HAL open science

# Émergence de l'agroécologie et perspectives pour le futur - Les programmes ADD SYSTERRA AGROBIOSPHÈRE

Michel Griffon, Florence F. Jacquet, Emmanuelle Lemaire, Isabelle Avelange, Marc Barbier, Bernard Chevassus-Au-Louis, Bernard Hubert, Sebastien Treyer, Christian Valentin

**To cite this version:**

Michel Griffon, Florence F. Jacquet, Emmanuelle Lemaire, Isabelle Avelange, Marc Barbier, et al.. Émergence de l'agroécologie et perspectives pour le futur - Les programmes ADD SYSTERRA AGROBIOSPHÈRE. 2015. hal-03413103

**HAL Id: hal-03413103**

**https://hal.science/hal-03413103v1**

Submitted on 21 Nov 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE
ANR

# ÉMERGENCE
## DE L'AGROÉCOLOGIE ET PERSPECTIVES POUR LE FUTUR

LES PROGRAMMES
ADD SYSTERRA AGROBIOSPHÈRE

**CAHIERS** DE L'ANR N° 08

SEPTEMBRE 2015

**Les “Cahiers de l’ANR” traitent de questions thématiques transverses aux différents appels à projets financés par l’ANR. Cette collection, qui existe depuis 2009, met en perspective les recherches, les innovations et les avancées technologiques en cours dans un domaine spécifique. Sans prétention d’exhaustivité, son objectif est de revenir sur les enjeux sociétaux et les défis d’avenir identifiés par les communautés de recherche mobilisées sur une thématique. Les projets de recherche financés par l’ANR y sont synthétiquement présentés. Chaque Cahier s’adresse aux chercheurs, aux décideurs politiques mais aussi au grand public. Ils sont organisés en deux parties : une partie qui précise les enjeux des projets financés par l’ANR et leur impact, et une partie sous forme de “fiches projets”, qui détaillent, pour chaque projet financé, ses objectifs, ses résultats et les équipes qu’il a mobilisées.**

La collection des Cahiers de l’ANR comporte huit éditions, toutes disponibles sur le site internet de l’ANR : www.anr.fr

**N°1 - JUIN 2009**

**Mobilité et ubiquité :**
vers le nomadisme numérique

**N°2 - JUILLET 2010**

**L’énergie partagée :**
une vision nouvelle de l’habitat, de la voiture et du territoire

**N°3 - JANVIER 2010**

**Le calcul intensif :**
technologie clé pour le futur

**N°4 - MARS 2012**

**Intelligence Artificielle et Robotique**
“Confluences de l’Homme et des STIC”

**N°5 - JUILLET 2012**

**Les nanotechnologies :**
un nouveau paradigme

**N°6 - DÉCEMBRE 2012**

**Contaminants et environnements :**
constater, diffuser, décider

**N°7 - AVRIL 2013**

**Environnement et Changements Globaux :**
des aléas à la vulnérabilité des sociétés

**N°8 - SEPTEMBRE 2015**

**Émergence de l’Agroécologie :**
perspectives pour le futur.
Les programmes ADD-SYSTERRA-AGROBIOSPHÈRE

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

ANR

## **CE CAHIER** A ÉTÉ CONÇU PAR

Michel Griffon, Florence Jacquet, Emmanuelle Lemaire de l’ANR et par Isabelle Avelange, Marc Barbier, Bernard Chevassus-au-Louis, Bernard Hubert, Sébastien Treyer, Christian Valentin ; avec le concours de la Direction de la Communication de l’ANR : Julie Gielen, en collaboration avec Marie Fillon.

Le Cahier de l’ANR “Émergence de l’Agroécologie” revient sur dix ans de projets de recherches financés par l’ANR dans le domaine de l’agriculture et des écosystèmes. Ces projets relevaient des programmes “ADD - Agriculture et Développement Durable” (2005-2006), “SYSTERRA - Écosystèmes, territoires, ressources vivantes et agricultures” (2003-2010) et “AGROPBIOSPHÈRE - Viabilité et Adaptation des Écosystèmes productifs, territoires et ressources face aux changements globaux” (2011-2013). Ils sont à l’origine de la naissance d’une agroécologie française construite dans l’interdisciplinarité et la collaboration, aussi bien internationale qu’institutionnelle. En cela, ils incarnent les valeurs de l’ANR, et portent sa volonté de voir naître des partenariats de recherche capables de répondre aux enjeux sociétaux d’aujourd’hui et de demain.

**Cette année, les Cahiers de l’ANR évoluent : ils sont dorénavant imprimés dans un format réduit, facilement transportable et écologique. Seule la partie introductive est imprimée. La partie qui compile les “fiches projets” est numérisée et disponible via la webkey à détacher en fin de document.**

© ADRIAN Michel / INRA

# AVANT-PROPOS

Nous rendons compte dans ce numéro des Cahiers de l'ANR de la dynamique scientifique initiée et entretenue par la succession de trois programmes thématiques, ADD, SYSTERRA et AGROBIOSPHÈRE, soutenus par l'ANR depuis 2005, soit pratiquement sur une décennie. Dans l'esprit de leurs promoteurs, qui sont également auteurs de ce numéro, il s'agissait de générer un mouvement de la recherche agronomique vers des approches prenant mieux en compte les fonctionnalités du monde vivant au-delà des seules plantes cultivées ou animaux élevés, en s'ouvrant aux concepts et aux démarches de l'écologie. Pour ce faire, il était également indispensable d'établir des partenariats avec d'autres communautés scientifiques, en particulier les sciences écologiques et les sciences sociales. C'est ce que ces programmes portés par l'ANR ont permis grâce à des appels à des démarches systémiques, reposant sur l'interdisciplinarité et la constitution de consortia pluri institutionnels.

Dix années plus tard, nous revendiquons d'avoir ainsi permis la constitution d'une agro-écologie française, fondée sur l'articulation entre les sciences agronomiques, écologiques et sociales. Celle-ci permet ainsi à la communauté scientifique nationale de se positionner sur les grands enjeux qui animent les recherches internationales et resituent la question de la sécurité alimentaire en regard des préoccupations des trois grandes conventions internationales dites "de Rio" : l'atténuation et l'adaptation du/au changement climatique (avec l'UNFCC), la préservation de la biodiversité (CDB) et la prévention de la dégradation des terres (UNCCD). Le ministère en charge de l'Agriculture est devenu un promoteur de ces nouvelles approches qu'il défend dans les arènes européennes et internationales.

Cette succession de programmes thématiques, accompagnée d'activités d'animations (rencontres entre responsables de projets, ateliers thématiques, séminaires, etc.), a été indéniablement initiatrice d'un changement dans la conception des recherches agronomiques que n'avaient pas permis les seules dynamiques intellectuelles traversant le monde de l'agronomie, comme la publication de l'ouvrage de Miguel Altieri dans sa traduction française en 1986 (L'agroécologie. Les bases scientifiques d'une agriculture alternative) ou celui de Gordon Conway (The Doubly Green Revolution : Food for all in the 21st century en 1997). Il n'est toutefois pas inutile de rappeler le rôle crucial qu'a pu jouer Michel Griffon en tant que directeur adjoint de l'ANR et par ailleurs auteur d'ouvrages[1] développant la notion d'agriculture écologiquement intensive en alternative aux modèles dominants de l'agronomie issue de la Révolution Verte ou de la modernisation de l'agriculture dans les pays industrialisés. Ces modèles ont certes permis de préserver des famines une large partie de l'humanité, mais ils opèrent à partir d'une conception "industrielle" du vivant, en le réduisant à un processus de production d'un bien à partir d'intrants (fertilisants, aliments...) fournis aux plantes et aux animaux sélectionnés pour leur productivité, tout en réduisant également la variabilité du monde vivant et des conditions de milieu. Ces modèles ont rencontré les limites sociales et environnementales de leur approche. Ils sont également questionnés, au moins en ce qui concerne les animaux, sur leurs conséquences éthiques sur les relations entre les hommes et les autres êtres vivants...

Nous avons souhaité dans ce numéro des Cahiers de l'ANR tout d'abord présenter un bilan permettant de voir comment ces programmes ont rempli leurs promesses de créer de nouvelles collaborations entre disciplines et de conduire à l'émergence d'approches prenant mieux en compte la complexité du monde biophysique, mais également tracer des perspectives pour le futur en proposant, à partir de l'expérience accumulée, des priorités thématiques et des orientations de recherche à développer.

**Bernard HUBERT**
**Président d'Agropolis International, Montpellier**

(1) Dont le premier "Nourrir la planète. Pour une révolution doublement verte" a été publié en 2006.

**Depuis trente ans, les initiatives se multiplient pour associer recherche agronomique et développement durable. Quels rapports établir entre agriculture et changement climatique ? Comment repenser les liens entre agriculture et biodiversité, entre agriculture et gestion de l'eau ? Quelles solutions trouver aux pollutions agricoles ? Autant de questions que les programmes de financement "ADD - Agriculture et Développement Durable" (2005-2006), "SYSTERRA - Écosystèmes, territoires, ressources vivantes et agricultures" (2003-2010) et "AGROBIOSPHÈRE - Viabilité et Adaptation des Écosystèmes productifs, territoires et ressources face aux changements globaux" (2011-2013) ont contribué à résoudre.**

© Cheick Saidou/Min.agri.fr

# INTRODUCTION

Au cours des trois dernières décennies, deux grands courants ont marqué, tant scientifiquement que médiatiquement, la recherche agronomique mondiale.

L'un est lié à l'essor de la biologie moléculaire, dont les outils – connaissance du génome grâce à des techniques de séquençage et de génotypage de plus en plus performantes, connaissance du transcriptome, du métabolome et du protéome – sont devenus accessibles à la grande majorité des espèces d'intérêt agronomique. Initialement focalisées sur la transgénèse, conçue comme une alternative à l'amélioration génétique "conventionnelle", ces approches se sont peu à peu insérées dans la panoplie de tous les généticiens, à travers des méthodes comme la sélection assistée par marqueurs, puis la sélection génomique.

Dans le même temps, la perception des impacts négatifs des formes les plus intensives d'agriculture a fait que les questions environnementales, et plus généralement du développement durable, ont pris de plus en plus de place dans les préoccupations des chercheurs. Les grandes organisations de recherche agronomique ont consacré des moyens croissants à ce domaine, justifiés par les sommets de la Terre (et du "Développement durable") de Rio de Janeiro et de Johannesburg. Les grandes thématiques de l'environnement mondial se sont alors traduites en programmes : le changement climatique et l'agriculture, la biodiversité et l'agriculture, la gestion de l'eau, la déforestation, les pollutions agricoles… En 1995, le Consortium des instituts internationaux de recherche agronomique (CGIAR) et le CIRAD identifiaient comme très important le retour de la "question malthusienne" : la capacité de la biosphère et des techniques de production agricoles suffiront-elles à alimenter la population mondiale à son maximum, attendu à l'époque en 2050 ?

En 2002, l'INRA confiait à Olivier Godard et Bernard Hubert la rédaction d'un rapport d'analyse et de propositions sur la recherche agronomique et le développement durable, rapport qui contenait plusieurs propositions sur les thématiques et les démarches de recherche ainsi que sur ses modes d'évaluation. Parmi celles-ci, figurait la conception d'un programme de recherche structurant qui visait l'ensemble des communautés scientifiques concernées, au-delà du seul établissement INRA. La construction de ce programme a reposé, tout au long de l'année 2004, sur une réflexion collective et une élaboration participative dirigées par deux chercheurs de l'INRA, Jean Boiffin et Bernard Hubert, qui ont organisé une série de séminaires à forte participation (ACTA, ADAR, ADEME, CEMAGREF, CIRAD, Chambres d'Agriculture…), des ateliers de réflexion thématiques et une analyse des programmes et projets passés et en cours.

Il en a résulté un appel d'offres de recherche initialement cofinancé par l'INRA, le CIRAD, le CEMAGREF (devenu IRSTEA) et l'ADEME. L'ANR, créée en 2005, a immédiatement apporté son concours au cofinancement initial, avant de le prendre en charge par la suite. Le programme ainsi constitué s'est intitulé "Agriculture et Développement Durable"(ADD).

Dès 2005, ce programme a marqué le paysage par son parti pris d'établir une nouvelle aspiration générale pour la recherche agronomique, comme en témoignent les questions posées aux chercheurs dans les appels à projets : comment comprendre et prendre en compte les interactions entre processus écologiques, techniques, économiques et sociaux ? Comment articuler, voire mettre en synergie, les savoirs scientifiques et les savoirs profanes (notamment traditionnels) concernant ces interactions ? Comment développer une compréhension des enjeux et une appréhension des phénomènes qui articulent le court et le long terme ? Comment prendre en compte les discontinuités entre échelles territoriales et articuler les représentations construites à ces différentes échelles, du local au planétaire ?

© SAGMULDER Christian / INRA

© WEBER Jean / INRA

© CATTIAU Gilles / INRA

© CATTIAU Gilles / INRA

## ADD : le déploiement de la réflexion sur les liens entre activités agricoles et développement durable

Les deux appels à projets d'**ADD,** en 2005 et 2006, furent des succès en termes de nombre de réponses. Ces réponses témoignaient d'une très grande richesse de réflexion, qui trouvèrent là un lieu d'expression. Les chercheurs en sciences sociales et en sciences agronomiques investirent le champ du développement durable. Cependant, le champ couvert par l'appel était très vaste. L'ANR et le Comité de programme ont alors décidé de suspendre pendant un an les appels à projets et d'entreprendre une consultation élargie afin de préciser et de cibler les questions relatives à l'agriculture prise dans un cadre de développement durable.

La réflexion qui a ainsi été lancée en 2007, sous la présidence de Bernard Chevassus-au-Louis et de Bernard Hubert, et qui s'est déroulée simultanément au "Grenelle de l'environnement", a permis de donner un nouvel élan à la dynamique des recherches. Elle a mobilisé de nombreux acteurs appelés à donner leurs avis sur les priorités de recherche à encourager. Il en est ressorti que l'objectif principal devait être de permettre la durabilité des écosystèmes exploités et cultivés tout en maintenant des niveaux élevés de productivité par hectare. Cet objectif impliquait de développer les raisonnements systémiques liant la nécessité du renouvellement des ressources (eaux, fertilité, cycles biogéochimiques…) et celle du maintien ou de l'essor des dynamiques économiques et sociales des territoires. C'est dans cette perspective que le programme "**SYSTERRA** - Écosystèmes, territoires, ressources vivantes et agricultures" a été lancé avec l'ambition de "promouvoir des approches intégrées de la diversité des fonctions et des usages des écosystèmes en France et dans les pays du Sud, dans la perspective d'élaborer de nouveaux savoirs et connaissances, permettant une gestion plus durable des ressources et facteurs de production".



Le programme SYSTERRA affichait ainsi clairement l'objectif d'encourager un courant de recherche "fondé sur l'intensification de l'usage des processus écologiques" en appelant à la mobilisation des sciences écologiques et des sciences sociales et à la combinaison d'approches à plusieurs niveaux de fonctionnement ou de gestion des écosystèmes. Il a fait l'objet de trois appels à projets, autour de quatre axes thématiques :

- Intensification écologique des systèmes de production
- Ingénierie écologique des paysages et des territoires
- Nouvelles formes de gestion et de gouvernance
- Élaboration de nouveaux paradigmes et méthodologies

## SYSTERRA : le développement du concept d'intensification écologique de l'agriculture

© ISAGRI Nicolas Mauve / INRA

© WEBER Jean / INRA

© BRUN Pierre / INRA

© ADRIAN Michel / INRA

Les réponses à ces appels ont été nombreuses. Elles témoignaient d'une bonne compréhension des questions posées. La taille des projets s'est accrue, révélant une intention de réaliser des investissements significatifs dans différents domaines. Les équipes sont devenues plus internationales et notamment ouvertes aux scientifiques de pays du Sud. Les catégories systémiques et écologiques se sont développées dans les problématiques des projets. Ce programme a dès lors constitué la base principale de la réflexion sur l'agro-écologie et a eu un rôle structurant dans la pensée scientifique en agronomie. L'ouverture aux thématiques forestières et au domaine maritime a, de la même manière, eu un effet de promotion des approches écosystémiques dans les recherches correspondantes.

Au cours des appels successifs, le Comité de pilotage du programme, dont la composition avait maintenu une certaine continuité avec le Comité antérieur, a enchaîné les réflexions en les élargissant. En 2009, l'ANR lança une réflexion prospective sur les recherches nécessaires pour adapter l'agriculture et les écosystèmes anthropisés au changement climatique. Le travail mené sous la direction de Jean-François Soussana, directeur scientifique à l'INRA, dans le cadre de l'atelier de réflexion prospective ADAGE, a permis d'identifier les axes de recherches à encourager. Il a donné naissance à deux appels à projets : d'une part le programme "SOC&ENV - changements Environnementaux Planétaires et Sociétés", qui traitait des échelles régionales et globales, et d'autre part le programme "**AGROBIOSPHÈRE** - Viabilité et Adaptation des Écosystèmes productifs, territoires et ressources face aux changements globaux", qui s'est situé en continuité avec les programmes ADD et SYSTERRA.

© BAUDRY Jacques / INRA

© BOURLIAUD J. / INRA

© DUPRAZ Christian / INRA

© MORISON Nicolas / INRA

**AGROBIOSPHÈRE : la prise en compte des changements globaux dans les analyses d'évolution des écosystèmes productifs et des territoires**

Les questions de l'adaptation et la viabilité des territoires, ressources et écosystèmes productifs face aux changements environnementaux (climatique, eau, biodiversité, paysages…), économiques (croissance de la demande alimentaire, rareté des ressources et concurrence sur les usages, hausse des prix, mondialisation des échanges...) et sociaux (préoccupations environnementales, transition alimentaire, démographique…) ont été déclinées au sein des appels à projets en thématiques qui portaient sur : la dynamique des territoires et des écosystèmes et la représentation des évolutions induites par les changements globaux ; l'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements globaux ; le rôle et la place des écosystèmes protégés ; la gestion alternative de la santé des plantes. Dans ce programme, l'agriculture, comme les autres activités productives, sont considérées comme des "écocultures" c'est-à-dire des modes de gestion durables de systèmes de production, vus comme des écosystèmes anthropisés et obéissant donc aux lois fondamentales de l'écologie. L'empreinte de l'écologie fonctionnelle marque ainsi fortement le programme "AGROBIOSPHÈRE". L'idée d'une "intensification écologique" ou d'une "intensification soutenable" (terme utilisé en langue anglaise), déjà présent dans SYSTERRA, trouve dans ce programme un espace d'expansion à sa mesure.



## UN DISPOSITIF PARTICIPATIF DE RÉFLEXION ET DE SÉLECTION DES PROJETS

Le processus de sélection de l'ANR est basé sur le principe d'évaluation par les pairs, conformément aux standards internationaux. L'ANR s'appuie sur des comités régulièrement renouvelés de personnalités scientifiques extérieures à l'agence et sur une communauté internationale la plus large possible d'experts scientifiques.

Les appels à projets ADD-SYSTERRA-AGROBIOSPHÈRE ont été rédigés par des Comités de Pilotage successifs, présidés par Jean Boiffin, Bernard Hubert et Bernard Chevassus-au-Louis pour ADD, Bernard Chevassus-Au-Louis pour SYSTERRA et Bernard Chevassus-au-Louis et Sébastien Treyer pour AGROBIOSPHÈRE. Ces comités ont mené une réflexion permanente sur les contenus scientifiques. Environ 40 personnes y ont participé : responsables scientifiques d'organismes, dirigeants de grandes Unités de Recherche, universitaires, représentants des ministères et du monde socio-économique. La sélection des projets a été opérée par des Comités d'évaluation successifs dont la composition a évolué chaque année. Ils ont été présidés par Olivier Godard et Alain Capillon pour ADD, Bernard Hubert et Alain Capillon pour SYSTERRA et Jean-François Soussana et Christian Valentin pour AGROBIOSPHÈRE. Au total, ce sont environ 130 chercheurs nationaux et internationaux qui ont participé aux différents exercices. Les propositions ont par ailleurs été examinées par près de 600 experts, eux-aussi chercheurs (dont 50% d'étrangers).

Ces comités ont mené une réflexion permanente sur les contenus scientifiques. Une pause en 2007 a permis de réorienter substantiellement le programme ADD et de produire le programme SYSTERRA par une série d'auditions et une large consultation de la communauté scientifique.

L'ensemble du dispositif a mobilisé beaucoup de chercheurs, ce qui a eu la vertu de faciliter une diffusion large et rapide de la réflexion dans les communautés scientifiques. Ce mécanisme a permis à l'ensemble des communautés concernées de disposer d'une information actualisée, mais aussi de participer de manière continue à l'élaboration des courants de pensée stratégique.

Ce sont environ **130 chercheurs** nationaux et internationaux qui ont participé aux différents exercices. Les propositions ont par ailleurs été examinées par près de **600 experts**

## LISTE DES PERSONNES AYANT PARTICIPÉ AU PROCESSUS : COMITÉS DE PILOTAGE, D'ÉVALUATION ET PERSONNES AUDITIONNÉES

Luc ABBADIE
Jean-Paul AESCHLIMANN
Franck AGGERI
Catherine AUBERTIN
Claire AUPLAT
Michel BAGUETTE
Antoine BAILLY
Philippe BARET
Rémi BARRE
Jacques BAUDRY
Jean-Baptiste BERGE
Marielle BERRIET SOLLEC
Jacques BERTHELIN
Xavier BEULIN
Jean-Etienne BIDOU
Jérôme BIGNON
Jean-Paul BILLAUD
Philippe BILLET
Jean BOIFFIN
Jean BONCOEUR
Alberte BONDEAU
Charles-Hubert BORN
Paul-Marie BOULANGER
Philippe BOURDEAU
Paul BOURGINE
Jean-Jacques BRUN
Bonnie CAMPBELL
Alain CAPILLON
Odile CARISSE
Patrick CARON
Philippe CASTANET
André CHARRIER
Anne-Marie CHEVRE
Jean CLAUDE VIAL
Jean-Marc CORDONNIER
Stéphane DE TOURDONNET
Guy DEBAILLEUL
Henri DECAMPS
Guillaume DEFFUANT
Frédérick DELAY
Hélène DELORME
Bruno DELVAUX
Jean-Pierre DESTAIN
Amadou T. DIAW
Pierre DIZENGREMEL
Anne DOUCET
Fabrice DREYFUS
Anne-Marie DUCROUX
Patrice DUMAS
Adel EL TITI
Nathalie FRASCARIA
Armand FREMONT
Jean-Marie FRITSCH
François GILLET
Philippe GIRARDIN
Matthieu GLACHANT
Olivier GODARD
Abdoulaye GOURO
Philippe GROS
Charlotte GUENARD
Hubert GUERIN
Marc GUERIN
Luc GUYAU
Robert HABIB
Niels HALBERG
Maurice HERAL
Hans-Rudolf HERREN
Didier HOFFSCHIR
Bernard HUBERT
Bruno JEAN
Hélène JOLY
Marianne KETTUNEN
Pascal KOSUTH
Claude LACOUR
Jean-Paul LAFOREST
Frédéric LANDY
Laurent LAPCHIN
Paul LEADLEY
Jane LECOMTE
Philippe LECOMTE
Marianne LEFORT
Bernard LEHMANN
Philippe LETERME
Christophe LETT
Robert LIFRAN
Eric LOFFEIER
Jacques LOYAT
Yves LUGINBÜHL
Michel LUSSAULT
Louis-Pascal MAHE
Sandrine MALJEAN-DUBOIS
Hubert MANICHON
Jean MARC GUEHL
Catherine MARIOJOULS
Didier MARTEAU
Philippe MARTIN
Sophie MARTIN
Gérard MATHERON
Erik MATHIJS
Doyle MC KEY
Françoise MEDALE
Jean-Marc MERILLOT
Christine MEVEL
Geneviève MICHON
Inès MINGUEZ TUDELA
Alain MONTEMBAULT
Vincent MORINIAUX
Marc MORMONT
Alain MOULINIER
Jean-Pierre MÜLLER
Christian MULLON
Jean-Charles MUNCH
Marie-Laure NAVAS
Bernard PECQUEUR
Roland PEREZ
Florence PINTON
Patrick POINT
Dominique PONTIER
Bernard POUYAUD
François PURSEIGLE
Alain RALLET
Alain RATNADASS
Denis REQUIER-DESJARDINS
Ricardo REVILLA
Pierre RICCI
Didier RICHARD
Otto RICHTER
Jean ROGER-ESTRADE
Walter ROSSING
Gilles ROTILLON
Jean-Michel SALLES
Jeffrey SAYER
Claudine SCHMIDT LAINE
Jean-Philippe SCHÜTZ
Sidy SECK
Henri SEEGERS
Blanche SEGRESTIN
Bernard SEGUIN
Add SMAAL
Jean-François SOUSSANA
Pierre STENGEL
Didier STILMANT
Patrick TEN BRICK
Daniel TERRASSON
André THEWIS
Michel THIBIER
Sophie THOYER
Jean-Pierre TILLON
Verena TRENKEL
Sébastien TREYER
Julie TROTTIER
Laurence TUBIANA
Pierre VALARIÉ
Christian VALENTIN
Herman VAN KEULEN
Michel VAUCLIN
René VICAIRE
Eric VINDIMIAN
Marjolein VISSER
Franck-Dominique VIVIEN
Keith D. WARNER
Edwin ZACCAI

51 | © BEAUCARDET William / INRA

# 01 BILAN DES PROGRAMMES ADD-SYSTERRA-AGROBIOSPHÈRE

**Les trois programmes thématiques conduits par l'ANR dans le domaine de l'agriculture et des écosystèmes, "ADD - Agriculture et Développement Durable" (2005-2006), "SYSTERRA - Écosystèmes, territoires, ressources vivantes et agricultures" (2003-2010) et "AGROBIOSPHÈRE - Viabilité et Adaptation des Écosystèmes productifs, territoires et ressources face aux changements globaux" (2011-2013), ont permis de lancer huit appels à projets sur une période de dix ans.**

## CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES PROGRAMMES ET DES PROJETS

Sur les huits années de programmation, 330 projets ont été soumis et 93 projets ont été financés, pour un budget total de 54 millions d'euros. Au total, 330 équipes ont participé une ou plusieurs fois aux projets financés.

Les deux appels lancés par le programme ADD ont permis de financer 33 projets ; les trois appels de SYSTERRA, 36 projets et enfin les trois appels AGROBIOSPHÈRE, 24 projets.

**Tableau 1 : projets soumis et financés de 2005 à 2013**

| | 2005 | 2006 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pré-propositions** | 75 | 118 | - | - | - | - | - | 82 |
| **Soumis** | 33 | 47 | 54 | 48 | 57 | 23 | 40 | 28 |
| **Financés** | 15 | 18 | 15 | 10 | 11 | 7 | 9 | 8 |
| **Taux*** | 45% / 20% | 40%/15% | 28% | 21% | 19% | 30% | 23% | 29%/10% |
| **Nombre partenaires** | 10,9 | 6,2 | 5,8 | 7,1 | 6,7 | 6,6 | 6,7 | 8 |
| **Durée moyenne** | 36 | 36 | 46 | 47 | 41 | 44 | 45 | 44 |
| **Aide moyenne (k€)** | 320 | 267 | 763 | 818 | 749 | 536 | 768 | 683 |
| **Montant de l'appel (M€)** | 4,8 | 4,8 | 11,5 | 8,2 | 8,2 | 3,7 | 6,6 | 5,5 |

*Les appels 2005, 2006 et 2013 ont fait l'objet d'une évaluation en deux étapes avec soumission de pré-propositions puis de propositions complètes. Les deux taux calculés correspondent dans ce cas aux ratios "financés sur pré-propositions" et "financés sur propositions complètes". La ligne "soumis" concerne le nombre de propositions complètes.

Le tableau 1 met en évidence un nombre de soumissions assez régulier au cours des années, avec cependant une diminution sur la période AGROBIOSPHÈRE. Entre ADD et SYSTERRA, le montant de l'aide par projet est passé de 300 000 euros pour ADD à 700 000 euros environ pour SYSTERRA, traduisant la volonté des comités de pilotage de soutenir des projets de taille ambitieuse. Le nombre de partenaires financés par projet est quant à lui resté relativement stable autour de 6 ou 7.

La durée des projets est passée de trois ans dans ADD à quatre ans dans SYSTERRA et AGROBIOSPHÈRE. Le budget total annuel alloué à l'appel a doublé entre ADD et SYSTERRA (en passant de 5 à 10 millions d'euros environ) avant de revenir à 5 millions pour AGROBIOSPHÈRE. La sélection a été effectuée sur la base de propositions complètes (soumissions en une étape) sauf pour ADD et la dernière édition d'Agrobiosphère où un processus en deux étapes a été mis en place (sélection de pré-propositions puis de propositions). Les taux de sélection sont restés compris dans une fourchette de 20 à 30% des soumissions pour les appels en une étape et de 30 à 45% pour ceux en deux étapes (taux à la deuxième étape).

Le programme **ADD** insistait particulièrement sur l'importance de l'**interdisciplinarité** (en particulier entre sciences biotechniques et sciences humaines et sociales), la **réflexivité critique, l'ouverture internationale et la diversité des partenariats** (en encourageant les démarches inter-établissements, les partenariats entre chercheurs et acteurs socio-économiques).



**Tableau 2 : répartition des projets sur les axes des appels ADD**

| Axe | Titre | Projets soumis | Projets financés |
|---|---|---|---|
| 1 | Agriculture et dynamique de développement | | |
| 2 | Usage et préservation des ressources naturelles renouvelables | | |
| 3 | Évolution et adaptation des systèmes de production | | |
| 4 | Dispositifs et processus d'innovation et de recherche/développement | | |
| 5 | Société civile, politiques publiques et marchés | | |
| 6 | Changement climatique et agriculture | | |
| 7 | Capitalisation et mobilisation des savoirs | | |
| 8 | Interactions entre les agricultures, du local au global | | |
| 8 | Moindre sollicitation de matière et d'énergie | | |
| | | | 80 |

Les recherches financées ont majoritairement porté sur deux domaines parmi ceux ciblés par l'appel : les axes 2 "usage et préservation des ressources naturelles renouvelables" et 3 "évolution et adaptation des systèmes de production et des filières de transformation". On notera que les recherches portant sur les axes 4, 7 et 8 (principalement portées par des disciplines SHS), malgré un nombre plus faible de soumission, ont été largement soutenues.

L'objectif premier du programme **SYSTERRA** était de promouvoir des **approches intégrées de la diversité des fonctions, des usages et des usagers des agroécosystèmes en France et dans les pays du Sud,** permettant de progresser par rapport à la simple addition des connaissances et des pratiques propres à chacun des usages. Il était donc nécessaire que les projets prennent en compte la diversité des fonctions et usages des écosystèmes, qu'ils dépassent les visions sectorielles de gestion des ressources, qu'ils permettent une **diversification et une intégration des échelles d'action.**

**Tableau 3 : répartition des projets sur les axes des appels SYSTERRA**

| Axe | Titre | Projets soumis | Projets financés |
|---|---|---|---|
| 1 | Intensification écologique des systèmes de production | | |
| 2 | Ingéniérie écologique des paysages et territoires | | |
| 3 | Nouvelles formes de gestion et de gouvernance | | |
| 4 | Élaboration de nouveaux paradigmes et méthodologies | | |
| | | | 60 |

Les recherches financéews ont essentiellement contribué à répondre aux questions portées par l'axe 1, qui portait sur l'intensification écologique des systèmes de production, depuis les systèmes de grandes cultures jusqu'aux systèmes forestiers, systèmes d'élevage et gestion des pêches. Une attention particulière a également été portée, en lien avec la précédente, aux questions de gouvernance.

Le programme **AGROBIOSPHÈRE** visait à comprendre **l'adaptation et la viabilité des écosystèmes productifs, des territoires et des ressources face aux changements environnementaux, économiques et sociaux en privilégiant les échelles moyennes,** échelles auxquelles des acteurs locaux peuvent définir et mettre en œuvre collectivement des stratégies d'adaptation (bassins de production, bassins versants et filières) et des projets territoriaux de développement durable ; l'adaptation étant prise au sens le plus large, qu'il s'agisse d'un changement de représentations individuelles ou collectives, ou de la modification de pratiques. Les produits attendus étaient de l'ordre des **connaissances interdisciplinaires visant une mise en œuvre opérationnelle des résultats,** mais également des connaissances liant les changements (climat, utilisation des terres et espaces marins, biodiversité, cycles biogéochimiques, performances économiques, environnementales, systèmes de valeur…) et des modèles permettant de poursuivre l'effort entrepris dans la voie de l'intensification écologique.

**Tableau 4 : répartition des projets sur les axes des appels AGROBIOSPHÈRE**

| Axe | Titre | Projets soumis | Projets financés |
|---|---|---|---|
| 1 | Dynamiques des territoires et des écosystèmes et représentations des évolutions induites par les changements globaux | | |
| 2 | Élaboration de stratégies d'adaptation aux changement globaux | | |
| 3 | Rôle et place des écosystèmes protégés | | |
| 4 | "Cartosphère" | | |
| 5 | Gestion alternative de la santé des plantes | | |
| 6 | Modélisation intégrée de la gestion du cycle de l'eau à l'échelle d'un bassin versant | | |
| | | | 50 |

Les recherches financées ont porté pour l'essentiel sur l'élaboration de stratégies d'adaptation en lien avec la compréhension des écosystèmes et des dynamiques des systèmes de production. Les axes concernant les aires protégées et la modélisation des bassins versants n'ont pas suscité une réponse significative des communautés scientifiques.

**Des thématiques communes, des appels confinancés...**
Depuis la première édition d'ADD élaborée par un ensemble d'organismes et d'institutions (Inra, Irstea, Ifremer, Cirad, Ademe, Acta, APCA et ministère de l'Agriculture), les programmes ADD, SYSTERRA et AGROBIOSPHÈRE ont fait l'objet de co-construction des appels à projets et de co-financement des projets sélectionnés. **L'AIRD** (Agence Inter-établissements de Recherche pour le Développement) a assuré de 2008 à 2013 le financement des partenariats avec les pays des "Suds". Depuis 2012, le **ministère de l'Agriculture** a soutenu le programme AGROBIOSPHÈRE en cofinançant les projets dont les recherches entraient dans le champ du plan Écophyto. Les partenariats entre financeurs dans la programmation ont permis une meilleure visibilité des appels et un plus grand nombre de projets financés.

## DES THÉMATIQUES DE RECHERCHE QUI ÉVOLUENT AVEC LES APPELS À PROJETS DE L'ANR

Cette partie et la suivante mobilisent des données statistiques traitées par l'ANR ainsi que les premiers résultats d'une étude réalisée par l'équipe de Marc Barbier de l'unité INRA-SenS dans le cadre d'une convention de collaboration avec l'ANR. L'objectif de cette étude est de rendre compte de l'impact des programmes en termes de structuration de communautés, de développement de l'interdisciplinarité et d'évolution des problématiques de recherche, par une analyse sémantique des textes des appels, des projets soumis et des caractéristiques des porteurs de projets. La méthodologie et les résultats détaillés de l'étude sont disponibles sur le site de l'ANR (http://anr.fr/cahier-agroecologie).

Comme nous l'avons déjà souligné, les intentions des programmes ADD-SYSTERRA-AGROBIOSPHÈRE étaient clairement d'**engager les communautés scientifiques dans des démarches de recherche leur permettant d'aborder différemment les questions qu'ils traitaient jusque-là.** On s'interrogera donc sur la manière dont les programmes ont atteint cet objectif.

Un premier éclairage de cette question concerne la manière dont on retrouve dans les contenus des projets les termes et champs lexicaux utilisés dans les appels à projets.

Le contenu sémantique des trois programmes, tel qu'il se révèle par une analyse des mots principaux qui les composent, complétée par classification automatique, (figure 1) met en évidence que les programmes partagent un champ lexical commun, mais aussi qu'ils se distinguent par certains termes : une thématique "pratiques humaines" surtout présente dans ADD, une thématique "ressources" (eau, biodiversité, cycle) dans le texte des appels SYSTERRA, une thématique "changement de système" (changement, système, scénario) pour AGROBIOSPHÈRE.

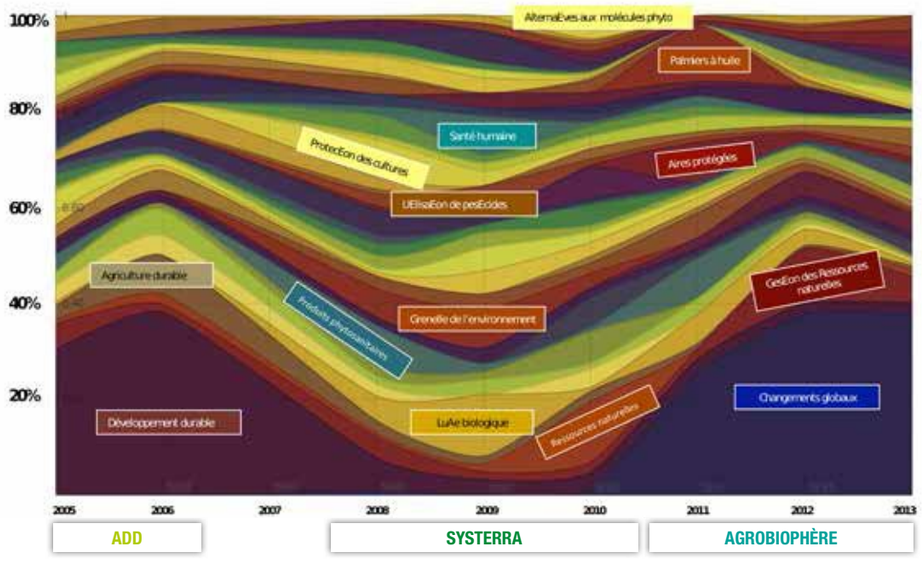


**Figure 1 : principaux termes des textes des appels à projets**

| ADD | SYSTERRA | AGROBIOPHÈRE |
|---|---|---|
| | | |
| Système, Développement durable, Changement | Écosystème, Production, Gestion Ressource, Système | Système, Changement, Territoire, Gestion |

Ceci peut être mis en relation avec le contenu des projets construits en réponse à ces appels. Une première analyse de ce contenu a été effectuée, dans le cadre de l'étude réalisée par l'INRA-SenS, par extraction, dans l'ensemble du corpus des résumés des projets soumis, des "multi-termes" (groupe de mots associant au moins deux mots) les plus fréquents. La figure 2 présente les 25 "multi-termes" les plus fréquents et donne pour chaque année le pourcentage de projets qui contient chaque multi-terme retenu.

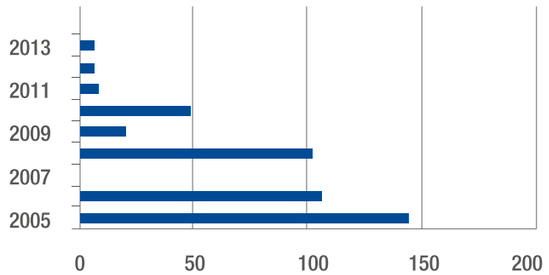
**Figure 2 : multi-termes les plus fréquents dans les projets soumis**




On observe ainsi des changements que l'on peut clairement affecter aux évolutions du contenu des appels à projets : ainsi, les projets soumis à ADD sont fortement marqués par la thématique du développement durable tandis que ceux soumis à AGROBIOSPHÈRE le sont par celle des changements globaux. On voit également que les projets soumis à SYSTERRA sont à la fois influencés par les termes du programme SYSTERRA mais aussi par le contexte du Grenelle de l'Environnement et les objectifs de réduction des pesticides. Le programme SYSTERRA ne met pas en avant de façon aussi accentuée les objectifs du Grenelle, pour autant les projets soumis sont marqués fortement par cet agenda. Si les programmes ont eu une influence réelle sur la thématique de recherche, les communautés de recherche dans leur autonomie de positionnement scientifique, de leurs objets et finalités ont également tenu compte des enjeux de politique publique et des débats de société sur l'agriculture.

Une autre façon de considérer le changement dans le temps du contenu des projets est de considérer les nouveaux termes qui apparaissent d'une année à l'autre dans les textes des projets soumis. Ainsi, la figure 3 donne une mesure du nombre de nouveaux multi-termes apparus. La deuxième année du programme ADD semble presque autant porteuse de nouveauté que la première puisque plus de 100 multi-termes nouveaux apparaissent. Cet élargissement se maintient ensuite pour la première année du programme SYSTERRA. En revanche, on observe une baisse de cette exploration en 2009 puis une reprise en 2010. On notera que le programme AGROBIOSPHÈRE apporte peu de nouveauté ; tout se passe comme si ce programme était plutôt porteur d'une logique d'approfondissement mais dans un périmètre lexical déjà fixé.

**Figure 3 : nombre de multi-termes nouveaux par année dans l'ensemble des projets soumis**




Afin d'approfondir l'analyse il est possible de caractériser le contenu sémantique des projets par une analyse de la co-occurrence des multi-termes extraits dans les résumés des projets.

On obtient ainsi des "clusters" de ces termes, entendus comme des regroupements significatifs de ces termes dans les résumés des projets. On peut distinguer en particulier huit clusters proches qui se caractérisent par des champs sémantiques marqués par des thématiques des sciences du vivant ou de sciences économiques et de gestion et cinq autres clusters proches les uns des autres caractérisés par des thématiques des sciences sociales.

**Les clusters "sciences du vivant" / "sciences économiques et de gestion" sont :**

> Gestion collective/durable de ressources/usages, approches pluridisciplinaires
> Écologie des paysages et santé des plantes, génétique et écologie
> Économie et décision dans la gestion de ressources naturelles, approche disciplinaire en économie
> Santé de plantes, protection intégrée des cultures, agriculture à haute valeur environnementale, plan ecophyto
> Compréhension du fonctionnement des agroécosystèmes et conception de pratiques et systèmes durables ; approche pluridisciplinaire centrée agronomie
> Agrobiodiversité des milieux et changement/gestion de l'environnement, écologie, sciences du sol, foresterie
> Modélisation et mesures des cycles biogéochimiques et Gaz à Effets de Serre (GES), sciences du sol
> Amélioration génétique, génétique durable

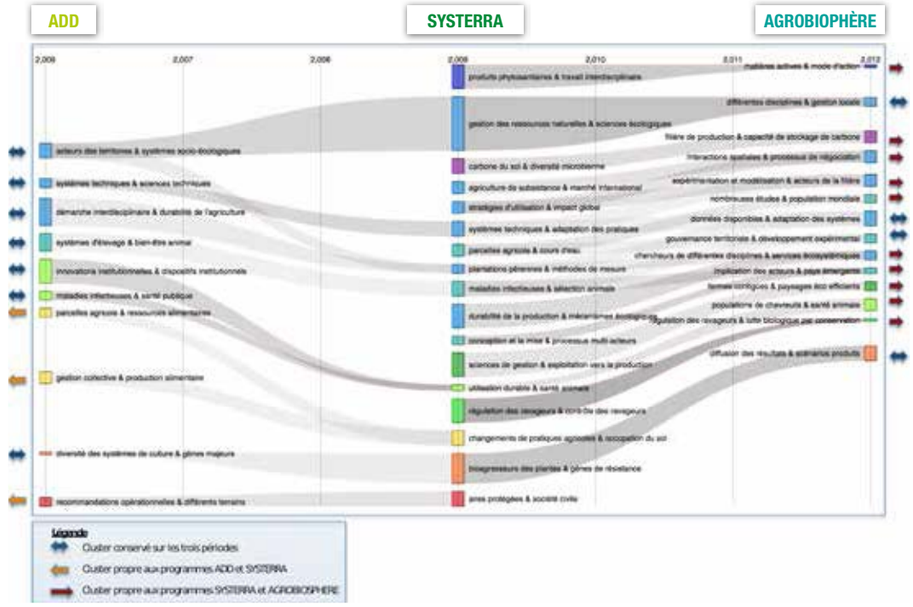
**Les autres clusters "sciences sociales" distinguent :**

> Développement durable, gouvernance, appliquée à différents sujets (haute valeur environnementale,intensification écologique, santé animale)
> Action collective, acteurs des territoires, dispositif de recherche appliqué à des questions de gestion et d'exploitation de ressources (notamment l'eau)
> Agriculture intensive, adaptation des systèmes (différentes disciplines)
> Transitions agroécologiques, connaissances, interventions publiques, sciences politiques,
> Savoirs locaux, capacité des acteurs ; sciences humaines ; notion de développement durable ; démarche interdisciplinaire ; politique agricole



Une dernière voie de caractérisation de la dynamique sémantique des projets consiste à réaliser une "clusterisation" temporelle, en faisant dépendre la construction des clusters au temps T de ceux de T-1. La figure 4 ci-dessous fait ainsi apparaître les clusters spécifiques à chaque programme et les relations temporelles qu'ils entretiennent. La dénomination de chaque cluster est faite par les deux termes les plus importants. Les couleurs indiquent les clusters proches (qui ont des termes communs).

**Figure 4 : dynamique des clusters de termes des projets soumis**




Ce graphe en "tubes" permet une lecture de l'évolution des contenus des projets dans le temps.

On observe ainsi des clusters présents tout au long des trois programmes. Ils sont indiqués avec le symbole d'une double flèche dans la figure. Leur taille (hauteur du cluster mesurée en nombre de projets) peut varier. Ainsi, on voit que le cluster "gestion des ressources naturelles & sciences écologiques" prend de l'importance dans SYSTERRA tout en se situant en continuité avec un cluster analogue dans ADD et en se poursuivant dans AGROBIOSPHÈRE. Il en va de même sur plusieurs clusters portant sur des thématiques proches (couleur bleue) qui sont très présents dans SYSTERRA et sur un cluster "bioagresseurs des plantes et gènes de résistance" (couleur orange).

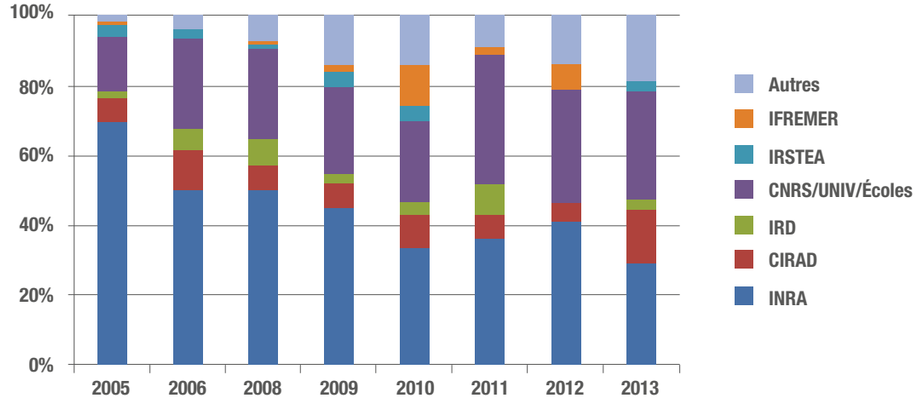
Le graphique permet aussi d'identifier des ruptures et des émergences : des clusters apparaissent dans ADD, sont maintenus dans SYSTERRA mais disparaissent dans AGROBIOSPHÈRE ; d'autres n'existent pas au départ, mais émergent dans SYSTERRA et sont maintenus dans AGROBIOSPHÈRE. On note par exemple l'apparition dans SYSTERRA d'un cluster "carbone du sol & diversité microbienne" qui se poursuit dans AGROBIOSPHÈRE. On observe des structurations stables et d'autres plus nombreuses qui procèdent de recompositions de clusters par fusion ou dissociation. Ainsi, les approches systémiques sur le développement durable très présentes dans ADD laissent place ensuite à des positionnements sur des objets plus spécifiques. Il semble que la variété créée par SYSTERRA tende à se recomposer dans des clusters plus spécialisés et moins nombreux dans AGROBIOSPHÈRE. La revendication d'une interdisciplinarité opératoire semble s'effacer au profit de considération sur les méthodes, les données et l'implication des acteurs.

## LA DIVERSITÉ CROISSANTE DES PARTENAIRES ET LE DÉVELOPPEMENT DES COLLABORATIONS ENTRE UNITÉS DE RECHERCHE DE DISCIPLINES DIFFÉRENTES

**De nouvelles collaborations entre disciplines mais aussi entre institutions et à l'international**

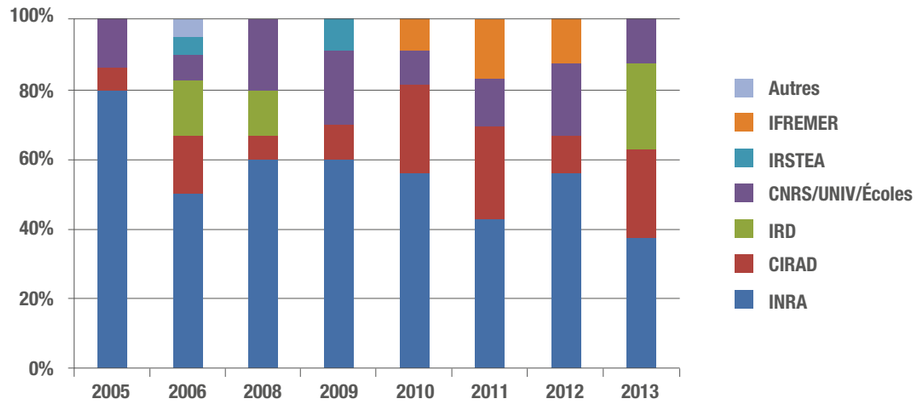
Au cours des trois programmes, la **diversité des institutions d'appartenance des équipes financées s'est progressivement accrue.** Largement majoritaires au début d'ADD, les chercheurs de l'INRA impliqués dans les projets ont diminué en nombre relatif au profit de ceux des autres institutions (figure 5). On note également une augmentation des organismes "autres" (Instituts techniques, Chambres d'agriculture, coopératives agricoles et entreprises), bien présents aujourd'hui dans les partenariats.

**Figure 5 : évolution des appartenances institutionnelles des partenaires des projets financés (677 partenaires)**



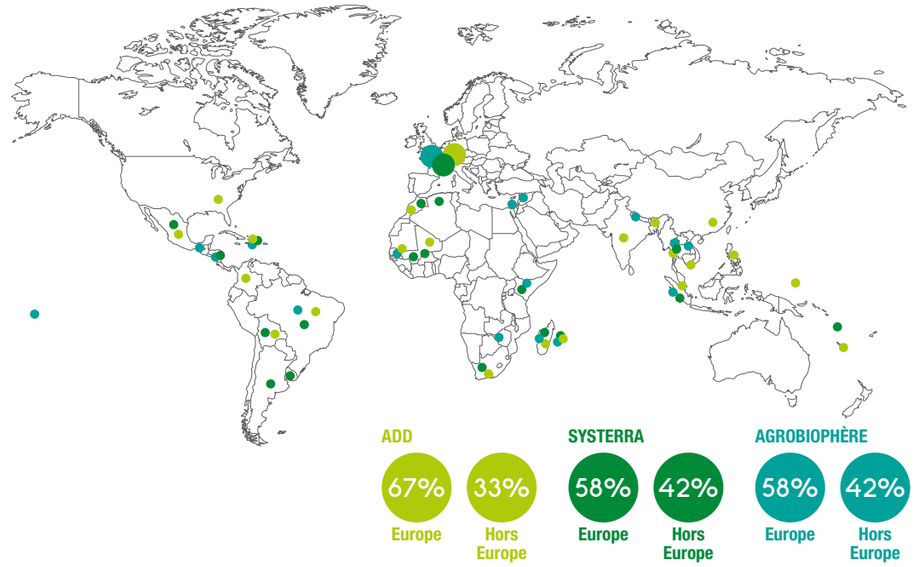

On observe des résultats légèrement différents si on s'intéresse, non plus à l'ensemble des partenaires, mais aux coordinateurs des projets (figure 6). On retrouve la diminution de la place occupée par l'INRA mais on note également une plus faible présence de l'ensemble CNRS-Universités-École que dans la figure précédente et une place importante tenue par le CIRAD depuis 2010 et par l'IRD en 2013.

**Figure 6 : évolution des appartenances institutionnelles des coordinateurs des projets (93 projets)**



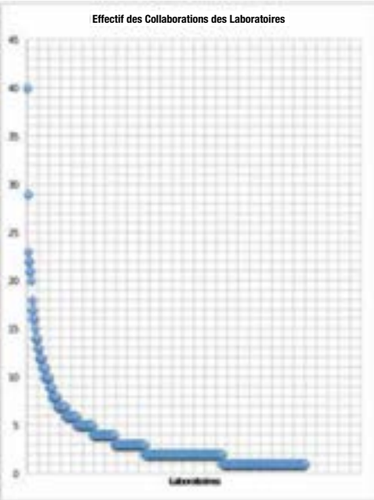

La **dimension internationale** est une autre caractéristique des projets. **De 30 à 40% en moyenne des projets ont un terrain hors Europe.** On note de ce point de vue, une évolution entre le premier appel ADD et les suivants. La majeure partie de ces travaux sur des terrains hors Europe s'insère dans des études comparatives mobilisant des partenaires des pays étudiés. L'association avec l'AIRD a permis de financer les partenaires étrangers et de promouvoir ainsi les études de cas par des équipes locales participant de fait à l'élargissement des partenariats.

**Figure 7 : localisation des terrains d'études par projet**




**Pour aller plus loin dans l'analyse des partenariats,** nous nous sommes intéressés à la fréquence de la participation des unités de recherche aux réponses aux appels et à l'**élargissement du nombre d'unités participantes.** Les données disponibles ne nous permettent pas de descendre au niveau de l'équipe de recherche mais il est possible d'analyser le niveau des unités participantes aux projets soumis.

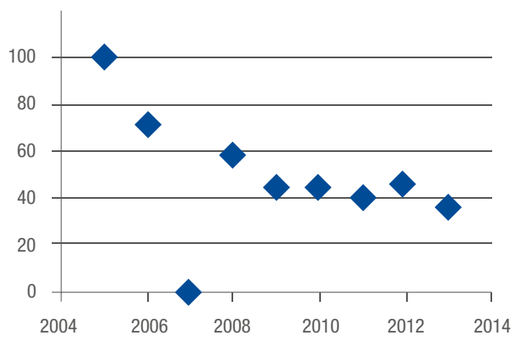
**Figure 8 : participation des unités de recherche aux projets soumis**




Un premier résultat (figure 8) est donné par l'existence d'un ensemble d'unités qui ont déposé fortement dans les trois programmes (10% des unités plus de 5 fois) et un ensemble d'unités nombreuses (plus de 60% du total) qui ne sont participantes qu'une seule fois. Cette distribution semble indiquer que certaines unités sont des "attracteurs" pour d'autres unités dans la construction des projets. Ce résultat conforte l'idée que **les appels à projets ont constitué un dispositif incitatif au développement des collaborations autour de certaines unités plus fortement engagées.**

On peut préciser cette idée en mesurant le ratio du nombre d'unités nouvelles apparues dans l'année N par rapport à celles présentes dans l'année N-1.

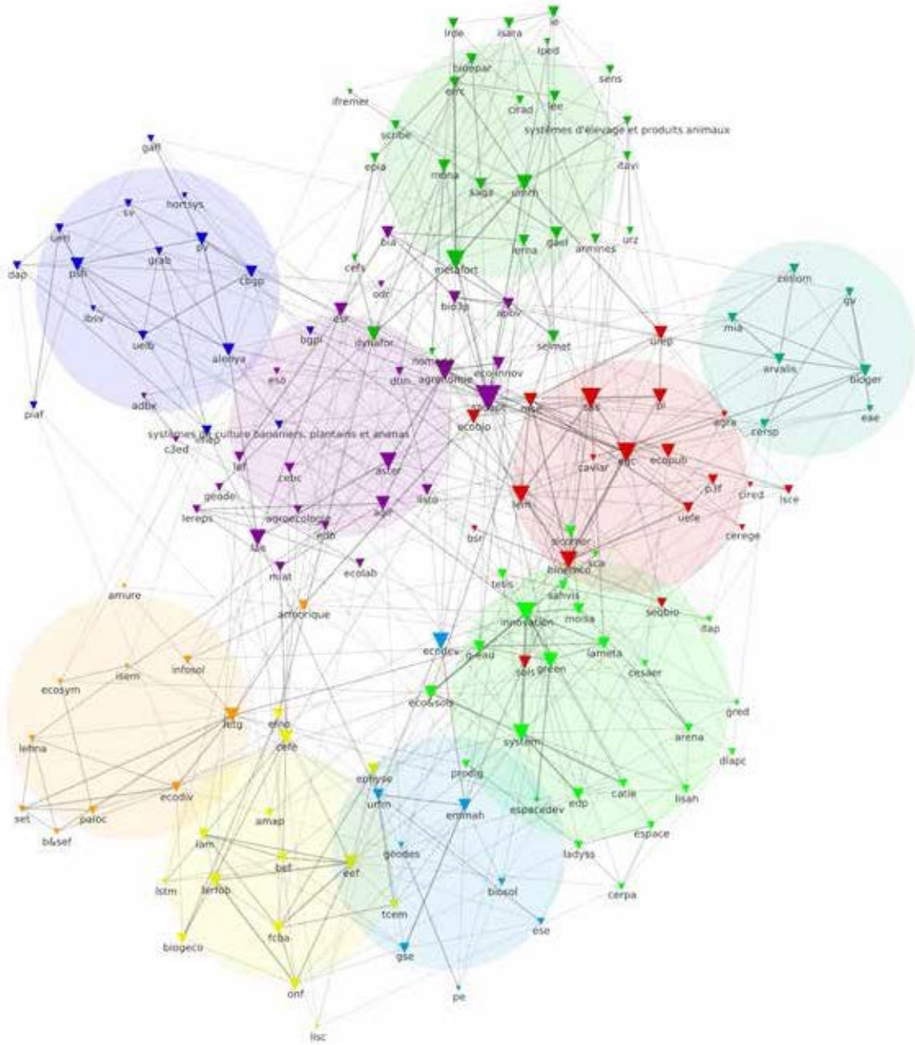
**Figure 9 : participation de nouvelles unités aux projets soumis (en % du total d'unités participantes)**




On observe ainsi que ce ratio décroit sur les trois premières années de programmation indiquant un possible effet de saturation des collaborations, puis se stabilise à 40% sur les six années restantes. L'impact des programmes connaît deux phases : la première auprès d'une population spécifique d'unités qui se reconnaissent sur la thématique du développement durable de l'agriculture, puis une phase d'expansion dans une population d'unités qui s'enrichit progressivement, en portant une diversification des établissements d'appartenance impliqués (comme nous l'avons vu figures 5 et 6).

Enfin, pour analyser les collaborations entre unités, la figure 10 ci-dessous représente la fréquence des associations entre unités prises deux à deux. La taille des triangles indique le nombre de fois qu'une unité a été impliquée dans un projet et l'épaisseur des liens indique la fréquence des relations d'association 2 à 2 des unités dans la soumission des projets. Les couleurs des triangles et des cercles représentent les clusters d'unités qui ont été fréquemment associées dans la soumission des projets.

**Figure 10 : collaborations entre unités de recherche dans les projets soumis**



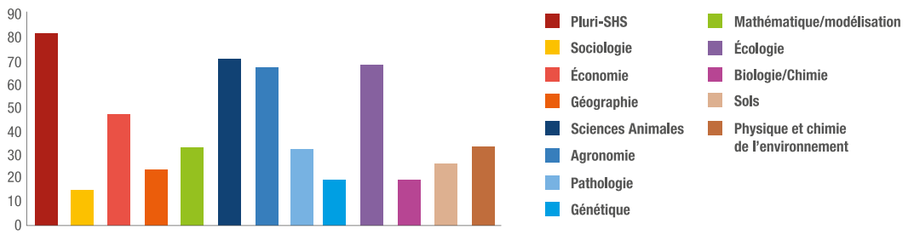

Sur ce graphique sont représentées les 250 unités de recherche qui ont le plus fréquemment soumis de projets. On distingue neuf clusters : certains d'entre eux qui semblent plutôt (bien que non exclusivement) caractériser une structuration des collaborations au niveau régional (cluster vert en bas à droite : Montpellier), tandis que d'autres sont organisés autour d'un pôle thématique (cluster jaune : forêts ; cluster bleu en haut à gauche : santé des plantes; cluster vert en haut au centre : systèmes d'élevage...).

On remarque également que certaines unités sont situées hors de leur cluster d'appartenance (hors du cercle coloré dans le graphique), ce qui signifie qu'elles sont également fréquemment associées à des unités d'autres clusters. Ces unités jouent souvent un rôle d'attracteur dans le réseau des collaborations, ce sont souvent des unités de taille importante et/ou fortement positionnées avant le lancement des appels sur les thématiques des programmes ( SAD-APT, CEFE, Eco-dev...).

## Émergence d'approches prenant mieux en compte la complexité du monde biophysique

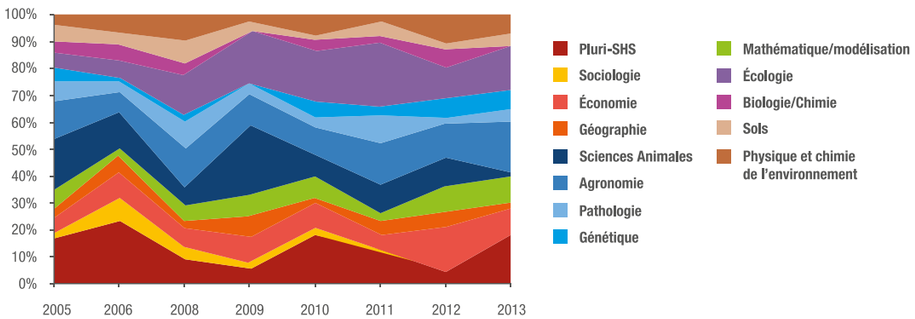
Enfin, on peut observer que **les unités de recherche mobilisées dans les projets couvrent une large diversité de disciplines.** Afin d'en avoir une vision plus précise, les partenaires des projets financés ont été affectés dans des catégories disciplinaires (cette affectation disciplinaire n'a pas pu être effectuée par chercheur mais au niveau des unités de recherche). La figure 11 nous donne ainsi une cartographie des disciplines mobilisées sur l'ensemble des projets financés, tous appels confondus.

**Figure 11 : disciplines des partenaires engagés dans les projets**




On observe, ainsi, que trois groupes de disciplines sont fortement présentes : les sciences agronomiques (y compris productions animales), les SHS, et l'écologie. Ces disciplines étaient bien celles qui étaient attendues par les programmes.

**Figure 12 : évolution des disciplines dans le temps**




**L'observation de l'évolution au cours du temps de la présence des différentes disciplines dans les projets amène quelques observations complémentaires :**

> Une présence des SHS depuis le début et particulièrement sur l'édition 2006 d'ADD, pour laquelle 2 axes ("Capitalisation et mobilisation des savoirs" et "Interactions entre les agricultures, du local au global") ont mobilisé assez fortement ces communautés ;

> Une rupture entre ADD et SYSTERRA, probablement plus forte qu'entre SYSTERRA et AGROBIOSPHÈRE ;

> Un renforcement de l'écologie à partir de SYSTERRA avec dans ce programme un grand nombre de projets financés sur l'axe "intensification écologique".



# RETOURS D'EXPÉRIENCES DE PROJETS AUTOUR D'UN ENSEMBLE DE THÉMATIQUES : LE COLLOQUE "AGRICULTURES ET ÉCOSYSTÈMES"

**Le colloque "agricultures et écosystèmes" qui s'est tenu à paris les 9 et 10 décembre 2014, à l'initiative de l'ANR, a permis d'échanger sur les résultats de ces dix années de programmation.** Le colloque a été organisé en cinq sessions thématiques : "Systèmes d'élevage", "Sols agricoles", "Connaissances scientifiques et action publique", "Durabilité des systèmes de cultures", "Écosystèmes productifs aquatiques", "L'environnement pour l'agriculture". Nous reprenons ici les principaux résultats mis en relief par les présentations des chercheurs dans ces sessions et les discussions qui ont eu lieu. Nous y avons ajouté une section sur les écosystèmes aquatiques, bien que cette thématique n'ait pas donné lieu à session durant le colloque.

## THÉMATIQUE "SYSTÈMES D'ÉLEVAGE : FORMES D'ORGANISATION TERRITORIALES ET CONDITIONS DE L'INNOVATION"

Cinq projets ont fait l'objet d'une présentation coordonnée entre les porteurs de projets afin de montrer leurs complémentarités et filiations au cours de la succession des programmes d'ADD à AGROBIOSPHÈRE.

> **AVITER :** Filières avicoles en France et au Brésil : Impacts sur le développement durable des bassins de production et des territoires (ADD)

> **TRANS :** Transformations de l'élevage et dynamiques des espaces (ADD)

> **MOUVE :** Les interactions Élevage et Territoire dans la mise en mouvement de l'intensification écologique (SYSTERRA)

> **ECOTERA :** Éco-efficiences et développement territorial en Amazonie brésilienne (AGROBIOSPHÈRE)

> **REVALTER :** Évaluation multi-échelle du développement de l'élevage au Vietnam (AGROBIOSPHÈRE)

Par rapport aux enjeux environnementaux, les systèmes d'élevage sont habituellement questionnés sur les problèmes d'émission de gaz à effet de serre par les ruminants, de pollutions azotées par les effluents issus des monogastriques ainsi que sur les capacités de fixation de carbone des herbages et parcours. **Les projets présentés se sont davantage intéressés au rôle des systèmes d'élevage dans l'intégration sociale au niveau des territoires,** dans les complémentarités en termes d'usages des sols, en particulier en interaction avec les productions végétales, dans les formes d'organisations professionnelles et leurs interactions avec les autres activités et aux dynamiques d'innovation émergentes de ces dispositifs multi-acteurs.

Partant d'une schématisation de l'élevage comme un système complexe d'interactions entre des hommes, des animaux et leurs milieux dont ils tirent leurs ressources, plusieurs modèles ont été discutés selon l'importance donnée à l'une ou l'autre de ces interactions, voire à la disparition de certaines d'entre elles dans le cas d'élevages hors sol et diversement engagés dans des voies d'industrialisation. Les présentations ont principalement développé les dimensions territoriales de ces relations et **comment des politiques publiques et/ou des initiatives de groupes agroindustriels percutent les dynamiques locales et leurs logiques et mécanismes de régulation,** dans une tension entre globalisation et territorialisation. Elles ont également porté sur les dimensions sociales des activités d'élevage, en particulier le rapport au travail des éleveurs, de leurs familles, des salariés (modes d'organisation, efficience, conditions de vie au travail, capacités d'adaptation ...). L'adoption d'innovations techniques sophistiquées (comme l'intensification écologique) paraît difficile dans des exploitations où les choix de conduite sont simplifiés de façon à diminuer les besoins en travail et/ou lui conférer de la flexibilité.

**Ces travaux ont mobilisé des équipes françaises** (Inra, Cirad, Irstea) **et des partenaires étrangers** (Amérique latine, Vietnam...) **sur des études comparatives qui ont permis d'argumenter des débats en cours au niveau d'instances internationales comme la FAO et la Banque Mondiale.** Ils ont ainsi fourni un lien entre les débats mondiaux (sécurité alimentaire, GES, perte de biodiversité, échanges internationaux) ou continentaux (politiques publiques) et les attentes formulées par les acteurs locaux (agricoles et non agricoles) en précisant quels sont les enjeux sur les connaissances et les formes d'accompagnement de l'élevage à l'échelle locale.

## THÉMATIQUE "SOLS AGRICOLES : DE LA ROCHE À L'ÉCOSYSTÈME"

Autour de l'expérience de sept projets de recherche sur les sols agricoles, **la session a porté sur les apports des programmes en termes d'évolution des approches de recherche.**

- **DST :** Dégradation physique des sols agricoles et forestiers liée au tassement : conséquences environnementales et économiques, prévision, prévention, suivi, cartographie (ADD)
- **ECOSFIX :** Services écosystémiques des racines-redistribution hydrique, séquestration du carbone, fixation du sol (SYSTERRA)
- **INTENS&Fix :** Intensification écologique des écosystèmes des plantations forestières. Modélisation biophysique et évaluation socioéconomique de l'association d'espèces fixatrices d'azote (SYSTERRA)
- **ESCAPADE :** Évaluation de Scénarios sur la Cascade de l'Azote dans les Paysages Agricoles et moDElisation territoriale (AGROBIOSPHÈRE)
- **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 (AGROBIOSPHÈRE)
- **SOFIA :** Agrosystèmes et biodiversité fonctionnelle des Sols (AGROBIOSPHÈRE)
- **TECITEASY :** 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 (AGROBIOSPHÈRE)

© A. Bispo J

Les trois programmes de recherche ont incité au **décloisonnement de domaines trop souvent étanches** au sein même de la science des sols. Ils ont notamment favorisé l'étude des interactions biologiques et physico-chimiques, grâce à des approches intégrées de différents compartiments (minéral, eau, air, racine, faune, communautés microbiennes, …).

Au-delà des collaborations "classiques" entre science de sols et agronomie des systèmes de culture, **les projets ont aussi stimulé les échanges avec de nombreuses autres disciplines telles que la géophysique de surface, le génie civil, l'économie, l'écophysiologie et l'écologie.** À travers la nécessité de modélisations intégrées, ces projets ont demandé à chacun de hiérarchiser les processus et variables, d'établir et de partager des bases de données. La plupart des projets sont parvenus à combiner des recherches innovantes dans leur domaine, tout en mettant l'accent sur les fonctions et les services environnementaux des sols. **Ils ont facilité également le continuum entre recherches "fondamentales" et recherches plus participatives, avec l'intégration d'acteurs du monde agricole.**

L'un des autres succès majeurs de ces programmes est d'avoir réussi à pousser certaines communautés à **dépasser leurs échelles spatiales et temporelles d'étude,** en prenant en compte des échelles plus larges (bassin versant, paysage, territoire) et des temps longs (dynamiques, trajectoires). À cet égard, il est remarquable que tous les projets analysés se soient appuyés sur des sites de suivi à long terme, dispositifs nécessaires pour mettre en évidence les effets de changements climatiques, de pratiques ou d'usages des sols. Peu de projets sont allés toutefois jusqu'à élaborer des scénarios pour les prochaines décennies.

## THÉMATIQUE “CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES ET ACTION PUBLIQUE”

Les travaux évoqués dans les quatre projets présentés à l’occasion du colloque se sont donnés pour objectifs de **caractériser les transformations des régimes de production et d’accès aux connaissances.**

> **EBP-BIOSOC :** Validité des connaissances scientifiques et intervention publique : le cas de l’agriculture dans le développement durable (ADD)

> **PROD-DD :** PROduction de Connaissances, Innovation et Développement en agriculture et concrétisation du Développement Durable (ADD)

> **BIPPOP :** Prise en compte des biens publics dans la future PAC. Quelles perspectives pour les différents modèles agricoles européens ? (SYSTERRA)

> **O2LA :** Organismes et Organisations Localement Adaptés (SYSTERRA)

**Ils ont principalement étudié les différents mécanismes par lesquels ces connaissances sont produites et rendues accessibles aux services de l’État et à différents types d’acteurs**, notamment organismes de conseil, groupements d’agriculteurs, mouvements associatifs, etc. Ils ont abordé ainsi les notions d’***evidence based decision*** (EBD) à partir d’une approche comparative entre plusieurs pays, centrée sur l’incitation aux dispositifs participatifs à tous niveaux, ainsi que les nouveaux modes d’action publique (la multiplication des arènes, du local au global, la diversification des acteurs et l’interpénétration des niveaux de décision, la désectorialisation des politiques et la recherche d’une meilleure intégration de leurs finalités avec la notion de développement durable et la production des normes). Ces travaux éclairent ainsi la question du fonctionnement démocratique de la société et du rôle que la science y tient ou peut y jouer.

© Michael Wolf



## THÉMATIQUE “DURABILITÉ DES SYSTÈMES DE CULTURES : PROCESSUS ÉCOLOGIQUES, INNOVATIONS AGRONOMIQUES ET DYNAMIQUES SOCIALES”

Dix-sept projets sur les systèmes de culture et quatorze projets en santé des plantes/défense des cultures, répartis dans les appels ADD, SYSTERRA, AGROBIOSPHÈRE, témoignent de l’importance des communautés de recherche en production végétale qui se sont senties concernées par ces programmes. Lors du colloque, six d’entre eux ont été appelés à témoigner de leur expérience, à la fois en termes d’avancées scientifiques permises par le financement de l’ANR mais aussi en termes de dynamiques de collaborations et de partenariats que le cadre du projet leur a permis d’impulser.

> **ECS :** Évolution du comportement de coopération plantes symbiontes dans la perspective d’un usage étendu en agriculture écologiquement intensive (SYSTERRA)

> **PERFCOM :** Peuplements Complexes Performants en agriculture bas intrants Interactions Multitrophiques et Facilitation Intergénotypique (SYSTERRA)

> **VIRAPHID :** Comment utiliser les résistances des plantes pour gérer durablement l’évolution des virus et des pucerons ? (SYSTERRA)

> **GESTER :** Gestion territoriale des résistances aux maladies en réponse aux nouvelles contraintes d’utilisation des pesticides en grande culture (AGROBIOSPHÈRE)

> **LEGITIMES :** Construction et évaluation de scénarios territoriaux d’insertion de légumineuses dans les systèmes de culture pour répondre aux changements globaux (AGROBIOSPHÈRE)

> **WHEATAMIX :** Augmenter la diversité génétique au sein des parcelles de blé pour renforcer la multifonctionnalité et la durabilité de la production dans le Bassin Parisien (AGROBIOSPHÈRE)

Il en est ressorti que **pour tous les porteurs, les programmes ont eu une influence significative sur la construction de partenariats hors du champ disciplinaire du coordinateur,** c’est le cas entre agronomie et sciences économiques et de gestion pour Legitime et Gester, entre agronomie et écologie pour Wheatamix et Perfcom. De ces collaborations nouvelles ou, dans le cas de ECS, de la possibilité de mobiliser l’écologie fonctionnelle sur des objets étudiés traditionnellement par les agronomes, ont résulté des **avancées scientifiques qui n’auraient pas été possibles sans cet effort collectif sur trois ou quatre années.** L’apport de l’écologie fonctionnelle, la prise en compte de l’échelle du paysage, l’intégration entre sciences de la société et sciences biotechniques ont permis des avancées à la fois sur la compréhension des processus et vers des solutions nouvelles permettant de dessiner des pistes d’une agroécologie des systèmes de culture. Ont été particulièrement démontrés ou éclairés : les effets de la diversité génétique, de la diversité des populations associées, du mélange d’espèces, de la relation plante/symbionte sur la productivité et sur l’efficience de l’utilisation des intrants, l’effet de l’organisation des paysages, la distribution spatiale des variétés sur la résistance aux maladies, les méthodes de conception participative de nouveaux systèmes de culture et les mécanismes de changements de pratiques des agriculteurs.

© Klagyvik

## THÉMATIQUE “ÉCOSYSTÈMES PRODUCTIFS AQUATIQUES”

Au total, les programmes ont permis de financer sept projets dans le domaine des pêches et de l’aquaculture.

> **EVAD :** Évaluation de la durabilité des systèmes de production aquacoles, élaboration d’une méthode et application dans différents contextes en zones tropicale et tempérée (ADD)

> **AMPED :** Évaluation d’aires marines protégées comme un outil de gestion pour espèces marines migratoires à haute valeur économique (SYSTERRA)

> **GIPREOL :** Gestion Intégrée de Pratiques Récréatives sur les Estrans : exemple de la pêche à pied sur l’île d’Oléron (Charente-Maritime) (SYSTERRA)

> **PISCEnLIT :** PISCiculture EcoLogiquement InTensive : une approche par écosystème (SYSTERRA)

> **COMANCHE :** Interactions écosystémiques et impacts anthropiques dans les populations de coquilles Saint-Jacques de la Manche (SYSTERRA)

> **POLYPERL :** Gestion intégrée et adaptation de la perliculture en Polynésie française dans le contexte du changement global : approche environnementale, économique et sociale (AGROBIOSPHÈRE)

> **GIGASSAT :** Adaptation des écosystèmes ostréicoles au changement global (AGROBIOSPHÈRE)

© Evgeny Sergeev

Ces projets ont poursuivi, souvent au sein du même projet, deux objectifs complémentaires.

Le premier a été de **mieux connaître la ressource,** d’en comprendre l’organisation spatiale et la dynamique dans le temps. Ainsi, des progrès notables ont été réalisés sur la connaissance des métapopulations (ensemble de populations différenciées mais reliées par des flux géniques) de poissons pélagiques ou de coquilles Saint-Jacques, sur le rôle des fluctuations environnementales (notamment la température) sur la mortalité des huîtres ou sur la prolifération d’algues toxiques. Une meilleure connaissance des communautés d’espèces benthiques associées aux espèces exploitées et de l’effet de cette exploitation sur ces communautés a également été obtenue.

Le second objectif a été de **mieux connaître les utilisateurs de ces ressources,** leurs représentations de cette ressource, leurs modes d’action, afin de voir comment progresser vers une gestion plus durable. Ainsi, dans le domaine de la pêche, ont été mises en évidence les difficultés ou les limites de mise en place de grandes aires marines protégées pour des espèces de poissons (et des pêcheurs) très mobiles (alors que l’on a montré leur efficacité pour la pêche artisanale côtière) ou de mettre en place une cogestion multi-acteurs de la pêche à pied, du fait de la diversité de ces acteurs. Dans le domaine de l’aquaculture, la construction par les acteurs eux-mêmes de critères et d’indicateurs de développement durable de leurs activités a permis de révéler, dans des systèmes aquacoles variés, la diversité des représentations de cette notion de durabilité et de croiser ces représentations avec les résultats fournis par diverses méthodes d’évaluation environnementale de ces systèmes (approches de type Analyses du Cycle de Vie, identification des services écologiques associés).

Globalement, ces projets ont montré concrètement tout l’intérêt d’appréhender l’utilisation de ressources aquatiques vivantes comme un “socioécosystème” et d’analyser, dans des approches multidisciplinaires, les multiples interactions entre les composantes – espèces aquatiques exploitées ou associées, pêcheurs et aquaculteurs, régulateurs, consommateurs – de ce système dynamique.



## THÉMATIQUE “L’ENVIRONNEMENT POUR L’AGRICULTURE : MODES DE REPRÉSENTATION ET DE PRISE EN CHARGE”

**Comment est pris en compte l’environnement dans les projets de recherche sur les évolutions des écosystèmes productifs ?** Cette question a été traitée à partir de l’exemple de huit projets.

> **AMAZ-ES :** Services écosystémiques des paysages agrosylvopastoraux Amazoniens : Analyse des déterminants socio-économiques et simulation de scénarios (ADD)

> **ACASSYA :** Accompagner l’évolution Agro-écologique deS SYstèmes d’élevAge dans les bassins versants côtiers (SYSTERRA)

> **EPAD :** Efficience environnementale et productions animales pour le développement durable (SYSTERRA)

> **FORGECO :** Du diagnostic à l’action : créer les conditions d’une gestion intégrée et viable des écosystèmes forestiers sur les territoires (SYSTERRA)

> **PESMIX :** Paiement des services environnementaux : nouvelle panacée ou auxiliaire utile pour l’action ? (SYSTERRA)

> **SERENA :** Services environnementaux et usage de l’espace rural (SYSTERRA)

> **CERAO :** 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. (AGROBIOSPHÈRE)

> **TERRE-EAU :** De terres et d’eaux (AGROBIOSPHÈRE)

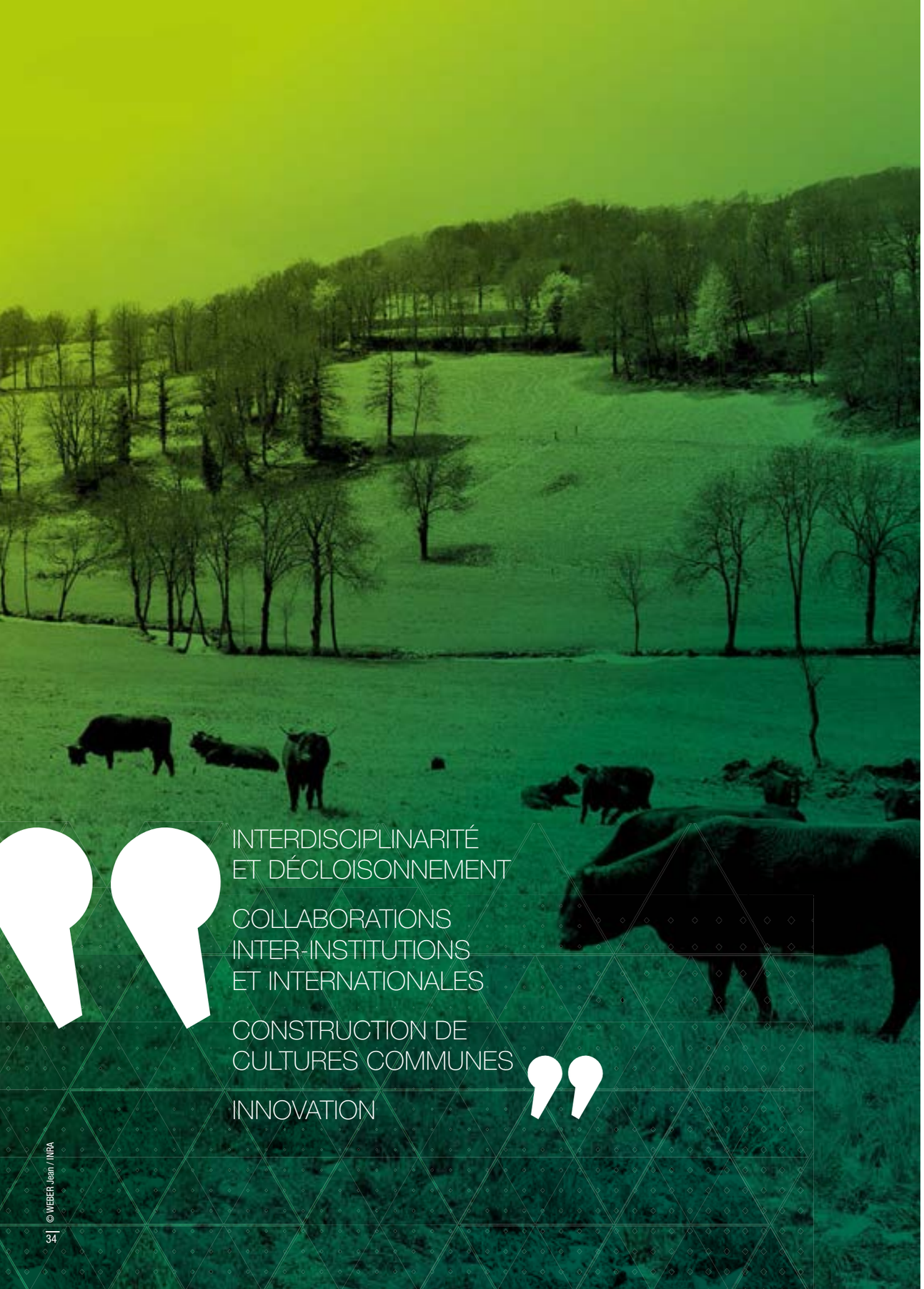
© Pascal Xiciuna/Min.agri.fr

Alors qu’il était souvent représenté et pris en charge comme une contrainte extérieure qu’il fallait gérer, l’environnement apparaît plutôt dans ces projets de recherche comme un moteur de questionnement sur les dynamiques en cours dans les systèmes productifs, et sur les projets des filières, des secteurs et des territoires. Les trajectoires de transformation à long terme des écosystèmes productifs ont ainsi été un objet de réflexion central pour ces projets, tant en rétrospective qu’en prospective, pour **anticiper les impacts des scénarios de changement globaux,** mais aussi pour pouvoir **révéler la non durabilité environnementale, la vulnérabilité sociale, ou la non viabilité économique des évolutions en cours.** Ces projets ont abordé les questions d’irréversibilité, d’historicité, et pour certains d’entre eux la théorie de la viabilité. Ils ont aussi exploré des scénarios alternatifs, ne se résolvant pas à faire de l’adaptation ou de la résilience le seul mot d’ordre ou la seule voie étroite possible pour ces systèmes.

Pour décrire les processus de changement ou à l’inverse de verrouillage de certaines trajectoires, les projets se sont également rapprochés de l’analyse des régimes socio-techniques, qui permettent de caractériser les blocages systémiques qui enferment les territoires dans des trajectoires de transformation non durables. Les projets ont participé ainsi à une **repolitisation de la question des liens entre agriculture et environnement,** sans pour autant l’expliquer uniquement en termes de rapports de force. On voit ainsi apparaître un ensemble de démarches de scénarios territoriaux, encore imparfaitement accrochées aux grands scénarios globaux, bien ancrés dans les débats politiques autour de la durabilité qui sont très actifs dans les territoires.

Une autre caractéristique de ces recherches est la conjonction d’un regard critique sur les évaluations et indicateurs environnementaux, et de propositions constructives pour **participer au changement au sein de ces systèmes productifs.** Les démarches d’élaboration d’indicateurs ou de modélisation pour informer les décisions développées dans ces projets se sont interrogées explicitement sur le rôle politique joué par ces évaluations ou par les chercheurs eux-mêmes (processus de construction sociale d’indicateurs comme l’éco-efficience ou de concepts comme les services écosystémiques) en même temps qu’ils proposent des instruments d’action (politiques publiques, action collective).

Enfin, **les projets ont fréquemment mis en œuvre des approches interdisciplinaires innovantes de re-conception des systèmes, et de co-conception avec les acteurs du territoire.** Les sciences sociales n’y ont pas été convoquées comme des sciences de l’acceptabilité ou des spécialistes des dispositifs participatifs, mais ont plutôt été mobilisées sur la démarche d’ensemble (analyse critique des rapports de pouvoir et des dissymétries de ressources entre acteurs du territoire, forcément très présentes lors des processus participatifs, et analyses des dynamiques collectives émergentes). Tout autant que les notions de résilience, d’adaptation ou de services écosystémiques, la diffusion des concepts de la sociologie des sciences, de l’histoire environnementale ou de la “political ecology” ont dans ces projets contribué à redessiner le champ de la recherche sur l’agriculture et l’environnement.




© WEBER Jean / INRA



# CONCLUSION 01

**L'analyse des projets proposés en réponse aux appels lancés de 2005 à 2013 nous a permis de voir que se sont construites des démarches interdisciplinaires ambitieuses, telles que les programmes incitaient à les monter, articulant sciences de l'agriculture et écologie et sciences sociales dans des arrangements et des processus de travail de plus en plus élaborés, contribuant par là même à la construction de cultures communes. Le nombre d'unités associées dans les projets n'a cessé d'augmenter, avec la diversité des institutions concernées. Les programmes ont visiblement permis de créer des réseaux scientifiques qui se sont maintenus en s'élargissant dans le temps, avec une proportion notable de collaborations internationales.**

Il y a eu concentration efficace des thèmes abordés sur les cibles indiquées par les appels d'offres. L'analyse du contenu textuel des projets a montré une évolution nette du vocabulaire utilisé, signe d'évolution dans les objets de recherche et les concepts mobilisés. La programmation thématique s'est traduite par la constitution d'un cœur de recherche qui s'est accompagnée d'une mobilité thématique au fil des appels.

Les projets soutenus par ces programmes ont montré l'intérêt de prendre en compte la diversité des organismes et des espèces et leurs interactions, à différentes échelles d'analyses, pour explorer la complexité du fonctionnement des écosystèmes. Ils ont permis le décloisonnement de domaines souvent étanches au sein de disciplines scientifiques. Ces projets ont également montré l'intérêt d'appréhender les systèmes de production utilisateurs de ressources par leurs relations avec les milieux dont ils tirent ces ressources, et d'analyser, dans des approches multidisciplinaires, les multiples interactions entre les composantes de ces systèmes, dans la perspective d'aider à piloter leurs évolutions.

Face à la difficulté d'analyser la trajectoire de transformation de ces écosystèmes productifs - entre des démarches qui courent le risque de la monographie lorsqu'elles sont trop descriptives et trop conjoncturelles et qu'elles expriment les singularités du territoire concerné, et des démarches enclines à une modélisation trop générique ou trop théorique qui ne permettent pas de rendre compte des problématiques concrètes des territoires considérés - les projets menés dans ces programmes ont permis d'ouvrir une voie vers des approches intermédiaires, qui prennent en compte la nécessaire articulation entre les échelles d'analyse, de la parcelle aux territoires.

Ces projets dessinent ainsi une voie d'innovation singulière, explorant différentes dimensions liées à l'agroécologie, de manière particulièrement focalisée, alors que ce courant de recherches est plus diffus ou dilué dans l'Espace Européen de la Recherche.

# 02 QUELLE QUESTIONS DE RECHERCHE POUR LE FUTUR ?

**L'expression "recherche agronomique" est employée depuis longtemps dans un sens générique pour couvrir toutes les activités de production biologique et celles relatives aux milieux naturels et aux sciences humaines et sociales. Aujourd'hui, l'extension du champ de la science et de la technologie, ainsi que l'extension des questions posées par l'avenir de l'environnement, créent un domaine de recherche encore plus étendu et porteur de grands enjeux pour lesquels il faut essayer de tracer des perspectives d'avenir.**

## L'EXTENSION DU CHAMP DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Le bilan des dix années de programmation ANR nous a permis de mettre en évidence des changements notables dans la manière d'appréhender le monde vivant et les questions environnementales.

Partie du domaine de la production agricole et alimentaire, **la recherche agronomique a connu diverses extensions :** la forêt et les écosystèmes peu anthropisés, les pêcheries et l'aquaculture, les filières alimentaires depuis la production jusqu'à la consommation, les filières non alimentaires, puis les questions environnementales. Peu à peu s'identifie un ensemble d'activités relatives à l'utilisation durable des écosystèmes de la biosphère par les sociétés.

Les programmes de recherche présentés dans ce cahier, en même temps qu'ils visaient à **"remettre de l'écologie dans l'agronomie",** ont aussi accompagné des **changements dans les recherches sur l'environnement.** Dans ce domaine, ces dix années ont vu monter les enjeux d'adaptation et de résilience aux changements globaux, les démarches de modélisation et de scénarios globaux, et la diffusion de la notion de services écosystémiques. Tout en participant à ces évolutions et aux controverses qu'ils ont pu susciter, les projets auxquels ont donné lieu ces trois programmes dessinent un parcours singulier, en réinterrogeant les changements globaux depuis les situations locales et les territoires de problématiques spécifiques liées à chaque écosystème agricole particulier. Souvent représenté et pris en charge comme une contrainte extérieure qu'il fallait gérer, **l'environnement est devenu dans ces projets de recherche un moteur de questionnement sur les dynamiques des filières, des secteurs et des territoires :** en révélant les non durabilités environnementales, on révèle aussi des non durabilités, des inégalités et des vulnérabilités sociales particulières, voire des problèmes fondamentaux de viabilité économique des évolutions en cours dans les systèmes agricoles.

**L'environnement en tant que levier critique et moteur de changement pour les systèmes agricoles a donc permis d'identifier des pistes de recherche innovantes et prometteuses,** tant pour les recherches sur l'agriculture que pour les recherches sur l'environnement. Ce capital de projets passés ou en cours, de réseaux entre chercheurs et avec les acteurs, d'acculturation et de collaboration entre différentes disciplines, mérite à ce titre d'être valorisé, consolidé et amplifié.

Pour **identifier les priorités thématiques des deux prochaines décennies,** il nous a semblé utile de partir de problématiques-clés que nous qualifions de "nexus", en raison de leur caractère systémique. La liste proposée ici retrace à grands traits les préoccupations et tensions qui caractérisent chacun d'entre eux.



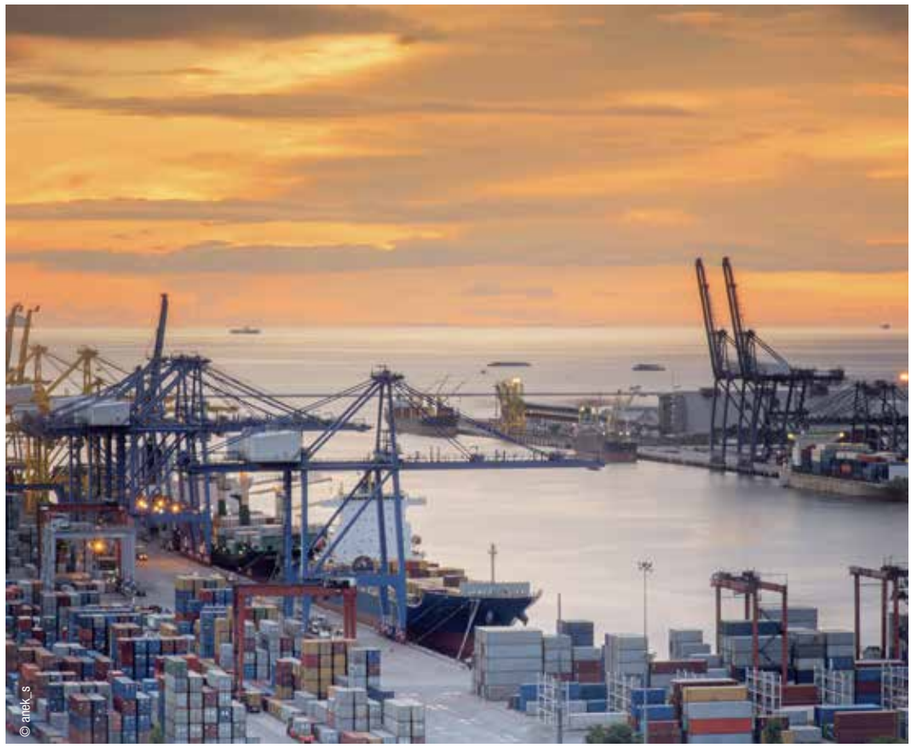
### NEXUS 1 : L'UTILISATION DU SOL, ET PLUS GÉNÉRALEMENT DE L'ESPACE PRODUCTIF

La population humaine connaît une croissance encore élevée en particulier en Asie du Sud et en Afrique Subsaharienne. Les besoins alimentaires qui en résultent et dépendent aussi de l'évolution des régimes alimentaires conduisent à produire plus, en particulier dans ces régions. La tendance est à augmenter la production par une extension des surfaces cultivées, au détriment des ressources naturelles (forêt, savane, prairies,…). Les conséquences de ces mises en culture sont très dommageables à l'environnement : modification du cycle de l'eau (moindre évapotranspiration, ruissellement accru), aridification des sols et du climat, érosion des sols et de la biodiversité. Par ailleurs, les besoins en matériaux et énergie accentuent ceux en espace cultivé. Dans ce contexte de tension, les sols de la planète sont menacés dans de nombreuses régions. Les défrichements par brûlis, non compensés par des mises en jachère ou par la reforestation accroissent la teneur en $CO^2$ atmosphérique et l'effet de serre. L'enjeu est de limiter voire de stopper la dégradation du couvert végétal. Les solutions passent par l'amélioration des rendements par unité de surface et par une meilleure prise en compte des caractéristiques des terres dans leur affectation aux différents usages. Nos connaissances scientifiques sur les sols et leur état demeurent gravement insuffisantes alors que le rôle des sols dans les processus écologiques est crucial. La répartition des utilisations des terres : urbanisation, infrastructures, production alimentaire, production non alimentaire (exemples : fibres, agrocarburants,…), espaces pastoraux et forestiers, espaces dédiés aux régulations hydriques et climatiques, espaces de biodiversité protégée… qui est actuellement le résultat de politiques publiques, de fonctionnements de marché et de conflits ou de rapports de force, devrait davantage tenir compte de l'adéquation des terres à ces différents usages. Pour cela, la compréhension du rôle des sols dans les processus écologiques est encore trop insuffisamment prise en compte.

## NEXUS 2 : LE FUTUR DE LA MER

Les océans et les mers évoluent sous trois menaces principales : les pollutions d'origine terrestre (déchets plastiques, apports massifs d'azote dans les zones littorales, etc.) et celles véhiculées par les bateaux, les déséquilibres rapides et massifs dans la biodiversité, en particulier des raréfactions d'espèces alimentaires qui sont surexploitées, et les transformations de la dynamique des courants marins, des températures et des écosystèmes sous l'effet du changement climatique et de l'acidification. Ces menaces concernent particulièrement certains milieux comme les récifs coralliens. La surpêche, rendue possible par des technologies de plus en plus sophistiquées, a abouti dans les dernières décennies à des risques de disparition significatifs de certaines espèces et, en conséquence, à des accords internationaux – le plus souvent non contraignants – d'autolimitation et de plafonnement des prises. On peut donc s'interroger sur la capacité de l'homme à mettre en place, avant qu'il ne soit trop tard, une gestion durable de ces ressources et écosystèmes.

Parallèlement s'est développée l'aquaculture, qui représente désormais, et surtout pour l'avenir, une production supérieure à celle de la pêche. Elle est essentiellement localisée dans les zones côtières et, surtout, dans les eaux douces continentales. Dans les deux cas se pose la question de l'insertion territoriale de ces activités, dans un contexte de compétition avec d'autres activités économiques pour, selon les cas, l'espace, la ressource en eau ou les ressources alimentaires utilisables pour ces élevages (en particulier les protéines animales ou végétales). En outre, ces élevages, généralement "ouverts" demeurent particulièrement vulnérables aux pollutions et à divers bioagresseurs. On observe enfin aujourd'hui une gamme particulièrement large de situations, depuis des systèmes extensifs, plurispécifiques et utilisant la productivité des écosystèmes locaux jusqu'à des systèmes "hors sol" produisant une seule espèce de manière intensive, et générateurs de pollutions. Comment, à partir de cette diversité d'espèces et de systèmes de production, concevoir les systèmes aquacoles durables de demain ?


© aleks_s



## NEXUS 3 : DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES SOUS TENSION

La question de pourvoir à l'alimentation des hommes est ancienne mais son importance est sans cesse renouvelée. Sur un plan quantitatif, tant en matière de disponibilité globale que d'accès des plus pauvres à l'alimentation, notamment dans l'espace rural, la question clé porte sur la capacité des écosystèmes cultivés à nourrir les populations de manière satisfaisante. Sur un plan global, cette question est désormais tributaire d'une autre qui est celle de l'importance des surfaces consacrées à produire des grains pour nourrir les animaux par rapport à une utilisation directe pour l'alimentation humaine. Cette augmentation de produits animaux et, plus globalement, de produits à forte densité énergétique à mesure que les pouvoirs d'achat augmentent (mais aussi que l'urbanisation se développe) constitue un défi sur les plans agricole et écologique, mais aussi pour les politiques de santé, avec souvent dans les mêmes pays des maladies de carence et d'excès alimentaires. Les possibilités d'infléchir les évolutions des comportements alimentaires en cours constituent donc un défi important pour l'avenir. À cela s'ajoutent les autres questions relatives à la qualité nutritionnelle et sanitaire des aliments et les questions complexes de toxicologie générées par l'utilisation de produits de défense des cultures ou de médecine vétérinaire, mais aussi par la présence de multiples résidus de substances présentes dans notre environnement.

De manière plus globale, la mondialisation, la libéralisation des marchés et l'accroissement de la concurrence internationale créent de l'instabilité dans les filières agricoles et alimentaires, et de la volatilité dans les prix. S'y ajoutent des phénomènes spéculatifs sur les matières premières alimentaires, qui peuvent renforcer cette instabilité et compromettre, parfois très rapidement, l'alimentation des plus démunis.

Les prix de l'énergie devant tendre à augmenter, il est vraisemblable que la hausse des coûts du transport qui en résultera modifiera la géographie des échanges, mais sans nécessairement bénéficier aux circuits locaux du fait de la compétitivité croissante des transports maritimes de longue distance par rapport aux transports terrestres. Enfin, la concurrence sur les terres pour s'assurer de la disponibilité d'approvisionnements mais aussi pour développer des productions non destinées à l'alimentation humaine (biomasse, bioénergie, alimentation animale, matières premières pour les industries automobile, chimique ou pharmaceutique) pourrait s'amplifier.

L'ensemble de ces évolutions aura une influence forte sur les systèmes alimentaires des années à venir.

© Fuse

## NEXUS 4 : LES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT GLOBAL ET LES POLLUTIONS CONTINENTALES

L'agriculture joue un rôle déterminant dans les évolutions environnementales à l'échelle de la planète toute entière. Elle contribue significativement aux émissions de gaz à effet de serre et en même temps, elle représente un potentiel de stockage du carbone. Elle a un impact énorme sur l'utilisation de l'eau au niveau mondial. La gestion du couvert végétal joue un rôle majeur pour favoriser l'infiltration des eaux et limiter l'érosion des sols. De l'évolution de l'agriculture dépend également aussi largement la gestion de la biodiversité mondiale. Cette évolution constitue actuellement un facteur majeur de dégradation de la biodiversité, tant par l'expansion des surfaces cultivées, que par l'intensification des surfaces déjà en culture, ou la réduction du nombre des espèces, races et variétés cultivées ou élevées. Mieux gérer la biodiversité mondiale supposera donc des inflexions importantes de ces tendances.

L'agriculture génère des pollutions des eaux, de l'atmosphère, des sols et des aliments. Les sociétés sont de plus en plus hostiles à l'emploi de produits de synthèse chimique[2] en raison des conséquences sanitaires : risques de cancer, de maladies neurologiques, de perturbations endocriniennes. Par ailleurs, les engrais entraînent des pollutions diverses, qui impliquent des coûts de production accrus pour d'autres acteurs (eau potable, par exemple). La recherche sur les produits de synthèse et leurs effets sur la santé et l'environnement devient une priorité. Il en est de même pour la recherche sur les solutions de substitution aux herbicides, insecticides, et fongicides conventionnels, et la recherche d'alternatives à la fertilisation en azote et en phosphore en raison de la montée attendue de leurs prix.

(2) Nous entendons par là non pas le fait que ces produits soient de synthèse, mais le fait que leur formule chimique, et donc leurs effets biologiques, différent souvent, de manière volontaire, de celles de produits rencontrés dans la nature

© Federico Rostagno

## NEXUS 5 : GÉOPOLITIQUE, AGRICULTURE ET RESSOURCES NATURELLES

Les États qui dépendent des importations pour nourrir leurs populations font face à des difficultés croissantes pour s'approvisionner sur un marché international où les prix, sous l'effet des tensions croissantes entre l'offre et la demande, sont élevés et fluctuants. Cette situation expose les pays les plus dépendants de l'extérieur pour leur approvisionnement à des tensions sociales internes et amène l'agriculture et l'alimentation à redevenir une priorité des gouvernements. Les stratégies mises en œuvre par les États pour assurer la sécurité alimentaire des populations combinent développement de la production intérieure et recherche d'une sécurité des approvisionnements extérieurs. Le commerce international de produits agricoles et alimentaires est ainsi redevenu une question géopolitique majeure. Cette évolution s'accompagne de phénomènes nouveaux de concurrence sur l'accès aux ressources, notamment l'eau et la terre. Sur l'eau, les conflits internationaux sur la ressource ne sont pas récents. Le partage de la ressource en eau entre pays et au sein des pays est une source de tensions fréquentes, mais on peut s'attendre à ce que la raréfaction des disponibilités en eau conduise à une aggravation des conflits. On assiste par ailleurs à l'apparition d'un phénomène nouveau d'acquisition de terres par les États ou des firmes privées soutenues par les gouvernements, phénomène d'accaparement pouvant s'interpréter comme une recherche de sécurisation de l'alimentation mais plus largement constitutif désormais d'une forme globale de conflits entre territoires et entre États sur l'accès aux ressources. La sécurité alimentaire mondiale soulève ainsi des questions qui nécessitent de s'interroger à la fois sur les politiques et stratégies mises en place par les États, sur les relations entre ces stratégies nationales et sur leurs interférences avec les autres enjeux géopolitiques.

© Padchas

## NEXUS 6 : PAUVRETÉ ET EMPLOI

L'agriculture reste à l'échelle mondiale le secteur où il y a le plus de pauvres et de mal nourris. Simultanément, le secteur agricole est la principale source d'emploi pour la population mondiale qui vit en zone rurale et qui représente encore une large part de la population dans de nombreux pays en développement en Afrique et en Asie. Les évolutions du marché du travail dans l'ensemble de l'économie posent des questions sur la capacité de l'économie mondiale à fournir des emplois en nombre suffisant pour ces zones de forte croissance démographique. Cette question se pose aussi pour les pays industriels et émergents.

Dans ce contexte, le rôle du secteur agricole et agroalimentaire est essentiel, par sa contribution à générer des emplois et des sources de revenus à une population rurale en augmentation. Si la population rurale diminue en valeur relative, elle continue à augmenter en valeur absolue dans de nombreux pays en développement. Cela conditionne fortement le modèle d'agriculture à développer, l'augmentation de la productivité ne pouvant se fonder, comme cela a été le cas dans les pays développés, sur une diminution du travail agricole. Cela suppose aussi de penser le développement de filières agroalimentaires en privilégiant des produits à haute valeur ajoutée permettant de générer des emplois et des revenus suffisants. Ces modèles de développement à inventer soulèvent des questions pour la recherche aussi bien en sciences sociales, en agronomie qu'en technologies alimentaires.

# LA CRISE DES MODÈLES POUR PENSER ET AGIR

**Les six "nexus" de préoccupations et de tensions qui ont été analysés interrogent à l'évidence la recherche agronomique. Cependant, ces interrogations ne peuvent se traduire directement par une simple mise en place de recherches dédiées à chacun de ces nexus. Pour ne prendre qu'un exemple, la question de la pauvreté et de l'emploi dans le secteur agricole ne saurait conduire à rechercher des innovations "pour les pauvres" mais doit constituer une composante du "cahier des charges" de toutes les innovations agronomiques à venir. Il y a donc à opérer une "traduction" et une recomposition de ces nexus pour élaborer des questions de recherche.** Un détour par ce qui se joue actuellement à la fois dans l'évolution de l'agriculture et dans celle de la science qui s'y intéresse est nécessaire pour aller plus loin.

## AGRICULTURE : CHANGEMENT DE PARADIGME ?

L'agriculture, l'élevage et d'une manière plus large les productions biologiques fondées sur des écosystèmes connaissent une période de profond changement. La pensée qui préside à leur gestion est l'objet d'une transformation radicale. Cette transformation est un changement de paradigme.

Jusqu'à présent, la productivité de ces systèmes de production agricoles était tributaire d'un même cadre fonctionnel : celui qui veut qu'alimenter ces systèmes biologiques avec plus d'intrant produit plus d'extrant. Ceci rejoint le raisonnement industriel selon lequel, mécaniquement, plus de matière première et de consommation intermédiaire produisent plus de résultat. Mais il y a une grande différence entre les deux systèmes : il s'agit dans l'agriculture d'un processus biologique et dans l'industrie d'un processus mécanistique et généralement linéaire. Dans les systèmes biologiques, avec l'augmentation de l'utilisation d'intrant, le rendement marginal décroît. Le rendement finit même par être décroissant pour de hautes doses d'intrant, comme s'il était victime d'un phénomène de "toxicité". Trop d'engrais est néfaste pour l'écosystème, de même que trop d'alimentation est néfaste pour les animaux. Pourtant, c'est sur cette base que s'est opérée la recherche de la maximisation de la production des systèmes biologiques, en "intensifiant" l'utilisation de différents intrants aux effets majeurs. Cette recherche de "maximisation par parties" définit en quelque sorte un "forçage" de ces systèmes. Elle aboutit à rejeter comme phénomènes "externes" (ou externalités) les effets collatéraux néfastes comme les pollutions. **Aujourd'hui - c'est un changement radical - on considère de plus en plus les systèmes productifs comme des écosystèmes.** Cela amène, pour éviter les externalités négatives, à augmenter les flux constitutifs de ces écosystèmes (photons, eau, nutriments…) de manière cohérente afin de respecter les lois d'équilibrage multifonctionnel des écosystèmes et éviter leur forçage. On cherche ainsi à **définir** en quelque sorte **un *optimum* techno-écologique** plutôt qu'à obtenir un maximum d'un des produits du système.

L'attrait pour les raisonnements inspirés par l'industrie a eu un autre effet. Dans l'industrie, l'accroissement de taille entraîne un accroissement d'efficacité productive du capital technique. Le rendement augmente. C'est un accroissement de "rendement d'échelle". Il est permis par des "économies d'échelle". Plus exactement, l'innovation de productivité dans un segment d'un processus productif industriel augmente les capacités productives de ce segment et amène à rechercher de manière complémentaire et à accroître la productivité des autres segments de la filière technique. Au total, l'innovation conduit à accroître les rendements techniques et les tailles des appareils productifs dans leur ensemble. C'est le cas avec la robotisation. Le raisonnement a été le même en agriculture et a conduit par exemple à accroître la taille des exploitations agricoles, la taille des troupeaux, des parcelles, des tracteurs et d'autres matériels. Or actuellement, dans l'industrie, la recherche de flexibilité dans les orientations de production et surtout, les possibilités offertes par l'économie numérique permettent aussi d'opter pour des unités de taille réduite. Par ailleurs, des "déséconomies d'échelle" ont parfois rendu les unités de très grande taille moins attractives. **Dans l'agriculture, la gestion intégrée d'un agro-écosystème complexe et la nécessité d'une certaine flexibilité plaident aussi pour une limitation des tailles,** même si la révolution numérique améliore de manière très significative la productivité et permet des économies d'échelle.

**L'attrait pour les raisonnements industriels s'est aussi manifesté avec le Taylorisme.** Dans l'industrie, la division et la spécialisation des tâches ont montré par l'exemple qu'elles permettaient un accroissement de rendement du travail mais au détriment souvent de sa qualité et de l'intérêt pour les travailleurs. Dans l'agriculture, c'est une autre version du Taylorisme que s'est appliquée. L'idée de favoriser de longues séquences de travail uniforme et de limiter les séquences peu productives et chronophages a été retenue. Cela a mené par exemple à accroître la vitesse des matériels, à accélérer la réalisation des opérations culturales et à remembrer des parcelles de terre pour limiter les effets "bouts de champ". Le même raisonnement a prévalu pour les salles de traite. C'est également ce qui a mené à la séparation des activités de conception (domaine des ingénieurs et des chercheurs) de celles d'exécution, conduisant

les praticiens à appliquer des technologies conçues ailleurs. De fait, leur valorisation professionnelle tenait alors à leurs capacités de développer des “bonnes pratiques techniques”, au risque de perdre les savoirs et savoir-faire acquis au contact du monde biophysique, de ses réactions et de ses dynamiques. Aujourd’hui, l’accent commence à être mis sur les pertes d’opportunité que ce raisonnement taylorien entraîne : l’hétérogénéité des parcelles ou les différences physiologiques des animaux d’un troupeau s’accordent mal avec un traitement uniforme. La révolution numérique permet au contraire d’adapter les traitements aux spécificités. Pour sortir de la simplification, conduisant à une préférence pour l’uniformité, il s’agit désormais de **valoriser la diversité et la variabilité des systèmes productifs en développant des dispositifs intelligents** permettant de prendre en compte, avec précision, l’hétérogénéité pour en faire un atout et combiner performances agronomiques, environnementales et sociales des systèmes de production.

On assiste donc à une transition. **D’une conception “industrielle” marquée par une approche linéaire-mécanistique, par la recherche d’économies d’échelles et par le Taylorisme, on passe à une conception dite “agro-écologique”, marquée par une approche fondée sur l’écologie productive (l’“écologique intensive”), par la précision productive et par une plus grande flexibilité des exploitations agricoles.**

## QUELS MODÈLES DE CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE ?

C’est également à un questionnement fort sur la recherche agronomique que ces interrogations sur l’évolution de l’agriculture nous conduisent. Au-delà de la critique de cette vision “industrielle” de l’agriculture telle qu’elle s’est développée depuis un demi-siècle, il s’agit d’une **remise en cause des modèles qui ont dominé la pensée agronomique (et zootechnique) de la Révolution Verte ou de la modernisation de l’agriculture dans les pays du Nord, en réduisant la variabilité du monde vivant et des conditions de milieu.** Ces modèles s’inscrivent dans un processus séculaire de construction de la science que Michel Callon (2003)[3] rappelle très brièvement quand il aborde les trois régimes de production de connaissance scientifique identifiés par C.Licoppe[4] et qui ont marqué ces derniers siècles dans le monde occidental. Ces trois régimes sont celui de la “curiosité” au XVII et au XVIIIème siècle (on produit de la connaissance pour comprendre le monde), puis celui de “l’utilité” au XIXème (on produit de la connaissance pour mettre le monde au service des sociétés humaines) et enfin celui de l’exactitude (on mesure, on modélise, on réifie…). Ce dernier régime, qui nous est contemporain, passe par une simplification des fonctionnements du monde vivant en s’efforçant également de les considérer comme stables. C’est la démarche classique de la recherche scientifique, celle que Michel Callon qualifie de “laboratorisation du monde” selon son modèle des trois traductions.

### Le modèle des trois traductions selon Michel Callon (2003)

La première consiste à reproduire le monde dans le confinement du laboratoire. Pour cela, on cherche à simplifier la réalité afin de la réduire de façon à ne s’intéresser qu’à une partie du monde, celle que veut étudier le chercheur compte-tenu de la formulation du problème qu’il s’est donné pour ambition de résoudre. Il prélève donc ces éléments qu’il extrait ainsi du monde réel pour les transporter et les reconstituer dans son laboratoire, ou son domaine expérimental, afin de mettre à l’épreuve certaines des variables qu’il a identifiées en modifiant (manipulant) les facteurs considérés comme les plus explicatifs de l’état de ces variables ; c’est ce que M. Callon appelle le passage du “macrocosme au microcosme”.

C’est alors qu’intervient la deuxième traduction : celle qui fait dire aux objets de la nature, transposés dans un environnement confiné (et régulé) et manipulés de cette façon à l’aide d’un ensemble d’instruments, ce qu’ils peuvent exprimer à travers des appareils de mesure, des abaques, des courbes et des graphiques qui rendent ainsi compte aux humains, dans un langage codé (le plus souvent mathématique ou informatique) mais interprétable, de l’effet sur ces variables de la manipulation de ces facteurs… C’est la phase des “investissements de forme” (Thévenot, 1986[5]) qui fait passer d’énoncés issus d’observation à des énoncés théoriques selon un double processus de stabilisation et de généralisation.

Mais se pose alors la question du retour dans le monde des résultats obtenus en laboratoire, de façon à agir sur ce monde et à y générer les changements attendus des progrès de la science. C’est le moment “politique” de la production de connaissance scientifique, celui au cours duquel on va répliquer le laboratoire dans le grand monde, afin d’aider à sa reconfiguration, tout autant que de chercher à l’observer et à l’interpréter. La voie la plus simple et la plus efficace n’est-elle pas alors de faire ressembler le grand monde au laboratoire ? C’est ce que M. Callon appelle la **“laboratorisation” du monde.**

(3) Callon M. (2003). Science et société : les trois traductions. *Les cahiers du Murs,* n°842 : 54-69.
(4) Licoppe C. (1996). *La formation de la pratique scientifique. Le discours de l’expérience en France et en Angleterre.*
(5) Thévenot L. (1996). Les investissements de forme. In Thévelot L. *Conventions économiques.* Paris : CEE-PUF, p.21-71.



Nous avons insisté dans les pages précédentes sur les limites des modèles actuels confrontés tant à leurs effets et conséquences qu’aux nouveaux enjeux auxquels nos sociétés doivent faire face. L’agriculture étant au cœur des interactions entre les hommes et leur environnement biophysique, n’est-ce pas tout autant d’une autre façon de la concevoir dont il devrait être question ? Il ne s’agit pas de revenir à des pratiques “traditionnelles”, mais d’**inventer des cadres conceptuels et techniques pour une agriculture du XXIème siècle,** fondés sur la prise en compte à la fois des évolutions sociétales et des développements scientifiques (en biologie fonctionnelle et évolutive, écologie, éthologie, sociologie, anthropologie, sciences de l’information...). Par exemple, si on veut prendre au sérieux les nouveaux discours sur l’agroécologie, c’est bien d’un autre rapport avec le monde qui nous entoure dont il s’agit et dont nous tirons nos ressources (vivantes comme non vivantes). Ces perspectives nous incitent à sortir des visions qui ont consisté à stabiliser, homogénéiser, réduire les incertitudes, en réifiant le monde vivant et en niant en partie les dynamiques de la vie, pour aborder ces interactions dans leur complexité, leurs évolutions issues des “apprentissages croisés” ainsi générés (entre hommes et animaux, hôtes et parasites, plantes et ravageurs ...), leurs interdépendances à d’autres niveaux d’organisation spatio-temporels, etc. On pourrait **imaginer ainsi une vision systémique de l’agriculture comme un processus de coévolution des relations nature-sociétés.** Alors la recherche agronomique doit donner toute sa place aux sciences humaines et sociales et les sortir d’une certaine ancillarité (calculer des coûts et des profits, évaluer des marchés, comprendre les résistances au progrès, analyser l’acceptabilité sociale...).

Il s’agit alors de rester dans le grand monde de Michel Callon, en réservant l’expérimentation à des dimensions précises et bien ciblées, et de s’intéresser tant aux dimensions humaines et sociales qu’aux aspects biophysiques d’un processus co-évolutif entre les sociétés humaines et les milieux dont elles tirent leurs ressources grâce à leurs technologies et à leurs formes d’organisation sociale, c’est-à-dire l’agriculture *(sensu lato),* dans un processus dynamique et transformatif depuis à peu près 10 000 ans... Dans une telle perspective, **la technologie doit bien être abordée comme une science humaine[6] depuis ses aspects anthropologiques jusqu’à ses dimensions sociales, économiques, spatiales et politiques.** C’est par un **véritable travail inter- si ce n’est transdisciplinaire** que cette refondation de la pensée agronomique pourra se construire. Il n’y a pas de ce point de vue de “bonne liste” des disciplines à convoquer mais des configurations interdisciplinaires plus ou moins pertinentes selon les objets étudiés, les objectifs visés et les partenaires éventuellement mobilisés. Cela ne va pas de soi, car chaque discipline reconnaît ses propres paradigmes fondateurs, ses démarches et méthodes, ses rythmes de travail et ses procédures de collaboration avec des tiers. Le challenge d’un appel à l’interdisciplinarité peut ainsi rester incantatoire (même s’il se banalise) si un réel effort n’est pas fait pour inciter à la fois à la reconnaissance de chacun et à l’exigence des formes de collaboration, au moins en ce qui concerne la problématisation, si possible sur les objets d’étude eux-mêmes ou par l’intermédiaire de la modélisation.

(6) Cf Haudricourt, A. G. (1988). *La technologie science humaine.* Ed. MSF, Paris.

# LES ORIENTATIONS DE RECHERCHE ET LES CHAMPS DE CONVERGENCE PLURIDISCIPLINAIRES

Sur la base de constat et en prenant appui sur le travail effectué dans les dix ans de programmation précédents qui ont montré l'importance des approches inter-voire transdisciplinaires, nous proposons ici trois "champs de convergence" susceptibles à la fois de renforcer ces interactions entre disciplines et de contribuer à relever les défis, majeurs, que posent à la recherche agronomique les différents nexus identifiés précédemment.

## VERS UNE BIOLOGIE INTÉGRÉE DES COMMUNAUTÉS

Pour répondre à la demande, quantitative et qualitative, de production durable de biens et services par les écosystèmes, **l'enjeu des sciences agronomiques est d'être capables de concevoir, de mettre en place et de piloter des communautés multispécifiques complexes, à différentes échelles spatiales – de la parcelle aux paysages – et temporelles, d'un cycle annuel aux temps longs de la maturation des services écologiques.** Ces communautés devront associer non seulement des plantes ou animaux directement productifs mais d'autres espèces auxiliaires contribuant à la performance globale de ces écosystèmes.

Deux grands changements conceptuels sont au cœur de cet enjeu. Le premier est celui d'une **valorisation maximale des interactions et des complémentarités entre les composantes de ces communautés,** prenant le relai d'une agronomie "additive" optimisant les différentes productions, souvent monospécifiques, de manière indépendante. Le second est celui d'une **hétérogénéité non seulement acceptée, mais "organisée" dans l'espace et le temps,** venant remplacer l'objectif d'homogénéisation (tant des conditions pédoclimatiques que du matériel biologique ou du contexte socio-économique de la production), homogénéisation propice aux économies d'échelle mais aujourd'hui remise en cause tant sur les plans économique que social et environnemental.

**Répondre à cet enjeu passe d'abord par une connaissance fine de la biologie des individus,** plantes ou animaux "domestiques" mais aussi des espèces associées. Le développement de cette connaissance bénéfice aujourd'hui des technologies "à haut débit", de la génomique aux plateformes de phénotypage, mais se concentre sur les "grandes espèces", les plus utilisées dans le monde, au risque de réduire encore plus la diversité des espèces à la base de notre alimentation. Il conviendra donc de veiller à élargir leur champ d'application.

© DUPRAZ Christian, POINTEREAU Philippe / INRA

Ces techniques permettent également d'investiguer les métagénomes microbiens associés à ces individus et d'en comprendre le rôle, que ce soient les métagénomes superficiels des plantes ou des animaux, ceux des systèmes digestifs animaux ou ceux de la rhizosphère des plantes, ouvrant la voie à un pilotage de ces associations. S'y ajoute, grâce à la diversification et à la miniaturisation des capteurs, la possibilité de **développer la connaissance de la biologie *in situ* d'individus, c'est-à-dire en interaction avec les autres individus de la même espèce ou d'espèces différentes au sein d'un écosystème.** Il peut s'agir aussi bien d'un arbre dans une forêt que d'un ruminant dans un troupeau en pâturage extensif ou d'un poisson au sein d'un peuplement plurispécifique dans un étang. Il apparaît que ces approches *in situ* peuvent non seulement enrichir, mais parfois remettre en cause des acquis obtenus dans des conditions de laboratoire.

Cette connaissance des interactions doit passer également par un **renforcement des travaux sur la communication intra et interspécifique, physique ou chimique, entre individus proches ou éloignés.** La connaissance des mécanismes de l'attractivité ou de la répulsion entre ravageurs et plantes hôtes, entre ravageurs et prédateurs, entre parasités et parasites, de même que la connaissance des mécanismes de production des substances en cause offrent une gamme très importante d'opportunités pour des innovations biomimétiques. Ces innovations seraient issues de la capacité de **s'inspirer des substances naturelles intervenant dans les fonctionnalités observées et d'en imiter les effets recherchés (bio-inspiration).** Ceci est de plus en plus rendu possible par la capacité offerte par la chimie contemporaine de synthétiser des molécules complexes. On peut en attendre par exemple une diversification des méthodes de protection des cultures.

S'appuyer sur les interactions amène également à renouveler la conception de l'amélioration génétique animale et végétale : **être capable de sélectionner des individus, des variétés, voire des espèces, non pour leur performance propre mais pour leurs aptitudes à être cultivées ou élevées conjointement en exploitant leurs complémentarités** – que ce soit pour exploiter les différentes ressources d'un milieu hétérogène ou pour résister à des bioagresseurs – constitue un défi méthodologique majeur. Une telle approche, fondée sur la performance "globale" d'une communauté composite, peut fournir des voies originales pour prendre en compte de nouveaux caractères, en particulier d'adaptation à des aléas climatiques ou à des bioagresseurs variés et imprévisibles.

Enfin, pour intégrer ces différentes connaissances, mettre en place et piloter ces nouveaux écosystèmes productifs, un dialogue renforcé entre sciences agronomiques et écologiques, en particulier l'écologie fonctionnelle, apparaît indispensable. Centré sur la notion de fonctionnalité écologique (à court et à long terme), il visera à répondre à l'ambition de l'agroécologie, qui est de concevoir des systèmes de production performants tant sur les plans économiques qu'environnementaux.

## INTÉGRER PLEINEMENT LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE

La révolution numérique ou révolution des Sciences et Techniques de l'Information et de la Communication (STIC) concerne la quasi-totalité des activités humaines. De la même manière que l'énergie est partout, l'information est constitutive du fonctionnement de la nature et des sociétés. La révolution numérique augmente de plusieurs ordres de grandeur la quantité d'information disponible et sa vitesse de traitement tout au long de la chaîne qui va du savoir à l'action, en permettant de capter l'information, de l'enregistrer, la stocker. Les capteurs se multiplient, permettent d'avoir accès à de hautes densités d'information, par exemple des informations environnementales sur la qualité de l'eau ou sur l'état des sols, et d'avoir accès à de la haute précision, par exemple des informations sur l'état des couverts végétaux ou l'état de santé de chaque animal d'un troupeau. L'information va atteindre de hauts volumes : imagerie satellites et drones, données numériques issues des capteurs. Cette information pourra être transférée facilement par le "net" en particulier par "l'internet des objets". Elle pourra être traitée de plus en plus par des algorithmes et logiciels statistiques d'interprétation, d'analyse, de cartographie et d'avertissement.

Dans le champ de l'agriculture, les applications sont nombreuses : certains logiciels aideront particulièrement à la prise de décision, la robotique agricole se développera et les capteurs permettront de suivre les effets des actions entreprises par les agriculteurs et d'en tirer des conclusions opérationnelles. De nombreuses firmes produisent déjà de la R&D et des innovations concernant les techniques et les objets qui résultent de cette évolution : capteurs biologiques, capteurs environnementaux, stations météo, drones de surveillance, images satellite, systèmes d'information géographique, systèmes experts, avertissement, robotique…

La recherche devrait bénéficier elle aussi de la révolution numérique. La connaissance du génome, mais aussi de l'ensemble des fonctionnalités du vivant (transcriptome, métabolome, protéome, phénome…) se fait déjà de plus en plus à "haut débit" (avec des installations de très petite taille) ce qui donne accès à de très grands volumes de connaissance permettant potentiellement une accélération de l'innovation : amélioration des espèces, maîtrise de maladies et ravageurs des cultures, prévention des maladies animales. La **connaissance des échanges d'information entre entités d'un écosystème :** entre hôtes et parasites, proies et prédateurs, entre plantes ("avertissement" en cas d'agression, processus allélopathiques…), de même que la connaissance des molécules concernées pourra, par bioinspiration, permettre d'imaginer de nouvelles voies phytosanitaires et d'imiter ces molécules naturelles grâce à l'évolution du génie chimique. La **recherche *in silico*** prend et prendra une importance nouvelle pour inventer de nouvelles solutions : nouvelles molécules, simulations de comportement d'écosystèmes productifs, simulation d'effets de décisions économiques et plus généralement gestion de systèmes dynamiques complexes. L'agroécologie et l'agronomie devraient connaître de profondes transformations dans la mesure où l'afflux de données géoréférencées est de nature à changer les méthodes d'expérimentation et d'accès à la connaissance à partir du réel. Le réel devient un champ d'expériences en dimensions non réduites.

Par ailleurs le développement de l'internet offrira de nouvelles possibilités d'**information et d'échange d'expériences** entre acteurs innovants. Un enjeu déterminant est celui de la propriété de ces données et de l'accès à leur utilisation. Si les données sont fragmentées et peu accessibles, l'intérêt général en souffrira et les agriculteurs seront dépendants des firmes. Si au contraire les **données** sont **"communes"** c'est-à-dire régies par des droits permettant l'accès et l'usage par toutes les parties prenantes, les évolutions de la connaissance et des applications seront plus rapides et moins inégales.

Cette nouvelle circulation des connaissances représente probablement une réponse aux attentes récurrentes d'articulation entre les connaissances scientifiques et les connaissances de la pratique, voire de **construction de savoirs "hybrides"**. Elle ouvre de nouvelles perspectives qui restent à travailler si on veut en mesurer les conséquences sur le rapport à l'acte de connaître en s'appuyant sur des démarches transdisciplinaires dépassant les postures, les intérêts et les perceptions des uns et des autres. Elle est susceptible de remettre en cause les modes de circulation habituels du savoir en termes de transfert des connaissances (ou des technologies) et les positions des services de conseil et d'appui technique dans le paysage du développement agricole. Elle appelle ainsi à une nouvelle ingénierie de la recherche sur la cognition de la réalité phénoménologique afin de s'assurer que la seule utilisation de la technologie n'occulte pas les questions de fonds qu'elle véhicule sur le sens même et le contenu de la connaissance. Encore faut-il pour cela que l'accès à ces nouvelles technologies soit effectivement garanti à la fois techniquement et politiquement…

## DÉVELOPPER LES SYNERGIES AU SEIN DES SCIENCES DE L'HOMME ET DE LA SOCIÉTÉ

L'évolution des systèmes productifs vers des systèmes plus durables, capables de faire face à une demande croissante à la fois pour l'alimentation et pour d'autres finalités et de mieux gérer les ressources et l'environnement suppose non seulement des avancées scientifiques dans les domaines agronomiques et biotechniques mais également dans l'analyse des comportements humains. La mobilisation des sciences humaines et sociales dans les démarches d'analyse des coévolutions des sociétés et des écosystèmes sur le long terme, mais aussi de co-conception de systèmes innovants avec les acteurs des territoires, constatée dans les programmes ADD, SYSTERRA et AGROBIOSPHÈRE, constitue un socle à partir duquel construire de nouvelles démarches.

Les recherches agronomiques inspirées par l'agroécologie sont ainsi passées de l'échelle de l'organisme ou de la parcelle à celle de l'écosystème, du territoire, et certains projets ont même commencé à explorer, grâce à la complexité des configurations interdisciplinaires expérimentées, l'échelle des bassins de production, articulés avec des filières, tout en devant s'inscrire dans leur écosystème… Les défis qu'ont réussi à relever tous ces projets ouvrent sur des défis encore plus grands, qu'il s'agisse de consolider les acquis (description des trajectoires à long terme entre le trop spécifique à une situation et le trop générique empêchant de saisir la diversité, démarches interdisciplinaires de reconception, dispositifs participatifs articulés à de véritables analyses politiques…) ou de rechercher encore de nouvelles frontières (lien entre les trajectoires des écosystèmes et des territoires et les filières internationalisées, ou les scénarios globaux, par exemple…).

Des avancées sont nécessaires dans plusieurs domaines. Le premier est celui de la **compréhension du comportement des individus dans cette situation de changement.** Les limitations cognitives des individus, le rôle des émotions dans la construction des décisions rationnelles, la formation des représentations, l'influence des interactions sociales sur les choix individuels doivent être davantage prises en compte dans l'analyse des décisions. Les interactions et synergies entre sciences humaines et sociales et sciences cognitives, notamment entre économie, psychologie, anthropologie et sociologie sont à développer pour comprendre et représenter la complexité de ces processus.

Le second domaine est celui des interactions entre acteurs économiques au sein d'une filière, d'un marché, les dynamiques économiques et techniques qui se construisent entre acteurs, les effets de verrouillages sociotechniques qui peuvent en découler. Ces questions nécessitent d'**articuler les analyses des comportements des acteurs et celle des institutions,** pour mieux comprendre comment les interactions entre comportements et fonctionnements des institutions conduisent aux fonctionnements actuels des systèmes : arrangements entre acteurs, normes, règles, marchés...

Ensuite, les questions de la transition d'une pratique à une autre, des mécanismes par lesquels se mettent en place des trajectoires de changement aussi bien au niveau individuel que collectif (filières, territoires) appellent à des approches qui permettent d'éclairer les mécanismes en jeu et d'accompagner le changement.

Une première perspective de recherche consiste à **développer des travaux permettant d'éclairer les décisions :** approches prospectives, modélisation permettant la construction de scénarios d'évolution. Sur ces questions, le changement d'échelles, le passage à des modèles capables de prendre en compte des effets agrégés et spatiaux de changements de pratiques des agriculteurs sans perdre en pertinence sur le plan microéconomique est un vrai défi. On peut attendre des modèles de plus en plus intégrés, du niveau local au global, par exemple des comportements du producteur agricole aux effets agrégés sur les marchés et l'environnement.

Enfin, **accompagner la transition implique de s'intéresser à la manière dont émergent et se déploient les innovations,** le plus souvent à l'issue de processus d'interactions, d'apprentissages croisés et d'explorations entre acteurs différents, ainsi qu'aux processus et aux dispositifs à mettre en place : mécanismes d'apprentissage, conseil, construction de stratégies collectives et design de politiques. Cela implique de s'intéresser également aux comportements des consommateurs (changements d'attitudes, propension à payer etc.) et à celui des firmes agroalimentaires (mise en œuvre de stratégies industrielles spécifiques notamment en matière d'innovation produits et/ou procédés)... Ces approches devront viser également à construire des démarches de conception de nouveaux modèles économiques à l'échelle des exploitations, des filières, des industries de transformation et de l'ensemble du système alimentaire, permettant de **valoriser l'hétérogénéité et la diversité des productions, plutôt que de les considérer comme des surcoûts.** Pour cela, c'est l'ensemble des liens du secteur alimentaire avec la société qui doivent pouvoir être repensés.

**LA “RECHERCHE AGRONOMIQUE”** DEVRA PEUT-ÊTRE BIENTÔT CHERCHER UN AUTRE NOM. NÉE DANS L’IMMÉDIAT APRÈS-GUERRE, PARTIE DE LA MISSION DE FOURNIR DES ALIMENTS SELON LES QUANTITÉS NÉCESSAIRES AUX POPULATIONS, ELLE S’EST ÉLARGIE EN SIX DÉCENNIES À UN ENSEMBLE D’OBJECTIFS ET DE PERSPECTIVES BIEN PLUS COMPLEXE ET UN OBJET DE RECHERCHE BIEN PLUS VASTE.

© CATTIAU Gilles / INRA



# CONCLUSION 02

Cette transition est en cours. Elle est accompagnée par le progrès de la science et de la technologie. En France, les connaissances se sont construites au XIX$^{ème}$ siècle autour d’un petit nombre de beaux esprits scientifiques et des évolutions incrémentales apportées par les producteurs eux-mêmes pour trouver des solutions aux problèmes rencontrés. Après la Seconde Guerre mondiale, la recherche agronomique est devenue une mission publique et institutionnelle structurée, jusqu’à représenter aujourd’hui plusieurs milliers de chercheurs. Elle a fonctionné de la même manière que dans de nombreux pays comme une organisation émettrice de savoirs et de solutions, en les diffusant par différents canaux à de très nombreux producteurs. La diffusion progressive des changements s’est faite selon des “courbes d’apprentissage” ayant la forme de courbes sigmoïdes. Parallèlement, les firmes de l’agroalimentaire et de l’agrofourniture ont connu un développement important et ont investi des domaines entiers de la recherche et d’innovation technologique : les engrais et la fertilité, la production des semences puis les biotechnologies, la défense des cultures, la mécanisation et la motorisation, les serres et l’irrigation, la médecine vétérinaire et les équipements d’élevage, la transformation alimentaire, les plats préparés… La recherche publique n’en a donc pas fait une priorité et a seulement accompagné ces domaines. Elle s’est adaptée progressivement et s’est spécialisée dans la production de connaissances en matière de génétique, d’environnement, d’écologie et de sociétés.

Cette tendance semi-séculaire fait dépendre l’évolution du secteur avant tout de la dynamique des firmes et des marchés. Mais des signaux nouveaux et différents parus dans l’univers de la recherche comme dans la société civile peuvent peut-être modifier cette tendance.

Tout d’abord, les **sociétés sont devenues très sensibles à la nécessité d’une présence de l’intérêt public dans la manière dont évolue l’agriculture** (contre l’agriculture dite “intensive”), dont évoluent l’alimentation et la santé en rapport avec les aliments (scandales sanitaires, pollution des aliments, pathologies chroniques non transmissibles ...), dont évoluent les élevages (bien-être animal, éthique et rapports aux animaux), l’environnement (pollutions des sols, des eaux et de l’air) et même les paysages. La montée en puissance de l’intérêt public et d’une certaine méfiance vis-à-vis des firmes, notamment de certaines de leurs innovations comme les OGM et de certains aliments, est constante depuis deux décennies. Ce mouvement sociétal, qui est plus général que sa version agricole, crée une intention de contrôle citoyen sur la recherche et sur les choix scientifiques et technologiques, intention faite à la fois de défiance et d’offre positive de collaboration (par exemple pour des observations participatives) ou de simple intérêt intellectuel.

Parallèlement, des initiatives de groupes d’agriculteurs se font jour pour proposer des alternatives techniques en dehors de la recherche privée et publique. Ces initiatives manifestent un état d’esprit qui tient des “start-ups”, privilégiant les activités de conception et d’exploration, et utilisent les réseaux sociaux comme vecteur d’extension. Elles font preuve d’une nouvelle modernité radicale en se saisissant de la question environnementale et écologique qu’elles entendent gérer en responsabilité propre. La révolution numérique leur apporte des moyens potentiels de déploiement de technologies qui peuvent répondre à leurs besoins, en particulier les techniques de précision qui, contrairement aux techniques tayloriennes antérieures, convergent avec le fait que la nature est profondément hétérogène (variabilité intraparcellaire, variété des animaux).

Ainsi, la multiplication des informations primaires relatives à la production réelle, fournies par de nombreux capteurs (données satellitaires, données piétonnes, capteurs environnementaux installés, capteurs biologiques…), va de plus en plus créer des masses de données reflétant l’existant dans toute sa diversité. Le traitement de ces données permettra à la recherche de mieux comprendre le fonctionnement des écosystèmes productifs et aux agriculteurs d’avoir les moyens d’interpréter les résultats des choix qu’ils ont effectués. **À l’émergence du numérique devrait correspondre l’émergence de nouvelles capacités d’initiative dans les techniques de production, de la part des producteurs eux-mêmes.**

La recherche publique est et devrait être profondément stimulée par cette évolution radicale. En effet, la “recherche agronomique” devrait en partie cesser de fonctionner comme un centre émetteur de solutions, mais comme un lieu d’interaction avec les agriculteurs, ceux-ci étant eux-mêmes de plus en plus amenés à innover et expérimenter. C’est ainsi à un véritable changement de régime dans la production de connaissance que nous appelons, en nous engageant dans de nouvelles dynamiques cognitives ouvertes à une diversité d’acteurs, agriculteurs mais aussi non agriculteurs, présents sur les territoires ruraux comme urbains. Nous savons que l’accumulation des connaissances ne diminue que rarement l’incertitude, mais l’accroît du fait de la mise en lumière de nouvelles interdépendances, comme nous l’avons développé dans les pages précédentes. Il ne s’agit plus de réduire ou d’éliminer l’incertitude, mais de la gérer. Traiter ces situations relève alors du partage de connaissances, de processus d’apprentissage et d’explorations qui ouvrent de nouveaux espaces à l’action, en changeant à la fois la dimension cognitive (la compréhension de la situation) et la dimension pratique (les actions menées) : la situation change parce que nous changeons avec elle, c’est ainsi que se produit collectivement l’innovation...

**Conception et coordination éditoriale :** Julie Gielen et Emmanuelle Lemaire,
en collaboration avec Marie Fillon et Florence Jacquet

**Conception et réalisation graphiques :** Agence Zébra

**Impression :** Imprimé en France par l'imprimerie Mérico

Ce document est imprimé par une entreprise certifiée Imprim'vert avec des encres végétales sur un papier 100% recyclé certifié FSC et Ecolabel européen - "Gratuit ne peut être vendu"

IMPRIM'VERT®

FSC www.fsc.org MIXTE Papier issu de sources responsables FSC® C015638

EU Ecolabel www.ecolabel.eu

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

ANR

**www.anr.fr**

Twitter@agencerecherche • LinkedIn ANR

Direction du développement, de l'information et de la communication

agencezebra.com