commencé en février 2012 pour une durée de 4 ans. Financé dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il bénéficie d'une aide de l'ANR de 707 823 € pour un coût global de 3 038 864 €.

Contacts :

► Yannick GUEGUEN, ygueguen@ifremer.fr

Site web :

► <http://www.polyperl.org/>

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE POLYPERL / 2011

GESTION INTÉGRÉE ET ADAPTATION DE LA PERLICULTURE EN POLYNÉSIE FRANÇAISE DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT GLOBAL : APPROCHE ENVIRONNEMENTALE, ÉCONOMIQUE ET SOCIALE

LA PERLICULTURE EN POLYNÉSIE FRANÇAISE DANS LE CONTEXTE DU CHANGEMENT GLOBAL

POURQUOI ?

En 30 ans, la perliculture est devenue une activité essentielle à l'économie de la Polynésie française (80% des exportations). Or ce secteur, qui repose sur l'exploitation d'une seule espèce cultivée, l'huître perlière *Pinctada margaritifera*, traverse actuellement une crise sans précédent dont les causes semblent autant structurelles que conjoncturelles. Dans ce contexte, POLYPERL est un projet global prenant en compte un ensemble de thématiques de recherche appliquées à la perliculture, de la compréhension des phénomènes biologiques aux aspects socio-économiques relatifs à l'activité perlicole, en intégrant la gestion des risques (anthropique, sanitaire et climatique). Il a vocation à améliorer notre connaissance de l'huître perlière et de la perliculture à l'échelle de la Polynésie française. Le projet présente un double intérêt : scientifique d'une part, puisqu'il permettra l'acquisition d'avancées concernant la biologie de l'espèce et son exploitation, et directement opérationnel d'autre part, en proposant des innovations et des outils d'aide à la décision dans l'optique d'une gestion durable et intégrée de la perliculture en Polynésie française.

COMMENT ?

POLYPERL a pour vocation d'améliorer notre connaissance du système productif perlicole à l'échelle de la Polynésie française, à travers une approche systémique de l'activité, en favorisant le développement de connaissances interdisciplinaires (écologie, physiologie, zootechnie, génétique, physique, modélisation, économie, sciences sociales, épidémiologie...). Une autre originalité de ce projet concerne la mise en œuvre d'une démarche de recherche-action, associant scientifiques, perliculteurs et autorités de gestion pour la construction de scénarios. L'objectif est d'explorer différentes solutions pour préserver et améliorer, face aux changements globaux, l'éco-efficience de la perliculture à l'échelle de la Polynésie française. La recherche et l'innovation concerneront les pratiques mais couvriront également les domaines économique, social et organisationnel, tant pour favoriser l'innovation que pour identifier des pistes économiques et sociales et des instruments de politique publique pouvant contribuer à la durabilité de la perliculture en Polynésie française.

Élargir l'éventail des solutions technologiques, économiques et sociales afin de garantir une production perlicole viable en Polynésie française.



► Femelle de la tique *Ixodes ricinus* à l'affût sur la végétation, attendant qu'un hôte passe à sa portée pour s'y accrocher et y réaliser son repas de sang.

ENCOURS RÉSULTATS

Un projet pluridisciplinaire combinant études de terrain, analyses moléculaires au laboratoire et modélisation.

Une forte hétérogénéité spatiale de la densité des tiques a été observée (de 0 à 154 tiques par transect de 10 m²). Les fortes densités sont cependant systématiquement associées à la présence de forêts ou de larges haies adjacentes et leur localisation semble relativement stable entre les années alors que les abondances de rongeurs ont diminué d'un facteur 10 entre 2012 et 2013. La fréquence de chacun des 3 agents pathogènes recherchés dans les tiques est faible (entre 3,2 et 5,5 % à l'échelle de l'ensemble des 2 zones d'étude). L'analyse préliminaire de leur distribution spatiale, bien qu'hétérogène, ne montre pas l'existence de foyers nets.

Chastagner A., Dugat T., Vourc'h G., Verheyden H., Legrand L., Bachy V., Chabanne L., Joncour G., Maillard R., Boulouis H.-J., Haddad N., Bailly X & Leblond A. *Veterinary Research* (en revision).

McCoy K., Léger E & Dietrich M 2013. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology* 3, 1-12.

Quillery E., Quenetz O., Peterlongo P., & Plantard O. 2014. *Molecular Ecology Resources*, 14(2) 393-400.

Articles dans *Le Monde* (26/06/2013), *Libération* (30/08/2013), *Actu-Environnement* (10/06/2013) évoquant le projet OSCAR.



► Récoltes de perles de Polynésie française / Ferme perlière de Polynésie française (Rangirao).



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet SOFIA est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'INRA, UMR FARE (S. Recous). Il associe 7 autres partenaires de l'Inra (AGROIMPACT Laon-Mons, H. Boizard ; PESSAC Versailles, M. Hedde ; AGROÉCOLOGIE, P.A. Maron ; AGRONOMIE, M. Bertrand), de l'Université de Rouen (ECODIV, M. Chauvat), de l'Université de Rennes (ECOBIO, D. Cluzeau) et AGROTRANSFERT RESSOURCES et TERRITOIRES (A. Duparque). Ces partenaires ont des compétences diversifiées (biodiversité, fonctionnement du sol, évaluation environnementale des agrosystèmes) qu'ils mettent en commun autour du projet SOFIA.

Le projet a commencé en Janvier 2012 et dure 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il a bénéficié d'une aide ANR de 511 150 € pour un coût global de 2,67 millions €. Il est labellisé par le pôle Industries et AgroRessources (IAR).

Contacts :

► Sylvie Recous, sylvie.recous@reims.inra.fr

Site web :

► <http://www.soere-acbb.com/index.php/fr/projets-en-cours-3>

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE SOFIA / 2011

AGROSYSTEMES ET BIODIVERSITE FONCTIONNELLE DES SOLS

UNE AGRICULTURE DURABLE REPOSE SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE DE L'ECOSYSTEME SOL

POURQUOI ?

L'écosystème "sol" est très complexe du point de vue de la diversité taxonomique et fonctionnelle des organismes qui le composent, de leurs interactions. Cet écosystème rend de nombreux services à l'agriculture, notamment celui de fournir des éléments nutritifs nécessaires à la croissance des cultures et celui de réguler le climat et la qualité des eaux. La gestion des sols cultivés par les agriculteurs, par exemple les différentes stratégies de rotation des cultures mises en œuvre, les modalités de labour, les apports d'intrants chimiques, impacte ces services en modifiant la quantité, la nature chimique et la localisation des ressources alimentaires des organismes du sol et leur habitat. Le projet SOFIA, basé sur une approche multidisciplinaire, regarde comment proposer une gestion durable des agroécosystèmes permettant de maintenir la biodiversité fonctionnelle des sols. Il travaille à résoudre ce problème en examinant comment des stratégies différentes de gestion influencent les caractéristiques biologiques, chimiques et physiques des sols, comment ces caractéristiques sont interdépendantes, et comment les variations observées se développent au fil du temps.

COMMENT ?

Le projet SOFIA s'appuie sur un observatoire de recherche en environnement conduit par l'INRA en Picardie et dédié à l'étude des effets des modes de gestion des cultures sur la qualité des sols, des eaux et de l'atmosphère. Ce dispositif de 22 hectares est équipé de façon à suivre en continu des variables environnementales. Sur ce dispositif au champ, les différents laboratoires impliqués dans SOFIA, sont venus chaque année depuis 2010, échantillonner les sols de façon à dénombrer les organismes (vers de terre, macro-invertébrés, micro-arthropodes, nématodes, protozoaires, bactéries et champignons), les identifier, et mesurer leurs activités. Ils s'attachent maintenant à analyser leurs dynamiques sous l'effet des pratiques, à comprendre pourquoi certains organismes cohabitent ou au contraire s'excluent mutuellement, et comment leur présence influence deux cycles très importants pour l'agriculture et l'environnement : ceux du carbone et de l'azote dans les sols. L'objectif est qu'à l'issue de ce travail, on sache mieux quelle composante biologique observer dans les sols pour savoir si les pratiques sont favorables à court et moyen termes, pour une production agricole respectueuse de l'environnement.

ENCOURS RÉSULTATS

Étude systémique de l'activité perlicole : de la compréhension des phénomènes biologiques aux aspects socio-économiques de la filière.

Le projet POLYPERL propose une étroite articulation entre des approches fondamentales sur l'écophysiologie de l'huître perlière, sa diversité génétique, tout en s'intéressant aux interactions avec l'environnement, aux stratégies des entreprises face aux innovations proposées, et enfin à la co-construction d'indicateurs de suivi de la filière. Dans ce cadre, les recherches contribueront à l'élaboration de technologies nouvelles, de stratégies, d'outils incitatifs ou de gestion des transitions et adaptations de la perliculture polynésienne face aux changements globaux.

Thomas Y., et al. (2014) Larval dispersal modeling of pearl oyster *Pinctada margaritifera* following realistic environmental and biological forcing in Ahe Atoll lagoon. *PLoS ONE*, 9, e95050.

Teaniniuraitemoana V. et al. (2014) Gonad transcriptome analysis of pearl oyster *Pinctada margaritifera*: identification of potential sex. *BMC Genomics*, 15:491.

Joubert C. et al. (2014) Temperature and food influence shell growth and mantle gene expression of shell matrix proteins in the pearl oyster *Pinctada margaritifera*. *PLoS ONE* 9(8): e103944. doi:10.1371/journal.pone.0103944.

Lacoste E. et al. (2014). Biofouling development and its effect on growth and reproduction of the farmed pearl oyster *Pinctada margaritifera*, *Aquaculture*, 434:18-26.

Lacoste E. et al. (2014). Influence of farmed pearl oysters and associated biofouling communities on nutrient regeneration in lagoons of French Polynesia, *Aquaculture Ecosystem Interaction*, 5: 209-2019.

La diversité fonctionnelle de la faune des sols agricoles : quels impacts des pratiques agricoles ?



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet SPOP est un projet de recherche finalisée coordonné par l'Unité de Recherche UPR34 du Cirad (Performances des Systèmes de Culture de Plantes Pérennes). Il associe plusieurs autres Unités de Recherche du Cirad (MOISA, DIADE, BioWooEB, B&SEF), l'unité mixte de recherche GRED de l'IRD, l'unité de recherche SAD-ASTER de l'INRA et le Cifor Indonésie. Le projet SPOP bénéficie d'un partenariat de recherche établi de longue date avec PT Smart, une société de plantation en Indonésie très impliquée en Recherche et Développement. Le projet a commencé en Mars 2012 pour une durée de 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il a bénéficié d'une aide ANR de 458 000 € pour un coût global de 1 726 000 €.

Contacts :

► Cécile Bessou et Alain Rival

Site web :

► <http://spop.cirad.fr/>

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE SPOP / 2011

VERS UNE FILIÈRE DURABLE DE PRODUCTION D'HUILE DE PALME : DÉFINIR DE NOUVELLES STRATÉGIES GRÂCE À UNE MEILLEURE CONNAISSANCE DES SYSTÈMES DE CULTURES

LES PETITS PLANTEURS TROPICAUX FACE AUX CONTRAINTES MONDIALES PESANT SUR L'HUILE DE PALME

POURQUOI ?

Dans un contexte de changements globaux et d'augmentation des contraintes pesant sur les agriculteurs du monde, le Projet SPOP vise à comprendre la perception de ces changements, leurs contraintes sur la population locale et leurs répercussions réelles en termes de pratiques agricoles et de choix stratégiques. Le projet va fournir des connaissances scientifiques originales sur les divers systèmes de culture (petits exploitants indépendants ou encadrés, agro-industries) exploitant le palmier à huile en Indonésie et au Cameroun et leur impact sur les trois composantes du développement durable : économique, sociale et environnementale.

Ces connaissances devraient permettre d'identifier les meilleures pratiques, les stratégies d'adaptation et les marges de progression de la filière pour une certification crédible, robuste et partagée de la durabilité.

Le projet SPOP repose sur un consortium rapprochant trois instituts français de recherche agronomique (Cirad, Inra et IRD) et un Centre de Recherche International (Cifor) : il rassemble un groupe pluridisciplinaire de quinze chercheurs permanents, deux doctorants et environ dix stagiaires français, camerounais et indonésiens.

COMMENT ?

La complexité des systèmes de production se révèle dès les premières enquêtes de terrain pour lesquelles une grille d'évaluation des systèmes d'exploitation a été élaborée. Cette grille s'inspire de l'approche développée par l'Observatoire des Agricultures du Monde (FAO : <http://www.worldagricultureswatch.org>). Il s'agit de caractériser les structures de production et d'analyser les impacts par des indicateurs environnementaux, sociaux et économiques.

Une typologie des petites exploitations reposant sur le palmier à huile commence à se dessiner : elle s'explique par des trajectoires précises d'exploitants, dans le temps et dans l'espace.

Comprendre les impacts économiques, sociaux et environnementaux des différents systèmes de production d'huile de palme.



► Dispositif expérimental SOERE à Estrées-Mons (Picardie) : mesures des émissions gazeuses par enceintes automatiques, quantification et identification des espèces présentes au sein de la faune du sol.

ENCOURS RÉSULTATS

Une approche des services écosystémiques fournis par la biodiversité, menée par un collectif multidisciplinaire sur un site expérimental unique.

Les résultats majeurs seront principalement scientifiques et concerneront la compréhension des relations trophiques entre communautés du sol, et des relations avec leur environnement. L'étude apportera des réponses précises sur la vitesse à laquelle un agrosystème répond aux changements de pratiques, ce qui est important pour avoir une vision à court et moyen terme de l'impact environnemental du changement de pratiques agricoles. Ce projet contribuera à l'élaboration d'indicateurs des évolutions de la qualité des sols et des services écosystémiques rendus par les agroécosystèmes.

Les chercheurs de SOFIA ont participé à plusieurs colloques nationaux et internationaux (Eurosoil en 2012, JES, ISTR0, GSBI, ESA en 2014) en y présentant les premiers résultats de SOFIA. Le projet contribue à la formation par la recherche, par l'accueil au sein des équipes de 9 étudiants de niveau Master 1 et 2, une doctorante (2013-2015) inscrite à l'Université de Reims Champagne Ardenne et deux jeunes chercheurs en contrat post doctoral (2014-2015), tous financés par le projet.

Recous S., Bertrand M., Boizard H., Brunet N., Cluzeau D., Chauvat M., Duparque A., Hedde M., Maron PA. (2013) SOFIA : agrosystems et functional biodiversity of soils. International Innovation Sept 2013 : 9-11. https://www.researchgate.net/publication/258401370_SOFIA



► Récolte des régimes de palmier à huile à Nord Sumatra (Indonésie).



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet AZODURE est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'UMR 5557 (CNRS, Univ. Lyon 1 - Écologie Microbienne). Il associe l'UMR 1114 (INRA, Univ. Avignon - Environnement méditerranéen et modélisation des agro-hydrosystèmes), l'UMR 210 (INRA, AgroParis Tech - Économie publique), l'IDE (Univ. Lyon 3 - Institut du droit de l'environnement), la société Agrauxine (groupe Lesaffre), la coopérative La Dauphinoise, la chambre d'agriculture de l'Isère et l'association Paturin. Le projet a commencé en janvier 2012 et a une durée de 4 ans. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il a bénéficié d'une aide ANR de 998 944 € pour un coût complet de 3 170 045 €.

Contacts :

► Laurent Legendre, laurent.legendre@univ-lyon1.fr

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE AZODURE / 2012

INOCULATION DES SEMENCES DE CÉRÉALES PAR UNE SOUCHE NATURELLE D'AZOSPIRILLUM POUR UNE AGRICULTURE DURABLE ET RÉSILIENTE

POURQUOI ?

Un climat moins prévisible et une raréfaction des éléments nutritifs minéraux constituent les deux principales menaces de l'agriculture moderne, le cas des éléments contenant de l'azote étant plus particulièrement préoccupant car leur approvisionnement est soumis aux mêmes contraintes que les composants pétroliers servant à leur fabrication. Les avancées scientifiques de ces dernières décennies ont cependant mis en évidence l'existence de genres bactériens rhizosphériques promoteurs de croissance végétale. Une fois en association avec les racines des plantes, ils leur facilitent l'accès aux ressources minérales du sol et à l'azote atmosphérique. Ils modifient également les physiologies racinaire et foliaire de leurs hôtes pour en améliorer le fonctionnement et la tolérance aux stress externes comme au froid ou au déficit hydrique. Des essais préliminaires d'inoculation artificielle de céréales en champs ont ainsi permis d'obtenir des augmentations de rendement à des régimes nutritifs sub-optimaux. Le projet AZODURE vise à combler le manque de recul actuel sur l'usage de ce type de technologie en agronomie pour permettre, à terme, une production industrielle de semences inoculées de qualité sous le registre 'bio-stimulant'.

COMMENT ?

Le projet AZODURE ambitionne d'évaluer à l'échelle du territoire de l'Isère Porte des Alpes le semis de semences de maïs inoculées industriellement avec une souche du genre bactérien *Azospirillum lipoferum*. Le dispositif expérimental terrain qui sera conduit 3 années inclut 4 sites représentant la diversité des conditions pédoclimatiques et des pratiques agricoles du territoire avec 4 apports différents d'engrais azoté. Grâce à la diversité des compétences des partenaires du projet, l'évaluation portera sur :

- Les formulations industrielles de pelliculage bactérien,
- Les modifications de la physiologie et du fonctionnement métabolique des plantes inoculées, y compris leur rendement,
- La diversité et le fonctionnement des autres communautés bactériennes associées aux racines des plantes,
- Les propriétés hydriques du sol et leur évolution à l'échelle de la parcelle,
- L'impact économique à l'échelle du territoire,
- La relation avec les législations française et européenne. Des restitutions et des journées pédagogiques sur ces nouvelles technologies sont également prévues avec le monde socio-économique et politique du territoire.

ENCOURS RÉSULTATS

Une approche multidisciplinaire associant les sciences humaines et sociales, basée sur des enquêtes de terrain et des ateliers de réflexion conduits avec les exploitants.

La Société Civile, les ONG, bientôt les marchés, demandent une certification internationale de la durabilité des conditions d'exploitation du palmier à huile. Les standards internationaux sont difficilement applicables aux petites exploitations souvent peu organisées dont on connaît peu les pratiques et les trajectoires. L'impact du projet SPOP réside dans la production de connaissances sur ces systèmes complexes : leur typologie, leur évolution dynamique et leur résilience face aux contraintes globales. SPOP devra fournir des scénarii et des recommandations pour ancrer les systèmes de production d'huile de palme dans la durabilité.

Nkongho RN., Feintrenie L., and Levang P. 2014. The strengths and weaknesses of the smallholder oil palm sector in Cameroon. OCL 21(2)D208.

Feintrenie L. 2012. Oil palm in Cameroon: risks and opportunities. Nature et Faune, 26 (2): 23-27.

Nkongho RN., Nchanji Y., Tataw O., Levang P. 2014. Less oil but more money! Artisanal palm oil milling in Cameroon. African Journal of Agricultural Research 9(20): 1586-1596.

Ndjogui T.E., Nkongho RN., Rafflegeau S., Feintrenie L., Levang P. 2014. Historique du secteur palmier à huile au Cameroun. Occasional Paper 109. 102 p., CIFOR, Bogor, Indonesia.

Baudoin A., Bosc P-M., Bessou C., Moulin M., Wohlfahrt J., Jannot C., Lé K., Rafflegeau S., Marichal R., Caliman J-P. 2014. Towards a multidimensional assessment grid of smallholders' oil palm plantations: a preliminary proposal from SPOP Project. Proceedings of ICOPE 2014, Bali, Indonesia.

Cirad 2011 Defining indicators to certify sustainable palm oil production. Annual Report Cirad 2011.

Quels bénéfices du semis de céréales pelliculées avec des bactéries promotrices de croissance pour lever les freins au développement de leur production industrielle ?



► Parcelle d'essais du projet AZODURE sur la commune de St-Savin (Isère) en septembre 2014.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ESCAPADE est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'INRA. Il associe 11 partenaires : INRA/AgroParisTech Environnement et Grandes Cultures (EGC), INRA/AgroCampus Ouest Sol Agro et hydrosystème Spatialisation (SAS), INRA Agrosystèmes Territoires Ressources (ASTER), INRA Science du Sol (USS, Orléans), INRA Mathématiques et Informatique Appliquées (MIAJ), INRA/AgroCampus Ouest Physiologie, Environnement et Génétique pour l'Animal et les Systèmes d'Élevage (PEGASE), FIRE (CNRS/UPMC Milieux Environnementaux, Transferts et Interactions dans les hydrosystèmes et les Sols (METIS, Paris), IRSTEA Hydrosystèmes et bioprocédés (HBAN), MinesParisTech Géosciences (ENSMP), CNRS/UPS/INPT Laboratoire d'Écologie Fonctionnelle (ECOLAB), ARVALIS-Institut de Végétal, les coopératives TERRENA (Angers) et TRISKALIA (Landerneau). Il associe aussi 8 sous-contractants : INRA-Transfert, CERFACS, ULCO LISIC, INRA BEF, INRA BIA, CESBIO, UPEC/UPD LISA, CETIOM. Le projet a débuté en février 2013 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 1057 k€ pour un coût global de l'ordre de 6500 k€.

Contacts :

► Jean-Louis DROUET, jean-louis.drouet@grignon.inra.fr

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE ESCAPADE / 2012

ÉVALUATION DE SCÉNARIOS SUR LA CASCADE DE L'AZOTE DANS LES PAYSAGES AGRICOLES ET MODÉLISATION TERRITORIALE

ÉVALUATION DES PERTES D'AZOTE DANS LES PAYSAGES ET TERRITOIRES, STRATÉGIES D'ATTÉNUATION ET D'ADAPTATION

POURQUOI ?

Depuis le milieu du XX^{ème} siècle, la production agricole s'est considérablement accrue grâce à l'augmentation des apports d'engrais azotés minéraux aux cultures. L'entrée de fortes quantités d'azote dans les agro-écosystèmes alimente une cascade de processus et d'interactions spatiales au sein des paysages entre les sources d'azote (champs cultivés, bâtiments d'élevage, stockage des effluents...) et les puits d'azote (prairies, forêts, zones humides...). Elle s'accompagne de pertes d'azote sous différentes formes (nitrate NO₃⁻, ammoniac NH₃, oxydes d'azote NO_x, protoxyde d'azote N₂O) vers les autres compartiments de l'environnement (hydrosphère, atmosphère, écosystèmes semi-naturels). Ces pertes produisent de multiples impacts : dégradation de la qualité de l'air et impacts sur la santé, acidification des sols, pollution nitrique des milieux aquatiques et des zones littorales pouvant entraîner leur eutrophisation, perte de biodiversité, réchauffement climatique.

La maîtrise des impacts de l'azote nécessite de le considérer sous toutes ses formes, de connaître, intégrer et quantifier les processus et les interactions spatiales impliqués dans la cascade de l'azote, puis de proposer des stratégies innovantes d'atténuation des pertes d'azote et d'adaptation des systèmes de production.

COMMENT ?

Afin d'évaluer l'effet des activités agricoles et de la mosaïque paysagère sur la cascade de l'azote dans les territoires, trois grandes approches sont développées et mises en œuvre. Des scénarios de gestion de l'azote et des paysages sont construits aux échelles classiques de la parcelle (formes, quantités et dates des apports d'azote...) et de l'exploitation agricole (successions culturales, gestion des troupeaux et des effluents...), et aussi à l'échelle, originale, des territoires (structuration du paysage, aménagement de l'espace...). Des modèles intégrant les processus de la cascade de l'azote sont développés pour simuler les flux, bilans et pertes d'azote dans des territoires de tailles variables, principalement des paysages de quelques km² à quelques dizaines de km², mais aussi des territoires plus vastes de quelques centaines à quelques milliers de km². Trois sites expérimentaux, suivis de longue date et complémentaires quant à leurs conditions agro-pédo-climatiques, sont utilisés pour évaluer la capacité des modèles à simuler les flux, bilans et pertes d'azote.

ENCOURS RÉSULTATS

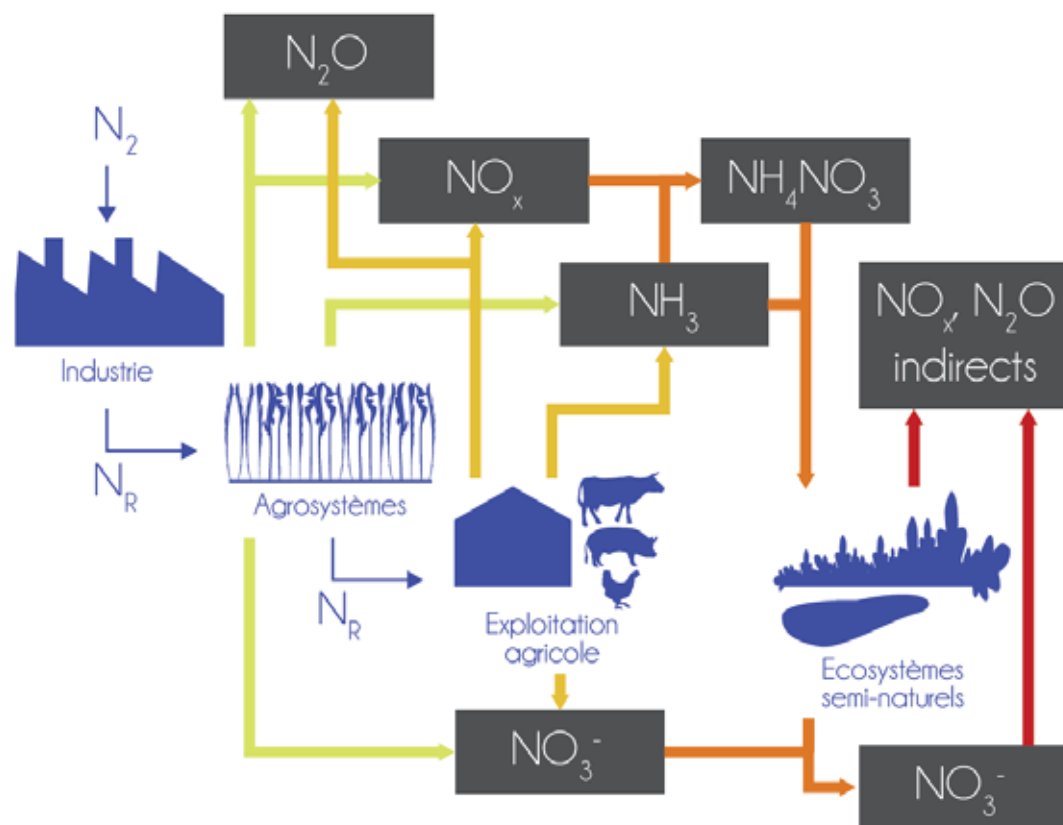
Des Semis en conditions contrastées pour évaluation des bénéfices multiples à l'échelle d'un territoire.

Le projet a d'ores et déjà généré un test fiable et rapide de qualification de semences de maïs inoculées par une souche bactérienne promotrice de croissance qui va permettre l'amélioration du procédé de production industrielle de semences inoculées de qualité. Il a également permis de montrer que le semis de semences inoculées affecte différemment la morphologie, la physiologie et les communautés bactériennes associées à la plante hôte selon son état nutritif et de stress. Ces résultats fournissent de meilleurs outils pour la recherche de futurs inoculants bactériens plus performants selon les types d'exploitations agricoles.

Vacheron J., Desbrosses G., Bouffaud M-L., Touraine B., Moëgne-Loccoz Y., Muller D., Legendre L., Wisniewski-Dyé F. and Prigent-Combaret C. (2013) Plant growth-promoting rhizobacteria and root system functioning. *Frontiers in Functional Plant Ecology*. Vol 4 ; Art 356 : 1-19

Participation des étudiants du master Écosciences, Microbiologie de l'Université Claude Bernard Lyon1.

Vers des voies innovantes de gestion de l'azote et des paysages pour préserver la durabilité des territoires.



► Représentation schématique de la cascade de l'azote dans les paysages et territoires (nitrate NO_3^- , ammonium NH_4^+ , ammoniac NH_3 , oxydes d'azote NO_x , protoxyde d'azote N_2O).



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet FOR-WIND est un projet de recherche finalisée coordonné par l'UMR LERFoB (Laboratoire d'Études des Ressources Forêt Bois, AgroParisTech INRA, Nancy). Il associe le LERFoB aux UMR ISPA (Interactions Sol Plante Atmosphère, Bordeaux-Sciences-Agro INRA, Bordeaux), LEF (Laboratoire d'Économie Forestière, AgroParisTech INRA, Nancy), PIAF (Physiologie et Physique Intégrée de l'Arbre Fruitier et Forestier, Université Blaise Pascal INRA, Clermont Ferrand), AMAP (botanique et bio-infoMatique de l'Architecture des Plantes, porteur CIRAD, Montpellier), BIOGECO (Biodiversité Gènes et Communautés, Université de Bordeaux I, INRA) avec le département Recherches et développement de l'Office National des Forêts (ONF).

Le projet a démarré le 1^{er} janvier 2013, pour une durée de 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il bénéficie d'une aide de l'ANR de 638 K€, pour un coût global de 3,5 millions d'€. Le projet est labellisé par les pôles de compétitivité Xylofutur et Fibres du Grand Est.

Contacts :

► Meriem Fournier, meriem.fournier@agroparistech.fr

Site web :

► <https://www6.inra.fr/forwind>

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE FOR-WIND / 2012

ADAPTATION SYLVICOLE ET ÉCONOMIQUE DE L'AMÉNAGEMENT FORESTIER AU RISQUE "VENT"

GÉRER DES FORÊTS DANS LE VENT : BIOMÉCANIQUE, CROISSANCE, RISQUE, DÉCISION

POURQUOI ?

Le vent est à la fois un risque de dégâts, un facteur du milieu qui impacte la croissance des arbres et un aléa climatique qui influence la décision du propriétaire. L'enjeu du projet FOR-WIND est ainsi de mieux comprendre comment le vent impacte un massif forestier aménagé. La mécanique environnementale formalise des changements d'échelle dans la simulation du risque vent, de l'arbre au paysage fragmenté. Pour la mécanobiologie, les processus de réponse des plantes aux sollicitations mécaniques sont modélisés depuis peu à l'échelle cellulaire puis plante entière ; il reste à passer un nouveau cap vers le peuplement et l'écosystème. L'économie développe des modèles innovants d'économie du risque et de l'assurance, tenant compte des politiques publiques. La modélisation de la croissance des forêts prendra mieux en compte le risque et la prise en compte des incertitudes. L'intégration de tous ces modèles dans un outil de simulation de l'aménagement à l'échelle du massif, constitué d'un paysage et d'un portefeuille de parcelles soumis au climat, à des décisions de coupes et de renouvellement, produit une vision globale d'un système forestier utilisable par la R&D des gestionnaires de forêts et la formation des ingénieurs. Les systèmes abordés sont les plantations de pin maritime et les hêtraies mélangées.

COMMENT ?

Le projet est construit autour de trois types de technologies de modèles :

- Des modèles de processus biophysiques (simulations numériques de l'écoulement fluide, mécanique des sols et de l'ancrage racinaire, acclimatation de la croissance à la perception du vent) faisant appel aux derniers développements de la mécanique environnementale et de la biomécanique végétale. Ils permettent de comprendre comment le paysage façonne les profils de vent et comment les propriétés du sol, du peuplement arboré, des troncs, couronnes et racines conduisent à des forêts plus ou moins vulnérables.
- Des modèles biotechniques opérationnels de croissance et de vulnérabilité, calibrés statistiquement sur l'observation. Leur robustesse et généricité sont améliorées par l'introduction des propriétés émergentes ou des variables de contrôle clé des modèles de processus.
- Des modèles économiques de l'optimisation des contrats d'assurance, et du lien entre l'assurance et l'auto-assurance par la transformation de la forêt (scénarisée et simulée en termes de stock et de risque de perte grâce aux modèles biotechniques précédents). L'impact des politiques publiques sur les modèles économiques est également envisagé. Le lien entre les modèles économiques très innovants et les modèles forestiers opérationnels utilise également des outils économiques plus classiques de type coût bénéfice.

ENCOURS RÉSULTATS

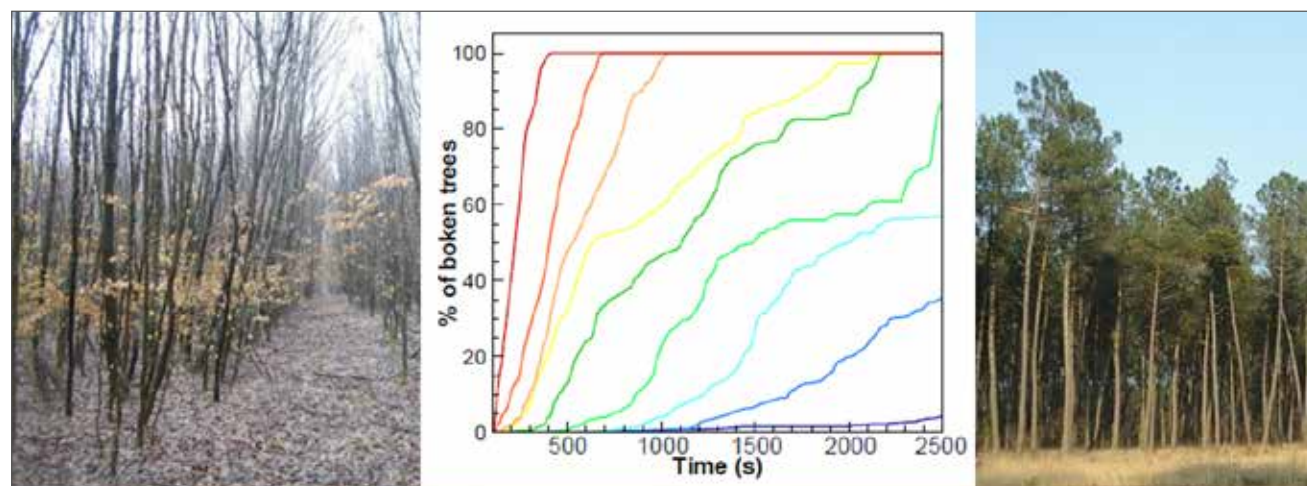
Les résultats attendus sont :

- La production, l'évaluation et l'interprétation de scénarios relatifs à la gestion de l'azote dans les territoires,
- La production de connaissances et d'outils fiables (modèles, bases de données) pour quantifier les étapes de la cascade de l'azote dans les paysages et les territoires,
- Le renforcement des partenariats interdisciplinaires entre recherche et développement sur ce thème avec une lisibilité internationale,
- La co-construction de solutions innovantes pour atténuer les pertes d'azote dans l'environnement et adapter les systèmes de production.

Drouet J.-L., Laurent F., Durand P., Billen G., Cellier P., Maury O., Potok S., Faverdin P., Flécharde C., Garnier J., Guy A., Hénault C., Mignolet C., Monod H., Probst A., Sorin S., Tallec G., Beekmann M., Ceschia E., Le Gall C., Morel T., Quesnel G., Ramat E., Zeller B., 2013, 2014. Le projet ESCAPADE pour une meilleure gestion de l'azote et des mosaïques paysagères dans les territoires. Communication orale et poster présentés à diverses conférences nationales et internationales. Plaquette de présentation du projet ESCAPADE.

Modélisations, expérimentations et collecte de données, évaluation de scénarios de gestion de l'azote et des paysages.

Mieux comprendre comment le vent impacte un massif forestier aménagé pour aider aux décisions d'aménagement des massifs forestiers.



ForestGales Damage Calculator (2013)

Configuration		Placette	
Snow density (kg/m3) :	150.0	Type de sol :	A - Free-draining mineral soils
Von Karman constant :	0.4	Profondeur d'enracinement :	Shallow < 40cm
Air density (kg/m3) :	1.2226	Largeur de la trouée (m) :	0.0
Gravity acceleration (m/s2) :	9.81	Hauteur de la trouée (m) :	0.0
Resolution of calculation (m/s) :	0.01	Nombre de hauteurs d'arbre depuis la bordure (nombre) :	9.0

► Simulation des dégâts pour différents scénarios de tempêtes par un modèle couplé fluide structure (Pivato 2014). Écran de dialogue du modèle d'évaluation du risque ForestGales sur la plate-forme CAPSIS. Photos : perchis de hêtre de l'expérimentation VENT-ECLAIR et peuplement de pin maritime.

ENCOURS RÉSULTATS

Intégrer la biomécanique et l'économie du risque dans les modèles sylvicoles.

Après 20 mois, le projet a produit une série de modèles. Un premier fait marquant est l'idée désormais partagée à partir de la bibliographie et de premières expérimentations que la croissance des arbres est mécaniquement régulée. Les arbres utilisent ce qu'ils ressentent du vent quotidien pour pousser moins haut, ou mettre plus de bois dans les racines et troncs, et mieux se protéger. La sylviculture et l'aménagement forestier doivent donc se préoccuper de produire des forêts en permanence suffisamment endurcies aux vents plutôt qu'intrinsèquement résistantes, dans un contexte où les dimensions des arbres comme leur environnement paysager et climatique sont par nature changeants. En découlent des collaborations internationales avec les communautés scientifiques internationales (Espagne, Nouvelle Zélande, Suisse...) qui se préoccupent de modéliser la productivité des forêts avec le climat.

Nouveaux modèles biophysiques (e.g. Pivato D. et al. 2014 Trees Structure and function) ou biotechniques améliorés par des considérations biophysiques (e.g. Danjon et al. 2013 Frontiers in plant science, Bonnesoeur et al. 2013 Forest Ecology and Management) et économiques (e.g. Brunette et al. Journal of Environmental Economics and Policy, sous presse) Programmation de modèles opérationnels de simulation sous la plate-forme Capsis ("Mathide" pour la hêtraie, "pp3" version individu centré pour le pin maritime, bibliothèque "Forest Gales" d'interfaçage avec les modèles de risques).

Présentations dans plusieurs colloques internationaux dont Wind and Trees 2014, et EFI 20 (European Forest Institute) 2013.

Contribution d'expertise dans le rapport 2014 de l'ONERC sur les forêts et le changement climatique ("Même si le risque de tempête ne s'accroît pas, les dégâts à la forêt devraient augmenter").



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet GAIA-TROP est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'INRA ASTRO et l'Université des Antilles (CEREGMIA). Il associe l'Université Paris-Dauphine, l'IRD, le CIRAD et AgroParisTech et leurs laboratoires de recherche respectifs, le LEDa, l'UMR GRED, l'UMR Innovation, l'unité de recherche HORTSYS ainsi que le LASTRE. Le projet a commencé en Février 2013 pour une durée de 42 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il bénéficie d'une aide ANR de 602 982 € pour un coût global de 2 440 286,08 €.

Contacts :

- Harry Ozier-Lafontaine : harry.ozier-lafontaine@antilles.inra.fr
- Valérie Angeon : valerie.angeon@martinique.univ-ag.fr

Site web :

- <http://gaia-trop.fr/>

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE GAIA-TROP / 2012

VIABILITÉ ET GOUVERNANCE ADAPTATIVE DES AGROSYSTÈMES INSULAIRES TROPICAUX

L'AGRICULTURE DANS LES PETITS TERRITOIRES INSULAIRES TROPICAUX EST-ELLE VIABLE ?

POURQUOI ?

Le projet Gaia-Trop porte sur la transition agroécologique dans un contexte de changements globaux qui sont à la fois d'ordre climatique, technologique, économique et social. Ces changements nuisent aux conditions de reproduction des écosystèmes en affectant leurs fonctionnalités écologiques et la qualité des services qui leur sont associés. La capacité d'adaptation naturelle de nombreux agrosystèmes en milieu tropical en est atteinte, ce qui rend nécessaire un certain nombre d'interventions publiques et privées.

Les changements globaux qui sont à la fois d'ordre climatique, technologique, économique et social. Ces changements nuisent aux conditions de reproduction des écosystèmes en affectant leurs fonctionnalités écologiques et la qualité des services qui leur sont associés. La capacité d'adaptation naturelle de nombreux agrosystèmes en milieu tropical en est atteinte, ce qui rend nécessaire un certain nombre d'interventions publiques et privées.

Appréhendant les Antilles françaises comme de véritables laboratoires d'analyse des changements globaux, la question des modalités de réponse des agrosystèmes à ces perturbations est au centre de notre problématique de recherche. La réflexion est menée à l'échelle de l'exploitation agricole, unité agroécologique et décisionnelle pertinente. Nous faisons l'hypothèse qu'un certain nombre d'évolutions (agro-techniques, organisationnelles, institutionnelles et territoriales) sont à conduire prioritairement à l'échelle de l'exploitation agricole pour que l'activité agricole

soit économiquement rentable tout en préservant la bonne santé écologique des sols et en maintenant une certaine identité culturelle liée traditionnellement à une production diversifiée. L'enjeu est d'imaginer des systèmes de production viables contribuant à la gestion des écosystèmes et à la dynamique du développement territorial.

COMMENT ?

Le projet se focalise sur les dynamiques d'évolution des agrosystèmes et tout particulièrement sur l'enjeu de la modernisation écologique de l'agriculture. Considérant que les exploitations agricoles doivent répondre à des critères de durabilité satisfaisant à la fois à des objectifs de rentabilité, de préservation des sols, de fourniture de services d'approvisionnement (biens agricoles et alimentaires) et de services culturels, nous avons conçu un modèle de viabilité susceptible de répondre à l'invite réglementaire cherchant à promouvoir une agriculture doublement performante.

En s'appuyant sur la théorie mathématique de la viabilité, il vise à déterminer s'il existe des règles de décisions, en termes de choix de culture, de traitement du sol et des plantes, permettant de satisfaire tous ces objectifs et quand les mettre en œuvre en fonction du cycle de production des différentes spéculations de l'exploitation agricole.

Co-construire la transition agroécologique dans les petits territoires insulaires tropicaux.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Gigassat est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'Ifremer. Il associe le laboratoire Mer Molécule Santé (MMS) de l'Université de Nantes ainsi que le Laboratoire d'Économie et de Management de Nantes-Atlantique (LEMNA), l'Université de Caen Basse-Normandie (FRE3484 BioMEA), le Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer (CNRS/LOV), l'Institut National de Recherche Agronomique de Montpellier (INRA/UMR Mistea), et ACRI-ST une entreprise indépendante de R&D. Le projet a commencé en décembre 2012 et dure 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 709 293 € pour un coût global de 3 207 669 €.

Contacts :

► Fabrice Pernet, fabrice.pernet@ifremer.fr

Site web :

► www.gigassat.org

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE GIGASSAT / 2012

ADAPTATION DES ÉCOSYSTÈMES OSTRÉICOLES AU CHANGEMENT GLOBAL

POURQUOI LES HÛÎTRES MEURENT-ELLES ?

POURQUOI ?

La filière ostréicole française, qui repose sur l'exploitation de l'huître du Pacifique *Crassostrea gigas*, traverse la crise la plus grave de son histoire. Depuis 2008, le taux de mortalités des huîtres d'un an est extrêmement élevé. La présence d'un génotype particulier de l'Ostreid herpesvirus et de vibrios est généralement liée aux mortalités. Ce phénomène est une source d'inquiétude majeure pour l'avenir de l'ensemble des acteurs de la filière ostréicole. Face à ce problème, le projet GIGASSAT va étudier les impacts socio-économiques et environnementaux du changement global sur l'industrie ostréicole. Les objectifs du projet sont d'observer les changements environnementaux et socio-économiques des vingt dernières années dans les écosystèmes ostréicoles, au regard des épisodes récents de mortalités, d'analyser, par des expériences de laboratoire et de terrain, les effets des paramètres environnementaux sur la propagation des maladies et des mortalités, de modéliser et prédire la transmission des maladies et la propagation des mortalités, évaluer les mesures de contrôle des épidémies, et finalement proposer des solutions pour améliorer l'état économique et écologique de la filière.

COMMENT ?

Le projet Gigassat repose sur une approche multidisciplinaire incluant l'écologie, la physiologie, la pathologie, la socio-économie et l'anthropologie pour étudier la durabilité des écosystèmes conchylicoles. Dans ce contexte, nous analysons les séries temporelles de données historiques environnementales et socio-économiques afin de mettre en évidence des points de rupture en lien avec les périodes de mortalité d'huîtres creuses. Entre autres, les données d'images satellites seront utilisées pour étudier les relations possibles entre les changements environnementaux et l'émergence des maladies. D'autre part, nous mettons en œuvre des séries d'expériences en laboratoire à petite échelle, et sur le terrain à grande échelle, pour examiner les effets des paramètres environnementaux, incluant les pratiques d'élevage, sur la transmission du virus et sur les mortalités associées. Les données environnementales sont issues de la télédétection et de sorties de modèles biogéochimique et hydrodynamique. Ce travail contribuera au développement d'un modèle épidémiologique et hydrodynamique de transmission des maladies infectieuses dans les écosystèmes conchylicoles, permettant de simuler l'effet de pratiques d'élevage sur la dynamique spatiale et temporelle des mortalités d'huîtres creuses.

ENCOURS RÉSULTATS

Modéliser la viabilité des agrosystèmes antillais.

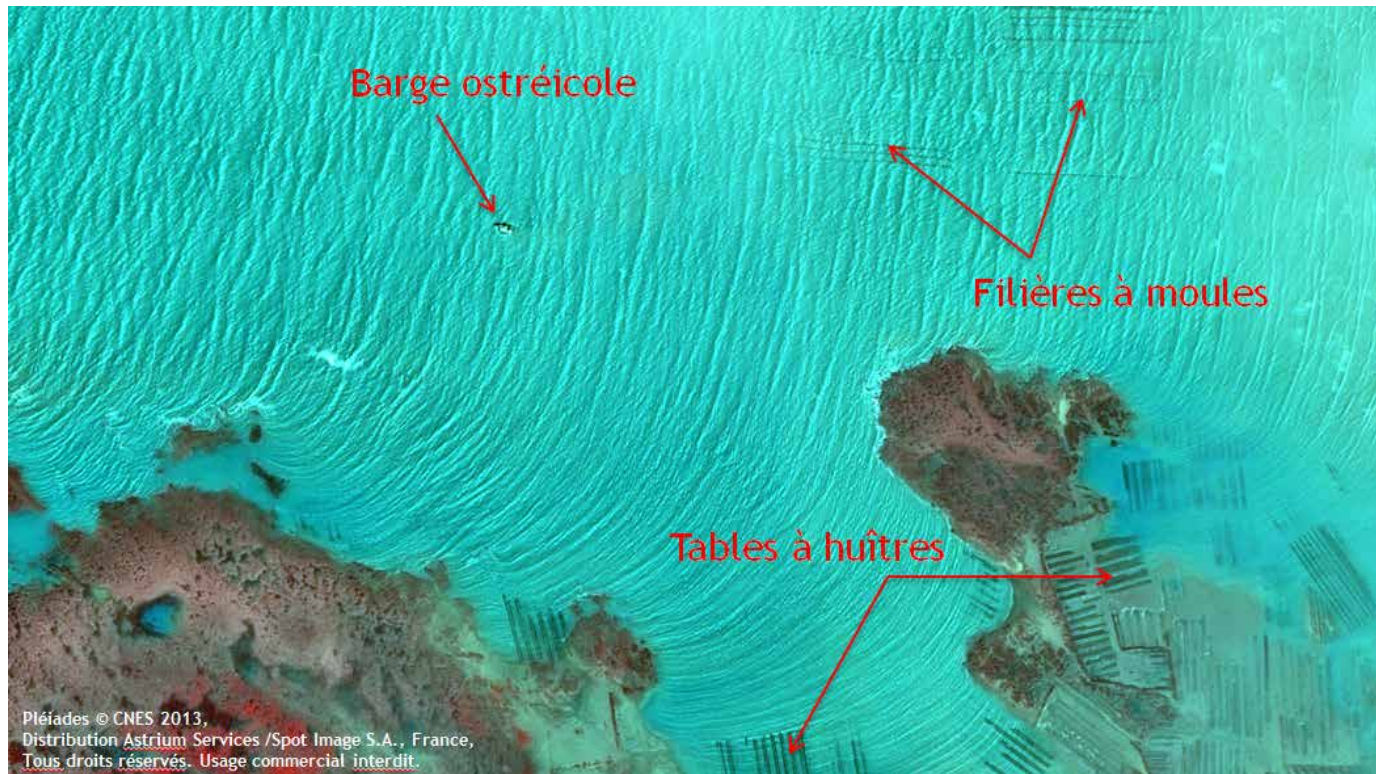
Gaia-Trop produit des résultats prioritairement destinés aux décideurs politiques et aux agriculteurs sur la spécification des options d'adaptation à privilégier pour rendre viables les exploitations agricoles antillaises. Plus largement, l'animation du réseau d'acteurs mobilisés crée un espace commun de réflexion permettant d'améliorer les connaissances des acteurs et de faire évoluer leurs pratiques. Elle renforce ainsi la dynamique de co-construction d'innovations pour la mise en œuvre de la transition agroécologique. Ces innovations font actuellement l'objet d'une attention particulière par les institutions locales (thème de la 2^{ème} édition du salon de l'agriculture en Martinique) et sont également débattues dans le cadre des cycles de réflexion animés par le centre Antilles-Guyane de l'INRA sur l'agriculture familiale en Guadeloupe.

Ozier-Lafontaine H., Lesieur-Jannoyer M., 2014, *Agroecology and global change*, Sustainable Agriculture Review, Vol. 14, Springer International Publishing Switzerland, 511p.

Ozier-Lafontaine H., Angeon V., 2014, *Supporting small island communities*, International innovation, pp. 13-15, (www.researchmedia.eu).

Trans'Act - L'agriculture familiale : vers une performance économique dans une logique agroécologique. Atelier porté par le Centre Inra Antilles-Guyane. Février 2015.

Comprendre comment les écosystèmes ostréicoles s'adaptent au changement global.



► Image satellite d'un écosystème conchylicole.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

MOSAIC (Approche à l'échelle du paysage de la dynamique des Matières Organiques des Sols dans des systèmes Agricoles Intensifs liés à l'élevage, et dans un contexte de Changements globaux) est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'INRA UMR SAS (Sols Agro et Hydrosystème Spatialisation) à Rennes. Il associe l'UMR Agroécologie de Dijon ainsi que les laboratoires UMR BIOEMCO de Paris-Grignon, l'UMR Biogéosciences de Dijon, et l'UMR Géosciences Rennes. Le projet a débuté en novembre 2012 pour une durée de 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il bénéficie d'une aide ANR de 729 k€ pour un coût global de 4,6 M€.

Contacts :

► Valérie Viaud, valerie.viaud@rennes.inra.fr

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE MOSAIC / 2012

APPROCHE À L'ÉCHELLE DU PAYSAGE DE LA DYNAMIQUE DES MATIÈRES ORGANIQUES DES SOLS DANS DES SYSTÈMES AGRICOLES INTENSIFS LIÉS À L'ÉLEVAGE, ET DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENTS GLOBAUX

POURQUOI ?

La matière organique affecte à la fois les fonctions de production et les fonctions environnementales des sols. Une bonne gestion de la dynamique matière organique, permettant d'assurer un équilibre entre le stockage du carbone sur le long terme et la libération de nutriments nécessaires aux cultures, est un enjeu essentiel pour la durabilité des systèmes de production agricole. Les objectifs du projet MOSAIC sont de quantifier et de comprendre l'hétérogénéité de la dynamique de la matière organique - microorganismes, stocks de matière organique et flux d'azote et de carbone associés - à l'échelle d'un paysage agricole, en lien avec l'hétérogénéité du milieu et la diversité des systèmes de culture. Il comprend trois axes de recherche principaux :

- Quantifier la variabilité et la co-variabilité des systèmes de culture, des conditions environnementales et des stocks de matière organique dans le paysage,
- Mieux comprendre les processus qui contrôlent la dynamique de la matière organique dans un gradient de systèmes de culture et de conditions environnementales,
- Modéliser la dynamique future de la matière organique à l'échelle du paysage, dans un contexte de changements globaux.

COMMENT ?

Le projet s'appuie sur l'observatoire de recherche en environnement sur les temps de réponse dans les agro-hydrosystèmes - ORE AgrHys, paysage d'agriculture intensive dominée par l'élevage, caractéristique des régions de polyculture-élevage intensif de l'ouest de l'Europe. Ce site présente une diversité de systèmes de culture et de conditions environnementales. Les systèmes de cultures sont contrastés en termes de quantité et de nature des matières organiques restituées au sol. Les sols présentent des gradients de régime hydrique allant des sols bien drainés à des sols saturés de façon temporaire ou permanente. Le projet combine ainsi des observations, des expérimentations et la modélisation. Des techniques avancées de caractérisation chimique et microbiologique de la matière organique sont mises en œuvre ; des approches d'écologie du paysage, d'agronomie systémique et de modélisation intégrée sont mobilisées.

ENCOURS RÉSULTATS

Nos résultats montrent que l'épizootie qui touche le naissain d'huître creuse trouve son origine dans les zones d'élevage et se propage graduellement vers le large. L'emprise spatiale de la maladie est beaucoup plus vaste que celle des mortalités, reflétant le fait que les huîtres peuvent être infectées par le virus sans présenter de mortalité anormale. En revanche, l'exposition de ces animaux "d'apparence saine" à une augmentation de température provoque de fortes mortalités, mettant ainsi en évidence la persistance du virus dans son hôte.

Gernez P., Barillé L., Lerouxel A., Mazeran C., Lucas A., Doxaran D. Remote sensing of suspended particulate matter in turbid oyster-farming ecosystems. *Journal of Geophysical Research-Oceans*. Accepté.

Pernet F., Lagarde F., Jeannée N., Daigle G., Barret J., Le Gall P., et al. 2014. Spatial and Temporal Dynamics of Mass Mortalities in Oysters Is Influenced by Energetic Reserves and Food Quality. *PLoS ONE*. 9:e88469.

Petton B., Pernet F., Robert R., Boudry P. 2013. Temperature influence on pathogen transmission and subsequent mortalities in juvenile Pacific oysters *Crassostrea gigas*. *Aquaculture Env. Interact.* 3:257-73.

Observations, expérimentations et modélisations : approche multidisciplinaire et multi-échelles.

Comprendre la dynamique de la matière organique, à l'échelle du paysage agricole, pour mieux la gérer.



► Vue aérienne d'un paysage agricole.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

PEERLESS est un projet de recherche coordonné par l'unité "Plantes et Système de culture Horticoles", qui associe six unités INRA travaillant dans les domaines de l'agronomie, de l'écologie du paysage et des communautés (Agronomie, AE, IGEPP et PSH), des statistiques spatiales (BioSP) et en économie (EP), ayant toutes une forte expertise en modélisation : Plantes & Systèmes de culture Horticoles (PSH), UR1115 Avignon ; Agronomie, UMR211, Grignon ; Institut de Génétique Environnement & Protection des Plantes (IGEPP), Rennes & Angers ; AgroÉcologie (AE), UMR1347, Dijon ; Biostatistique & Processus Spatiaux (BioSP), UR 546, Avignon ; Économie Public (EP), UMR 210, Grignon.

Le projet a commencé en Janvier 2013 pour une durée de 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il bénéficie d'une aide de l'ANR de 807 k€ pour un coût global de 5 690 k€.

Contacts :

► Pierre FRANCK, pierre.franck@avignon.inra.fr

Site web :

► <http://projet-peerless.fr/>

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE PEERLESS / 2012

VIABILITÉ D'UNE GESTION ÉCOLOGIQUE RENFORCÉE DE LA SANTÉ DES PLANTES DANS LES PAYSAGES AGRICOLES

POURQUOI ?

Les enjeux du projet sont de proposer une gestion viable des populations des bioagresseurs dans les agroécosystèmes par une approche intégrative basée sur la compréhension des interactions trophiques entre les bioagresseurs et leurs ennemis naturels à différentes échelles spatio-temporelles. La régulation des bioagresseurs par les auxiliaires naturellement présents dans les cultures est le service écosystémique visé afin de diminuer la dépendance des systèmes de production aux pesticides. L'accent est mis sur la compréhension des liens entre mode de gestion des cultures, niveau de contrôle des ravageurs par les auxiliaires et rendement des cultures qui restent encore peu compris. Les trois objectifs du projet sont :

- Identifier les systèmes de culture et les caractéristiques de paysage dans lesquels la biodiversité fonctionnelle renforce la productivité des cultures,
- Identifier les mécanismes écologiques associés à l'hétérogénéité spatio-temporelle de densité des populations en interaction,
- Proposer des déploiements viables de système de culture et d'habitat semi-naturel dans des paysages agricoles explicites à partir de simulation de scénario d'aménagements territoriaux.

COMMENT ?

Chacun de ces trois objectifs correspond à un pilier du projet. Le premier pilier évalue l'impact des pratiques agronomiques et des agencements paysagés sur les pertes de production causées par les bioagresseurs dans les rotations blé-colza et les vergers de pommiers (5 bassins de productions). Le second pilier analyse d'une part les interactions inter-spécifiques au niveau de la parcelle pour déterminer les espèces les plus pertinentes impliquées dans le contrôle biologique des ravageurs, et estime d'autre part, la dynamique des populations des bioagresseurs et de leurs principaux ennemis naturels en fonction des caractéristiques des paysages. Le troisième pilier propose des stratégies viables de conduite de culture et d'agencement paysagé à l'échelle d'un territoire. Il développe des modèles mécanistes de dynamique des populations des bioagresseurs et de leurs ennemis pour différents scénarii d'agencement de cultures et d'espace semi-naturel dans le paysage. Ces scénarios paysagés sont finalement optimisés par rapport à leurs performances agronomiques, écologiques, environnementales et économiques.

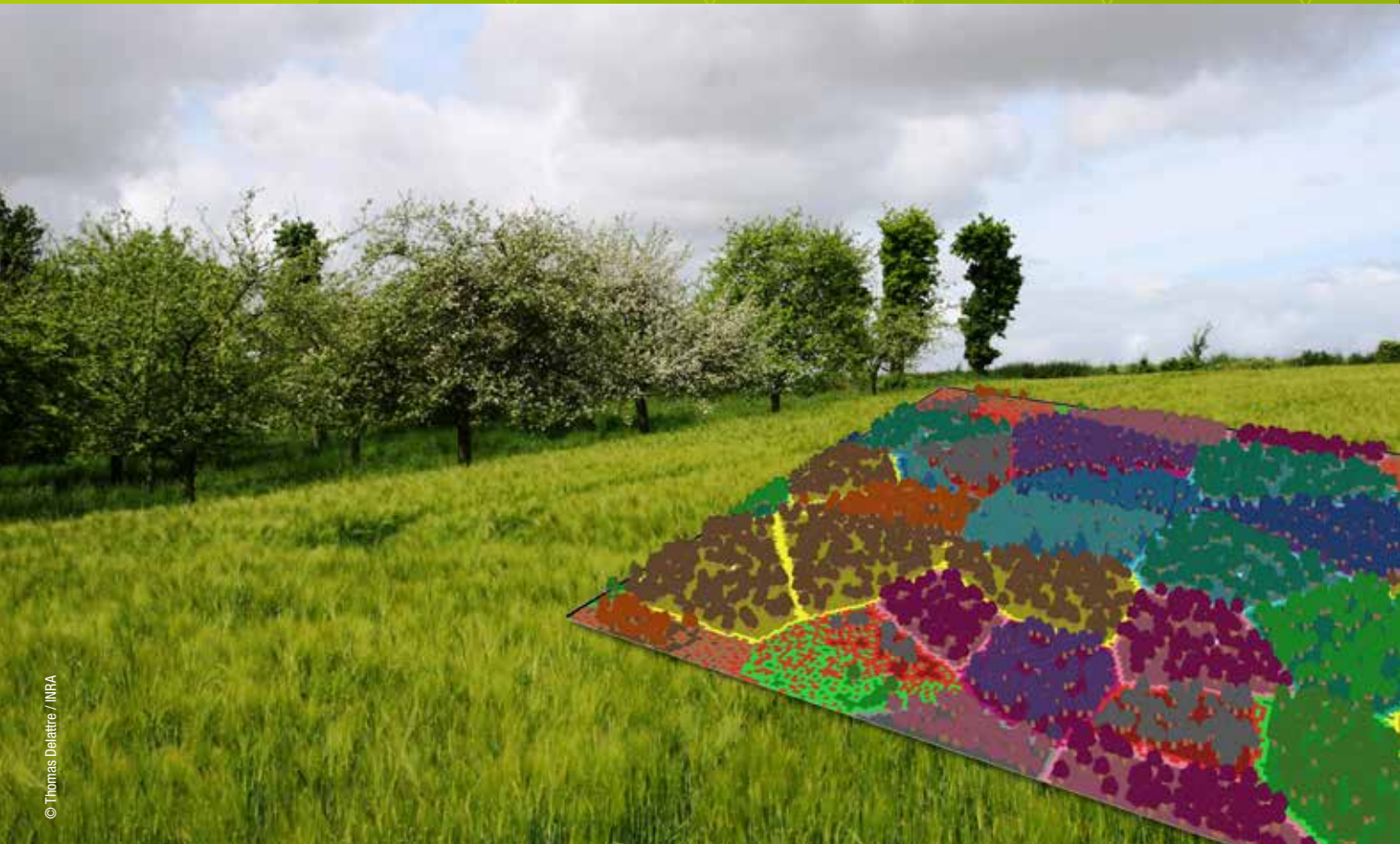
Diminuer le recours aux pesticides en s'appuyant sur les prédateurs naturels des bio-agresseurs : des objectifs finalisés pour une protection agroécologique des cultures.

ENCOURS RÉSULTATS

Une cartographie à haute résolution des stocks de matière organique, de l'abondance et de la diversité microbienne a été réalisée. L'impact relatif des composantes des systèmes de culture et des variables environnementales sur les stocks actuels de matière organique est analysé. Le projet fournira aussi des connaissances fondamentales sur les processus et les facteurs de contrôle du stockage et des flux de matières organiques (minéralisation, lessivage, émissions gazeuses) dans des localisations contrastées du paysage. Ces données permettront de renseigner des modèles, et des simulations prospectives de l'évolution de la dynamique de la matière organique en contexte de changements globaux seront réalisées. L'ensemble des résultats du projet pourront ainsi contribuer à l'élaboration de stratégies de gestion de la matière organique à l'échelle du paysage agricole.

Tete, E., Viaud, V., Walter, C. 2014. Organic C and N mineralization in a poorly-drained mineral soil under transient waterlogged conditions: an incubation experiment. *European Journal of Soil Science* (accepted).

Observations in situ, expérimentations et modélisation.



► PEERLESS ou comment optimiser les paysages agricoles renforçant le contrôle biologique des bioagresseurs par une analyse in vivo et in silico des processus écologiques.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet REVALTER est un projet de recherche coordonné par le CIRAD. Il est conduit par un consortium de partenaires scientifiques choisis pour leur connaissance et leur expérience dans le domaine. Trois partenaires français (CIRAD, INRA et CNRS) sont associés à l'Institut de recherche international sur l'élevage (ILRI) et à quatre instituts de recherche vietnamiens spécialisés en développement rural (RUDEC-NIAS-CASRAD-NLU). Le projet a démarré en mars 2013 pour une durée de 3 ans. Son budget total est de 1,33 million dont 530 k€ proviennent d'une subvention de l'ANR, et 165 k€ de l'AIIRD. Cet appui a été attribué dans le cadre du programme Agrobiosphère.

Contacts :

► Guillaume DUTEURTRE, CIRAD-Hanoi,
duteurtre@cirad.fr - tél : + 84 69 57 19 290

Site web :

► www.futurelivestock.net

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE REVALTER / 2012

ÉVALUATION MULTI-ÉCHELLE DES TRAJECTOIRES DE DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLEVAGE AU VIETNAM

ACCOMPAGNER LES POLITIQUES D'INDUSTRIALISATION DE L'ÉLEVAGE DANS LES PAYS ÉMERGENTS

POURQUOI ?

Dans plusieurs pays d'Asie, le secteur élevage connaît une industrialisation particulièrement rapide. Ces transformations inédites génèrent des risques de pollution des écosystèmes et une dépendance croissante aux importations de matières premières pour l'alimentation animale. Ce nouveau contexte nécessite de repenser l'aménagement des espaces ruraux et périurbains où se développent les élevages de demain. Le Vietnam est particulièrement touché par cette transition du secteur élevage, en raison des taux de croissance élevés de la demande en viande porcine et en produits laitiers. En partenariat étroit avec le Ministère de l'Agriculture vietnamien, le projet REVALTER vise à orienter les politiques nationales de développement de l'élevage en construisant des scénarios d'avenir pour le développement du secteur.

Quatre objectifs spécifiques sont poursuivis :

- Analyser les changements passés ayant affecté les relations entre l'élevage et les écosystèmes ;
- Comprendre les mécanismes de gouvernance liés à ces changements ;
- Évaluer et comparer les indicateurs de durabilité des systèmes d'élevage ;
- Construire des scénarios prospectifs.

COMMENT ?

Afin de comprendre les divers facteurs qui affectent ces transformations, les analyses sont conduites à trois échelles : au niveau des fermes, au niveau des territoires locaux (districts), et au niveau des filières de commercialisation. Le travail de terrain se centre sur trois districts sélectionnés dans des provinces représentatives de la diversité des agroécosystèmes du pays, des filières animales et exploitations agricoles et des niveaux de développement économique. Pour aborder les dimensions multiples du développement durable des industries animales au Vietnam, le projet prend en compte simultanément les implications économiques, sociales et environnementales des transformations de l'élevage ainsi que leur dimension politique. Quatre concepts majeurs sont mobilisés : les trajectoires de moyen et long terme, la gouvernance des filières et des territoires, les effets de seuils et les arbitrages. Tenant compte de la nature multidisciplinaire de la transition des systèmes de production à base d'élevage, le projet travaille avec une équipe interdisciplinaire composée de spécialistes des sciences animales, des systèmes agricoles, des géographes, des économistes et des anthropologues.



ENCOURS RÉSULTATS

D'un point de vue académique, des résultats sur les facteurs agro-écologiques gouvernant les interactions entre les bioagresseurs et leurs ennemis et la distribution spatiale de leurs populations sont attendus. Ces résultats contribueront à la compréhension des processus écologiques dans les agro-écosystèmes. D'un point de vue plus finalisé, le projet testera et évaluera des pratiques renforçant le contrôle biologique des bioagresseurs dans les rotations blé-colza et les vergers de pommiers. Cette évaluation sera pour partie réalisée avec la participation du conseil agricole et des agriculteurs.

Publications sur les outils et méthodes d'analyse des réseaux dans les agro-écosystèmes (numéro spécial initié par plusieurs partenaires en amont du projet et édité par Dave Bohan) :

Woodward G., Bohan D. (2013), *Advances in Ecological Research*, 49, 2-506.

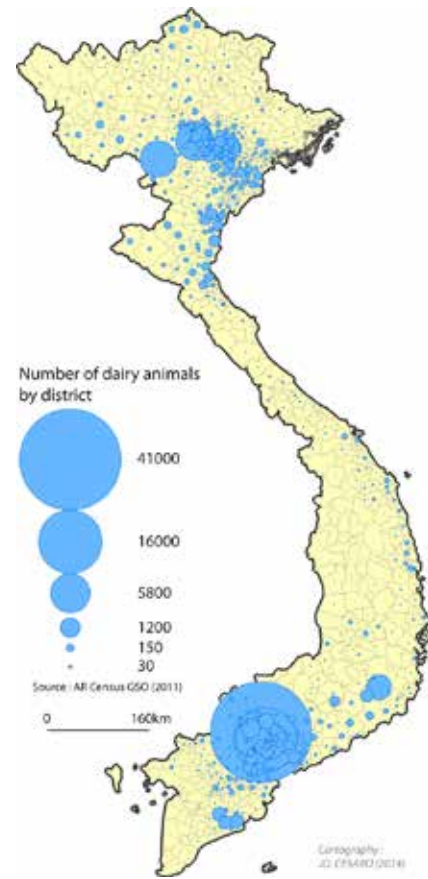
Sur l'estimation de la démographie des populations et l'optimisation des paysages (2 communications multipartenaires).

Walker E., Klein E., Roques L., Franck P. (2014), *International Statistical Ecology Conference*, Montpellier.

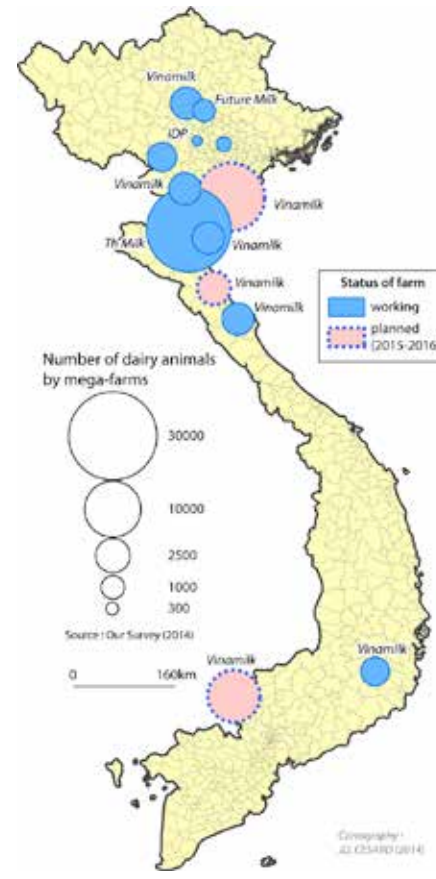
Memmah MM., Roques L., Ciss M., Parisey N., Poggi S., Yao X. (2014) *International Conference on Metaheuristics and Nature Inspired Computing*, Marrakech.

Combiner écologie, statistiques et économie.

Construire des scénarios d'avenir de l'élevage au Vietnam afin d'identifier des trajectoires de développement plus durables.



► Dairy production in Vietnam by district in 2011.



► Large size dairy farms ("mega-farms") in Vietnam in 2014.

ENCOURS RÉSULTATS

Une approche multi-échelle associant la ferme, la filière et le territoire.

Le projet vise à favoriser l'orientation des politiques publiques vietnamiennes vers des trajectoires de développement de l'élevage laitier et porcin plus durables. Pour cela, il contribue scientifiquement au montage en cours d'un observatoire de l'élevage conduit en partenariat avec la direction de l'Élevage du ministère de l'Agriculture local. En outre le projet dialogue avec des initiatives internationales sur les transformations de l'agriculture à la FAO et au FIDA (<http://www.worldagricultureswatch.org/>). Au-delà, le projet vise à contribuer au renouvellement des méthodes d'analyse de la durabilité des systèmes agricoles et des territoires ruraux, afin que soient mieux pris en charge les stratégies des éleveurs, le rôle des marchés amont et aval et les modes de gouvernance publics et privés.

L'équipe a réalisé des diagnostics approfondis des fermes d'élevage et de leur évolution sur le long terme. Sur chacun des sites, des enquêtes ont été menées auprès de 160 fermes afin de caractériser la diversité des systèmes d'élevage et leurs niveaux de durabilité (économique, social, environnement), et vingt exploitations ont fait l'objet d'une étude approfondie afin de comprendre leurs trajectoires d'évolution au cours des dernières années.

Dans les trois zones d'études, des diagnostics territoriaux ont été conduits pour comprendre l'insertion des systèmes d'élevage dans leur environnement local, et le rôle des réseaux sociaux locaux et internationaux qui gouvernent ces évolutions au-delà de l'approche classique de l'organisation des acteurs économiques des filières. Des cartes montrant l'évolution de l'usage des terres sur 25 ans sont en cours de réalisation. Enfin, des études des chaînes de valeur sont en cours pour comprendre le rôle des marchés du lait et de la viande de porc dans les transformations à l'œuvre des systèmes d'élevage. L'ensemble de ces travaux doivent donner lieu à la construction de scénarios d'avenir pour les différents types de fermes, pour chacun des trois territoires étudiés, et pour les deux filières choisies (lait et porc). Ces scénarios seront débattus au niveau local ainsi qu'au niveau national afin d'orienter les décisions politiques futures. Plusieurs articles scientifiques seront soumis, et le projet produira un ouvrage de synthèse ainsi qu'un atlas de l'élevage au Vietnam. Des rapports préliminaires sont déjà disponibles sur le site du projet.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet De Terres et d'Eaux est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'UMR 5281 ART-Dev. Il associe le Centre d'Études Himalayennes UPR 299, l'UMR LAVUE et l'UMR GESTE. Le projet a commencé en janvier 2013 et durera 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il a bénéficié d'une aide ANR de 579 231,44 € pour un coût global de 2 057 140 €.

Contacts :

► Julie Trottier, Julie.trottier@cnr.fr

Site web :

► http://art-dev.cnr.fr/projets/?num_art=625

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE TERRE-EAU / 2012

ENTRE TERRE ET EAU : DES AGRICULTURES SOUS PRESSION

POURQUOI ?

Ce projet vise à identifier les capacités d'adaptation des acteurs impliqués dans la production alimentaire et qui déploient des stratégies face à des changements globaux et à des politiques publiques nationales. Pour ce faire, le projet part des contraintes vécues par ces acteurs face à un bouleversement du foncier, de leur gestion de l'eau et des écosystèmes. Terre-Eau étudie huit régions aux développements économiques très différents au Mozambique, en Ouganda, en Territoires Occupés, au Liban, au Kenya, au Népal, en France et en Espagne. Il explore les mécanismes de recomposition territoriale et politique concernant l'eau et la terre. Ceci permet d'étudier la co-construction de la société et de la nature à l'œuvre. C'est dans ces mécanismes que l'on peut identifier les capacités d'adaptation des acteurs aux changements globaux.

COMMENT ?

En intégrant des approches d'agronomie, de géographie, de cartographie, d'ethnographie, de sociologie des sciences et de science politique, ce projet permet d'identifier les mécanismes élaborés par les acteurs eux-mêmes qui se révèlent être des adaptations. Ceci permet aussi d'évaluer si ces adaptations sont durables ou non. La cartographie à dire d'acteurs invite l'agriculteur à tracer lui-même, sur une photo aérienne à très grande échelle, les éléments importants de son rapport avec la terre et l'eau. Où se situe sa terre, sa maison, son accès à l'eau ? Quelles routes utilise-t-il (ou elle) pour emporter ses produits au marché ? Etc. Couplée avec des systèmes d'information géographique, la cartographie à dire d'acteur permet de construire des cartes qui racontent l'histoire des interactions entre les hommes et la terre. Les enquêtes de terrain approfondies, impliquant des entretiens longs et libres avec les enquêtés et des visites de terrain, permettent de comprendre l'épistémologie civique à l'œuvre. Ce terme désigne la façon dont les sociétés retiennent et déploient des énoncés scientifiques afin de parvenir à des décisions collectives.

Dynamiques et trajectoires des agricultures dans la transformation des territoires.



► Pêche en bord de champ irrigué dans le Terai, au Népal.

© Coordination projet



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet AgrobioSE est à la fois un projet de recherche fondamentale (en particulier sur l'assemblage des communautés) et un projet finalisé (autour des services rendus à la société), coordonné par le Centre d'Études biologiques de Chizé (CNRS). Il associe 42 personnes provenant de 6 équipes de recherche, en écologie théorique (CEFE, CEBC), écologie appliquée (ONCFS, UMR Agroécologie), agro-écologie (UMR Agroécologie), et écologie statistique (Toulouse, Avignon). Le projet a commencé le 1/1/2014, durera 4 ans. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il bénéficie d'une aide de 728 000 € de la part de l'ANR sur un coût global de 4 630 000 €.

Contacts :

► Vincent BRETAGNOLLE, breta@cebc.cnrs.fr

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE AGROBIOSE / 2013

BIODIVERSITÉ ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES EN AGRO-ÉCOSYSTÈMES CÉRÉALIERS INTENSIFS : UTILISATION DES CONCEPTS DE L'AGRO-ÉCOLOGIE POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS ECOPHYTO 2018

POURQUOI ?

L'avenir des systèmes céréaliers intensifs dans le contexte du changement global est un véritable défi : ces systèmes devront évoluer en fonction des modifications d'usage des terres et du changement climatique, tout en tenant compte de nouveaux enjeux sociétaux (réduction des pesticides, biodiversité). L'agriculture de demain doit donc trouver des solutions innovantes et partagées par les acteurs (y compris les agriculteurs), le tout dans un contexte relatif d'incertitude (épuisement de ressources non renouvelables comme le phosphore, volatilité des prix agricoles, imprécision des scénarios climatiques). L'objectif est donc double : rechercher au niveau des exploitations de nouveaux systèmes de production afin de réduire la dépendance aux pesticides tout en contrôlant la pression des ravageurs. À l'échelle des territoires, l'objectif est également double : maintenir (si possible) les rendements de l'agriculture intensive actuelle tout en réduisant les impacts environnementaux.

COMMENT ?

AgrobioSE vise à quantifier le lien entre la biodiversité, les fonctions et les services tout en tenant compte des interdépendances et des conflits entre les différents services de l'écosystème (par exemple contre les services de régulation et production). En outre, AgrobioSE propose un cadre et une méthode de résolution de ces compromis en lien avec ceux entre les parties prenantes (par exemple les agriculteurs et ONG) à travers une animation collective. Dans ce projet, nous allons utiliser des outils agro-écologiques qui ont été conçus pour analyser et quantifier empiriquement par la manipulation expérimentale sur le terrain, les liens de causalité entre la biodiversité, les leviers de gestion des adventices et les services écosystémiques. AgrobioSE enfin a une approche systémique qui englobe les composantes du territoire (écologique, socio-technique, économique), les acteurs, et les services produits par l'agriculture.

ENCOURS RÉSULTATS

Partout au monde, les agriculteurs prennent des décisions rationnelles. Comprendre les contraintes auxquelles ils sont confrontés et les stratégies qu'ils déploient permet d'élaborer des politiques agricoles mieux adaptées pour leur venir en aide. Ce projet a déjà déclenché une collaboration avec la Food and Agriculture Organisation (FAO) des Nations Unies, bureau de Jérusalem, pour mieux comprendre l'impact sur l'eau de divers types de développement de cultures à haute valeur ajoutée destinées à l'exportation.

Trottier, J. (2013), The social construction of water management at the intersection of international conflict: The Case of Al Auja, Eurorient, No 44, La géopolitique de l'eau au Moyen-Orient : constantes ou changements, Eurorient, ed.: Pierre Berthelot pp. 161-188. ISBN 978-2-343-02501-8.

Les pieds dans la boue : enquêter pour comprendre.

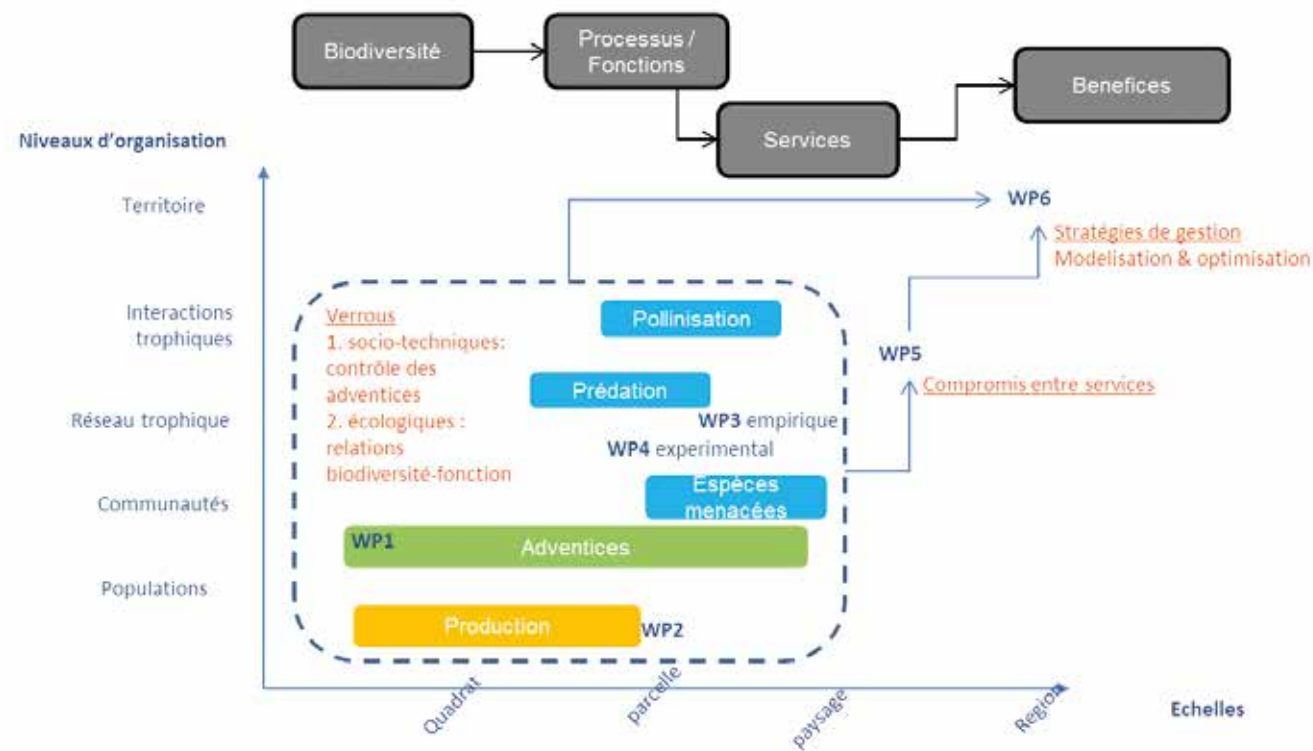
Comprendre le rôle des adventices dans la production d'un bouquet de services écosystémiques en agro-systèmes céréaliers intensifs.

CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet CERAO est un projet de recherche coordonné par Dominique MASSE (Laboratoire mixte international IESOL "Intensification écologique des sols cultivés en Afrique de l'Ouest"). Il associe des partenaires français de l'UMR ECO&SOLS "Écologie fonctionnelle et biogéochimie des sols et des agrosystèmes", l'UMR DIADE "Diversité Adaptation Développement des plantes", l'UMR LPED "Laboratoire Populations Environnement Développement", l'UMR SELMET "Systèmes d'élevages méditerranéens et tropicaux" et deux partenaires sénégalais : le Laboratoire national de recherche sur les productions végétales (LNRPV) de l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole (ISRA), et le Laboratoire de physique de l'atmosphère et de l'Océan (LPAOSF) de l'Université Cheikh Anta Diop (UCAD) de Dakar. Le projet a démarré le 1^{er} janvier 2014, et durera 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il a bénéficié d'une aide ANR de 671 139 €, pour un budget total de 878 096 €.

Contacts :

► Dominique MASSE, dominique.masse@ird.fr



► Animation collective avec le réseau DEPHY fermes.

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE CERAO / 2013

AUTO-ADAPTATION DES AGRO-SOCIO-ÉCOSYSTÈMES TROPICAUX FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ? ÉTUDE À LONG TERME EN VUE D'UNE INTENSIFICATION ÉCOLOGIQUE DE LA PRODUCTION DE CÉRÉALES DANS LES ZONES DE SAVANES EN AFRIQUE DE L'OUEST

DYNAMIQUES PASSÉES FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX POUR UNE AGROÉCOLOGIE DE DEMAIN DES ZONES SÈCHES D'AFRIQUE DE L'OUEST

POURQUOI ?

Dans un contexte de risque climatique accru, et de forte croissance démographique, les agrosystèmes tropicaux semi-arides en Afrique de l'Ouest devront pouvoir assurer des besoins agricoles croissant tout en préservant les ressources naturelles. Dans ce contexte, CERAO vise à contribuer à la construction du futur de ces agrosystèmes. L'hypothèse principale du projet est que les agro-socio-écosystèmes ont montré par le passé des capacités d'adaptation face à des contraintes climatiques et socio-économiques, et que ces processus d'auto-adaptation se réfèrent à des règles écologiques. Ainsi, l'observation et l'analyse des trajectoires d'agro-socio-écosystèmes ayant été sous de telles contraintes permettront d'identifier des voies prometteuses d'intensification écologique des systèmes agricoles.

COMMENT ?

Le projet reposera sur une analyse diachronique et multidisciplinaire de trois agro-socio-écosystèmes situés sur l'observatoire de Niakhar au Sénégal. Le contexte local des évolutions climatiques et démographique sera précisé. Les trajectoires contrastées au cours du temps récent seront analysées en termes de structures sociales, de systèmes de culture et d'élevage, de cycles des matières organiques et des nutriments et de biodiversité des céréales. Des modèles mathématiques et informatiques (modèle théorique, analyse réseaux, système multi-agent) seront implémentés pour dégager les règles écologiques et sociales qui guident la dynamique et les trajectoires de ces systèmes agricoles.

Permettre une intensification écologique de la production de céréales dans les zones de savanes en Afrique de l'Ouest par l'étude des capacités d'auto-adaptation des agro-socio-écosystèmes tropicaux face aux changements globaux.

ENCOURS RÉSULTATS

Une approche systémique, basée sur le concept des services : la réduction des pesticides dans les systèmes agricoles entraîne la production de biens autres qu'économiques qui doivent être mesurés.

AGROBIOSE s'intéresse fondamentalement à la gestion alternative de la santé des plantes, objet central d'ÉCOPHYTO. S'adressant à la problématique des herbicides, le défi principal d'ÉCOPHYTO, AGROBIOSE utilisera les systèmes de conception innovante mis en place sur la Zone Atelier Plaine & Val de Sèvre (grâce aux MAE et à la recherche intervention menée avec les coopératives et les agriculteurs) et sur l'essai PIC (protection intégrée des cultures) d'Époisses. AgrobioSE est impliqué dans le réseau de fermes DEPHY, à la fois en participant à la gestion du réseau au niveau national et en menant un projet de recherche (SCEP-DEPHY) visant à identifier et caractériser les systèmes de culture alliant faibles apports de pesticides et de la rentabilité économique.

Sabrina Gaba, François Bretagnolle, Thierry Rigaud and Laurent Philippot. Managing biotic interactions for ecological intensification of agroecosystems. *Front. Ecol. Evol.*, 30 June 2014 doi: 10.3389/fevo.2014.00029 Review ARTICLE.

Bretagnolle V. & Gaba, S. Should we manage weeds for bees? Weed abundance may increase rather than decrease crop yield, through interacting networks of wild and domestic pollinators. *Agr. Sust. Dev.*



► Le projet CERAO : une analyse de la dynamique des agrosystèmes pour un futur durable dans un contexte de contraintes climatiques et socio-économiques au Sénégal.

ENCOURS RÉSULTATS

Les principaux résultats du projet seront :

- Une base de données sur les évolutions environnementales, agronomiques et sociales,
- Des modèles décrivant les flux de nutriments et de matières organiques à différentes échelles de temps et d'espace,
- Des scénarios d'adaptation aux changements environnementaux et démographiques, des orientations pour une amélioration de la production des céréales dans les zones étudiées,

- La constitution d'un consortium de recherche multidisciplinaire,
- Des publications dans des revues internationales et une communication des résultats sur les concepts écologiques et sociaux qui doivent contribuer à une intensification de la production de céréales dans les agro-socio-écosystèmes.

Décrire le passé, observer le présent et simuler le futur pour analyser les trajectoires agro-écologiques en lien avec les changements pédo-climatiques, sociaux et économiques.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet ECOTERA est un projet de recherche - développement coordonné par l'UR Gestion des Ressources Naturelles et Environnement (Green) du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). Les partenaires sont l'UMR ESO (Espace et Sociétés) de l'Université du Maine, les équipes Concepts et Proximités de l'INRA-Agroparistech, l'Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) d'Amazonie Orientale (Brésil), et l'Université Fédérale du Para (Brésil). Au CIRAD, il associe les UR/UMRs Selmet (Systèmes d'élevage Méditerranéens et Tropicaux), Têtis (Territoires, Environnement Télédétection et Information Spatiale), Innovation, B&Sef (Biens et Services des écosystèmes forestiers tropicaux) et Aïda (Agroécologie et Intensification durable des systèmes de cultures annuels). Le projet a commencé en février 2014, pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide de l'ANR de 444 699 € pour un coût global de 2 537 136 €.

Contacts :

► Marie-Gabrielle Piketty, marie-gabrielle.piketty@cirad.fr

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE ECOTERA / 2013

ÉCO-EFFICIENCES ET DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL DURABLE EN AMAZONIE BRÉSILIENNE

POURQUOI ?

Les changements globaux affectent particulièrement la région amazonienne. L'expansion agricole sur la forêt, moteur du "développement du territoire", depuis cinq décennies, n'est plus possible. Dans cet espace désormais limité, les territoires amazoniens doivent planifier et promouvoir une transition agraire rapide tout en répondant à des demandes sociales et productives croissantes. Dans ce contexte, l'objectif général du projet ECOTERA est de produire des connaissances multidisciplinaires et d'élaborer des outils permettant aux acteurs locaux d'un territoire de concilier leur objectif de développement durable avec la mise en place de systèmes productifs et d'utilisation des terres éco-efficients. Il s'agit d'identifier et mesurer un jeu d'indicateurs d'éco-efficences pertinents à différentes échelles, d'analyser comment les règles publiques et privées ainsi que les modèles techniques proposés ou induits sont appropriés ou rejetés par les différents types d'acteurs et de construire une démarche et des outils permettant d'intégrer ces connaissances et d'articuler les choix des agriculteurs et les projets territoriaux.

COMMENT ?

Le projet travaillera sur un territoire emblématique d'Amazonie Brésilienne, Paragominas dans l'État du Para, premier "município" vert d'Amazonie. Ce "município" est aujourd'hui considéré comme une référence pour l'ensemble des territoires amazoniens. La production d'une base de données opérationnelle d'indicateurs d'éco-efficences reposera sur la combinaison de méthodes issues de la micro-économie (coût-bénéfices, modélisation bio-économique), de la télédétection (analyse d'images SPOT, MODIS), de la géographie (analyse spatiale, cartographie), de l'agronomie (modèle sols-plantes) et de l'écologie (spatialisation des services écosystémiques). L'économie des proximités et les méthodes d'agronomie systémique seront mobilisées pour analyser la construction et l'appropriation de modèles techniques et organisationnels relatives à l'éco-efficence et à l'adaptation aux changements globaux. Les connaissances et outils élaborés au cours du projet seront intégrés dans une démarche d'accompagnement pour construire avec les acteurs les enjeux de développement du territoire et des scénarios de développement territorial s'articulant à ceux des exploitations agricoles. Cette démarche s'appuiera sur un processus Commod (Companion Modeling).

Élaborer connaissances et outils pour un développement territorial durable basé sur des systèmes d'utilisation des terres éco-efficents.



► Mosaïque paysagère en Amazonie Orientale, Brésil.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet LEGITIMES est un projet de recherche-action participative, caractérisé par une forte implication des acteurs, coordonné par l'UMR d'Agronomie. Il associe plusieurs unités INRA (Agronomie Grignon, AGIR Toulouse, AgroÉcologie Dijon, ASTER Mirecourt), le LEVA (ESA Angers), l'ISARA (Lyon), l'UNIP, trois coopératives (Dijon-Céréales, Terrena, Qualisol.) et une entreprise privée (Valorex). Le projet a démarré en janvier 2014, pour une durée de 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il bénéficie d'une aide ANR de 829 810 €, pour un coût global de 3 879 803 €. Il est labellisé par les pôles Vitagora, AgriMip Sud Ouest Innovation, et VegePolys.

Contacts :

► Marie-Hélène JEUFFROY, jeuffroy@grignon.inra.fr

Site web :

► <https://www6.inra.fr/legitimes>

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE LEGITIMES / 2013

CONSTRUCTION ET ÉVALUATION DE SCÉNARIOS TERRITORIAUX D'INSERTION DE LÉGUMINEUSES DANS LES SYSTÈMES DE CULTURE POUR RÉPONDRE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

POURQUOI ?

Pour faire face à la diversité des changements globaux, un profond changement des systèmes agricoles est nécessaire, dans lesquels les légumineuses peuvent jouer un rôle clé. Pour accroître leur insertion dans les agrosystèmes, il est indispensable d'identifier les services écosystémiques qu'elles peuvent fournir et de construire une organisation des acteurs autour de nouvelles filières et de nouveaux débouchés, en tenant compte des spécificités des territoires. L'objectif du projet est d'étudier et de construire, avec des acteurs directement concernés, les conditions d'une plus grande insertion des légumineuses dans les systèmes agricoles et d'en évaluer les effets attendus, dans l'optique d'une gestion durable des territoires et des ressources. Le cœur du travail consistera à construire et à évaluer, avec les acteurs locaux de trois territoires aux caractéristiques variées, des scénarios territoriaux d'insertion de légumineuses, qui répondent à des débouchés économiquement viables. Ce travail s'appuiera sur des collaborations étroites entre agronomie et sciences économiques et sociales et concernera différentes échelles (la parcelle, l'exploitation agricole, le territoire, et les filières).

COMMENT ?

Le travail est organisé en trois étapes :

- L'analyse historique des raisons de la marginalisation des légumineuses dans le système agro-industriel, et l'identification de voies de déverrouillage du système sociotechnique actuel, au niveau des exploitations agricoles et des filières,
- L'acquisition et la synthèse de connaissances sur les performances et les services écosystémiques attendus des légumineuses au sein des systèmes de culture des territoires d'étude, en vue de les mobiliser dans les scénarios territoriaux et les filières à structurer, en tenant compte de la diversité des espèces disponibles et des modes de culture,
- La conception et l'évaluation *ex ante* de scénarios territoriaux de systèmes de culture incluant différentes légumineuses cultivées pour différents débouchés et dans différents modes d'insertion, et l'identification des bénéfices environnementaux attendus par rapport aux systèmes actuels et passés.

ENCOURS RÉSULTATS

Un des résultats majeurs escomptés de ce projet est l'identification de stratégies d'action publique et privée, à différentes échelles (propriété, paysage, territoire), permettant de concilier la recherche d'éco-efficacités et un développement territorial durable, notamment dans sa dimension sociale. Les marges de manœuvre des institutions en charge du développement territorial pour inclure la plupart des acteurs dans l'amélioration des éco-efficacités en répondant aux nouvelles contraintes et opportunités posées par les changements globaux seront clairement identifiées. Les indicateurs spatialisés et des outils cartographiques produits permettront d'accompagner les éco-efficacités dans le territoire.



Une démarche pluridisciplinaire sur un territoire emblématique.

Concevoir et évaluer de façon participative des scénarios d'insertion de légumineuses dans les territoires.



Choix de trois régions d'étude déterminé par leur diversité pédo-climatique, l'intérêt manifesté des organismes économiques et territoriaux locaux pour les légumineuses, et la diversité des débouchés envisagés.



Diversité des légumineuses étudiées (cultivées pures ou en association avec une graminée) : lupin, luzerne, pois, soja, féverole.

Objets de travail et objectifs spécifiques

- ▶ Parcelle : quantification des services écosystémiques ; conception de systèmes de culture ;
- ▶ Exploitation agricole : enquêtes sur les conditions d'adoption de légumineuses ;
- ▶ Territoire : conception de scénarios ;
- ▶ Filières : enquête sur les raisons du verrouillage et conditions d'une structuration favorable au déverrouillage du système socio-technique.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet MACACC est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'UMR Éco&Sols. Il associe plusieurs centaines de producteurs des 3 filières avec leurs institutions CRPF-Aquitaine (Pins, Les Landes), PROMECAFE (Café, Amérique Centrale), IPEF (Eucalyptus-Brésil) ainsi que les laboratoires français (UMR Éco&Sols, UMR-MOISA, UMR ISPA, UR Bioagresseurs), d'Amérique Centrale (CATIE) et australiens (HIE et Macquarie University). Le projet a commencé en février 2014 pour une durée de 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR et AIRD de 869 000 € pour un coût global de 3 millions d'euros. Il est labellisé pôle Xylofutur.

Contacts :

▶ Olivier Roupsard, olivier.roupsard@cirad.fr

Site web (contacter le coordinateur ci-dessus pour invitation) :

▶ <https://sites.google.com/site/macaccacianau/>

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE MACACC/ 2013

MODÉLISATION POUR L'ACCOMPAGNEMENT DES ACTEURS, VERS L'ADAPTATION DES COUVERTS PÉRENNES OU AGROFORESTIERS AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

POURQUOI ?

Certaines pratiques peuvent accroître la résilience des écosystèmes face aux changements globaux : la création d'hétérogénéité (multicouches) et de diversité (multi-espèces, plusieurs sources de revenus) dans les plantations pérennes peut améliorer le microclimat, les effets de facilitation pour la capture des ressources (lumière, eau, nutriments), la fourniture de services écosystémiques, la rentabilité, etc.

MACACC unira des acteurs-professionnels de filières pin maritime-France, eucalyptus-Brésil, café-Amérique Centrale-, des économistes, climatologues, écophysologistes et des modélisateurs, pour estimer la résilience de plantations pérennes pures et mixtes, réelles et virtuelles aux changements globaux, en partant de "scénarios de gestion adaptative" proposés par les acteurs.

Par modélisation, on obtiendra des "profils de résilience écologique" comprenant une évaluation de la fourniture de services écosystémiques (rendement inclus), pour les climats actuels et futurs et permettant une comparaison multicritère des scénarios. Ces profils seront enrichis du "consentement des acteurs" pour générer des "profils de la résilience globale", c'est-à-dire intégrant les composantes écologiques, économiques et d'adoption.

COMMENT ?

Les verrous scientifiques principaux sont : l'incertitude sur le climat futur, la résilience propre aux différents modes de gestion possibles, la capacité d'adoption de nouveaux modes de gestion plus adaptés. Les climatologues ajusteront localement les scénarios climatiques pour les décennies à venir et pour le futur plus lointain. Ces scénarios climatiques piloteront notre modèle biophysique, permettant une évaluation virtuelle de parcelles forestières ou agroforestières sur des cycles complets. Le modèle biophysique sera paramétré et vérifié grâce aux données déjà disponibles à partir d'expériences réelles de terrain, dans une large gamme de disponibilité en lumière, en eau, de nutriments et de CO₂. On obtiendra des " profils de résilience écologique " par scénario, comprenant une évaluation de la fourniture de services écosystémiques (rendement inclus), pour les climats actuels et futurs. La capacité et le consentement des acteurs à adhérer seront testés par les économistes du projet à l'aide d'expérimentations par choix.

ENCOURS RÉSULTATS

Quantifier les services écosystémiques fournis par les légumineuses et identifier de nouvelles filières de valorisation.

Nous souhaitons proposer une approche transdisciplinaire originale pour aborder le déverrouillage du système sociotechnique actuel en faveur d'une plus grande insertion des légumineuses dans les assolements. Une synthèse des services écosystémiques fournis par une diversité de légumineuses, selon leur mode de culture, sera produite. Des systèmes de culture innovants, et des scénarios d'assolements, répondant aux performances attendues par les acteurs des territoires, seront conçus et évalués. Enfin, par la nature participative de notre recherche, nous espérons que le projet contribuera à des changements dans la production et la valorisation des légumineuses, dans les trois territoires étudiés.

Magrini M-B., Voisin A-S., Anton M., Cholez C., Duc G., Hellou G., Jeuffroy M-H., Meynard J-M., Pelzer E., Walrand S. Socio-technical lock-in of agrofood system : some evidence from the french grain legumes case study. Environmental Innovation and Societal Transitions, soumis.

Magrini M-B., Voisin A-S., Anton M., Cholez C., Duc G., Hellou G., Jeuffroy M-H., Meynard J-M., Pelzer E., Walrand S. Article 2. New perspectives for grain legumes in the transition to a sustainable agrofood system. Environmental Innovation and Societal Transitions, soumis.

Magrini, M.-B., Voisin, A.-S., Anton, M., cholez, C., Duc, G., Hellou, G., Jeuffroy, M.-H., Meynard, J. M., Pelzer, E., Walrand, S. (2014). La transition vers des systèmes agro-alimentaires durables : quelle place et qualification pour les légumineuses à graines ? La Grande Transformation de l'Agriculture, 20 ans après, Montpellier (2014-06-16 - 2014-06-17).

Identifier les facteurs permettant aux plantations de s'adapter aux changements globaux.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet TATABOX est un projet de recherche fondamentale basée sur une recherche-action. Il est coordonné par l'UMR INRA/INPT 1248 AGIR. Il associe les unités CRDT (CNAM), DYNAFOR (INRA), MIAT (INRA) SENS (INRA) EFTS (ENFA), LEREPS (ENFA), METAFORT (IRSTEA), MOTIVE (IRSTEA) et TechCICO (UTT). Le projet a commencé en Janvier 2014 pour une durée de 48 mois. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, il bénéficie d'une aide ANR de 600 k€.

Contacts :

► Jacques-Eric BERGEZ, jeberge@toulouse.inra.fr

Site web :

► <http://www6.inra.fr/tatabox>



CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE TATABOX / 2013

TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE DES TERRITOIRES : UNE BOÎTE À OUTILS POUR CONCEVOIR ET METTRE EN ŒUVRE UNE TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE DANS LES TERRITOIRES, AVEC LES ACTEURS LOCAUX

POURQUOI ?

Mettre en œuvre une agriculture plus écologiquement intensive suppose que différentes échelles d'analyses et d'actions soient intégrées. À l'échelle de la parcelle, deux formes archétypales peuvent être décrites :

- Optimiser l'utilisation des intrants de synthèse afin de limiter leurs impacts sur l'environnement,
- S'appuyer sur l'expression des services rendus par la biodiversité.

À l'échelle du fonctionnement économique du territoire, la première forme se raisonne selon l'économie d'échelle, où les produits sont standardisés répondant à un marché globalisé. L'activité agricole est conduite selon une logique économique top-down et tend à être considérée comme séparée, au niveau local, des autres activités.

Dans la seconde forme, on se repose sur une diversité de systèmes de production à l'échelle locale couplée à une territorialisation du système agricole. Les acteurs locaux s'organisent pour une gestion collective du territoire afin de favoriser l'expression des services écosystémiques. Notre projet vise à outiller une méthodologie pour accompagner les acteurs locaux pour penser la transition agroécologique selon cette seconde forme archétypale.

La méthodologie de transition est construite en 5 étapes :

- Diagnostic territorialisé participatif,
- Analyse des forces de changement,
- Proposition de scénarios de mise en œuvre d'une transition agroécologique à l'échelle locale,

- Chemin et indicateurs pour passer de l'état présent à ce futur,
- Gouvernance et gestion adaptative pour mener cette transition.

COMMENT ?

Afin de mettre en œuvre cette méthodologie de transition, nous nous basons sur une approche fortement participative mobilisant aussi bien des chambres consulaires, des gestionnaires d'espaces, des collectivités locales, des associations d'agriculteurs, les organismes de formations agricoles... Notre territoire modèle est le bassin du Tarn-Aveyron dans lequel des initiatives locales existent déjà.

Les différentes phases du projet permettront :

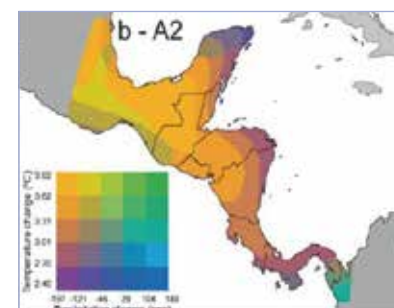
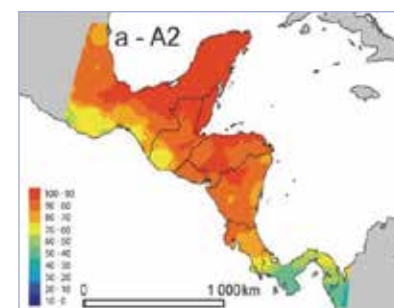
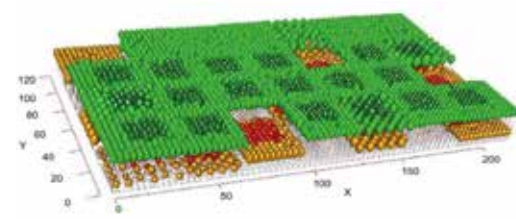
- D'identifier les groupes d'acteurs à mobiliser et les conditions de regroupement ;
- D'outiller les ateliers participatifs avec des objets intermédiaires (e.g. cartes thématiques, modèles, site web, outils d'évaluation multicritère non normatif) afin de faire débattre les acteurs ;
- D'aider les acteurs à s'organiser afin de définir les principes de gestion et de gouvernance du territoire qui, de par les fortes incertitudes, devront être adaptatifs. Le développement de réseau wiki, forum et cartes sémantiques permettront une désynchronisation des échanges. Un premier travail sera de regrouper les chercheurs pour partager leur réseau, objet et posture.

Aider les acteurs à concevoir un futur agricole agroécologique.

► Méthodes dans MACACC : a/ Parcelle forestière mixte simulée par le modèle biophysique ; b/ Scenarios climatiques pour la région Amérique Centrale ; c/ Atelier d'Acteurs rédigeant des fiches de scénarios de gestion en vue de l'adaptation aux changements globaux (Les Landes, mars 2014).

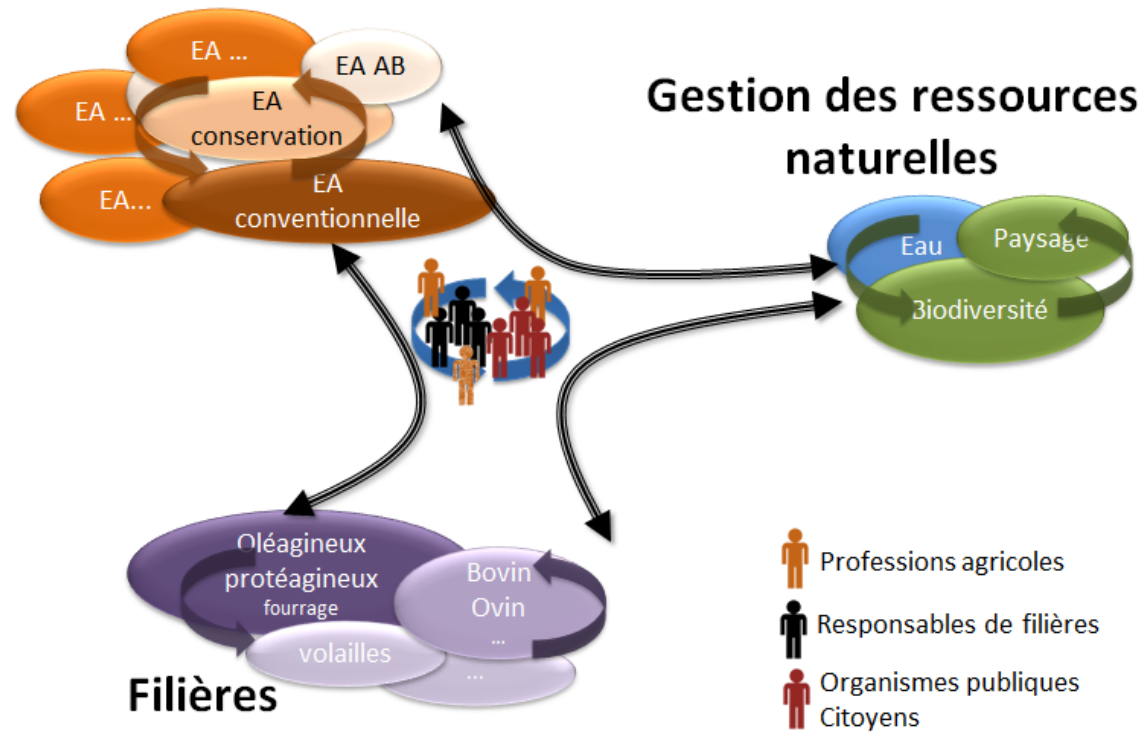
ENCOURS RÉSULTATS

Le projet vient tout juste de démarrer en 2014. Les résultats seront restitués et discutés avec les Acteurs, les scénarios seront ordonnés selon des choix multi-critères. Les résultats scientifiques seront évalués par les Acteurs et les livrables seront utilisés pour la sensibilisation, la formation des planteurs et des étudiants, ou comme outils d'aide à la décision pour les planteurs et des décideurs.



Climatologie régionale, modélisation biophysique et expérimentations par choix pour l'évaluation de scénarios de gestion adaptative de culture pérennes, face aux changements globaux.

Exploitations Agricoles



► Fonctionnement d'un territoire agroécologique : mise en réseau des différents acteurs pour favoriser l'apprentissage collectif sur les pratiques agroécologiques et la gestion concertée des filières et des ressources naturelles.

ENCOURS RÉSULTATS

Une démarche participative et outillée sur le territoire modèle du Tarn-Aveyron.

TATABOX propose de développer et de tester une méthodologie d'accompagnement des acteurs locaux pour concevoir une transition agroécologique. Sa mise en œuvre permettrait le développement de synergies territoriales intégratrices et l'émergence d'arènes de gouvernance adaptatives locales. La méthodologie TATABOX et son application fera l'objet d'un "guide/livre de conception d'un système agroécologie territorialisé" dont pourront se munir les acteurs du développement territorial. Par ailleurs, TATABOX fait l'objet d'une gestion de projet originale. L'organisation du projet se fait collectivement afin de favoriser la production de valeur ajoutée liée aux activités transdisciplinaires. Des "fiches méthodologiques" pourront être produites sur ce mode de gestion de projet, elles pourront servir pour des porteurs de projet de recherche ou autres.

Des productions disciplinaires et interdisciplinaires sont attendues (Ecolog. Econ., J. of Envir. Manag., Agric. Syst., REC, EMS, PNAS, Design Studies, Research in Engineering Design...). Des conférences sont également ciblées : IFSA, ESA, CSCW, ECSCW, ESEE. Les différents livrables seront relus par deux chercheurs référents afin de les valoriser si possible en production scientifique. Un livre guide sur les approches participatives pour le développement d'une transition agroécologique sur un territoire est également prévu.

Bergez, J.E., Duru, M., Hazard, L., Therond, O., 2014. TATABOX: "Territorial Agroecological Transition in Action": a tool-box for designing and implementing a transition to a territorial agroecological system in agriculture. Farming systems facing global challenges: Capacities and strategies, 11th European IFSA Symposium 1-4 April 2014 in Berlin, Germany.

Bergez, J.E., Duru, M., Hazard, L., Therond, O., 2014. TATABOX: "Territorial Agroecological. Resilience 2014, Resilience and development, mobilizing for transformation. 4-8 May 2014, Montpellier, FR. Alliance.

Soullignac, V., Chanet, J.P., Galvez, E., 2014. Des outils informatiques de gestion de connaissance au service du projet ANR-TATABOX. 25^{ème} journées francophones d'Ingénierie des Connaissances 2014, Clermont-Ferrand.

Activités de valorisation (production revues, plaquettes, sites WEB, activité d'enseignement...)



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

TECITEASY a débuté en mars 2014 pour une durée de 3 ans. Il s'agit d'un projet de recherche fondamentale coordonné par le laboratoire Géosciences de l'Environnement de Toulouse (GET). Il associe l'Institut d'Écologie et des Sciences de l'Environnement de Paris (iEES-Paris, ex-BIOEMCO), le Laboratoire d'Écologie Microbienne (LEM), le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE) et le Centre de Recherches sur l'Usage des Terres (ALUPC) placé sous l'autorité du Ministère de l'Agriculture et des Forêts du Laos. Dans le cadre du programme AGROBIOSPHERE, TECITEASY a bénéficié d'une aide ANR de 298 504 € pour un coût global de 1 985 080 €.

Contacts :

► Olivier, Ribolzi, olivier.ribolzi@get.obs-mip.fr

CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE TECITEASY / 2013

EFFETS CONJUGUÉS DE L'EXPANSION DES PLANTATIONS D'ARBRES ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LE FONCTIONNEMENT HYDRO-SÉDIMENTAIRE DES BASSINS VERSANTS TROPICAUX DE MONTAGNE : LA DIVERSITÉ MICROBIENNE AQUATIQUE COMME UN PROXY DE LA CONVERSION D'USAGE DES TERRES

POURQUOI ?

L'expansion mondiale des plantations d'arbres engendre une rapide simplification de la mosaïque paysagère au détriment de l'environnement (sols, ressources en eau, érosion de la diversité fonctionnelle microbienne). Les effets conjugués du développement économique, de la démographie et des changements climatiques tendent à aggraver les conséquences indésirables de cette conversion.

TECITEASY vise à clarifier :

- La réponse hydro-sédimentaire d'un bassin versant dont l'agro-écosystème est converti en plantations d'arbres,
- Les types de mosaïques paysagères susceptibles d'optimiser conjointement productivité et durabilité,
- Si une typologie des assemblages bactériens aquatiques peut servir d'indicateur de la santé des écosystèmes agricoles et de leurs dynamiques.

Le projet produira de nouvelles connaissances qui amélioreront notre compréhension :

- Des déterminants et des processus responsables du comportement hydrologique et de l'érosion des terres à l'échelle du bassin versant, et
- De la variabilité des assemblages de bactéries aquatiques le long des zones rivulaires ainsi que des bactéries détachées de la surface du sol et transportés par les eaux de ruissellement.

COMMENT ?

TECITEASY est un projet exploratoire qui s'articule autour de trois axes méthodologiques :

- Analyse intégrée de données hydro-sédimentaires et sur l'usage des terres, recueillies depuis 1998 dans le cadre de l'observatoire Multi-Scale Environmental Changes (MSEC) ;
- Travail interdisciplinaire de terrain sur les flux hydro-sédimentaires et la diversité microbienne ;
- Modélisation à base physique et tests de scénarios de changement climatique et d'organisation des mosaïques paysagères. Des outils de traçage innovants (radionucléides, isotopes stables, marqueurs génétiques...) seront utilisés pour étudier l'origine spatiale et les temps de transfert de l'eau et des particules qu'elle véhicule dans un réseau de bassins versants imbriqués.

Pour conduire cette approche, TECITEASY repose sur un consortium interdisciplinaire impliquant des spécialistes reconnus en agronomie, pédologie, hydrologie, microbiologie et biogéochimie de quatre laboratoires français et d'un laboratoire laotien. Ce dernier assurera la traduction des résultats en directives pratiques pour la gestion raisonnée des terres, et la dissémination des résultats auprès des parties impliquées dans l'accompagnement de la transition forestière, tant au niveau local, que régional et national : du village au Ministère.

Diversité microbienne aquatique : indicateur de santé des agro-écosystèmes en conversion.



CARTE D'IDENTITÉ DU PROJET

Le projet Wheatamix est coordonné par l'UMR de Génétique Végétale du Moulon. Le projet a commencé en janvier 2014 et se déroulera sur 48 mois. Il bénéficie d'une aide de l'ANR d'1 M€ pour un coût global de 4,6 M€.

10 laboratoires et 6 chambres d'agriculture :

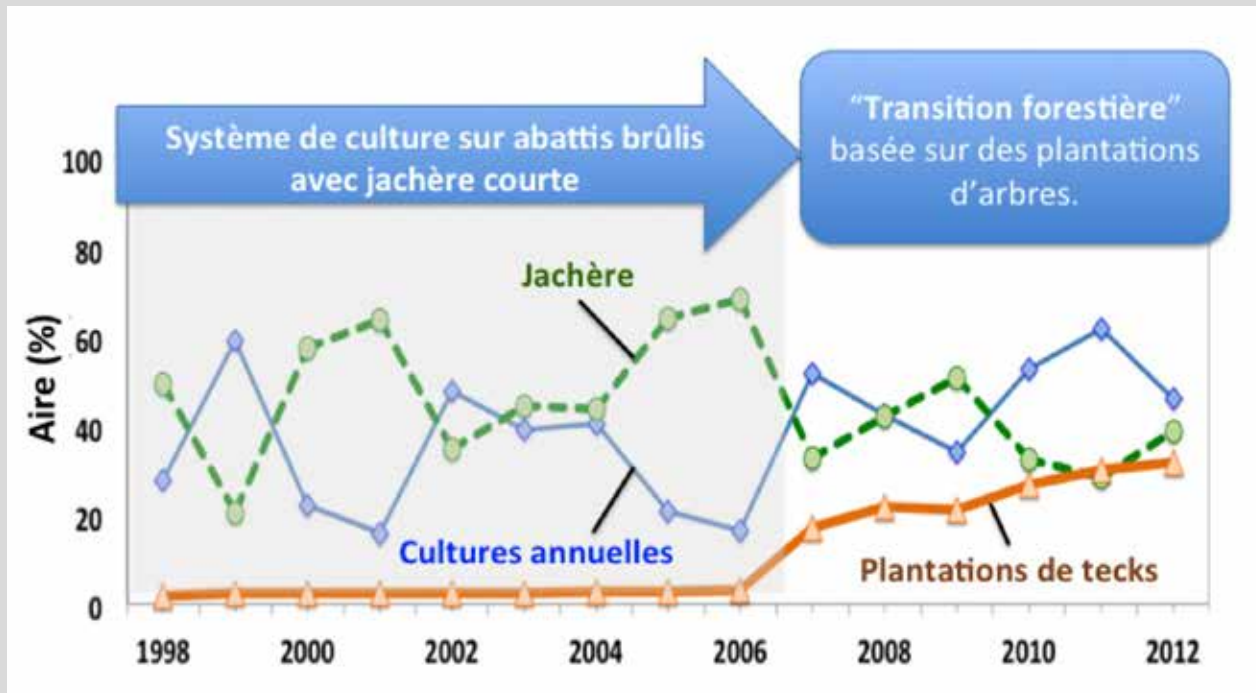
UMR Génétique Diversité et Ecophysiologie des Céréales (UMR 1095) ; UMR Environnement et Grandes Cultures (UMR 1091) ; UMR Ecologie et Sciences de l'Environnement (UMR 1392) ; UMR Génétique Végétale (UMR 0320) ; UMR Ecologie Microbienne de Lyon (UMR 5557) ; UMR Sciences Action Développement Activités Produits Territoires (UMR 1048) ; UMR Biologie et Gestion des Risques en Agriculture (UMR 1290) ; UMR Agronomie (UMR 0211) ; UMR Ecologie et Sciences de la Conservation (UMR 7204) ; FDGEDA du Cher ; UMR Laboratoire d'Economie Appliquée de Grenoble (UMR 1215) ; Chambres d'Agriculture du Centre, de l'Eure, de l'Indre, du Loiret, du Loir-et-Cher et de Seine et Marne.

Contacts :

► Jérôme Enjalbert, enjalbert@moulon.inra.fr

Site web :

► www6.inra.fr/wheatamix



CHAPITRE O3 / AGROBIOSPHERE WHEATAMIX / 2013

AUGMENTER LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE AU SEIN DES PARCELLES DE BLÉ POUR RENFORCER LA MULTIFONCTIONNALITÉ ET LA DURABILITÉ DE LA PRODUCTION DANS LE BASSIN PARISIEN

POURQUOI ?

Au cours du XX^e siècle, l'agriculture a connu dans les pays développés un gain de productivité grâce à l'homogénéisation et l'utilisation intensive d'intrants. Ce modèle est remis en cause par les changements globaux et le besoin de s'orienter vers une agriculture plus durable.

WHEATAMIX se focalise sur la céréale la plus importante du Bassin parisien, le blé, dans le but de mieux évaluer si la diversité génétique intra-parcellaire permet de renforcer la multi-fonctionnalité et la résilience des agro-écosystèmes, dans le contexte de changement global.

Ce projet de recherche multi-disciplinaire étudie l'impact de la diversité intra-spécifique divers services écosystémiques (régulation des maladies, fertilité des sols, conservation de la biodiversité, stabilité du rendement, ...) rendus à l'échelle de la parcelle. L'analyse des liens entre groupes de services et les traits des variétés, ainsi que l'étude des compromis entre services permettra de comprendre l'impact de la diversité génétique pilotée sur le fonctionnement agroécologique d'une parcelle, en intégrant la biodiversité sauvage associée.

COMMENT ?

Wheatamix est organisé autour de trois volets centraux :

- Différentes expérimentations en plein champ et au laboratoire, ainsi qu'une approche par la modélisation, caractérisent la diversité et la plasticité au niveau morphologique et éco-physiologique des blés cultivés purs ou en mélange, afin de mieux comprendre les performances des associations variétales,
- Deux années d'une expérimentation centrale mobilisant écologues, pathologistes et agronomes pour quantifier le fonctionnement des parcelles de blé et une gamme de services écosystémiques fournis par les associations variétales : production de grain (qualité/stabilité), régulation des maladies, contrôle des adventices, contrôle de bioagresseurs, maintien de la fertilité des sols et conservation de la biodiversité,
- Sous l'animation de six Chambres d'Agriculture, une trentaine d'agriculteurs concevra des associations variétales et testera pendant trois ans leur pertinence technico-économique dans différents contextes agricoles. Ces résultats viendront compléter les enquêtes faites sur la filière blé du bassin parisien (coopératives, meuniers, semenciers, ...), pour développer une analyse des freins et leviers à l'adoption d'associations variétales.

Augmenter la diversité variétale du blé dans les parcelles agricoles du Bassin parisien, pour favoriser la régulation des maladies, la fertilité des sols, la conservation de la biodiversité, ou encore la stabilité du rendement.

► Transition forestière basée sur la plantation du teck au Nord du Laos : Variations inter-annuelles de la proportion des surfaces en jachère, en cultures annuelles et en plantations de tecks sur le bassin versant de Houay Pano (i.e. observatoire Multi-Scale Environmental Changes, MSEC).

ENCOURS RÉSULTATS

Réponse hydro-sédimentaire des bassins versants aux changements d'usage des terres : analyse de chroniques long terme, traçage des flux couplés hydriques, particulaires et bactériens...

TECITEASY établira des indicateurs microbiologiques de la "santé" des agroécosystèmes, afin de définir des recommandations pratiques pour la gestion durable et le développement intégré des agroécosystèmes tropicaux, avec un focus sur l'optimisation des mosaïques paysagères.

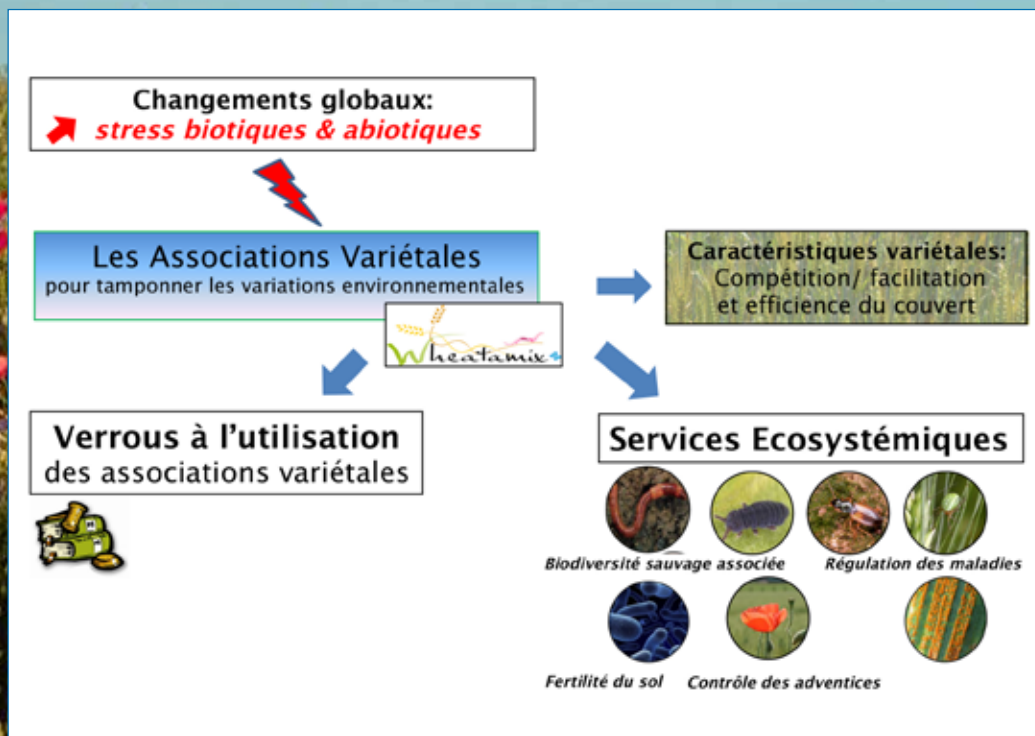
Ces recommandations viseront spécifiquement à :

- Limiter l'érosion des sols et les pertes de nutriments le long des versants,
- Maintenir les fonctions de filtrage des zones rivulaires ; atténuer la contamination des cours d'eau et des systèmes de production,
- Préserver la diversité fonctionnelle des communautés bactériennes aquatiques le long des chemins de flux.

Bien que le projet ait débuté il y a moins de six mois, un premier travail d'analyse des données disponibles dans la base hydrologique de l'observatoire MSEC a été effectuée.

À cela s'ajoute la rédaction d'une revue bibliographique (Rochelle-Newall et al., en cours) intitulée "A short review of fecal indicator bacteria (FIB) in tropical ecosystems: knowledge gaps and future directions" que nous prévoyons de soumettre avant la fin de l'année.

Comme prévu dans le calendrier des activités du projet, une campagne de terrain a été conduite en juin dernier. L'analyse préliminaire des données recueillies laisse entrevoir plusieurs résultats originaux. Par exemple, l'utilisation d'une méthode inédite basée sur l'utilisation de traceurs radiogéniques nous permet de préciser la nature des mécanismes hydrologiques responsables de transferts de bactéries en milieu tropical. Nous prévoyons de soumettre assez vite une note sur ce sujet dans une revue internationale.



© TIMBAL Jean / INRA

ENCOURS RÉSULTATS

Une analyse transdisciplinaire des services rendus par les associations variétales : étude des interactions entre variétés, des performances agronomique et écologique des mélanges et de leur impact sur la filière blé.

Durant cette première année, WHEATAMIX a développé une caractérisation phénotypique approfondie d'un panel de 60 lignées de blé. L'analyse de la variabilité phénotypique des variétés a permis de sélectionner 16 génotypes qui vont être étudiés en pur et en association, suivant quatre niveaux de diversité (1, 2, 4 et 8 variétés par parcelle). En parallèle, l'exercice d'idéotypage avec les scientifiques et les conseillers des Chambres d'Agriculture a mis en évidence des règles d'association pour la conception des mélanges, et souligné l'importance du contexte de production pour cibler des groupes de services. À travers son approche holistique, WHEATAMIX permettra d'évaluer l'impact des mélanges variétaux sur la filière de production du blé, et ainsi construire des scénarios de diffusion des mélanges dans le Bassin parisien.

Wheatamix a été présenté dans différents colloques, et notamment lors du lancement du metaprogramme INRA ECOSERV. WHEATAMIX vise à produire des connaissances sur les relations traits-services, l'impact de la diversité génétique intra-spécifique sur certains services écosystémiques, les verrous et leviers à l'adoption de mélanges variétaux dans la filière blé, ainsi que des critères pratiques et théoriques permettant l'optimisation d'associations variétales et la sélection de variétés adaptées aux associations.

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE
ANR

www.anr.fr



Twitter@agencerecherche •



ANR

Direction du développement, de l'information et de la communication