



**HAL**  
open science

## Rapport annuel 2010

. Inra

► **To cite this version:**

| . Inra. Rapport annuel 2010. [Interne] 2010, 67 p. hal-02816663

**HAL Id: hal-02816663**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02816663>**

Submitted on 6 Jun 2020

**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.



**INRA**

UNE SCIENCE POUR L'IMPACT   

**RAPPORT ANNUEL 2010**

# CHIFFRES CLÉS 2010

**213**  
unités de  
recherche

**19**  
centres  
de recherche

**8 488**  
agents titulaires  
dont  
**49,6%**  
de femmes

**10**

nouveaux projets  
collaboratifs coordonnés  
dans le cadre du 7<sup>e</sup> PCRD

Participation à

**33**

nouveaux projets  
européens

**268**

nouveaux contrats  
de recherche  
signés avec  
le secteur privé

**42**

nouveaux  
brevets déposés

**+ 17%**  
par rapport  
à 2009

**49**  
unités  
expérimentales

**822 M€**  
de budget

**14**

départements  
scientifiques

Directrice de la publication Marion Guillou | Conception et coordination Antoine Besse, Michèle Marin | Correction Frédérique Chabrol | Traduction Anywords, Jeremy Zuber  
Iconographie Julien Lanson - Photothèque Inra | Création graphique et réalisation  SPECIMENS.FR | Imprimerie Caractère SAS, 2 rue Monge - 15 002 Aurillac, FRANCE

Document imprimé sur un site respectant les procédés industriels en matière d'environnement (certification ISO 14001).  
Impression réalisée avec des encres végétales sur du papier issu de forêts gérées durablement (certification PEFC/10-31-945).



Inra | 147, rue de l'Université - 75 338 Paris Cedex 07 | Tél. : + 33(0)1 42 75 90 00 | Fax : + 33(0)1 47 05 99 66 | www.inra.fr  
ISBN 978-2-7380-1294-4 | ISSN 2111-8752 | Dépôt légal : juillet 2011

# SOMMAIRE

**ÉDITORIAL** de Marion Guillou

5

## 1 | PRÉSENTATION

INTRODUCTION   Inra, une science pour l'impact	8
Panorama 2010	10
Les Lauriers de l'Inra 2010	12

## 2 | FAITS MARQUANTS SCIENTIFIQUES

Sécurité alimentaire mondiale	16
Performances économiques, sociales et environnementales de l'agriculture et de la foresterie	18
Atténuation de l'effet de serre et adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique	21
Valorisation de la biomasse pour la chimie et l'énergie	24
Mécanismes du vivant	27
Des approches prédictives en biologie	30
Agroécologie	32
Pour des systèmes alimentaires sains et durables	34

## 3 | MISSIONS ET PARTENARIATS

Consolider le système français de recherche et d'enseignement	40
Anticiper, éclairer, échanger	42
Se mobiliser autour des grands enjeux	44
Structurer et valoriser nos actions dans les territoires	46
Ouvrir l'Inra à l'international	48
Renforcer l'innovation et le partenariat avec les entreprises	51
Développer les partenariats avec le monde agricole	53
Améliorer l'attractivité et moderniser la gestion	55

## 4 | REPÈRES 2010

Les hommes et les femmes	60
Les moyens financiers	62
L'organisation et les structures	63



# ÉDITORIAL



© F. Stucin / Myop

## Nourrir 10 milliards de femmes et d'hommes exige beaucoup d'innovations

**C'**est en 2010 que les nouvelles orientations de l'Institut pour la prochaine décennie ont été adoptées après une très large consultation.

Les priorités de recherche retenues sur l'agriculture, l'alimentation et l'environnement sont guidées par le besoin de renouveler les savoirs et les pratiques pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. Il s'agit de produire plus, pour l'alimentation ou pour d'autres usages, en respectant l'environnement, de contribuer à la gestion des territoires, de promouvoir une alimentation saine et de s'adapter aux changements globaux. Pour un institut de recherche finalisée, les sujets d'intérêt se trouvent à la croisée des fronts de sciences biologiques, écologiques, économiques, ou sociales, et des questions posées par les divers acteurs de la société. La mobilisation des équipes de l'Inra face aux défis agronomiques du 21<sup>e</sup> siècle pour mieux comprendre, diagnostiquer et innover se donne à voir dans ce rapport. En interne, de nouveaux grands programmes constituent des foyers de créativité autour des grands enjeux de la sécurité alimentaire et nutritionnelle. L'opportunité de participer aux investissements d'avenir a suscité en 2010 des implications territoriales plus fortes avec les universités et des projets innovants avec les filières agricoles et les entreprises. En parallèle, avec l'installation dans le paysage français des alliances nationales en santé, en énergie et en environnement, l'Inra participe au renforcement des animations scientifiques en réponse aux enjeux sociétaux. Enfin, l'Inra prend part activement à Agreenium pour consolider l'activité internationale du dispositif français de formation et de recherche agronomique et vétérinaire et son lien au développement. 2010 se termine par la construction, avec nos ministères de tutelle, du contrat d'objectifs pour les cinq ans à venir, qui définira les cadres et les instruments nécessaires au déploiement opérationnel de la politique scientifique. Une recherche de qualité, proche des préoccupations des citoyens, utile à l'éclairage des politiques locales et globales, porteuse d'innovations pour les agriculteurs et pour la société, c'est cela une science pour l'impact.

Marion Guillou



# 1 | PRÉSENTATION

<b>INTRODUCTION</b> INRA, UNE SCIENCE POUR L'IMPACT	8
PANORAMA 2010	10
LES LAURIERS DE L'INRA 2010	12

# INTRODUCTION

## INRA, UNE SCIENCE POUR L'IMPACT



Plaques lysométriques placées sous une parcelle de blé à Grignon.

© W. Beaucardet

## L'Inra, acteur public de la recherche agronomique mondiale

L'Inra reste un acteur majeur de la recherche agronomique dans le monde par la qualité de ses productions scientifiques. Ainsi, l'Institut maintient sa place au 2<sup>e</sup> rang mondial pour ses publications en sciences agricoles et derrière l'USDA\*. Il partage la 2<sup>e</sup> place mondiale en sciences des plantes et de l'animal avec l'Université de Davis. Il reste dans les tout premiers instituts mondiaux en microbiologie et en écologie et environnement (voir tableau). Il est dans le top 1% des organismes de recherche les plus cités dans 15 de ses 22 champs disciplinaires, au sein desquels émergent les sciences sociales et les sciences de l'information. Sur la période de 2001 à 2008, les publications de l'Inra ont crû de 36% et plus de 39% de l'ensemble des publications sont co-signées avec au moins un partenaire étranger.

Accompagnant cette dynamique scientifique, l'Institut devient membre de consortium scientifique de taille internationale. Ainsi, dans la Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases il contribue, avec 31 États, à l'amélioration de la productivité de l'agriculture tout en réduisant les émissions de gaz à effet de serre.

De manière complémentaire, l'Inra participe dans Agreenium, avec cinq partenaires publics, à la coordination de l'offre française de recherche et de formation à l'international.

\* Sur la base des citations des publications sur 2000-2010 (source : ESI du WoS).

### POSITION MONDIALE ET FRANÇAISE DE L'INRA DANS LE TOP 1% DES INSTITUTIONS LES PLUS CITÉES

(d'après les citations reçues des articles publiés entre le 1<sup>er</sup> janvier 2000 et le 31 décembre 2010)

CHAMP DISCIPLINAIRE	D'APRÈS LE NOMBRE DE CITATIONS REÇUES		D'APRÈS LE NOMBRE D'ARTICLES PUBLIÉS *	
	Rang mondial	Rang français	Rang mondial*	Rang français*
Agricultural Sciences	2 <sup>e</sup> /482 organismes	1 <sup>er</sup>	3 <sup>e</sup>	1 <sup>er</sup>
Plant & Animal Science	3 <sup>e</sup> /931 organismes	1 <sup>er</sup>	5 <sup>e</sup>	1 <sup>er</sup>
Microbiology	14 <sup>e</sup> /354 organismes	2 <sup>e</sup>	11 <sup>e</sup>	3 <sup>e</sup>
Environment/Ecology	36 <sup>e</sup> /585 organismes	2 <sup>e</sup>	20 <sup>e</sup>	1 <sup>er</sup>

\* Données ESI Thomson Reuters, 1<sup>er</sup> mars 2011.



© Florent Giffard

Colloque Adaptation au changement climatique de l'agriculture et des écosystèmes à Clermont-Ferrand en octobre 2010.

## Les métaprogrammes, à la croisée des compétences et des questionnements pour faire émerger l'excellence et la pertinence

L'Inra, en tant qu'organisme de recherche finalisée de dimension mondiale, doit se mettre en capacité de produire, assembler, intégrer et diffuser les connaissances dans un continuum allant des connaissances fondamentales aux innovations sur des grands enjeux scientifiques qui le concernent. Le besoin d'intégration est d'autant plus important que les défis de la recherche agronomique sont aigus et mieux perçus par la société et que l'évolution des sciences et des technologies est plus rapide.

**Le lancement des métaprogrammes en 2010** répond à cette exigence d'interdisciplinarité et de mise en cohérence des recherches menées par l'Institut. Il s'agit d'une part, d'appréhender des grands défis scientifiques en mobilisant de façon coordonnée des chercheurs autour d'enjeux cognitifs ou appliqués ; et d'autre part, d'anticiper et accompagner la programmation des agences de financement de la recherche en France, en Europe ou dans le monde sur les grandes questions posées aux organismes de recherche agronomique. Ces métaprogrammes permettront de produire et de partager des connaissances, des concepts, des méthodes et des outils nouveaux, des innovations, et doivent être de véritables foyers de créativité des scientifiques.

En raison du caractère global et partagé au niveau international des enjeux majeurs de la recherche agronomique, ces métaprogrammes constitueront un des principaux cadres de l'internationalisation de l'Institut. Cette dimension internationale devra dépasser le cadre de l'Europe et les outils de la commission, qui sont déjà un terrain habituel de l'Inra. Il s'agira par différents processus (comités d'orientation internationaux des programmes, séminaires, réseaux, formation des chercheurs), de contribuer à, ou susciter des initiatives de portée mondiale pour des partenariats internationaux à la hauteur de la dimension mondiale de l'Inra.

Le processus de mise en place des métaprogrammes suit un cycle de vie de 5 ans avec une succession d'étapes : incubation, exploration, construction, implémentation, suivi et évaluation.

En 2010, **trois métaprogrammes ont passé les étapes d'incubation et d'exploration** :

- Gestion intégrée de la santé des plantes
- Adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique
- Métagénomique des écosystèmes microbiens

À terme, une dizaine de métaprogrammes seront mis en œuvre. Environ un tiers des ressources de l'Institut y seront consacrées.

## UN CAP POUR LE XXI<sup>E</sup> SIÈCLE

Le document d'orientation Inra 2010-2020, adopté le 18 juin 2010 par le Conseil d'administration de l'Inra, fixe le cap scientifique de l'Institut pour la prochaine décennie.

Les orientations de recherche de l'Inra pour les dix ans à venir sont désormais structurées autour d'un objectif majeur de sécurité alimentaire "soutenable" dans un contexte de changements globaux. Au XXI<sup>e</sup> siècle, l'agriculture devra en effet relever un triple défi : fournir, en quantité et en qualité, de quoi nourrir les neuf milliards d'individus que comptera la planète en 2050, tout en préservant l'environnement et les ressources naturelles, dans un contexte d'augmentation de la demande énergétique et de raréfaction des énergies fossiles. Les organisations de recherche en agriculture, environnement et alimentation sont au cœur de ce défi car on attend d'elles des connaissances et des innovations pour des productions durables et des services diversifiés (nouvelles chaînes d'agro-matériaux, entretien de la biodiversité...).

**Quatre chantiers scientifiques prioritaires** ont été identifiés pour proposer des solutions en réponse à ces attentes :

- améliorer les performances économiques, sociales et environnementales de l'agriculture,
- assurer des systèmes alimentaires sains et durables,
- valoriser la biomasse,
- atténuer le réchauffement climatique et s'y adapter.

Pour faire progresser ces chantiers, certains domaines et disciplines au sein du large socle de compétences de l'Inra devront converger. Deux champs prioritaires ont été identifiés :

- **l'agroécologie**, nouvelle discipline résultant de la fertilisation croisée entre l'agronomie et l'écologie,
- **la biologie prédictive**, alliant les connaissances issues des technologies à haut débit et la modélisation pour mieux connaître le vivant, du gène à la population, pour étudier des situations variées, notamment celles prévisibles dans le contexte de changements globaux.

# PANORAMA 2010

## JANVIER

### Création du centre PACA

Issu de la fusion des centres Inra d'Avignon et de Sophia-Antipolis, le nouveau centre PACA renforce la représentativité de l'Inra en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur.



© C. Maître / Inra

### Mise en débat du rapport Ecophyto R&D

qui a permis d'identifier des leviers d'action pour favoriser les changements de pratiques et diminuer l'utilisation de phytosanitaires lors d'un colloque au Conseil économique et social.

### Consultation en ligne sur les orientations

Pour la première fois en France, un institut de recherche ouvre la consultation sur ses nouvelles priorités scientifiques à l'ensemble de ses partenaires, publics et privés, aux sphères scientifiques nationales et internationales, socio-économiques, territoriales, associatives mais aussi aux citoyens ou aux professionnels agricoles.

## FÉVRIER



© M. Signoret / Cemagref

### Création d'Allenvi

Alliance nationale de recherche pour l'environnement (alimentation, eau, climat, territoires) à l'initiative de la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

### Salon international de l'agriculture

Le thème du stand de l'Inra : la biodiversité.

## MARS



© DR

### GCARD 2010

1<sup>ère</sup> réunion de la Conférence mondiale sur la recherche agricole pour le développement (GCARD) à Montpellier.



© C. Maître / Inra

### Lancement de Solibam

Projet européen de recherche collaborative sur la sélection et la gestion des cultures biologiques ou à faibles intrants, coordonné par l'Inra.



© C. Maître / Inra

### Groupements d'intérêt scientifique

Signatures des groupements d'intérêt scientifique (Gis) "Relance agricole" et "Élevage demain" pour promouvoir des systèmes de production durable.

## AVRIL

### Kazagro Innovation

L'organisme kazakhe de recherche agricole choisit l'Inra pour rénover son organisation et concevoir un centre de recherche, formation et développement près d'Astana.



© Christophe Maître / Inra

### L'Andra et l'Inra signent un accord de partenariat

L'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) et l'Inra signent un accord de partenariat pour l'étude des écosystèmes sur le long terme en Meuse/Haute-Marne.



© CDC/ Dr. Balasubramanian; Peggy Hayes

**Découverte** d'une stratégie insoupçonnée utilisée par la bactérie *Listeria* lors de l'infection cellulaire. Résultats publiés dans la revue *Nature* du 22 avril 2010.

## MAI

### Labellisation "HR excellence in research"

récompensant la politique de ressources humaines de l'Inra.

## JUIN

### Le document d'orientation de l'Inra pour la période 2010-2020

est adopté par le Conseil d'administration.

### L'initiative de programmation conjointe européenne pour la sécurité alimentaire

coordonnée par le Royaume-Uni et la France, et représentée par l'Inra, est lancée.

### Le président de la Bharatya Agro-Industry Foundation (Inde)

est reçu par la présidente de l'Inra. Une coopération sur la génétique des bovins est entretenue depuis 2003 avec cette ONG.



© Bertrand Nicolas

### Colloque Climator

à Versailles sur les impacts du climat du futur sur l'agriculture.

### Colloque de présentation

des résultats de l'expertise collective "Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions, pour quels effets ?"

### 40<sup>e</sup> anniversaire

du centre de Toulouse.

## JUILLET-AOÛT

### Le centre Inra de Versailles dans le top 10 mondial

des institutions offrant un cadre scientifique et professionnel de qualité.

### Congrès européen d'aviculture

(EPC 2010) organisé à Tours avec le soutien de l'Inra, l'Afssa, l'Institut technique de l'aviculture (Itavi), le Cirad et la FAO.

### Lancement du projet européen DROPS

sur les variétés tolérantes à la sécheresse, coordonné par l'Inra.



© T. Deyé / Inra



© Inra

### Visite de Valérie Pécresse et de Bruno Le Maire

La ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et le ministre de l'Agriculture, de l'Alimentation et de la Pêche, au centre Inra de Colmar suite au saccage de l'expérimentation de porte-greffe transgénique.

### Participation de l'Inra

au Global Forum for Leaders for Agricultural Science and Technology organisé par l'Académie des sciences agricoles de Chine.



© Inra

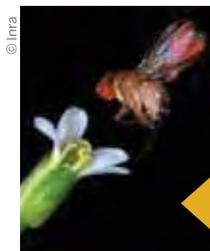
## SEPTEMBRE

### Séminaire sur la pollution des milieux

et la remédiation environnementale à l'Université Sun Yat Sen à Canton (Chine) avec le département Environnement et agronomie.

### Portes ouvertes

pour les 60 ans du centre de Jouy-en-Josas.



© Inra

**Une plante et une mouche** éclairent la fonction d'un gène associé au cancer. Résultats publiés dans la revue *PNAS* du 14 septembre 2010.

## OCTOBRE

### Visite des parlementaires de l'OPECST

à Versailles accompagnés par leur premier vice-président Jean-Claude Étienne.



© Bertrand Nicolas

### Cérémonie des Lauriers de l'Inra

Le Laurier de la recherche agronomique est attribué à Jean-Paul Renard.

### Colloque

Adaptation au changement climatique de l'agriculture et des écosystèmes à Clermont-Ferrand et lancement du métaprogramme Adaptation au changement climatique de l'agriculture et de la forêt (ACCAF).

### Convention-cadre signée entre l'Inra et le MEEDDM pour 5 ans

Elle prend en compte tout le périmètre du ministère et les orientations liées au Grenelle de l'environnement.

## NOVEMBRE

### Endure

Colloque de présentation des résultats d'Endure sur la protection intégrée dans l'agriculture européenne.



© C. Maître / Inra

### Premier Carrefour de l'innovation agronomique (CIAG) Alimentation

à Dijon. Le thème : les lipides, enjeux sensoriels et nutritionnels.



© B. Chaubet / Inra

**Les pucerons** passent au vert sous l'emprise d'une bactérie. Résultats publiés dans la revue *Science* du 19 novembre 2010.

## DÉCEMBRE

### Adoption par l'Inra de la charte nationale de l'expertise

issue des préconisations du Comité opérationnel "Recherche" du Grenelle de l'environnement.



© C. Laumond / Inra

**Des vers** s'attaquent aux plantes grâce à des gènes dérobés à des bactéries. Résultats publiés dans la revue *PNAS* du 12 octobre 2010.

# LES LAURIERS DE L'INRA 2010

© C. Maître / Inra

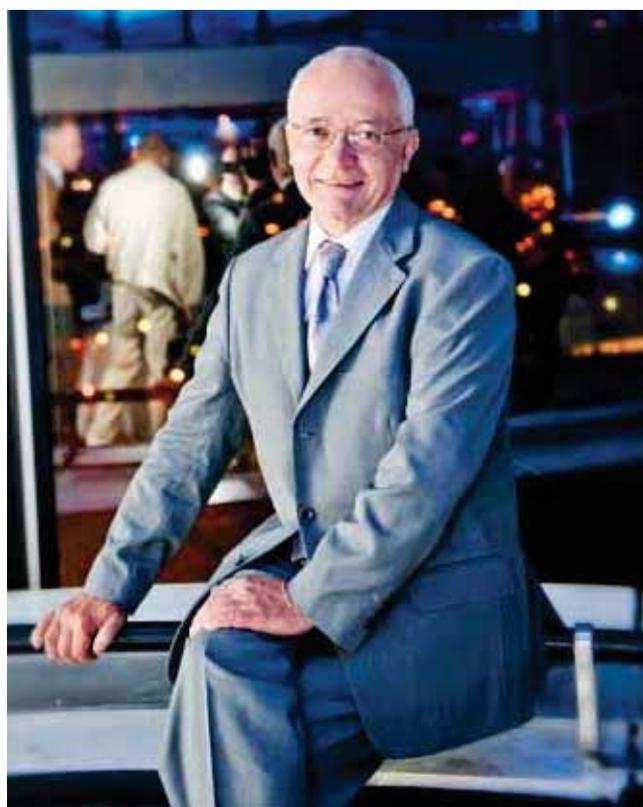


## LAURIER DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

Le Laurier de la recherche agronomique est décerné à une personnalité qui a contribué d'une manière exceptionnelle au rayonnement de la science agronomique.

### Jean-Paul Renard En quête des prémices de la vie

Jean-Paul Renard, 65 ans, a consacré ses quarante années de carrière de chercheur à l'étude des aspects les plus fondamentaux du début de l'embryogenèse. Aujourd'hui directeur de recherche au sein de l'unité Biologie du développement et reproduction, il s'est attaché, tout au long de son parcours, à mieux comprendre la nature du programme de développement lors de la transition entre l'œuf et les premières différenciations cellulaires de l'embryon. En 1998, avec la naissance de Marguerite, première vache clonée dans les étables de l'Inra à Jouy-en-Josas, il confirme avec son équipe que la réversibilité totale de ce programme est possible par clonage somatique. Agronome de formation, il est scientifique mais aussi philosophe et rejoint en 1982 le Comité consultatif national d'éthique pour les sciences de la vie et de la santé, qui a pour vocation d'encadrer les recherches sur le vivant, et il y siège durant neuf ans. Aujourd'hui, il continue à s'interroger : *"avec les outils toujours plus puissants d'analyse moléculaire, la force de la modélisation mathématique, l'arrivée des nanotechnologies en biologie, l'émergence de la biologie synthétique, les recherches évoluent*



© W. Beaucardet

*encore plus vite. Vouloir comprendre ? Oui, mais il faut inventer de nouvelles formes de relations avec la société à partir de questions essentielles : peut-on chercher à tout connaître ? Y-a-t-il des connaissances que l'on doit s'interdire ?"*

## LAURIER JEUNE CHERCHEUR

Le Laurier Jeune chercheur récompense le travail remarquable d'un chercheur recruté récemment à l'Inra.



© B. Nicolas / Inra

### Olivier Berteau Traqueur d'enzymes

Chargé de recherche à l'Institut Micalis, Olivier Berteau, 37 ans, s'intéresse aux bactéries qui peuplent le tube digestif, un champ de recherche émergent mais qui fait déjà l'objet d'une âpre concurrence internationale. Plus précisément, il traque les enzymes que les bactéries synthétisent

pour modifier les composés alimentaires ou coloniser leur hôte. Le chercheur veut comprendre le rôle précis de ces enzymes, peu étudiées jusque-là. Il est également impliqué dans le projet européen PolyModE réunissant quinze partenaires où les scientifiques constituent une bibliothèque de nouvelles enzymes, qui, à l'image des sulfatases, sont capables de modifier des polysaccharides. Ce projet devrait être une source d'innovation pour le développement de nouveaux catalyseurs biologiques. Ceux-ci sont très attendus par le secteur pharmaceutique en recherche de nouvelles molécules mais aussi comme alternative aux procédés chimiques pour le développement durable.

## LAURIER INGÉNIEUR

Le Laurier Ingénieur est attribué à une personne ayant apporté une contribution remarquable dans le développement méthodologique, la valorisation des résultats de recherche, le lien avec les besoins de certaines professions.



© C. Stagemulder / Inra

### Dominique Arrouays Le sol dans le sang

Passionné par le sol, l'agronome Dominique Arrouays, 53 ans, s'intéresse très tôt aux moyens de cartographier cette ressource non renouvelable et méconnue. Depuis 2000, cet ingénieur de recherche dirige Infosol, une unité de service qu'il a créée à l'Inra d'Orléans pour constituer un système

unique d'information sur les sols de France et leurs évolutions. Dès la création d'Infosol, il a mis en place le Réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS), un programme de surveillance des sols d'une étendue inédite : la totalité du territoire français, découpé en carrés de 16 km, est maintenant couverte, soit 2200 sites à visiter, échantillonner, analyser, tous les dix ans. En véritable homme-orchestre, Dominique Arrouays fait le lien permanent entre la centaine de partenaires en relais sur le terrain, le groupement d'intérêt scientifique Sol qui décide

des programmes scientifiques et sa propre unité qui les met en œuvre. Sa renommée scientifique remonte à l'une des toutes premières expertises scientifiques collectives de l'Inra qu'il a animée de 1999 à 2001 sur le stockage de carbone dans les sols agricoles de France comme possible contribution à la lutte contre l'effet de serre. Cette expertise lui vaudra d'être membre du Groupe intergouvernemental pour l'étude du climat (GIEC), récompensé en 2007 par le prix Nobel de la Paix.

## LAURIERS DE L'APPUI À LA RECHERCHE

Les Lauriers d'appui à la recherche sont attribués à deux techniciens pour la grande qualité de l'exercice de leur métier dits d'appui à la recherche : activités d'expérimentation, de formation ou de transfert.



© C. Stagemulder / Inra

### Myriam Dautat Expérimentatrice du végétal

Au laboratoire d'Écophysiologie des plantes sous stress environnementaux (LEPSE) à Montpellier, le nom de Myriam Dautat est associé à celui de Phénopsis, une plateforme automatisée qu'elle a développée pour le phénotypage de la plante modèle *Arabidopsis thaliana*. Le système permet de cultiver et d'analyser 500 plantes en conditions contrôlées alors que, manuellement, les techniciens et chercheurs n'en gèrent quotidiennement qu'une cinquantaine.

"J'anticipe les innovations techniques qui répondent aux besoins du laboratoire" résume Myriam Dautat, 47 ans, devenue assistante ingénieur en 2009. Elle a ainsi développé des appareils pour mesurer les échanges gazeux au niveau des feuilles d'*Arabidopsis*, malgré leur petite taille et leur fragilité.



© C. Stagemulder / Inra

### Jean-François Odoux L'homme qui murmure à l'oreille des abeilles

Ce terrien de 49 ans qui revendique le besoin de verdure, a toujours cherché à mieux comprendre la nature, à identifier chaque plante nouvelle. Cette passion l'a finalement conduit jusqu'aux abeilles et aux relations qu'elles nouent avec leur environnement. Jean-François Odoux est un

ancien apiculteur charentais venu à la recherche apicole en 1993. Il travaille désormais au sein d'une unité expérimentale qui élabore des méthodes pour évaluer l'impact des pratiques agricoles sur les abeilles. Jean-François Odoux y a créé de toutes pièces un rucher et une miellerie. Considérant qu'il est de son rôle de transmettre ses connaissances, il participe notamment à la formation de ses collègues, mais également à celle d'éleveurs de reine et d'étudiants en apiculture.



## 2 | FAITS MARQUANTS SCIENTIFIQUES

SÉCURITÉ ALIMENTAIRE MONDIALE	16
PERFORMANCES ÉCONOMIQUES, SOCIALES ET ENVIRONNEMENTALES DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORESTERIE	18
ATTÉNUATION DE L'EFFET DE SERRE ET ADAPTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	21
VALORISATION DE LA BIOMASSE POUR LA CHIMIE ET L'ÉNERGIE	24
MÉCANISMES DU VIVANT	27
DES APPROCHES PRÉDICTIVES EN BIOLOGIE	30
AGROÉCOLOGIE	32
POUR DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES SAINS ET DURABLES	34

# SÉCURITÉ ALIMENTAIRE MONDIALE



© W. Beaucardet

**A**u XXI<sup>e</sup> siècle, les agricultures mondiales devront relever un triple défi : fournir, en quantité et en qualité, de quoi nourrir neuf milliards d'individus tout en protégeant l'environnement et en palliant la raréfaction des énergies fossiles. Il s'agira donc de produire plus, mieux et d'autres choses. La recherche agronomique doit plus que jamais contribuer à proposer des solutions pour répondre à ces attentes.

## Biocarburant et production alimentaire

Le recours aux biocarburants a été largement motivé par la mobilisation de carbone en cycle "court" qui, au contraire des énergies fossiles, ne contribue pas directement à l'accroissement des concentrations de gaz à effet de serre. Les travaux menés par l'Inra nourrissent et précisent les données du bilan environnemental en Europe et en Amérique du Nord. Le changement d'usage des terres au niveau mondial au profit des biocarburants peut entraîner un surcroît de déforestation, de drainage de zones humides et finalement d'émissions de gaz à effet de serre. En outre, les politiques suivies aux États-Unis et de manière croissante en Europe, qui fixent des objectifs quantitatifs, rigidifient la demande de produits agricoles et peuvent amplifier les hausses de prix alimentaires. Sur le plan des aspects positifs, les biocarburants semblent apporter un soutien significatif aux producteurs de cultures arables sans avoir, pour les producteurs étrangers, les effets négatifs qu'avaient les politiques passées en matière de prix. L'analyse économique des différents effets suggère que ce soutien est financé pour une partie importante par les automobilistes, pour une autre partie par les éleveurs et les consommateurs de biens alimentaires, et de moins en moins par les contribuables.

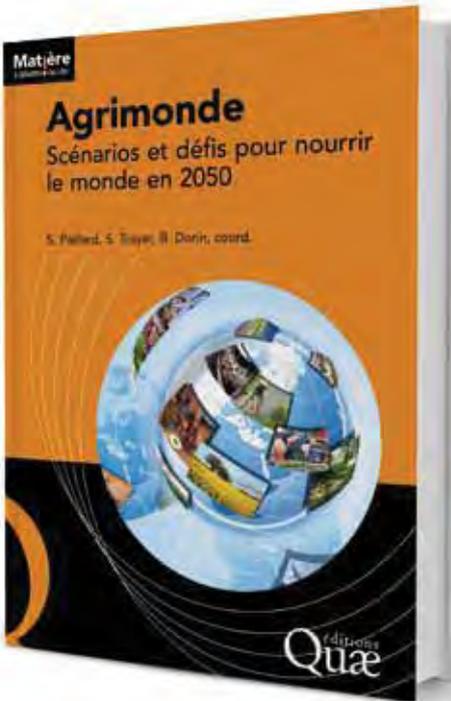
Récolte de Sorgho biomasse (domaine d'Estrées-Mons).



© M. Freudhomme/Inra

## Parution du livre Agrimonde

La prospective Agrimonde qui étudie les scénarios pour nourrir le monde en 2050 est parue aux éditions Quæ en français et en anglais. Le XXI<sup>e</sup> siècle doit relever un triple défi pour l'agriculture et l'alimentation : la sécurité alimentaire, la protection de l'environnement et la raréfaction des énergies fossiles.



Dans cette perspective, en 2006, l'Inra et le Cirad ont lancé l'initiative d'une plateforme prospective sur les enjeux relatifs aux systèmes alimentaires et agricoles mondiaux à l'horizon 2050. Cet ouvrage présente les repères statistiques pour la période 1961-2003 et l'outil de simulation Agribiom permettant d'établir des bilans entre les emplois et les ressources de biomasses alimentaires. Ensuite, sont considérés deux scénarios à l'horizon 2050 : Agrimonde GO est un scénario tendanciel qui mise sur la croissance économique dans un contexte où la préservation de l'environnement n'est pas une priorité ; Agrimonde 1 est un scénario qui a pour but de nourrir la planète tout en préservant les écosystèmes.

## L'ouverture des marchés européens et la relocalisation des productions agroalimentaires

L'ouverture du marché européen a provoqué une augmentation des importations en France. L'Inra s'est penché sur les régions gagnantes et les perdantes. La hausse de la concurrence internationale en matière agroalimentaire n'est pas défavorable à l'ensemble des régions. Même si la proximité aux bassins de consommation influence la distribution spatiale de la production, un accroissement des importations de biens agroalimentaires ne rend pas les grandes régions plus attractives mais renforce les régions offrant des salaires plus faibles.

## Innovation et développement durable dans l'agriculture

À l'initiative du Cirad, de Montpellier SupAgro et de l'Inra et, le symposium international ISDA 2010 (Innovation et développement durable dans l'agriculture et l'agroalimentaire) a été organisé du 28 juin au 1<sup>er</sup> juillet 2010 au Corum de Montpellier. Ce sont plus de 500 participants de 65 pays qui ont discuté de la capacité des systèmes agricoles et agroalimentaires à innover pour promouvoir un développement durable.

## Transformations de l'élevage extensif

En étroite collaboration avec le Cirad, l'Inra a modélisé la gestion des espaces dans des régions d'élevage et de polyculture-élevage en Afrique, Amérique du Sud et France. Partout, la diversité des exploitations et des stratégies adaptatives des agriculteurs est essentielle à prendre en compte pour un développement durable de l'élevage et des territoires ruraux. Les travaux montrent une tendance générale à la restriction des espaces pastoraux qui risque de se prolonger si des politiques de soutien ne sont pas mises en place.



© C. Maître / Inra

## Expertise pour mieux comprendre les choix alimentaires

À la demande du ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche, l'Inra a conduit une expertise scientifique collective avec pour objectif de disposer d'un bilan des connaissances sur les différents déterminants des comportements alimentaires afin d'éclairer son action. S'appuyant sur plus de 1 600 articles scientifiques internationaux et sur le travail d'une vingtaine d'experts dans des disciplines variées (épidémiologie, nutrition, sociologie, économie...), cette expertise met en lumière les nombreux facteurs qui interagissent et influencent les comportements alimentaires. Elle souligne le besoin d'amplifier les recherches à partir du suivi de larges cohortes pour mieux comprendre comment les pratiques alimentaires se construisent à partir de cet ensemble complexe de facteurs et quels sont leurs liens avec l'état de santé de la population.

# PERFORMANCES ÉCONOMIQUES, SOCIALES ET ENVIRONNEMENTALES DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORESTERIE

À l'avenir, les systèmes agricoles et forestiers devront conjuguer simultanément les trois piliers du développement durable : la performance économique (développer des filières compétitives), la performance sociale (assurer la coexistence de la diversité des exploitations) et la performance environnementale (limiter les intrants, gérer les paysages).

## Quatre nouvelles variétés de blé tendre rustiques

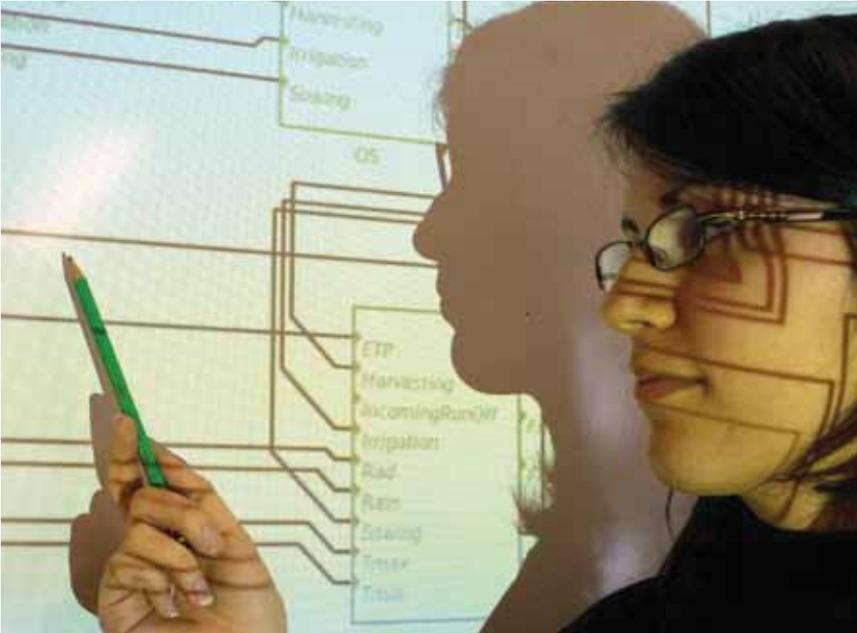
En octobre 2010, trois variétés de blé tendre d'hiver Inra (Flamenko, Folklor et Musik) et une variété Agri-Obtentions (Karillon) ont été inscrites au catalogue officiel des espèces et variétés végétales. Ces variétés allient productivité, tolérance aux maladies et très bonne valeur boulangère. L'Inra



Champ d'essais Inra, Le Rheu

conduit depuis de très nombreuses années un programme de sélection du blé tendre qui répond à l'enjeu de réduction des intrants. À l'objectif historique qui était la création de génotypes multirésistants aux maladies, se sont ajoutés la problématique de la valorisation de l'azote et plus récemment le thème de la compétition avec les adventices pour une alternative aux herbicides. Ces quatre blés diversifient la gamme des variétés rustiques proposées par Agri-Obtentions (notamment en termes de précocité). Elles permettent aux agriculteurs de réduire l'utilisation des fongicides et de l'azote en maintenant ou en améliorant la marge brute des cultures de blé tendre. Les

qualités de rusticité encore dispersées dans ces 4 variétés devront être cumulées pour aboutir à un réel idéotype "durable". C'est pourquoi la sélection, désormais aidée par les marqueurs moléculaires, se poursuivra dans le programme d'innovation variétale de blé tendre à hautes performances économiques et environnementales de l'Inra. Il permettra d'enrichir le pool génétique du blé en gènes d'adaptation pour l'agriculture durable.



© G. Cattiau/Inra

Modélisation à l'unité de recherche Biométrie et Intelligence artificielle de Toulouse.

## Simuler des agroécosystèmes

Record est une plateforme informatique ouverte de modélisation et de simulation des agroécosystèmes, mobilisant un grand nombre de disciplines comme l'agronomie, les sciences du sol, la bioclimatologie, la physiologie végétale, l'épidémiologie, les sciences de gestion, les statistiques, les mathématiques appliquées. Elle repose sur un environnement informatique de simulation VLE (Virtual Environment Laboratory), et propose une bibliothèque de modèles partagés entre les utilisateurs pour analyser, évaluer et concevoir des systèmes de culture. L'ouverture de la plateforme Record aux acteurs de l'enseignement supérieur et du développement agricole, mise en place depuis 2009 avec les ICTA, sera encouragée.

## Mise en place de la sélection génomique chez les bovins laitiers

Le programme de sélection génomique intégré est désormais opérationnel. L'utilisation de cette technologie devrait rapidement se développer dès le 1<sup>er</sup> janvier 2011 et pourrait concerner une forte proportion des femelles du cheptel français. La sélection génomique révolutionne l'amélioration animale. Elle permet d'évaluer précisément le potentiel génétique d'un individu à partir de l'analyse haut débit de son génome. La prédiction s'effectue à l'aide d'un modèle basé sur une population de référence. Ici, c'est près de 20 000 taureaux qui ont été analysés comme référence, pour partie en interne par génotypage des taureaux français, pour le reste grâce à des échanges européens dans le cadre d'EuroGenomics. Les index génomiques sont calculés pour une trentaine de caractères par l'Inra et ont une valeur officielle, reconnue à l'international par Interbull.

Vaches laitières à l'installation expérimentale à Méjusseuame.



© C. Maître / Inra

## Phytoprotecteurs : le conseil pousse-t-il à la consommation ?

Cette recherche menée à l'Inra étudie les stratégies économiques des acteurs sur le marché du conseil phytoprotecteur. Une enquête auprès d'acteurs du conseil montre qu'ils tendent à promouvoir différents types de pratiques moins intensives (l'agriculture raisonnée voire intégrée). Une recherche plus théorique à partir de la littérature sur les marchés d'experts montre que l'aversion au risque des agriculteurs peut influencer les stratégies de conseil dans le sens d'un usage plus important de pesticides.

## Organiser les activités de conseil en chambre d'agriculture

En partenariat avec plusieurs chambres d'agriculture a été conduite une réflexion sur la transformation des activités de conseil et le réagencement de ces activités dans une perspective de développement agricole. Ces travaux ont conduit à une grille d'analyse des activités de conseil qui permet de tester les conséquences sur l'organisation de l'abandon ou de l'introduction de nouvelles activités et qui invite à penser métiers et organisation.

## Individualiser la conduite des troupeaux caprins

L'homogénéisation des performances animales a atteint ses limites. Un simulateur individu-centré de fonctionnement de troupeau caprin laitier (SIGMA) permet de mieux comprendre et évaluer la variabilité individuelle des performances en réponse à différentes pratiques. Un tel outil permettra d'évaluer des conduites alternatives liées à l'occurrence de perturbations (accident sanitaire, climatique...) et de quantifier les capacités adaptatives du troupeau.

## Pâturages et qualité du lait

À l'échelle de la saison, la composition des laits en acides gras d'intérêt nutritionnel ainsi que les caractéristiques sensorielles des fromages Cantal sont voisines entre un pâturage traditionnel (faible niveau de chargement animal, prairie diversifiée) et un pâturage "productif" (fort chargement animal, prairie peu diversifiée). Néanmoins, alors que ces caractéristiques sont restées stables sur le pâturage productif, elles ont fortement évolué au cours de la saison sur le pâturage traditionnel. La complémentarité de prairies de nature différente au sein du système fourrager pourrait permettre aux éleveurs de bénéficier des atouts de chacune d'entre elles et ainsi concilier des objectifs de production, de biodiversité et de qualité des produits.

## Systèmes innovants pour réduire l'utilisation des pesticides en verger

Le dispositif BioREco a permis d'évaluer neuf systèmes de production en verger de pommiers, en combinant trois modes de protection (raisonné, économe en intrants, agriculture biologique) et trois variétés de sensibilité différente à la tavelure (sensible, peu sensible, résistante). Des systèmes combinant une faible sensibilité variétale, des alternatives à la lutte chimique et une prédiction fine du risque lié aux bio-agresseurs permettent de réduire de 50% l'utilisation des pesticides.

## Modélisation de la contamination des bassins versants pâturés

La modélisation des mécanismes des pollutions diffuses par des bactéries fécales porte sur l'identification des zones sources critiques des bassins versants c'est-à-dire les "points noirs" à partir desquels l'essentiel des flux diffus de polluants est émis. Ce travail ouvre de nouvelles perspectives pour la modélisation des transferts des particules colloïdales dans l'environnement, ce qui répond à des demandes socioprofessionnelles de localisation, de cartographie et de ciblage des activités pénalisantes.



Colloque Endure.

© C. Maître / Inra

## Endure devient permanent

Après avoir coordonné le réseau d'excellence européen Endure autour de la protection intégrée des plantes entre 2007 et 2010, l'Inra avec 13 autres partenaires a décidé de mutualiser des ressources pour créer une structure permanente, le Groupement de Recherche Européen Endure. Ce groupement travaille autour de 4 axes : identifier les besoins de recherche pour mettre en cohérence des programmes de recherche en protection des plantes, entretenir et partager les compétences et les outils au sein de la communauté scientifique, fournir une expertise scientifique en appui au développement de politiques publiques et enfin mettre à disposition des conseillers techniques un ensemble de documents validés par Endure.



Brûlage dirigé dans le Luberon conduit par l'Office National des Forêts.

© C. Maître / Inra

## Le feu contre le feu

En adaptant pour l'Europe le principe de gestion intégrée du feu, le projet Fire Paradox a jeté les bases d'une directive cadre européenne sur le feu. L'année 2010 a été celle de la parution du livre blanc Fire Paradox destiné à la communauté scientifique et du Cahier des politiques aux décideurs et au grand public. Lancé en 2006, Fire Paradox avait comme objectif de prévenir les conséquences désastreuses des incendies sur le plan social, économique et environnemental, en particulier dans les pays méditerranéens. L'Inra a participé dans ce cadre à l'élaboration d'un simulateur de propagation du feu à l'échelle du paysage (Vesta), à une méthode de description et de modélisation des combustibles, à une plateforme logicielle de représentation et de gestion du combustible (Fuel Manager) connectée à une base de données européenne sur le combustible. Par ailleurs, un outil de modélisation en 3D de la propagation du feu et de ses effets (Firetec) a été développé dans le cadre d'une collaboration avec Los Alamos National Lab.

# ATTÉNUATION DE L'EFFET DE SERRE ET ADAPTATION DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

© W. Beaucardet

Le changement climatique va toucher au premier chef l'agriculture et la sylviculture avec une disponibilité en eau bouleversée, l'arrivée de nouveaux agresseurs, une nature des sols modifiée... Les recherches menées par l'Institut devront participer à limiter ces impacts et explorer les possibilités pour que forêts, cultures et élevages puissent contribuer à atténuer ce changement climatique.

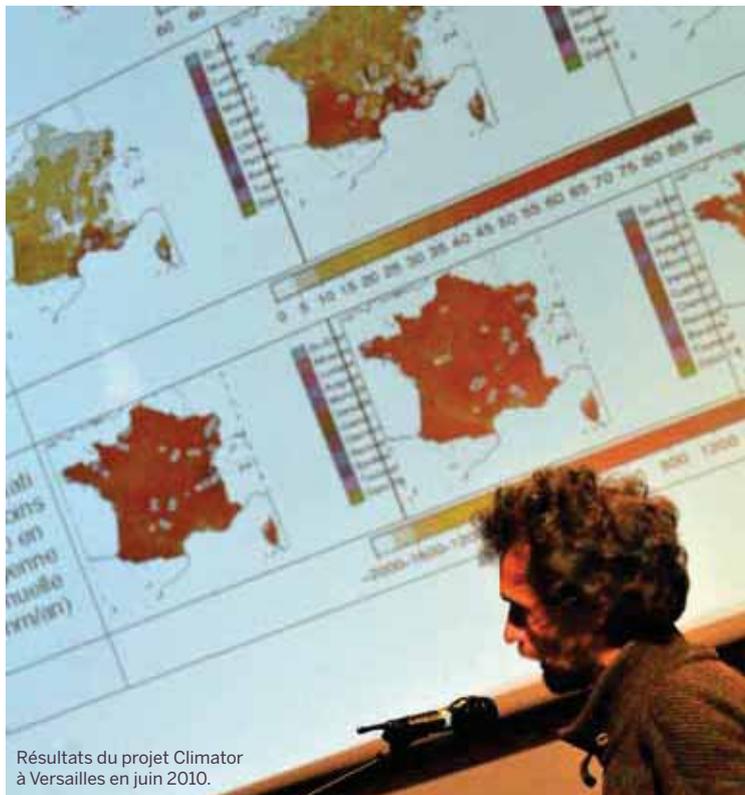
## Pourquoi les rendements de blé stagnent-ils en Europe ?

Depuis le milieu des années 1990, la stagnation des rendements de blé est nette en France et dans de nombreux pays européens comme l'Allemagne, l'Italie ou le Danemark. Des chercheurs de l'Inra et d'Arvalis ont publié récemment un article qui vise à fournir des hypothèses explicatives à ce phénomène inquiétant à l'échelle de l'Europe. Les résultats montrent la grande sensibilité des performances d'une agriculture intensive au changement climatique et au type de rotation agricole (le colza remplaçant souvent les légumineuses). Ils confirment que ces facteurs dépressifs ont commencé à contrebalancer de manière significative les effets bénéfiques du progrès génétique. Ce constat est convergent avec l'idée que ces facteurs exercent un poids de plus en plus prégnant dans la variabilité interannuelle du rendement en blé. Il convient désormais de mettre au point de nouvelles méthodologies de prévision des rendements nationaux et d'analyse de l'impact futur du changement climatique avec des estimations précises des effets dépressifs du climat et de l'effet positif par la fertilisation carbonée de l'atmosphère.

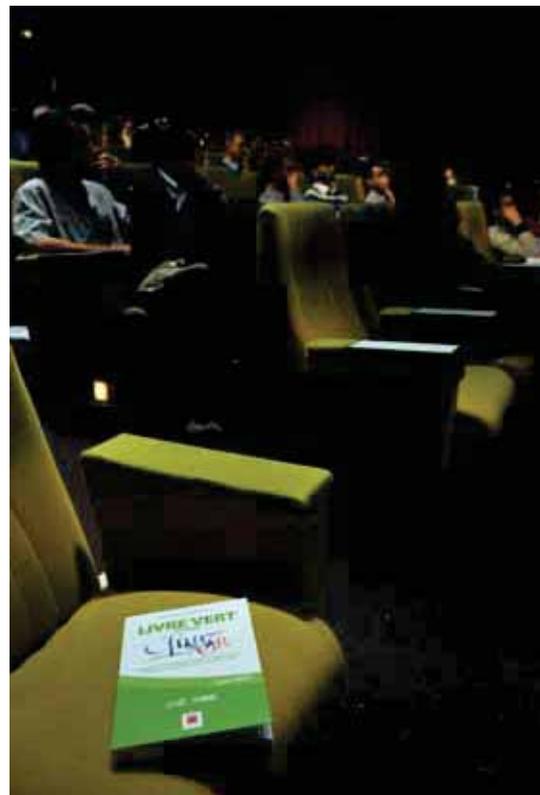
Moisson de blé dans la région d'Avallon.



© J.M. Bosseneac / Inra



Résultats du projet Climator à Versailles en juin 2010.



© B. Nicolas/Inra

## Un guide de gestion des forêts en crise sanitaire

Ce guide de gestion des forêts en crise sanitaire formalise une meilleure connaissance et un suivi des impacts des aléas climatiques et biotiques sur les écosystèmes forestiers. Les retombées attendues sont nombreuses : donner aux gestionnaires plusieurs indicateurs quantitatifs pour passer d'une gestion courante à une gestion de crise et, pour la recherche, fournir une meilleure quantification et description des phénomènes de dépérissement et de mortalité anormale en forêt.



## Climator les impacts du climat futur sur l'agriculture

Les résultats du projet Climator ont été présentés lors du colloque de clôture à Versailles les 17 et 18 juin 2010. D'une durée de trois ans, Climator a fourni des méthodes pour analyser l'impact d'un changement climatique sur des systèmes agricoles et forestiers variés. Les résultats ont été rassemblés dans un Livre Vert. S'ils ne concluent pas à un impact uniforme sur les cultures, les chercheurs montrent que l'augmentation de la température et de la concentration en CO<sub>2</sub>, et la diminution des précipitations auront une influence sur plusieurs facteurs déterminants pour les cultures, les forêts et l'environnement (alimentation des nappes phréatiques en particulier). Globalement les régions nordiques verront se présenter des opportunités (maïs, vigne) tandis que le grand sud-ouest verra les difficultés s'accumuler (irrigation du maïs, baisse du rendement forestier, problème de qualité du raisin).

## Adaptation des arbres au changement climatique



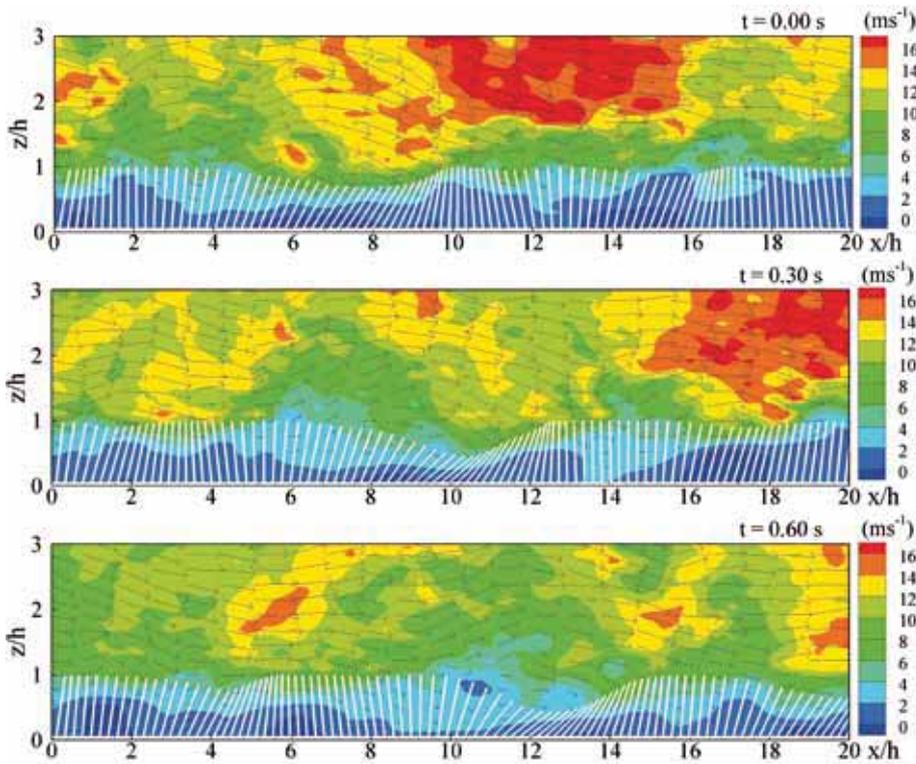
© Inra

Cette étude porte sur la caractérisation des capacités adaptatives de populations d'arbres face au changement climatique. Le travail s'est déroulé dans les Pyrénées sur des espèces à large répartition européenne (chêne sessile, hêtre commun, érable et frêne) et sur 1500 m de dénivelé correspondant à 8°C d'amplitude thermique. Les mesures ont porté sur les variations altitudinales de traits morphologiques, physiologiques et phénologiques *in situ* (pour estimer la variabilité phénotypique), en *common garden* (pour la variabilité génétique) et en expérimentations de transplantations réciproques (pour la plasticité phénotypique). Globalement, nos résultats démontrent que la variabilité phénotypique de la plupart des traits fonctionnels est sous déterminisme environnemental et génétique, avec toutefois un contrôle génétique relativement faible comparé à la plasticité phénotypique.

## Simuler l'interaction du vent avec la plante

Un modèle mécanistique représentant l'interaction entre le vent et les plantes a été développé et validé à l'échelle d'un couvert végétal (arbres et plantes). Il a permis de simuler pour la première fois les structures turbulentes du vent et leur interaction complète avec les mouvements du couvert mais aussi d'analyser le lien entre ces mouvements et la turbulence du vent. Ce modèle constitue un outil pertinent pour étudier la vulnérabilité au vent des couverts végétaux dans divers contextes paysagers. À terme, il devrait favoriser le dialogue entre recherche et gestion forestière, en rendant possible une analyse fine des conséquences de différents scénarios sylvicoles, ou d'aménagement du paysage, sur la stabilité au vent des peuplements.

Visualisation dans une coupe verticale longitudinale de l'interaction instantanée entre le vent et les brins de luzerne.



## Réponses des forêts et prairies aux vagues de chaleur

La couverture et l'utilisation des sols jouent un rôle clé dans la régulation hydrique des sols durant les vagues de chaleur. Des résultats récents, apportés par les réseaux européens de tours à flux, montrent que les environnements forestiers et prairiaux ne réagissent pas de la même façon. Au début d'une vague de chaleur, le réchauffement de surface est deux fois plus élevé en forêt qu'en prairie où une forte augmentation de l'évapotranspiration limite l'augmentation de température. Cependant, ce processus fait diminuer plus rapidement l'humidité des sols dans les prairies ce qui entraîne un réchauffement du climat régional à plus long terme. Le régime de l'eau dans les sols forestiers produit donc une augmentation de température à court terme mais constitue un facteur clé de régulation thermique sur des périodes plus longues.

## Le paradoxe de Reid expliqué

Initialement associé à la recolonisation post-glaciaire par certaines espèces végétales, le "paradoxe de Reid" désigne désormais toute recolonisation plus rapide que prévue sur la base des capacités de dispersion connues. Les travaux menés par l'Inra ont conduit à une explication alternative à la dispersion longue distance pour les phénomènes d'accélération et de propagation à grande vitesse. Il a en effet été démontré chez la processionnaire du pin qu'à l'issue d'événements de colonisation-rétraction, la distribution spatiale des populations concernées peut être telle que la recolonisation s'effectuera à vitesse croissante, même dans le cas d'une dispersion diffusive. Ces résultats, basés sur l'étude mathématique complète des modèles diffusifs classiques pour des données initiales lentement décroissantes, contrastent avec la théorie selon laquelle une dispersion diffusive ne peut conduire qu'à des vitesses constantes de propagation.

## Pour un nouveau rapport Stern

Réunissant onze groupes de recherche de sept États membres, le projet européen GLOBAL-IQ a pour ambition de produire une mise à jour du rapport Stern et des rapports du GIEC. L'objectif visé est, d'une part, une revue des coûts du changement climatique à des échelles nationale, européenne et mondiale à moyen comme à long terme et, d'autre part, une analyse des bénéfices à attendre des différentes politiques de lutte contre le réchauffement climatique.

© C. Maitre / Inra



## Compost et stockage de carbone dans les sols

La dynamique du carbone des produits résiduels organiques (boue, compost) est décrite à l'aide d'un modèle permettant d'estimer la part du carbone stockée à moyen-long terme dans les sols. L'innovation de l'approche repose sur la prédiction à partir de la composition biochimique des produits résiduels organiques.

## Quelles bases génétiques à la tolérance aux températures extrêmes ?

Les zones chromosomiques (QTL) impliquées dans la tolérance à des températures sub- et supra-optimales lors des premiers stades de développement des plantes ont été recherchées chez l'espèce modèle *Medicago truncatula*. L'étude a reposé sur une collaboration étroite entre écophysiole et généticien, et a contribué au développement de moyens de phénotypage automatisé haut débit.

# VALORISATION DE LA BIOMASSE POUR LA CHIMIE ET L'ÉNERGIE



© J.M. Bosseneac / Inra

La raréfaction inévitable des énergies fossiles, associée à la nécessité de limiter les émissions de gaz à effet de serre, nous pousse à nous tourner vers le développement d'une chimie verte du carbone renouvelable et notamment vers la production d'énergie à partir de matière organique végétale (ou biomasse). La recherche devra trouver des réponses pour améliorer l'efficacité des procédés afin de ne pas concurrencer la production alimentaire.

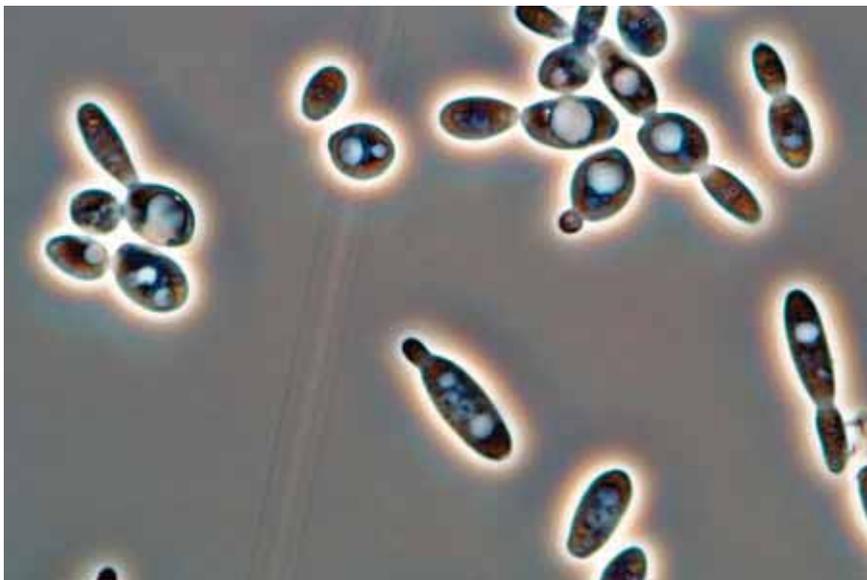
## Moins de lignine pour une meilleure fermentation

Les laccases sont des enzymes impliquées dans la polymérisation de la lignine, composant majeur des parois des cellules végétales. Cette lignine est par ailleurs un obstacle à l'utilisation efficace comme biomasse des polysaccharides également présents dans la paroi végétale. Parmi les 17 gènes codant des laccases, le rôle majeur de deux gènes a été mis en évidence chez un mutant d'*Arabidopsis thaliana*. Les tiges des plantes mutées où le blocage de l'expression de ces deux gènes réduit l'activité des laccases présentent une réduction de près de 40% de leur teneur en lignines et une meilleure fermentation en bioéthanol. Outre une clarification du rôle des laccases dans les étapes précoces de la lignification, ce résultat est particulièrement important dans le contexte de l'utilisation des plantes pour les bioénergies. Une première demande de brevet avait été faite en 2009 à partir des résultats obtenus sur *Arabidopsis thaliana*. Une extension du concept de ce brevet a été demandée en 2010 pour des plantes cultivées (maïs, riz, peuplier).



© C. Maître / Inra

Pied d'*A. thaliana*.



Vue au microscope de la levure *Yarrowia lipolytica*.

## La chimie blanche des lipides

Que ce soit pour les biocarburants ou les bioplastiques, le développement d'une chimie blanche pour la production de lipides comme alternative à la pétrochimie demande une connaissance fine du métabolisme de ces molécules. Une analyse systémique du métabolisme des lipides a été engagée chez la levure oléagineuse *Yarrowia lipolytica*. Elle porte sur l'étude des mécanismes de synthèse, d'assimilation, de stockage et de mobilisation des lipides. Elle mobilise des approches globales (génomique fonctionnelle et évolutive, transcriptomique, lipidomique), spécifique (biochimie, enzymologie) et de modélisation afin d'obtenir une description intégrée et formalisée. Cette démarche novatrice a déjà permis d'optimiser la production de certains lipides et d'obtenir par ingénierie génétique des levures dites "obèses" qui accumulent des lipides ou des polyesters biodégradables.



Plaquette de criblage métagénomique.

## Découverte de nouvelles enzymes de dégradation des polysaccharides

La métagénomique fonctionnelle à haut débit a permis de mieux comprendre comment les bactéries dégradent les polysaccharides végétaux dans nos intestins. Les chercheurs ont ainsi identifié 73 enzymes de dégradation des polysaccharides, dont plusieurs appartiennent à de nouvelles familles jamais caractérisées auparavant. À court terme, il s'agit d'évaluer les performances de ces enzymes, seules ou en cocktails, pour la dégradation de la biomasse végétale. À plus long terme, l'objectif est de développer une approche de biologie de synthèse s'inspirant des systèmes développés naturellement par les bactéries pour dégrader des structures complexes de polysaccharides.

## Les acides gras à très longues chaînes impliqués dans le développement de la plante

Les chercheurs de l'Inra ont montré pour la première fois que les acides gras à très longues chaînes jouent un rôle majeur dans l'adressage à la membrane plasmique de certains transporteurs d'auxine. Leur absence conduit à un défaut d'accumulation de cette hormone végétale et cause une absence d'organogenèse embryonnaire et racinaire. Cette découverte se double de l'identification d'un nouveau gène impliqué dans l'élongation des acides gras chez *Arabidopsis*.

## Découverte d'un mécanisme ancestral de contrôle de la division cellulaire

Une approche comparative chez la mousse et chez *Arabidopsis* a permis de mettre en évidence un réseau de régulation impliqué dans le plan de division cellulaire. Ces réseaux moléculaires pourraient, en partie ou en totalité, représenter des mécanismes anciens communs aux eucaryotes, conservés au cours de la divergence entre règnes animal et végétal. Ils permettent de mieux cerner les spécificités des cellules végétales, ainsi que les mécanismes qui régissent le développement des plantes terrestres, leur émergence et leur évolution.

## Innovation dans la protection des principes actifs

Une nouvelle forme de protection et de vectorisation des additifs alimentaires est basée sur la formation d'un complexe entre le principe actif à ajouter (ici la curcumine) et le glycérol. Le procédé respecte les contraintes d'écoconception et permet un gain remarquable de l'activité antioxydante du principe actif dans le produit final. Un brevet est en cours de dépôt.

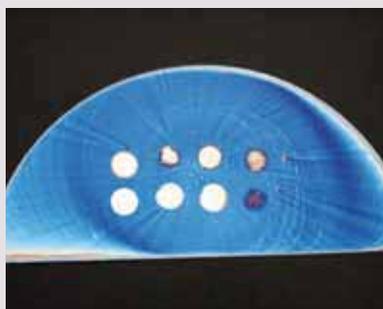


Chêne dans la Forêt domaniale de Longchamps.

© R. Cantia

## Premiers résultats d'un modèle économique pour le secteur forêt-bois français

Le modèle de secteur forestier français, dont la version 1.0 est opérationnelle depuis 2009, délivre ses premiers résultats. Il a été utilisé pour tester l'impact sur le secteur de politiques liées à la biomasse énergie et à la lutte contre le changement climatique. Le modèle suggère qu'à court terme (2020), le coût économique d'une augmentation massive et rapide de la consommation de bois pour la production d'énergie apparaît élevé, et qu'une taxe carbone généralisée est susceptible d'avoir un impact positif sur le secteur forêt-bois. Le modèle est un outil de prospective (et non de prévision), volontairement simple, qui représente la filière depuis la production forestière jusqu'à la consommation de produits transformés. D'un point de vue méthodologique, il est innovant par son module biologique représentant la dynamique de la ressource. La version 2.0 du modèle doit permettre d'aborder des enjeux de prospective de moyen à long terme (2050/2100).



© Inra

### Détecter une activité enzymatique à l'œil nu

Une nanocouche de biopolymère déposée sur un substrat se colore par interférence lumineuse.

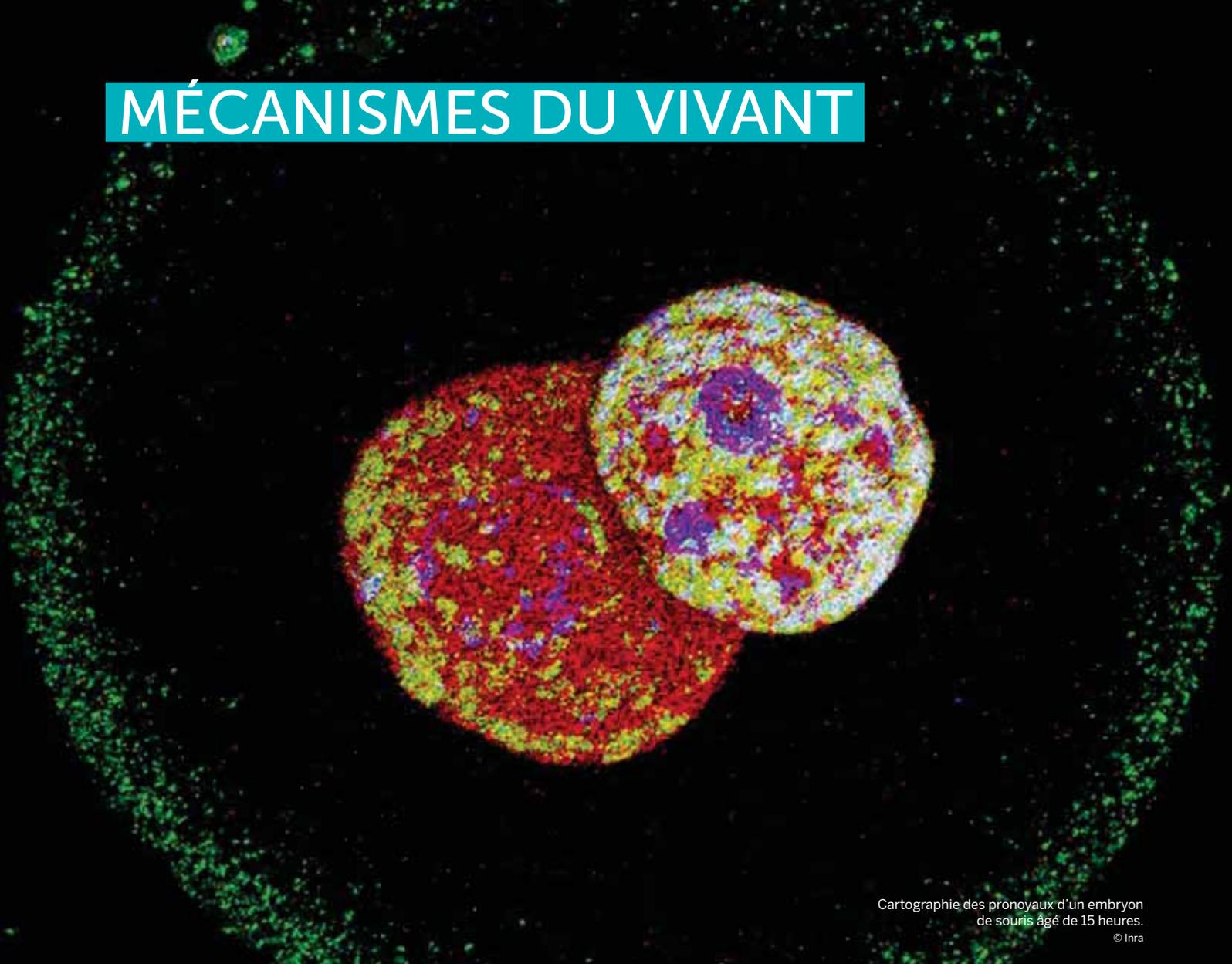
Si une enzyme attaque cette couche, la couleur change et on peut ainsi détecter l'activité enzymatique de manière très rapide.

Cette méthode présente une sensibilité nettement supérieure aux méthodes de criblage classiquement utilisées.

Ces détecteurs ont donné lieu à un dépôt de brevet en juillet 2010.

## Des nanocristaux de cellulose pour stabiliser les émulsions

Les travaux ont permis de mettre en évidence la possibilité de fabriquer des émulsions très stables sans tensioactifs en utilisant comme élément stabilisant des nanocristaux de polysaccharides issus de la biomasse. Ce type d'émulsion, appelée émulsion de Pickering, présente des caractéristiques originales qui, combinées à celles des nanocristaux de polysaccharides, ouvrent des champs applicatifs nouveaux pour ce type d'émulsion en raison des propriétés fonctionnelles spécifiques conférées aux biopolymères et de la propriété d'alimentarité ou de biocompatibilité des cristaux. La formulation des émulsions a pour but d'avoir accès à des gammes importantes de texture et de viscoélasticité donnant lieu à des domaines d'applications aussi variés que l'agroalimentaire, la cosmétique, la lubrification, la synthèse chimique ou bien encore le domaine médical. Cette découverte a fait l'objet d'un brevet.



Cartographie des pronoyaux d'un embryon de souris âgé de 15 heures.

© Inra

Organisation du vivant, physiologie des organismes, interaction entre les gènes... L'Inra participe aux dernières avancées de la biologie. Ces connaissances fondamentales, potentiellement porteuses d'innovation, sont indispensables pour aider à la compréhension des problématiques de recherches dans le domaine de l'alimentation, de l'agriculture et de l'environnement.

## Lumière sur le génome de la truffe noire

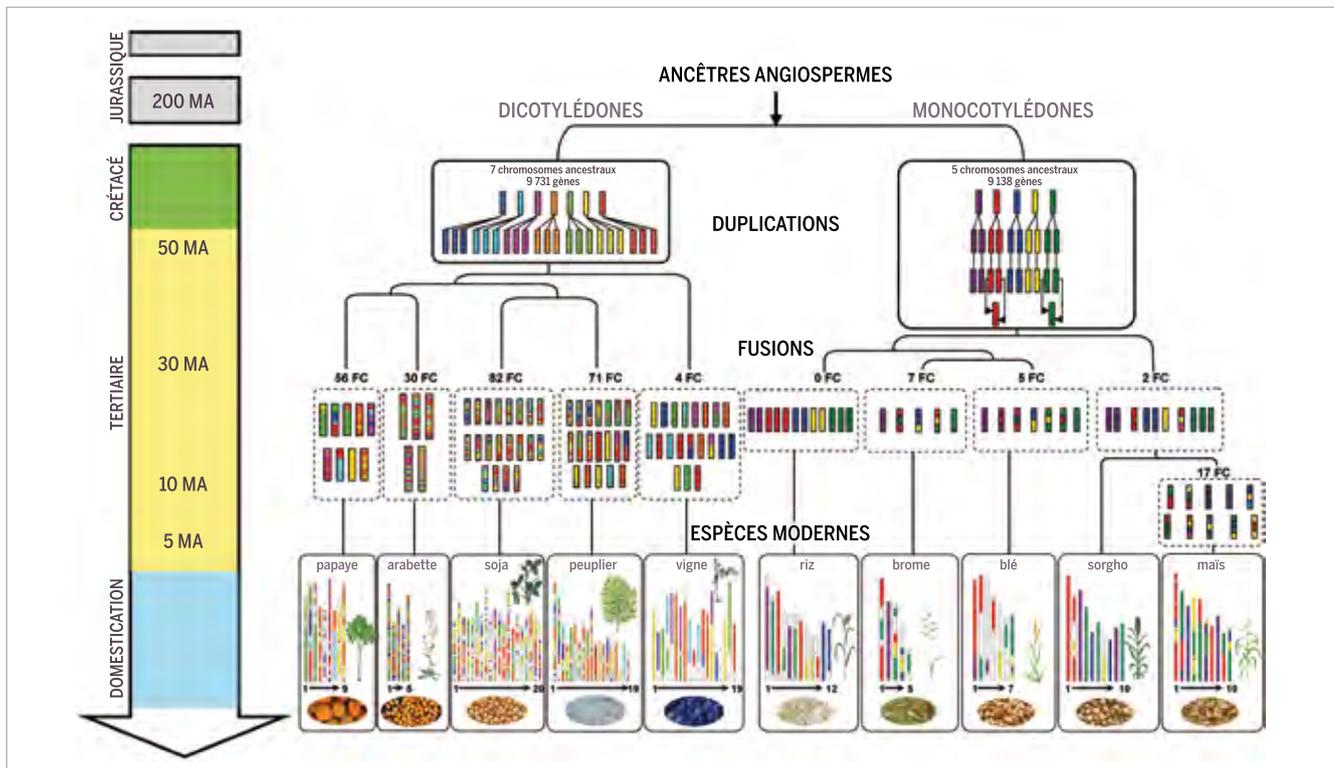
Fruit de 5 années de travail, le premier décryptage du génome d'un champignon comestible, la truffe noire du Périgord (*Tuber melanosporum*), s'est achevé en mars 2010. Au-delà de son intérêt académique, ce séquençage complet a permis le développement d'outils de diagnostic à haut débit du polymorphisme génétique de ce produit réputé. En effet, depuis des siècles, de fortes variations dans

Germination de la truffe.



© G. Chevalier/Inra

les propriétés organoleptiques des truffes ont été constatées selon les régions de récolte (Périgord, Provence...), la nature des sols et le degré de maturité. Le séquençage de l'ADN a permis d'identifier plusieurs milliers de marqueurs génétiques répartis sur tout le génome. Une dizaine est actuellement utilisée afin de constituer un fichier d'empreintes génétiques d'une cinquantaine de populations de *Tuber melanosporum* provenant d'Italie, d'Espagne et de France. Ce fichier d'empreintes génétiques facilite le "typage" des origines géographiques des truffes récoltées et permettra la mise en place d'outils de certification de ces produits et la détection d'éventuelles fraudes. Ce travail coordonné par l'Inra a impliqué le Génoscope et des chercheurs du CNRS, du CEA, des universités de Lorraine et de la Méditerranée et des collègues italiens de Turin, Parme, Pérouse, Urbino, Rome et L'Aquila.

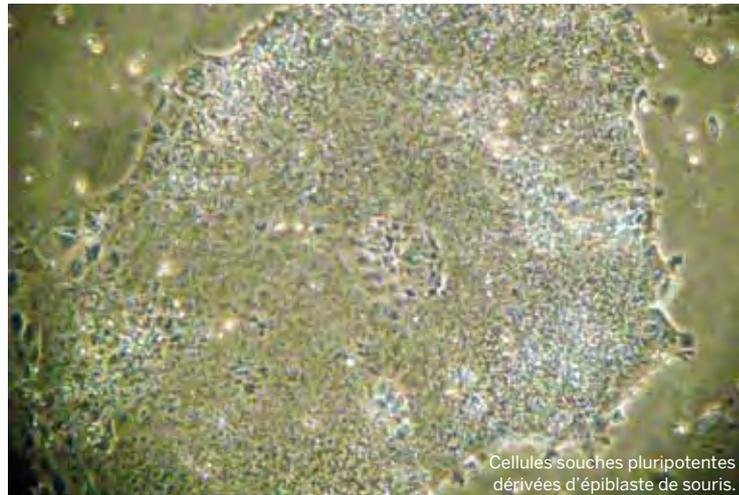


## De l'origine des plantes

Près de 10 000 gènes ancestraux sont à l'origine des plantes modernes. Une équipe de recherche de l'Inra a ainsi proposé un modèle de mécanisme évolutif guidant l'apparition de nouvelles espèces végétales ainsi que leur adaptation à leur environnement. Ces connaissances permettent d'identifier avec précision les régions qui portent des gènes ayant une origine commune au sein des génomes de riz, maïs, sorgho, pommier. Ces travaux ouvrent sur une meilleure compréhension de l'évolution des espèces sur plus de 150 millions d'années. Ils permettent également de rechercher de façon plus efficace les gènes impliqués dans les caractères d'intérêt agronomique dans les espèces dont le génome n'est pas encore séquencé, le blé par exemple, et d'en étudier la fonction permettant une meilleure exploitation en amélioration variétale.

## Les limites de la plasticité du génome animal

Par transfert de noyau, on peut reprogrammer le génome d'une cellule différenciée vers un état pluripotent. Jusqu'à présent, il avait été montré que cette reprogrammation était fidèle quand les cellules souches sont issues d'embryons clonés. Une équipe a montré plus précisément qu'elle devient anormale quand les cellules souches proviennent de l'épiblaste, un feuillet cellulaire d'un stade embryonnaire un peu plus tardif. Ces expériences de reprogrammation nucléaire par clonage mettent bien en évidence la plasticité du génome mais aussi ses limites. Ces résultats posent la question de la capacité de reprogrammation de nouvelles cellules souches pluripotentes induites (iPS). Le transfert nucléaire apparaît comme un modèle intéressant pour tester la capacité à se reprogrammer en cellule souche.



Cellules souches pluripotentes dérivées d'épiblaste de souris.

## Mieux comprendre la biosynthèse des anthocyanes

Pour la première fois, un gène de biosynthèse des anthocyanes a été caractérisé. Identifié et caractérisé chez le raisin, ce gène constitue un progrès majeur pour la compréhension de la régulation de cette voie de biosynthèse, ce qui est fondamental compte tenu de l'importance de ces pigments dans la qualité des vins. C'est également une voie pour l'utilisation des pigments anthocyaniques comme colorants alimentaires naturels.

## Une future céréale modèle

Les travaux menés en collaboration avec le synchrotron Soleil ont permis de mieux caractériser *Brachypodium distachyon*, potentielle céréale modèle pour l'étude des mécanismes de synthèse et d'assemblage des biopolymères dans les grains de blé. Par sa composition en protéines de réserve, le grain de *B. distachyon* est proche du grain de riz et par sa richesse en bêta-glucanes, il s'apparente davantage aux grains d'avoine et d'orge. Sa teneur en arabinoxylanes est, quant à elle, comparable à celle du grain de blé. *B. distachyon* constitue donc un bon modèle pour aborder la régulation des formes d'accumulation des biopolymères dans les grains de céréales.

## Espèces allopolyploïdes et régulation de la recombinaison

La plupart des espèces cultivées telles que le colza, le blé ou le tabac sont allopolyploïdes. C'est-à-dire que dans leurs cellules se juxtaposent plusieurs jeux de chromosomes issus des espèces parentales (ou progénitrices). Il est désormais

démonstré que la polyploidie est un mécanisme important de spéciation et joue un rôle clé dans l'évolution des espèces végétales et leur diversification. Cela a conduit à rechercher les modifications structurales et fonctionnelles qui se mettent en place lors de la spéciation. Les régulations structurales et fonctionnelles, différentes selon les espèces allopolyploïdes,

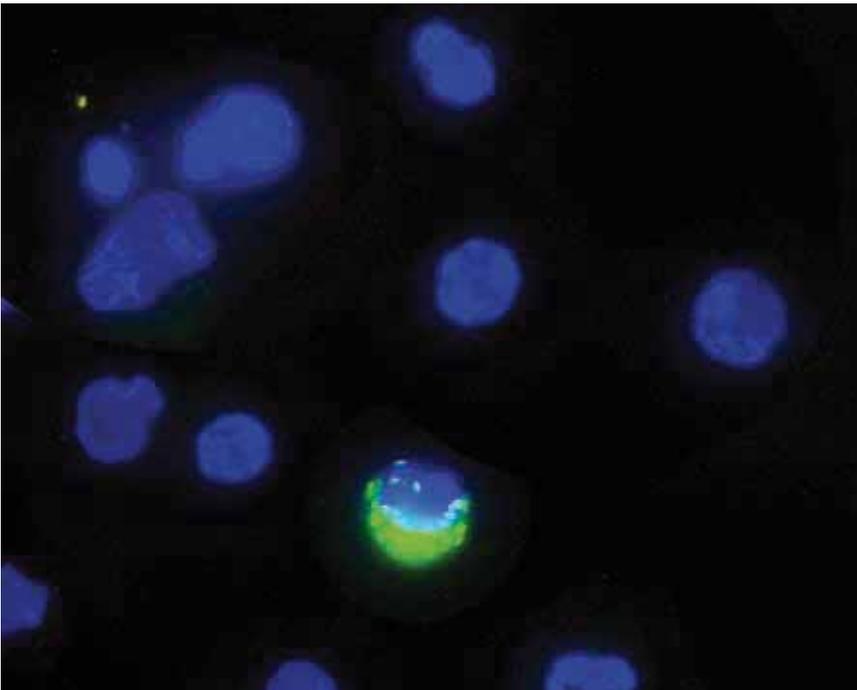
se produisent dès l'hybridation entre leurs espèces progénitrices. Par ailleurs, la recombinaison entre les chromosomes homologues (de la même espèce progénitrice) et homéologues (de deux espèces progénitrices différentes) dépend des espèces analysées et peut être modulée. L'ensemble de ces données sont à exploiter pour élargir la base génétique des blés et des colzas cultivés.

© AM. Tanguy/Inra



Cellule de blé durant la méiose.

© Drouet et L. Lantier / Inra



Cellule Natural Killer ovine avec leurs granules de cytotoxine (vert) au milieu des lymphocytes divers.

## Première caractérisation des cellules Natural Killer ovines

Les cellules Natural Killer pourraient donc être parmi les tout premiers acteurs de la réponse immune de la muqueuse intestinale lors d'infections néonatales. Pour la première fois, elles ont été caractérisées chez un petit ruminant et les sous-populations ont été étudiées au niveau de la muqueuse intestinale. L'identification formelle de ces cellules chez les ovins, fortement attendue par la communauté scientifique vétérinaire, ouvre la voie à la caractérisation fonctionnelle de ces cellules importantes de l'immunité innée dans diverses pathologies émergentes. Au niveau européen, avec l'adhésion de l'équipe écossaise de G. Entrican du Moredun Institute à notre projet sur l'immunité innée intestinale des ovins, cela devrait déboucher avec les partenaires norvégiens sur un réseau européen leader de cette thématique.

## Pour des fruits sans cutine

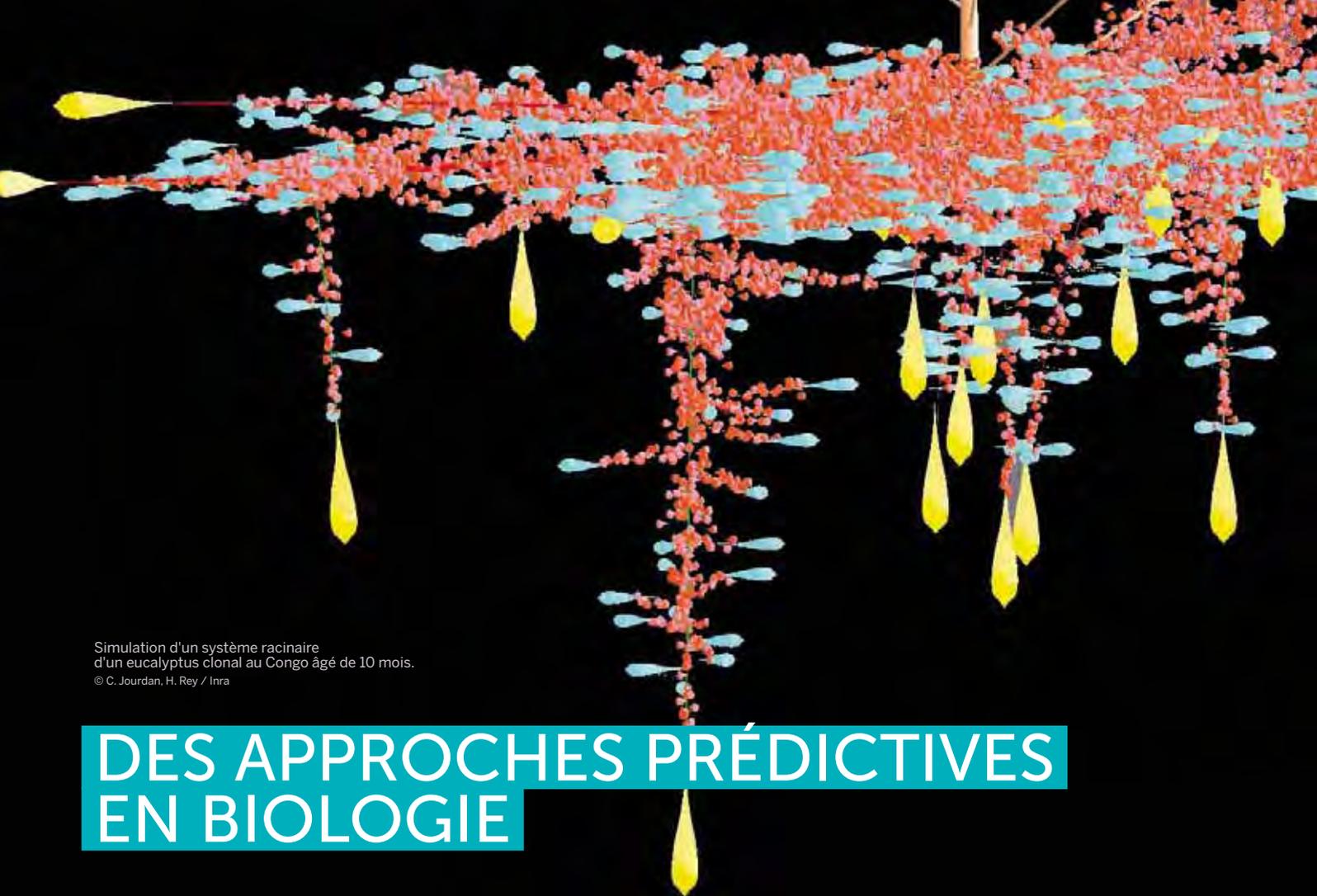
L'étude de la formation de la cutine (présente à la surface des végétaux) a abouti à l'identification d'une enzyme essentielle pour la polymérisation, la GDSL-lipase. Les plants de tomates où cette enzyme ne s'exprime pratiquement plus présentent des fruits plus brillants avec une "peau" dix fois moins épaisse. Autant de qualités recherchées par les consommateurs et l'industrie où les résidus de cutine représentent des déchets importants.

## Constance et diversité des chromosomes bactériens

Deux notions importantes ont été ajoutées à la connaissance du génome des bactéries. D'abord, le "génom-cœur" dont la séquence est très conservée au sein des différentes souches de chaque espèce bactérienne présente de petits motifs d'ADN qui organisent ce génome, lui donnant cohésion, structuration et organisation spatiale. Ensuite, le "génom-accessoire" constitué de grandes régions variables contient toute une microdiversité, jusque-là insoupçonnée, de petites séquences variables au sein des gènes.

## Les apports de la métabolomique pour la qualité des fruits

La variabilité de la composition du melon a été mise en évidence en associant cinq approches du métabolome par spectrométrie de RMN et de masse et en y intégrant les profils d'éléments minéraux. L'analyse combinée d'environ 2000 signatures métaboliques, acquises dans le cadre du projet européen Meta-Phor, a permis d'identifier des métabolites candidats pour le criblage à haut débit de populations pour des programmes d'amélioration génétique ciblés visant à améliorer la qualité nutritionnelle et organoleptique du fruit.



Simulation d'un système racinaire d'un eucalyptus clonal au Congo âgé de 10 mois.  
© C. Jourdan, H. Rey / Inra

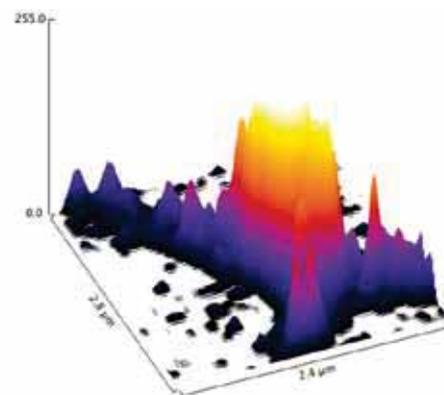
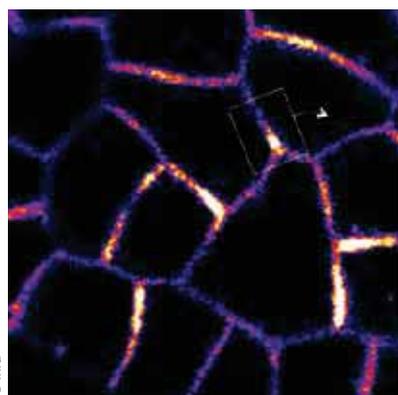
# DES APPROCHES PRÉDICTIVES EN BIOLOGIE

Les approches prédictives en biologie se situent au carrefour de la biologie intégrative et de la modélisation. La première fait le lien entre des recherches sur la molécule et celles sur les populations. La deuxième permet de modéliser des phénomènes complexes. Le développement de ces approches renforce le développement de la biologie intégrative, contribution originale de l'Institut aux sciences du vivant, et de plus accroît les capacités de recherche sur des systèmes d'intérêt agronomique.

## Une formation d'organe très mécanique

La protéine PIN1, en générant des gradients de l'hormone auxine, joue un rôle clé dans la formation des organes aériens des plantes. En utilisant une approche intégrant biophysique et modélisation, les chercheurs de l'ENS de Lyon et de l'Inra ont montré que le comportement de PIN1 pouvait être sous contrôle mécanique, révélant ainsi un rôle majeur des forces physiques dans la construction des plantes. Dans des travaux précédemment publiés, il a été proposé que PIN1 est polarisé de façon à amplifier les différentiels d'auxine : une cellule A serait capable de mesurer la concentration en auxine chez ses voisines et de polariser PIN1 afin d'évacuer l'auxine vers la cellule la plus riche en auxine. Ces travaux montrent qu'une cellule donnée est capable de lire la concentration en auxine chez sa voisine en mesurant la tension dans ses propres membranes. Ces résultats poussent à ne plus considérer le développement sous le contrôle strict de la génétique, mais plutôt comme un processus à plusieurs niveaux qui interagissent entre eux. Les modèles informatiques permettent cette intégration multiéchelle, et ont également une valeur prédictive. Les modèles de plantes virtuelles devraient ainsi permettre de prévoir les qualités de développement et donc agronomiques des plantes cultivées.

Contraintes mécaniques dans le méristème prédit par modélisation informatique.



## Automatiser l'analyse des phénotypes



Automate PhenoArch à Montpellier.

La sélection génomique permet d'identifier *in silico* des allèles de gènes favorables par exemple pour la tolérance à la sécheresse chez les plantes. Cela demande que des liens robustes soient établis entre ces allèles de gènes et les caractéristiques de tolérance, fondés sur l'analyse des génotypes et des phénotypes de grandes collections de plantes. La plateforme PhenoArch de l'Inra permet l'analyse phénotypique automatisée de 1650 plantes sous des conditions environnementales finement mesurées, avec des mesures d'architecture, de surface foliaire, de biomasse, de transpiration et d'efficacité de l'eau. La modélisation permet d'associer ces caractéristiques à des allèles par génétique d'association. Elle est également un outil essentiel pour identifier des caractères de sensibilité qui peuvent être ensuite analysés génétiquement.



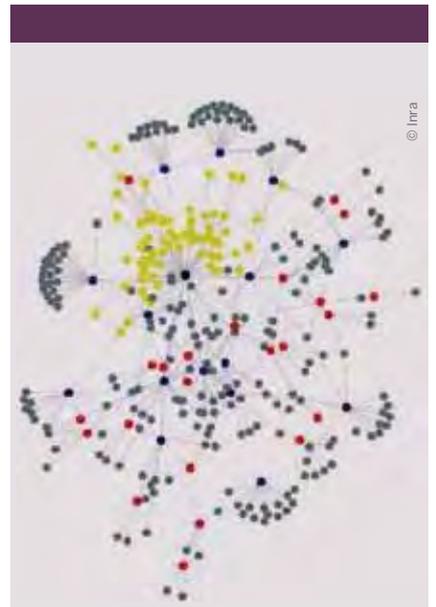
Carte physique haute densité (1546 SNPs).

## Construire et assembler des cartes chromosomiques

Alors que de nombreux projets de séquençage de génomes d'animaux d'élevage arrivent à leur terme (vache, porc, mouton, chèvre), le processus d'assemblage des séquences chromosomiques a souligné l'importance des cartes chromosomiques de résolution intermédiaire. Les chercheurs de l'Inra ont contribué de manière significative à la construction et à la validation des assemblages des génomes du porc et du mouton. Ils ont en effet récemment mis en place des méthodes permettant d'ordonner un très grand nombre de marqueurs tout en fournissant des mesures d'incertitudes de cartes qui se sont révélées d'une grande utilité pour la construction de cartes très haute densité, exploitant des puces SNP de plus de 50 000 marqueurs disponibles pour ces espèces, et pour l'identification de régions problématiques de l'assemblage. Forte de ces résultats, l'équipe a été sollicitée pour participer à la construction de cartes de haute densité chez la chèvre, le buffle, la truite et le tatou.

## L'Inra consacré au challenge DREAM

Une équipe de l'Inra a remporté la partie "Systems Genetics" du challenge international DREAM (Dialogue on Reverse Engineering Assessment Methods). Il s'agissait d'inférer des réseaux géniques causaux à partir de données simulées mises à disposition des concurrents. Organisé tous les ans depuis 5 ans sur le thème des réseaux biologiques par IBM, les universités de Harvard et de Columbia (États-Unis), DREAM catalyse les interactions entre biologistes et informaticiens ou mathématiciens.



## Du motif au réseau biologique

Une collaboration entre l'Inria et l'Inra a permis, d'une part de développer des méthodes statistiques pour analyser la composition d'un réseau biologique en motifs et, d'autre part de proposer des modèles de graphes aléatoires adaptés aux réseaux biologiques. Les outils statistiques développés vont permettre de rechercher les motifs significatifs dans différents types de réseaux biologiques (interactions entre protéines ou chemins métaboliques) afin d'en améliorer la compréhension.

## La mécanique des fluides s'invite dans l'expression des gènes

La prise en compte des déformations et mouvements cellulaires, grâce à la mécanique des fluides, permet de quantifier la dynamique d'expression des gènes dans des tissus en croissance. Cette méthode originale permet de démêler les aspects temporels et positionnels du contrôle de l'expression des gènes dans un organe en développement. Cette analyse combine des techniques de PCR quantitative et d'imagerie *in vivo* de champs vélocimétriques sur la zone apicale d'une racine.



© W. Beaurainet

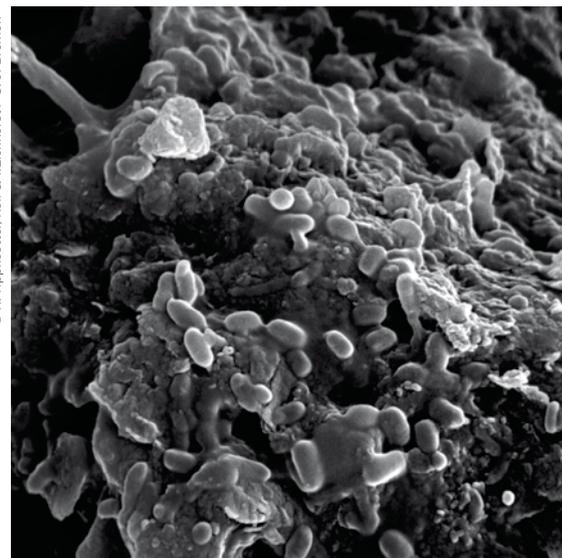
L'agroécologie résulte de la fertilisation croisée entre l'agronomie et l'écologie. Elle permettra de mieux comprendre les interactions entre l'agriculture, l'élevage, la sylviculture et les services des écosystèmes et de savoir comment les piloter pour la durabilité des systèmes de production.

## Cartographie nationale des communautés microbiennes du sol

Dans quelle mesure le maintien de la biodiversité d'un sol est-elle corrélée avec le bon fonctionnement d'un agroécosystème ? Pour le savoir, il faut d'abord connaître l'évolution de la diversité microbienne des sols. La cartographie de cette diversité a été développée en utilisant les échantillons du réseau

de qualité des sols mis en place depuis 2002. Les communautés microbiennes à l'échelle du territoire français ont été caractérisées par des outils de biologie moléculaire. Il apparaît par exemple que les paramètres locaux (type de sol, usage du sol), influencent plus fortement que les paramètres globaux (climat, géomorphologie), la distribution et donc le déterminisme de l'abondance et de la diversité des communautés bactériennes telluriques.

Ce projet a permis d'alimenter le premier référentiel sur la biodiversité microbienne des sols, au sein de la plateforme Geno-Sol qui doit, à terme, permettre la mise au point de bioindicateurs de la qualité des sols, fiables et opérationnels pour



© R. Tippkötter, Rolf & T. Eickhorst / U. of Bremen

Colonie de bactéries dans de l'humus vue au microscope électronique à balayage.

les exploitants agricoles. Les perspectives sont de coupler ces mesures avec celles du fonctionnement biologique des sols afin de faire le lien générique entre la diversité microbienne tellurique et les services écosystémiques fournis par les sols.



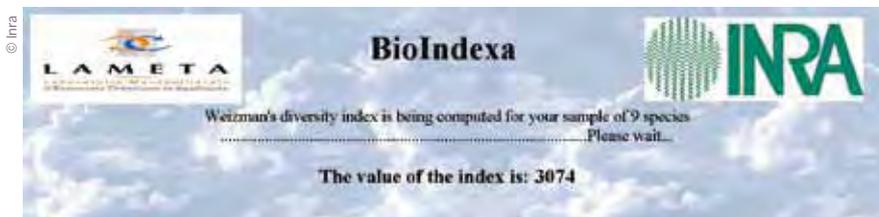
Nid de Vanneau dans le marais poitevin.

## Piloter les politiques de conservation

Comment concilier production et conservation de la biodiversité dans une prairie ? Cet agroécosystème manque de données sur les effets des divers usages agricoles sur la biodiversité. Différents modèles ont permis de formaliser à trois échelles spatiales emboîtées (parcelle, exploitation, paysage) les interactions entre les pratiques de pâturage et de fauche et les dynamiques écologiques de deux espèces d'oiseaux prairiaux. Leur originalité méthodologique est de s'appuyer sur la théorie du contrôle viable. Celui-ci offre un cadre d'évaluation multicritère sans hiérarchie *a priori* entre les critères, et où chacun d'entre eux est exprimé dans son unité de grandeur ; on évite ainsi la monétarisation de la biodiversité. Du point de vue de la gestion, ces résultats invitent à reconsidérer les mesures agroenvironnementales actuelles définies sur une base annuelle et parcellaire et à prendre en compte l'hétérogénéité des paysages qui apparaissent comme un levier majeur de la conciliation entre production et conservation.

## Plus de limite à la mesure de la biodiversité

L'indice de biodiversité de Weitzman présente des propriétés théoriques intéressantes. Mais, sa portée pratique est fortement limitée par le nombre de calculs intermédiaires nécessaires à l'obtention du résultat final. Un algorithme et BioIndexa, un calculateur associé, contournent cette limitation pour estimer l'indice de biodiversité de Weitzman sans limite connue. Des essais ont été réalisés sur des échantillons comportant jusqu'à 1 000 espèces. Sur un ordinateur personnel, la procédure a pu mener à son terme le calcul, au bout de 6 jours. C'est actuellement le seul calculateur au monde qui permet de dépasser la barre des 30 espèces. BioIndexa est disponible sur une page web dédiée aux indicateurs de diversité et sur Internet via un accès restreint.



## Comment stabiliser un sol en pente ?

Ce projet, en collaboration avec le Cirad, a pour but de déterminer les meilleures stratégies de gestion des sites subalpins fragilisés par les glissements de terrain en France et de lutte contre l'érosion dans le Yunnan et le Shaanxi (Chine). L'architecture racinaire et les propriétés mécaniques des systèmes racinaires d'espèces locales potentiellement efficaces pour stabiliser les pentes instables ont été étudiées et rentrées dans une base de données. Cela a permis le développement des outils d'analyse numérique de stabilité des pentes qui permettent de mieux comprendre les mécanismes locaux de renforcement du sol par les racines et d'identifier en particulier les traits racinaires d'importance.



© W. Beaucardet

## Modéliser le parcours de l'azote dans la plante

Le modèle NEMA a été développé pour simuler l'acquisition et la distribution de l'azote dans le cadre d'une représentation botanique réaliste des plantes. Un élément novateur a été, pour cela, de quantifier un pool d'azote mobile dans la plante régulant la synthèse de protéines photosynthétiques, le remplissage des grains, l'activité racinaire. Ce travail constitue une avancée dans la mise au point de modèles intégratifs de plantes et ouvre des perspectives pour le phénotypage et la simulation de peuplements végétaux complexes.



# POUR DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES SAINS ET DURABLES

Le marché aux légumes de Rungis en 2010.

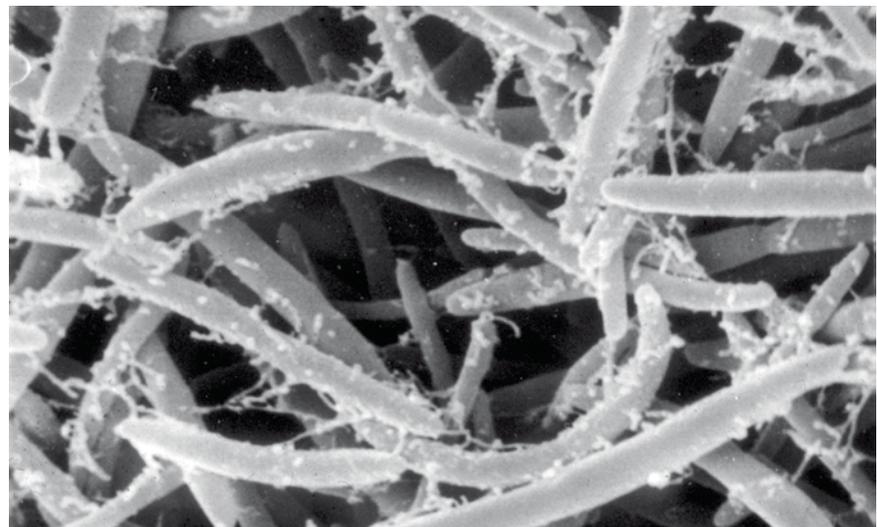
© Marché International de Rungis

**A**u XXI<sup>e</sup> siècle, la recherche devra faire évoluer les systèmes alimentaires pour répondre à un défi d'une ampleur sans précédent : traiter, à l'échelle de la planète, de la question de la sécurité nutritionnelle (en lien avec les maladies chroniques) tout en veillant aux bilans environnemental et social des modes de production. En effet, la durabilité de la production est mise en question par les changements climatique, démographique et la baisse de disponibilité des matières premières et de l'énergie.

## Nos bactéries intestinales dévoilent leurs secrets génétiques

Grâce au projet européen MetaHIT, qui permet de mettre en commun les ressources et l'expertise requises par l'ampleur des connaissances à analyser, les chercheurs ont pour la première fois séquencé l'ensemble des gènes des bactéries (ou métagénome) hébergées par le tube digestif humain. Contrairement au génome humain, le contenu génomique de ces communautés bactériennes était jusqu'à ce jour largement inconnu. Et pour cause : vivant sans oxygène, à l'abri de nos intestins, dans un environnement difficile à caractériser et à reproduire, la plupart des bactéries ne peuvent pas être cultivées en laboratoire. Ce métagénome comporte 150 fois plus de gènes que le génome humain et l'analyse plus fine a permis de déduire que les gènes séquencés proviennent d'un millier d'espèces bactériennes intestinales. Au moins 170 de ces espèces sont abritées par chaque individu dont plus de 40% sont présentes chez plus d'un individu sur deux. Au-delà de cette description, l'étude ouvre la voie à la recherche des différences dans la composition bactérienne des flores intestinales entre les individus sains et malades. À plus long terme, ces recherches devraient permettre de proposer des alimentations favorables ou un meilleur traitement des maladies dans lesquelles les microorganismes intestinaux jouent un rôle.

Colonies de bactéries sur les villosités du tube digestif.



© Inra, C.D. Abrams



© A. Besse

## Comprendre l'allergie au lait chez les nourrissons

L'allergie au lait est une pathologie qui touche principalement les jeunes enfants suite à ses premiers contacts avec des protéines non humaines. Ils sont majoritairement allergiques aux caséines. Cette recrudescence est surprenante car ces protéines peu structurées devraient donc être fortement dégradées au cours de la digestion. L'augmentation de l'intensité des traitements thermiques appliqués lors de la fabrication de formules infantiles est une hypothèse permettant d'expliquer la résistance des caséines à la digestion. Les traitements thermiques conduisent à la formation d'agrégats protéiques dont la résistance à la digestion serait supérieure à celle des protéines natives dont ils sont issus.



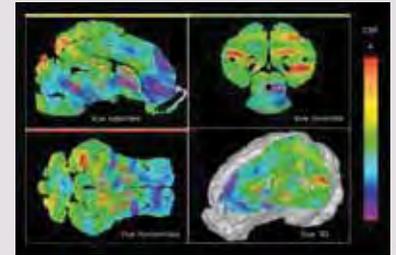
© C. Maître / Inra

## Les politiques nutritionnelles sont-elles efficaces ?

Information, recommandations, éducation... les actions publiques dans le domaine de l'alimentation enregistrent quelques succès, mais n'ont pas permis de limiter significativement la montée de certaines pathologies comme l'obésité. Cette étude permet de faire une évaluation *ex ante* de l'intérêt de politiques publiques utilisant les instruments économiques que sont les prix ou les revenus. Une taxation ciblée des produits type "junk food" permettrait de diminuer significativement l'obésité infantile. Une politique de bons d'achat pour des fruits présente un ratio coût-efficacité supérieur à celui d'une politique de prix.

## Le cerveau du porc en 3D

Le porc est un animal d'étude modèle pour la compréhension des comportements alimentaires chez l'homme. Construit sur la base de données d'imagerie par résonance magnétique haute résolution et d'histologie en 3D, des atlas sont à disposition de la communauté internationale de neurophysiologistes. Ils permettent d'identifier par l'imagerie fonctionnelle les structures cérébrales sollicitées lors des choix alimentaires et de réaliser des interventions en neurochirurgie guidées par l'image.



© Inra

## De la leucine au menu contre le vieillissement

Une supplémentation chronique en leucine chez le vieux rat prévient la perte de masse musculaire sans induire une intolérance au glucose. Elle améliore au contraire le transport du glucose dans le muscle. Ces données permettront d'envisager des stratégies nutritionnelles adaptées au cours de l'âge pour prévenir la perte de masse musculaire sans induire d'effet délétère sur le contrôle glycémique du sujet âgé.

## Quand les bactéries aiment l'hème

Deux nouvelles stratégies utilisées par les bactéries pour capter et utiliser l'hème, molécule cyclique source de fer mais toxique, ont été découvertes. Ont notamment été mis en évidence une protéine bactérienne fixatrice d'hème qui en facilite sa biodisponibilité et un système d'efflux de l'hème pour éviter sa toxicité. La compréhension de l'acquisition et de l'utilisation de l'hème par les bactéries permet d'envisager des moyens originaux pour contrôler leur virulence ou au contraire faciliter leur établissement dans la flore intestinale.

## Mieux voir le gras

La matière grasse intramusculaire joue un rôle important dans la qualité de la viande. Une approche originale, fondée sur l'IRM pondérée en diffusion, a été développée pour imager la distribution du gras dans le muscle avec une grande résolution spatiale. Cette méthode générique pourra être appliquée chaque fois que la connaissance de la répartition des lipides dans un produit alimentaire est nécessaire pour optimiser un procédé (cuisson, salaison) ou une voie d'élaboration par assemblage.

## *E. coli* s'attaque à notre intestin

*Escherichia coli* est une bactérie qui vit pacifiquement dans notre tube digestif. Une équipe de recherche de l'Inra, associée à l'École nationale vétérinaire de Toulouse et à un centre hospitalier universitaire, a montré que certaines souches de *E. coli* produisent une substance toxique pour l'ADN des cellules épithéliales du côlon. Cette toxine provoque des mutations et altère le nombre et la structure des chromosomes, conduisant à la transformation maligne des cellules.

## Très longue chaîne et grand rôle

Une étude évalue les conséquences physiologiques d'une modification génétique du métabolisme des acides gras à très longue chaîne chez la souris. Ces travaux ont permis la mise en évidence de nouvelles fonctions biologiques de ces molécules. Les chercheurs ont ainsi montré que l'inactivation du gène de l'élongase 3, enzyme impliquée dans la biosynthèse de ces acides gras à longue chaîne, prévient l'obésité induite expérimentalement.



© Studio DER - Fotolia.com

## Le jus d'orange est bon pour les artères

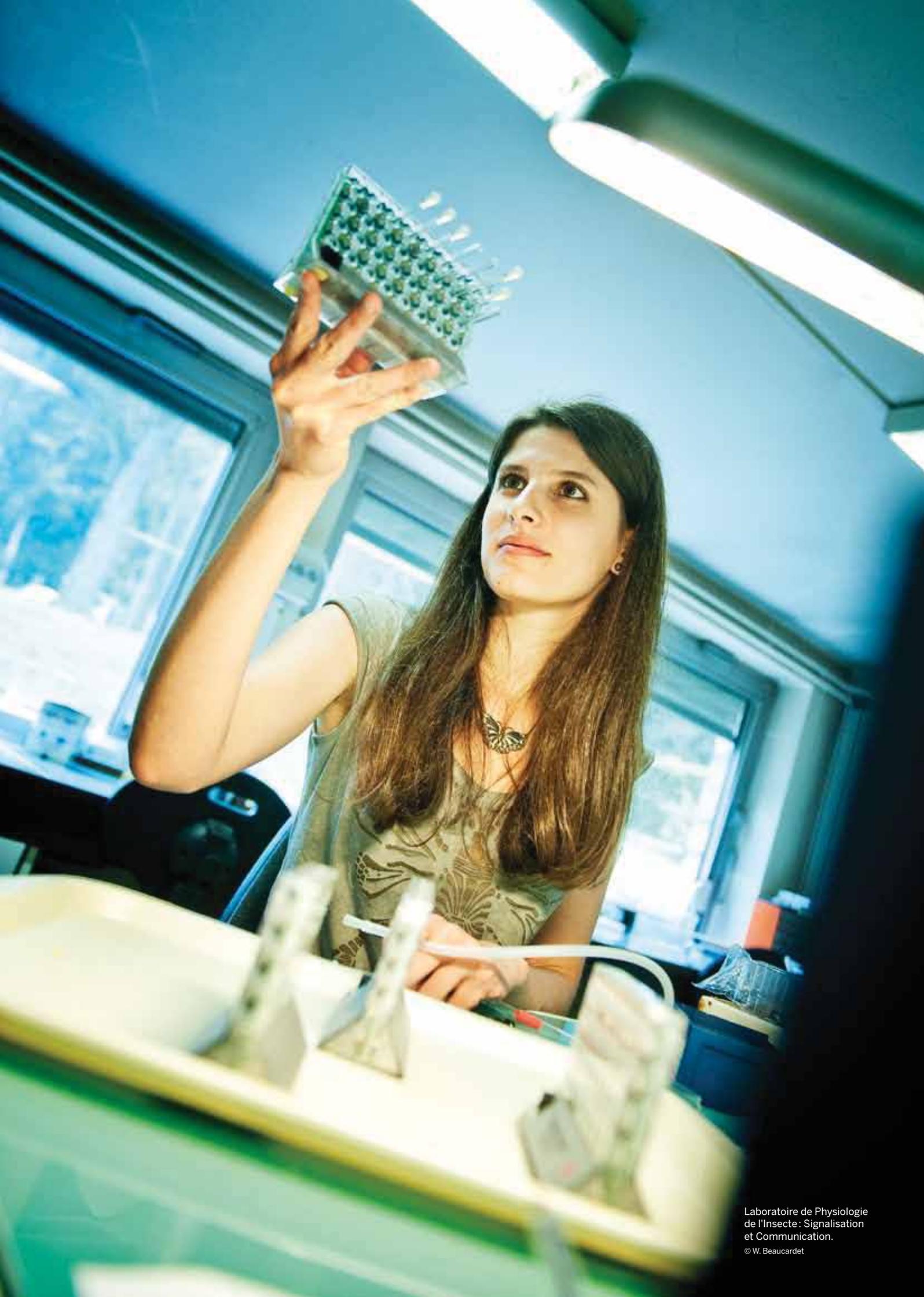
L'étude a mis en évidence un effet positif de la consommation de jus d'orange sur la fonction endothéliale et sur la pression artérielle diastolique. Cela est également obtenu par la consommation d'héspéridine purifiée, le principal polyphénol présent dans le jus d'orange, ce qui suggère que celui-ci pourrait être directement impliqué dans ces effets bénéfiques. Des recherches cliniques approfondies seraient nécessaires pour déterminer les teneurs minimales et maximales d'héspéridine dans le jus permettant d'atteindre les effets décrits dans cette étude. L'établissement de "niveaux efficaces" d'héspéridine dans le jus d'orange pourrait alors conduire à des recommandations en termes de portions quotidiennes de jus d'orange, voire de fruits entiers.



© F. Grifard

## L'aide à la décision intègre l'argumentation

Faut-il privilégier le pain complet ? Différents arguments s'opposent sur ce point : ce type de pain présente un intérêt nutritionnel car il contient plus de fibres stockées dans les couches externes du grain de blé mais ces couches concentrent aussi plus de produits phytosanitaires. Il offre un meilleur sentiment de satiété mais avec des propriétés organoleptiques et des ventes en retrait... Un partenariat entre l'Inra et l'Inria a permis de développer une méthode générique fondée sur l'argumentation pour appuyer la décision dans les filières agroalimentaires. L'approche proposée est novatrice à la fois sur le plan théorique et sur le plan applicatif. Elle peut aider à la résolution des verrous essentiels liés à l'arbitrage au sein des filières, tels que l'analyse des enjeux, des conséquences d'une décision et l'explication d'un processus ayant mené à la décision.





# 3 | MISSIONS ET PARTENARIATS

CONSOLIDER LE SYSTÈME FRANÇAIS DE RECHERCHE ET D'ENSEIGNEMENT	40
ANTICIPER, ÉCLAIRER, ÉCHANGER	42
SE MOBILISER AUTOUR DES GRANDS ENJEUX	44
STRUCTURER ET VALORISER NOS ACTIONS DANS LES TERRITOIRES	46
OUVRIR L'INRA À L'INTERNATIONAL	48
RENFORCER L'INNOVATION ET LE PARTENARIAT AVEC LES ENTREPRISES	51
DÉVELOPPER LES PARTENARIATS AVEC LE MONDE AGRICOLE	53
AMÉLIORER L'ATTRACTIVITÉ ET MODERNISER LA GESTION	55

# CONSOLIDER LE SYSTÈME FRANÇAIS DE RECHERCHE ET D'ENSEIGNEMENT



Unité Micalis.  
© W. Beaucardet

**112**

unités mixtes  
de recherche

**60**

unités propres  
de recherche

**49**

unités  
expérimentales

**41**

unités  
sous contrat

Le paysage français de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation s'est recomposé en profondeur sous l'impulsion des pouvoirs publics. L'Inra, confirmé dans sa mission d'organisme national pour la recherche agronomique et en accord avec la stratégie nationale de recherche et d'innovation, a développé les partenariats académiques, fondés sur une collaboration renforcée avec les universités, les organismes de recherche et avec l'enseignement supérieur agronomique et vétérinaire.

## Un lien fort avec les écoles doctorales



Les écoles doctorales ont été créées afin de garantir la qualité de l'encadrement des doctorants, de proposer des formations utiles à leurs projets de recherche et à leur insertion professionnelle dans les métiers de la recherche et de l'enseignement supérieur, de la stratégie et de l'innovation dans les entreprises. L'association de l'Inra à

sept écoles doctorales ciblées\* porte non seulement sur l'offre de contrats de thèse particuliers (Contrat Jeune Scientifique) mais aussi sur la construction de nouvelles formations spécifiques en agronomie. En 2010, avec l'école doctorale de Nancy, l'European Forest Institute, les chercheurs de l'Inra ont organisé la formation scientifique "International Forestry and Global Issues" sur des questions spécifiques liées à la gestion internationale des forêts et les enjeux globaux y afférents. Des intervenants de plusieurs pays ont permis aux doctorants et jeunes chercheurs de toutes les disciplines travaillant sur la forêt d'élargir leur vision aux enjeux globaux. Sur ce modèle, les chercheurs Inra des centres de Toulouse, Montpellier, Jouy-en-Josas ont travaillé en 2010, à la mise au point de quatre nouvelles formations qui seront proposées aux doctorants et jeunes chercheurs en 2011. Les sujets traités sont variés mais tous au centre des préoccupations de l'Inra : bioraffinerie, biologie intégrative, agroécologie et transport membranaire de l'eau dans les plantes.

\**Vie, agro, santé (VAS) à Rennes; Agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé (Abies) et Frontières du vivant (FdV) à Paris; Sciences du végétal (SdV) à Orsay; Ressources, procédés, produits, environnements (RP2E) à Nancy; Sciences écologiques, vétérinaires, agronomiques, bioingénieries (Sevab); Systèmes intégrés en biologie, agronomie, géosciences, hydrosociences, environnement (Sibaghe) à Montpellier.*

## Les alliances au cœur de la stratégie de l'Inra

Pour le ministère chargé de la recherche, la construction des alliances sur les domaines prioritaires de la SNRI, alimentation, environnement, technologie de l'information, répond à un besoin de coordination à l'échelle nationale entre les principaux opérateurs de la politique de recherche et d'innovation. Dans cette optique, l'Inra est fortement impliqué dans Allenvi. Au sein d'Aviesan portant sur les sciences de la vie et de la santé, l'Inra anime conjointement avec l'Inserm l'institut thématique multiorganisme "Circulation, métabolisme et nutrition". Au sein de l'alliance Ancre, dédiée à la recherche sur les énergies, l'Inra pilote avec l'IFP le groupe programmatique "Énergies issues de la biomasse". L'Inra est enfin un partenaire associé dans les alliances Allistene (technologie numérique) et Athena (sciences humaines et sociales).

## Montée en puissance d'Agreenium

L'Inra participe à la montée en puissance d'Agreenium, établissement public de coopération scientifique dont la direction est désormais en place. L'année 2010 a vu la parution d'un Livre blanc sur la nécessaire amélioration de la visibilité, de la lisibilité et de l'attractivité internationale du dispositif français d'enseignement supérieur et de recherche agronomique issu des réflexions internes et avec les partenaires sous la houlette du Conseil d'orientation stratégique. Ces réflexions ont nourri la production du plan d'action stratégique pour la période 2011-2013.



© W. Beaucardet

## Création d'Allenvi

Garantir la sécurité alimentaire et l'accès à l'eau, faire face au réchauffement climatique, préserver les territoires... L'Alliance nationale de recherche pour l'Environnement (Allenvi) répond à un impératif : relever ces défis environnementaux actuels en favorisant le développement économique et social par la réunion des compétences, savoirs et technologies disponibles. Créée le 9 février 2010 à l'initiative de la ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, cette alliance regroupe l'Inra et onze autres membres fondateurs, opérateurs majeurs de la recherche nationale dans des domaines diversifiés et complémentaires couvrant l'ensemble des enjeux scientifiques, économiques et sociaux de l'environnement. Afin d'apporter leurs compléments d'expertise, quinze membres associés les ont rejoints. Au total, ce sont donc 27 acteurs, réunissant 1500 chercheurs, ingénieurs et techniciens, qui s'organisent pour relever les défis de la transition écologique vers une "croissance verte" par une approche pluridisciplinaire. Cette finalité se décline en quatre objectifs : faire jouer un rôle central à la recherche fondamentale et finalisée, développer une approche transversale, intégrant très largement sciences expérimentales et sciences humaines et sociales, promouvoir une société innovante et ouverte à l'économie et enfin maîtriser les risques environnementaux et renforcer la sécurité.

## Ancre s'organise

En mai 2010, l'ANR et l'Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie (Ancre) ont signé un accord de coordination destiné à harmoniser, à l'échelle nationale, les démarches et les réflexions pour l'élaboration des futurs programmes de recherche sur l'énergie. L'Ancre, dont l'Inra est un membre associé, a, de son côté, mis en place neuf groupes programmatiques. Leurs buts : réaliser un état des lieux de la recherche publique française sur l'énergie, en analyser les forces et faiblesses et opérer une première sélection de programmes prioritaires à soumettre aux agences de financement.

## Investir pour les doctorants

En 2008 et 2009, l'Inra a lancé un programme ciblé et stratégique d'association avec sept écoles doctorales. L'effort financier de l'Inra pour 2010 s'élève à près d'1 M€, dont plus de 90 % sous la forme de contrats jeunes scientifiques (CJS). Ces contrats à durée déterminée de droit public intègrent non seulement la période de la préparation de la thèse mais aussi deux années de "post-doc" à l'étranger. Les candidats ont tous été sélectionnés sur concours par des jurys des écoles doctorales, concours où ils se placent souvent parmi les cinq premiers du classement.

## Une mobilisation avec les partenaires pour candidater aux investissements d'avenir

Au cours de l'année 2010, l'Inra s'est particulièrement investi dans la préparation des réponses à la première vague des appels d'offres dans le cadre des investissements d'avenir, en partenariat étroit avec les universités et les entreprises, selon quatre orientations majeures (biotechnologies vertes, biotechnologies blanches, alimentation-santé et forêt et environnement) et de manière transversale en sciences humaines et sociales.



Visite de l'OPEGST à Versailles.  
© B. Nicolas / Inra

## ANTICIPER, ÉCLAIRER, ÉCHANGER

Les problématiques d'environnement et d'alimentation se situent désormais dans un contexte mondialisé, marqué par de fortes incertitudes. Chercheurs, pouvoirs publics et acteurs économiques doivent prendre en compte cette nouvelle donne. L'Inra, en tant qu'institut public de recherche finalisée, doit éclairer et décrypter ces problématiques par des analyses synthétiques, pour ses propres orientations, pour répondre aux attentes des décideurs nationaux et internationaux, et pour contribuer au dialogue ouvert entre la recherche et une société civile à la fois inquiète sur les avancées de la science, mais aussi en attente de connaissances et d'innovations.

### Consolidation de l'expertise et de la prospective

Afin de renforcer les activités d'appui aux politiques publiques et d'interface Science-Société à l'Inra, une nouvelle Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospective et aux études (DEPE) a été créée en juin 2010. Ses missions : éclairer la décision publique, contribuer au débat public, formuler de nouvelles questions de recherche en environnement, agriculture et alimentation. En 2010, de nombreux résultats issus des prospectives, des études et des expertises collectives mais également des ateliers de réflexion prospective (ARP) sous la coordination de l'Inra ont été publiés :

.....> **ARP Adage "Quelles recherches pour adapter l'agriculture et les écosystèmes anthropisés au changement climatique ?"** coordonné par l'Inra, dans le cadre d'un appel à projets de l'ANR, cet atelier a abouti à des propositions concrètes à destination de l'ANR en matière de programmation scientifique.

.....> **ARP Vega sur les "Usages non alimentaires de la biomasse végétale à l'horizon 2050"**. Il a exploré les usages futurs possibles de la biomasse végétale pour l'énergie et la chimie dans quatre scénarios, selon la part de la biomasse et le contexte économique. Les conclusions de ces scénarios pointent de fortes tensions sur les usages des terres.

.....> **La prospective Endure sur la protection des cultures en Europe en 2030.** Menée dans le cadre du réseau scientifique européen d'excellence éponyme visant à rendre les systèmes agricoles moins dépendants des pesticides, cette prospective a notamment permis d'identifier des priorités de recherches sur la protection des plantes (comme par exemple la pulvérisation de précision au niveau du champ) et de formuler des recommandations au niveau européen grâce par exemple au développement d'un outil d'évaluation multicritère de la durabilité des systèmes de protection.

.....> **L'étude Ecophyto R&D sur les itinéraires culturaux économes en pesticides.** Lancée en 2007, à la demande des ministères en charge de l'environnement et de l'agriculture, cette étude fait le point sur les options agronomiques pour réduire le recours aux pesticides et propose une estimation des effets de leur mise en œuvre sur la consommation nationale de produits phytosanitaires, dont la réduction est inscrite dans le Plan Ecophyto 2018.

.....> **L'expertise collective "Déterminants des comportements alimentaires"** (cf page 17).

## Grande campagne de consultations sur les orientations de l'Institut



Fidèle à sa mission d'organisme public de recherche finalisée et à sa volonté de dialogue avec la société, l'Inra a ouvert la consultation sur ses nouvelles priorités scientifiques à l'ensemble de ses personnels, partenaires – publics et privés – issus des milieux scientifiques français et internationaux, mais aussi des sphères socio-économiques, territoriales, associatives... Et, une première pour un institut de recherche français, cette consultation a associé tous les citoyens, puisqu'elle s'est déroulée sur un site internet : [www.inra2014.info](http://www.inra2014.info). Ce blog a généré dix mille visites et plus de deux cents contributions. Outre une analyse quantitative, la totalité des messages déposés a été traitée par un outil d'analyse lexical pour en extraire une topologie éclairante. La mise en débat des priorités de l'Inra y a

été complétée par des cahiers d'acteurs contenant les points de vue argumentés des contributeurs (organisations professionnelles agricoles ou agroalimentaires, associations, instituts techniques, partenaires industriels, partis politiques...) et par la prise en compte des ateliers de réflexion qui ont réuni le 4 mars 2010 plus de 100 partenaires de l'Institut au Salon International de l'Agriculture.



## La co-construction pour renouer le dialogue science-société

Pour alimenter le dialogue entre la société et les chercheurs, l'Inra a inauguré une nouvelle méthode de co-construction lors d'une expérimentation en champ d'un porte-greffe OGM de vigne afin de faire progresser la lutte contre le virus du court-noué. En 2003, l'Inra décide de lancer l'essai à Colmar et un comité local de suivi de seize personnes est constitué, composé de viticulteurs, de membres d'association, de riverains... avec pour mission la "surveillance" du protocole de recherche. Les points discutés concernaient les aspects les plus importants et les plus controversés de cet essai : son impact sur l'environnement, sur l'image de la vigne et du vin, ainsi que sur l'identité régionale de l'Alsace. Face à la complexité croissante des questions soulevées, le comité de suivi s'est progressivement affranchi du cadre de l'évaluation technologique interactive en définissant de nouveaux protocoles de recherche. Ceux-ci ont alors englobé les questions environnementales en s'interrogeant sur l'impact des transgènes sur la microflore du sol, ou sur les modes de lutte contre le court-noué issus de la viticulture biologique. Le comité local de suivi a ainsi co-construit un programme de recherche-action, correspondant à une évaluation technologique participative, qui a fait l'objet d'une publication en 2010.

## Deux nouvelles collections chez Quæ

Les éditions Quæ ont lancé en 2010 deux nouvelles collections *Carnets de sciences* et *Clés pour comprendre* destinées à un public large, soucieux d'acquérir une culture scientifique. Le premier livre de la collection *les Clés pour comprendre* s'intitule "Les insectes ont-ils un cerveau ?" de Vincent Albouy ; tandis que la collection *Carnets de Sciences* a été lancée avec "Les secrets des algues", de Véronique Leclerc et Jean-Yves Floch. L'Inra est l'un des quatre membres fondateurs du GIE Quæ avec le Cemagref, le Cirad et l'Ifremer.

## La biodiversité en vedette au SIA

L'Organisation des Nations unies a décrété 2010 Année internationale de la biodiversité. L'Inra a mobilisé ses chercheurs impliqués dans cette thématique durant le salon international de l'agriculture. Cent cinquante scientifiques se sont ainsi relayés sur le stand et dans les rencontres pour un moment privilégié d'échange et de dialogue avec les visiteurs, professionnels, politiques ou grand public. Cette année, l'accent a été mis sur les relations particulières entretenues entre la biodiversité et les pratiques agricoles, au cœur même des "agro-systèmes".

## Le comité d'éthique rend un avis sur les recherches dans le domaine des biocarburants

Après avoir remis en 2009 son avis sur la sécurité alimentaire et les modèles de consommation alimentaire, le Comité consultatif commun d'éthique pour la recherche agronomique Inra-Cirad a adopté le 19 mars 2010 son 2<sup>e</sup> avis sur "Relever le défi alimentaire et celui de la valorisation non alimentaire des productions agricoles" en ciblant le cas des biocarburants liquides. Il formule neuf recommandations qui invitent les deux instituts à développer une vigilance éthique sur la finalité des recherches sur les biocarburants, les modes de travail et les relations entre les politiques de recherche et les politiques agricoles. Le comité a également lancé deux nouvelles réflexions sur les partenariats et les nanotechnologies.

# SE MOBILISER AUTOUR DES GRANDS ENJEUX



© W. Beaucardet

**M**ieux nourrir le monde, gérer durablement la santé des plantes et des animaux, s'adapter au changement climatique... les défis actuels de la recherche agronomique demandent une mobilisation très large et des croisements de disciplines afin d'intégrer toutes les facettes de ces problématiques complexes. Les ouvertures partenariales et la dimension internationale sont des composantes essentielles d'une approche systémique afin de prendre en compte l'emboîtement des échelles spatiales, la diversité des situations, les interrelations entre acteurs, techniques, ressources naturelles et marchés.

## Adoption d'une feuille de route pour la programmation conjointe

Aujourd'hui la Joint Programming Initiative (JPI) - Food security, Agriculture and Climate Change (FACCE) compte vingt États membres. Une structure de gouvernance provisoire a été adoptée en 2010 avec un comité de pilotage, un conseil scientifique et un secrétariat assuré par le BBSRC et l'Inra. Le conseil scientifique a produit un agenda de recherche, adopté par le comité de pilotage en décembre. Il donne la vision de la JPI, son champ d'activité, et les cinq thématiques principales : recherche intégrée sur la sécurité alimentaire, intensification durable des systèmes agricoles, optimisation des choix entre production et biodiversité, adaptation de la chaîne agroalimentaire au changement climatique et enfin amortissement de l'effet de serre par la forêt et l'agriculture. Une action pilote est prévue pour l'été 2011 concernant une analyse détaillée des risques liés au changement climatique pour l'agriculture européenne et la sécurité alimentaire.

Parcelles expérimentales à Estrée-Mons instrumentées pour suivre la dynamique du carbone et de l'azote.



© C. Maître / Inra

## Création des métaprogrammes : vers une recherche transdisciplinaire et internationale

En 2010, l'Inra a mis en place des métaprogrammes, programmes de recherches intégratifs à la confluence de plusieurs disciplines. Démarche indispensable pour travailler sur les problématiques alimentaires, écologiques et agronomiques mondiales, elle constitue un vecteur essentiel de l'internationalisation de l'Institut. C'est un nouveau mode de pilotage des recherches initié par l'Inra qui se concrétise. Destinés à favoriser les approches transdisciplinaires, trois métaprogrammes d'une durée minimale de cinq ans ont été identifiés et validés en 2010. À terme, une dizaine de métaprogrammes représenteront 30 % des moyens consolidés de l'Institut. Cette nouvelle fonction de programmation transversale, animée par le collège de direction et portée par les chefs de départements, est au cœur de la réforme du fonctionnement de l'établissement avec deux objectifs principaux : appréhender de façon coordonnée et intégrée les grands enjeux de la recherche agronomique pour répondre aux défis scientifiques qui leur sont liés, et permettre d'anticiper l'évolution de la programmation nationale, européenne et internationale au sein des alliances et des réseaux de recherche.



Séquenceur d'ADN de l'unité de génétique microbienne.

### Trois métaprogrammes validés en 2010

#### Gestion intégrée de la santé des plantes

Il s'agit de fédérer des recherches pluridisciplinaires dans le domaine de la santé des plantes et plus particulièrement entre domaines bio-écologiques et socio-économiques en développant des référentiels partagés, en concevant et évaluant des systèmes de culture alternatifs, en identifiant des leviers de rupture pour la santé des plantes et en accompagnant le changement.

#### Adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique

Ce programme a pour but d'évaluer et de gérer les risques et les opportunités liés à la variabilité et aux extrêmes du climat à moyen terme. Il doit également permettre de prévoir les impacts régionaux du changement climatique à long terme et d'adapter en conséquence les espèces cultivées ou domestiques, les pratiques, les systèmes de production et les filières. Enfin, il s'agit d'évaluer ces mesures d'adaptation sur des plans environnemental et socio-économique.

#### Métagénomique des écosystèmes microbiens

Afin de dépasser les approches descriptives d'inventaires et de caractérisation des répertoires de gènes dans les populations de micro-organismes, qu'ils soient dans le tube digestif de l'homme, dans le sol, dans les aliments ou dans l'eau, ce programme doit développer des pipelines et des méthodes d'analyses communes, promouvoir les analyses intégratives de grands ensembles de données, et intensifier les interactions entre biologie expérimentale et biologie théorique.



La plateforme de phénotypage de Montpellier.

### La recherche contre le manque d'eau

Le projet européen DROPS (DROught-tolerant yielding PlantS), coordonné par l'Inra, a été officiellement lancé le 27 août 2010 à Montpellier. Ce projet a pour objectif de répondre aux problèmes de l'agriculture face à la raréfaction des ressources en eau. Il s'agit de développer de nouvelles méthodes et de nouvelles stratégies destinées à préserver les rendements des cultures en période de sécheresse et à améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources en eau par la plante. Ce projet, qui combine la physiologie, la génétique et la modélisation avec des essais au champ et de nouvelles plateformes de phénotypage, s'intéresse au maïs, aux blés tendre et dur, ainsi qu'au sorgho.

### Un ouvrage de référence sur les maladies émergentes

"Épidémiologie des maladies émergentes chez le végétal, l'animal et l'homme", est un ouvrage collaboratif de référence, qui applique des concepts d'épidémiologie générale à l'émergence des maladies dans les domaines du végétal, de l'animal et de l'humain. Les maladies émergentes, causes de crises environnementales potentiellement dévastatrices, représentent un enjeu majeur pour la santé végétale, animale et humaine. Difficiles à anticiper en raison de leur caractère nouveau et imprévisible, elles suscitent une réflexion pluridisciplinaire et une analyse spécifique.

# STRUCTURER ET VALORISER NOS ACTIONS DANS LES TERRITOIRES



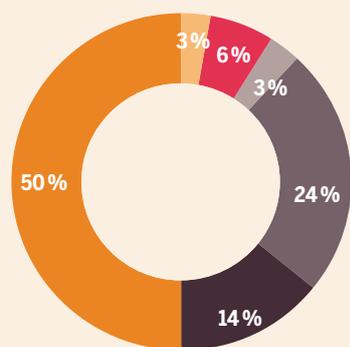
Station Inra de Mirecourt, dans les Vosges.  
© Inra

**T**out en inscrivant ses activités dans un cadre stratégique national et européen, l'Inra se définit comme un établissement solidement ancré au cœur des territoires via ses centres, son réseau unique d'installations expérimentales, son implication dans les écoles doctorales et ses partenariats diversifiés. L'environnement institutionnel de l'Inra évolue vers une polarisation scientifique et une différenciation de ses implantations, aussi bien au niveau français qu'europpéen.

## Un engagement fort avec les régions

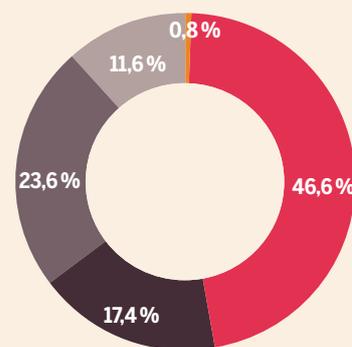
Le soutien apporté à l'Inra par ses différents partenaires en région (conseils régionaux et généraux, communautés d'agglomérations) s'élève, pour l'année 2009, à près de 36,5 millions d'euros, principalement pour des opérations immobilières liées au Contrat de Projets État-Région (CPER) 2007-2013. En effet, en 2009, ce sont quasiment 17 millions d'euros qui ont été dégagés par les collectivités territoriales pour soutenir des projets immobiliers portés par l'Inra. En 2010, l'implication des collectivités territoriales dans le financement du dispositif de recherche de l'Institut ne faiblit pas. À Orléans, deux laboratoires ont été inaugurés en 2010. Le premier sur l'observation et la protection des sols, inscrit au CPER, a été financé à hauteur de 615 000 € par la région Centre, de 540 000 € par des fonds européens (FEDER), 347 000 € par l'Inra et 192 000 € par des partenaires (BRGM, CNRS et université d'Orléans). Le second laboratoire permettant l'étude, en toute sécurité pour l'environnement, d'insectes ravageurs a été financé à hauteur de 24 000 € par la Région et de 47 000 € par l'Inra. À Clermont-Ferrand, les nouveaux spectromètres de la plateforme Résonance magnétique des systèmes biologiques ont été inaugurés. Ils représentent un investissement de 2 570 000 € dans le cadre du CPER financé à hauteur de 48 % par des fonds de l'État et du FEDER, 16 % par la Région Auvergne et 36 % par l'Institut.

ORIGINE DES DOTATIONS MOBILISÉES POUR LA DYNAMIQUE RÉGIONALE EN 2009



Europe  
Régions  
Villes  
État/Ministères  
Départements  
Autres

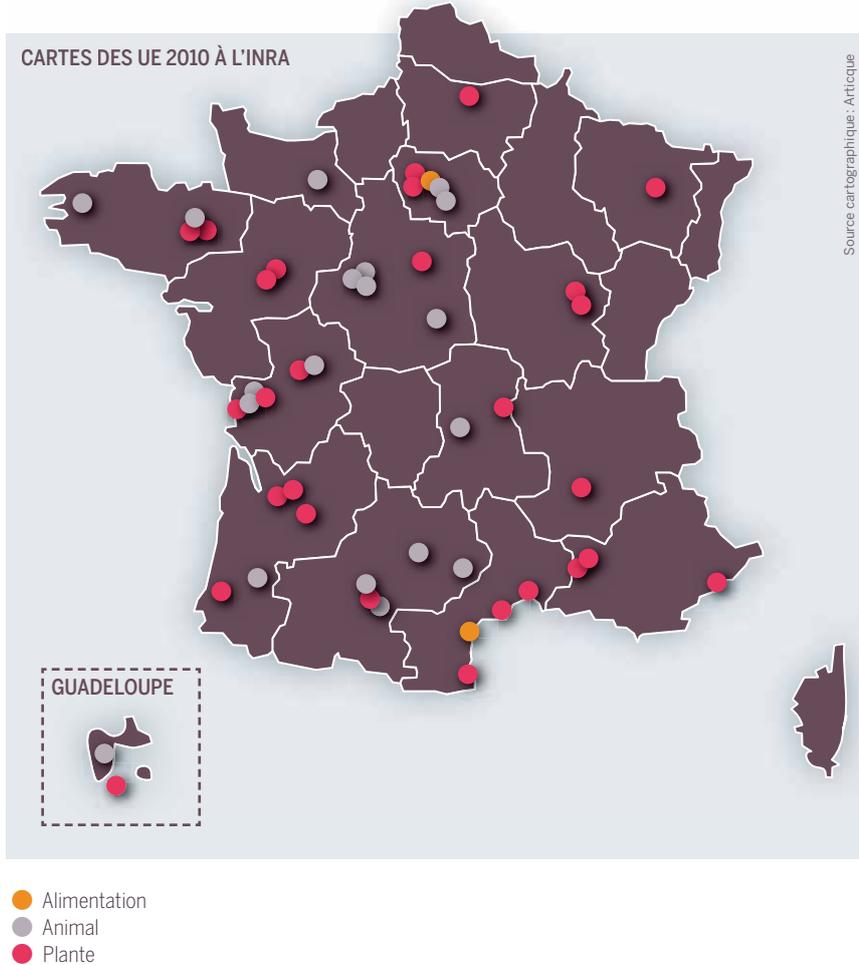
SOUTIEN RÉGIONAL PAR NATURE D'OPÉRATIONS EN 2009 (TOTAL 36,5 M€)



Immobilier  
Équipement scientifique  
Soutien de programmes  
Bourses  
Autres

## L'évaluation des installations expérimentales

Dans le cadre d'une réflexion conduite par la direction générale avec les départements de l'Inra et la Commission nationale des unités expérimentales (CNUE), il est apparu nécessaire de revisiter la notion d'installation expérimentale (IE) pour une meilleure adaptation aux besoins nouveaux de la recherche, une clarification du dispositif et une utilisation améliorée des moyens. Cette évaluation initiée en 2010 a permis de mieux définir le statut d'IE. Trois catégories ont été caractérisées parmi les 87 structures évaluées : les installations classées dans le groupe I ont vocation à bénéficier du statut d'unité expérimentale, les installations classées dans le groupe II sont labellisées installations expérimentales de l'Inra, les installations classées dans le groupe III ont vocation à être gérées comme des unités. *In fine*, les réunions rassemblant le directeur général délégué, la CNUE, les chefs de département, les présidents de centre et la direction de l'action régionale, de l'enseignement supérieur et de l'Europe ont permis de valider les évolutions du dispositif. Une "nouvelle" labellisation des IE est ainsi en cours et sera effective au 1<sup>er</sup> janvier 2012. À cette échéance, une quarantaine d'IE pourraient être labellisées.



## Animer le Programme pour et sur le développement régional

L'Inra a participé à de nombreuses animations transversales qui ont eu lieu dans le cadre du 3<sup>e</sup> Programme pour et sur le développement régional (PSDR3) dont les 36 projets de recherche portent sur 6 grandes thématiques : Systèmes de production et filières, Compétitivité des firmes, secteurs et territoires, Environnement, ressources naturelles et climat, Travail, emplois et activités nouvelles, Espaces ruraux, espaces urbains, Dispositifs de développement, acteurs, politiques publiques. Ces animations permettent de favoriser les échanges de connaissances entre les chercheurs et les partenaires. Ainsi, l'école-chercheurs PSDR "chemins de recherches partenariales et interdisciplinaires" s'est tenue à Carcans (33) en mai 2010. Réunissant 90 participants, elle a eu pour but de renforcer les connaissances sur le développement régional et territorial. Par ailleurs, des sessions spéciales présentant les travaux du PSDR ont été organisées durant toute l'année avec par exemple à l'European Regional Science Association de Jönköping (Suède) ou au Symposium Innovation et Développement Durable dans l'Agriculture et l'Agroalimentaire à Montpellier. L'Inra est fortement impliqué dans le PSDR3, avec une participation de 4 millions € sur la période 2007-2011.

## Partenariats dans l'Aisne et la Picardie pour l'innovation agronomique

Le pôle de recherche et de développement du Griffon à Laon a été inauguré le 8 octobre 2010. Ce pôle abrite notamment dans de nouveaux locaux, l'unité Agro-Impact du centre Inra de Lille. Il intègre les acquis de la recherche sur un ensemble d'impacts environnementaux liés aux pratiques culturales : teneur en nitrate de l'eau, gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O...) et dynamique de stockage du carbone dans les sols.

## Trois regroupements autour de grands projets scientifiques

Le mouvement de regroupement d'unités en Très Grandes Unités (TGU) s'est traduit par trois nouveaux projets en 2010 : l'UMR Institut Jean-Pierre BOURGIN au centre Versailles-Grignon en biologie végétale, l'UMR Micalis (MICrobiologie de l'ALimentation au Service de la santé humaine) à Jouy-en-Josas, et l'UMR Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation à Dijon.

## Trois nouveaux pôles de compétitivité dans le domaine de l'eau

En 2010, l'Institut a adhéré à trois nouveaux pôles de compétitivité labellisés : Hydroeos (Gestion des eaux continentales) avec le centre de Nancy ; Dream (Eaux et milieux naturels) à Orléans ; Eau (pôle à vocation mondiale sur la gestion concertée de la ressource en eau) à Montpellier. Par ailleurs, l'Inra a rejoint en 2010 trois nouveaux pôles : Eurobiomed (santé et sciences du vivant) avec le centre PACA, Aquimer (gestion des produits de la mer) à Lille et Filière équine au centre de Rennes. L'Inra est ainsi partie prenante à vingt pôles de compétitivité.

## Poursuite du rapprochement Inra-Cirad

En mars 2010, une mission commune des deux directions générales de l'Inra et du Cirad, conduite respectivement par François Houllier et Étienne Hainzelin, a permis de faire un état de l'avancement de la démarche de rapprochement des deux instituts aux Antilles-Guyane. Ce chantier se décline en quatre pôles thématiques (agroécologie des systèmes multispèces, forêts, santé animale, productions animales en régions chaudes) et en outils de structuration communs avec les centres de ressources biologiques.

# OUVRIR L'INRA À L'INTERNATIONAL



Seconde conférence plénière de la Global Research Alliance on agricultural greenhouse gases à Versailles en 2011.

© J. Weber

**39%**

de l'ensemble  
des publications  
sont co-signées  
avec au moins  
**un partenaire  
étranger**

**33**

**nouveaux projets**  
dans le 7<sup>e</sup> Programme  
cadre recherche  
et développement

**E**n tant que premier organisme de recherche agronomique en Europe, l'Inra conforte son rôle d'acteur majeur dans l'espace international de la recherche agronomique. Au-delà de l'investissement majeur des chercheurs, l'Institut contribue activement à des initiatives internationales et européennes, en lançant les métaprogrammes et un chantier d'internationalisation. De plus, avec les membres d'Agreenium, l'Inra va pour la première fois structurer l'offre à l'international et initier des actions combinant recherche, formation et développement dans les champs de l'agriculture, l'alimentation, la santé animale et l'environnement.

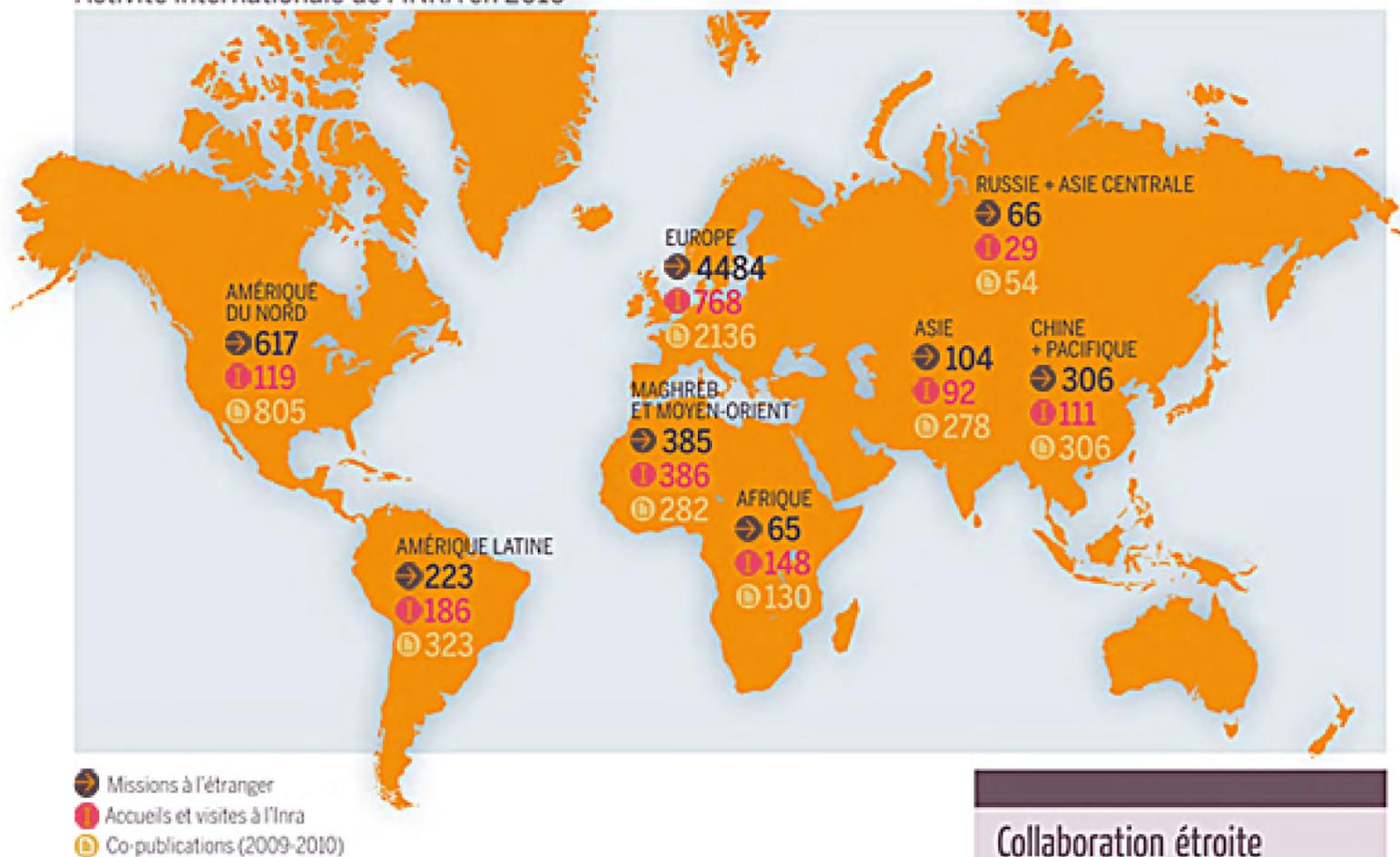
## Agriculture et effet de serre, les pays s'unissent

Avec la Global Research Alliance on agricultural greenhouse gases (GRA), la recherche mondiale s'organise sur le dossier des gaz à effet de serre (GES). La GRA est un consortium d'une trentaine d'États, réunis sous l'impulsion de la Nouvelle-Zélande, qui se consacre à la recherche, au développement et à l'innovation afin d'augmenter la production agricole tout en limitant les émissions de GES. L'Inra y représente scientifiquement la France. L'année 2010 a été l'occasion du lancement de l'organisation par une conférence plénière à Wellington les 7 et 9 avril, où a été définie une feuille de route. Elle comprend la création de trois groupes de travail thématiques (élevage, grandes cultures et riz)



© J.M. Bosseneac

et deux groupes de travail transversaux (outils et évaluation de l'émission des gaz à effet de serre, stockage du carbone dans les sols). Ce dernier groupe est animé par l'Inra. Par ailleurs, une conférence sur la charte à signer par les pays membres s'est tenue les 27 et 28 juillet 2010 à Buenos Aires (Argentine). La participation de l'Inra à cette initiative comme à celle de la Joint Programming Initiative (JPI FACCE) sont autant d'occasions d'affirmer la contribution de l'Institut sur le sujet de l'agriculture et du réchauffement climatique.



## Pour une nouvelle recherche agricole mondiale

L'Inra a participé à la première conférence mondiale sur la recherche agricole pour le développement (Gcard), organisée par le Forum mondial de la recherche agricole (Gfar pour Global Forum on Agricultural Research) en mars 2010 à Montpellier. Cette conférence avait pour but d'identifier les grandes thématiques soutenues par les différents fora régionaux et les porteurs d'enjeux, pour assurer la sécurité alimentaire à l'échelle mondiale. Il s'agissait également de discuter de la nouvelle organisation du Consultative Group on the International Agriculture Research (CGIAR) qui se traduit par la mise en place de larges programmes impliquant des centres internationaux. La Gcard a été l'occasion de dégager les priorités stratégiques pour ces programmes. Les deux premiers qui seront développés portent sur le riz et sur le changement climatique. La conférence Gcard 2010 est la première d'une série de conférences mondiales qui auront lieu tous les deux ans.

## Core Organic 2 : la recherche en agriculture biologique soutenue par l'Europe

Un appel à projets du programme européen Core Organic 2 a été lancé pour la période 2010-2013. Ce réseau Era-Net a pour objectif de mieux coordonner les efforts de la recherche européenne en agriculture biologique. L'Inra, déjà impliqué dans Core Organic 1 (2007-2010), renouvelle sa participation à ce nouveau programme qui compte aujourd'hui vingt-cinq partenaires de vingt et un pays européens. L'objectif principal de ce réseau renouvelé et élargi est de s'accorder sur des priorités de recherche communes, de développer et sélectionner des projets de recherche transnationaux et d'assurer la diffusion des résultats. Le premier appel à projets de Core Organic 2 lancé en juillet 2010 porte plus spécifiquement sur la conception de systèmes de culture en agriculture biologique à la fois productifs et durables, ainsi que sur l'amélioration des performances en élevage biologique de monogastriques (porc, volaille et poisson). Il soutient aussi l'élaboration d'outils et de méthodes permettant d'assurer la qualité et la sécurité des aliments biologiques tout au long de la chaîne de production.

## Collaboration étroite avec la Chine

En août 2010, lors du 3<sup>e</sup> Global Forum of Leaders for Agricultural Science and Technology à Harbin en Chine qui a réuni 500 experts sur le thème de la sécurité alimentaire mondiale, l'Inra a logiquement présenté sa nouvelle stratégie internationale pour la décennie à venir. En 2010, l'Institut a également participé à l'International Advisory Board de la Chinese Agriculture Academy of Science. La coopération de l'Inra avec la Chine n'a cessé de se développer au cours des dernières années. Une représentation permanente, conjointe avec le Cirad, y est assurée depuis juillet 1999.

## Renforcer l'appui à l'international

L'année 2010 a vu la prise de fonction de l'équipe de direction d'Agreenium et le lancement des procédures de mutualisation des compétences d'appui fonctionnel à l'international de l'Institut avec celles du Cirad. Ces forces seront rassemblées dans Agreenium au sein d'une Direction des Relations Internationales Mutualisée (DIRM). L'année 2010 a permis d'instruire ce dossier pour préciser les modalités d'organisation, formaliser les attentes des institutions et instaurer un dialogue avec les agents concernés. Parallèlement, en 2010, Agreenium s'est mobilisé pour un plan d'aide à Haïti après le séisme qui a ravagé l'île en concourant à la reconstruction du système de recherche et de formation agronomiques et vétérinaires avec, par exemple, l'accueil d'étudiants haïtiens dans les masters des écoles d'agronomie d'Agreenium.

## Organiser la recherche en Méditerranée

La Méditerranée est un espace géographique particulier dans la politique internationale de l'Inra car elle porte des défis mondiaux majeurs auxquels l'agriculture, et les politiques d'environnement et d'alimentation devront faire face au 21<sup>e</sup> siècle. L'Inra participe directement et à travers Agreeum et Agropolis international à l'Atelier de réflexion prospective PARME (Partenariats-Recherche-Méditerranée), lancé en 2010 et qui comporte quatre domaines : santé, agriculture et alimentation, énergie et eau, cultures et civilisation. Par ailleurs, l'Inra a organisé en octobre à Palma une réunion des porteurs d'enjeux de tous les pays des rives nord et sud de la méditerranée dans le cadre de l'Eranet ARIMNet qu'il coordonne. Cette conférence a permis de préparer les termes de référence d'un appel d'offres de recherche qui sera lancé en 2011. Enfin, en 2010, l'Inra a accueilli dans ses centres 1 864 chercheurs issus des pays du Bassin méditerranéen et 657 chercheurs Inra y sont en mission.

## Démarrage d'un projet européen sur les bioraffineries

Le projet européen BIOCORE (BIOCOmmodity REfinery) a été lancé le 4 mars 2010. Coordonné par l'Inra, il vise à concevoir et à analyser la faisabilité industrielle d'une bioraffinerie permettant de convertir les résidus agricoles et forestiers en biocarburants de 2<sup>e</sup> génération, en molécules chimiques et en polymères plastiques biodégradables. BIOCORE rassemblera, pendant 4 ans, 23 partenaires européens et 1 partenaire indien – soit dix entreprises dont cinq PME, une ONG et 13 universités ou organismes de recherche publics spécialisés. Le projet, dont le budget total s'élève à 20,3 millions d'euros, recevra un financement de l'Union européenne de 13,9 millions d'euros dans le cadre du 7<sup>e</sup> PCRD.

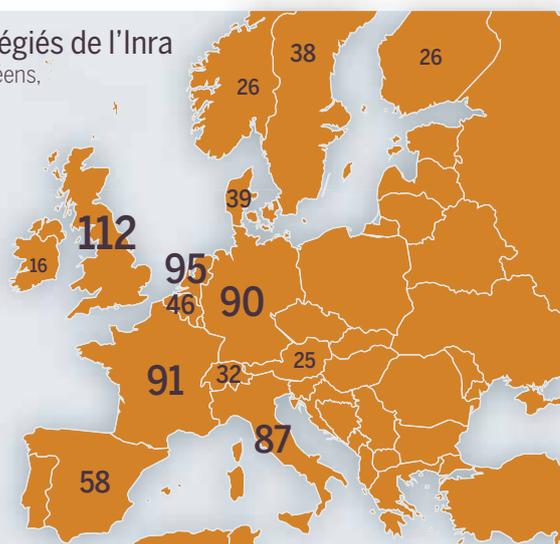
## L'Inra et le programme-cadre européen

Les programmes-cadres de recherche et développement (PCRD) sont le principal instrument de l'Union européenne en matière de financement de la recherche. Le 7<sup>e</sup> PCRD couvre la période 2007-2013. Doté d'un budget de 53,2 milliards d'euros, ce programme-cadre est un moyen de créer les conditions d'une économie compétitive et durable, de faciliter la cohésion économique et sociale de l'UE et de répondre aux attentes du citoyen consommateur. Dans ce cadre, 33 projets collaboratifs auxquels participe l'Inra – dont dix en coordination – ont été retenus pour financement en 2010.

INTITULÉ DU PROGRAMME	TYPE DE CONTRAT	OBJECTIF
ECOFINDERS	Grand projet collaboratif	Biodiversité des sols
PURE	Grand projet collaboratif	Gestion intégrée des ravageurs
FRUIT BREEDOMICS	Grand projet collaboratif	Améliorer l'efficacité de sélection des arbres fruitiers
ANIMALCHANGE	Grand projet collaboratif	Méthodes d'élevage minimisant ses effets sur le changement climatique
ECOBIOCAP	Petit projet collaboratif	Emballages écologiques
WALLTRAC	Formation par et pour la recherche (ITN)	Applications industrielles dans le domaine des ingrédients fonctionnels et dans le secteur des fibres végétales des polymères de parois végétales
EXPEER	Infrastructure	Sites et plateformes de recherche sur les écosystèmes
AQUAEXCEL	Infrastructure	Systèmes aquacoles de haute qualité et à faible impact environnemental
IHMS	Action de coordination	Acquisition des données (procédures et protocoles) liées au microbiote humain, dans le cadre du Consortium International sur le Microbiome Humain (IHMC)
EADGENE_S	Action de coordination	Prolongement du réseau d'excellence Eadgene pour une génomique comme mode alternatif de traitement des pathologies animales

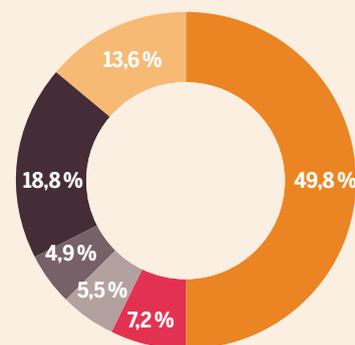
### Les partenariats privilégiés de l'Inra

avec les différents pays européens, dans le cadre des projets financés par le 7<sup>e</sup> PCRD.



### RÉPARTITION THÉMATIQUE DES PROJETS DÉPOSÉS

- Alimentation, agriculture et pêche et biotechnologie\*
- Environnement\*
- Santé\*
- Infrastructures\*\*
- Personnes (mobilité-formation)
- Autres



\* programme Coopération \*\* programme Capacités

# RENFORCER L'INNOVATION ET LE PARTENARIAT AVEC LES ENTREPRISES

Usine de fabrication de semences de la société semencière Agri Obtentions.  
© C. Maître / Inra

42

nouveaux brevets déposés  
**+17%**  
par rapport à 2009

268

nouveaux contrats de recherche signés avec le secteur privé

18

demandes de protection par certificat d'obtention végétale

35

nouvelles licences d'exploitation de variétés

Le partenariat économique et l'innovation se trouvent naturellement au cœur de la stratégie d'un organisme public de recherche finalisée comme l'Inra. L'Institut a pour mission de favoriser les innovations afin de répondre au double défi de compétitivité économique et de développement durable. Le partenariat de l'Inra avec le secteur des industries et des services pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement recouvre des collaborations de recherche selon des modalités de plus en plus diversifiées et des actions de transfert et de valorisation gérées par Inra Transfert SA, Agri Obtentions SA et ABA, trois filiales de l'Institut.

## Des partenariats économiques vivaces

L'activité de recherche contractuelle avec les opérateurs économiques reste positionnée à un haut niveau (en hausse de 39% depuis 2001 en nombre de contrats signés) même si sa progression se stabilise par rapport à 2009. Toutefois, les projets deviennent plus importants en taille et regroupent maintenant plus de trois partenaires dans 30% des cas. L'année 2010 reflète par ailleurs l'inscription de plus en plus marquée des partenariats industriels dans des modes de financement par appel d'offres (par exemple avec l'Agence nationale pour la recherche) ou par labellisation (comme les Pôles de compétitivité ou les Instituts Carnot). Cela concerne, pour la première fois, plus de la moitié des collaborations industrielles. L'année 2011 devrait voir ces deux tendances se conjuguer à travers notamment les programmes issus d'Investissements d'Avenir.

## Les projets de la Climate KIC lancés

En 2010, six projets développés au sein des centres nationaux ont été labellisés par la Climate KIC (Knowledge and Innovation Community ou Communauté de la connaissance et de l'innovation). L'Inra coordonne Agadapt sur l'adaptation de l'usage de l'eau dans l'agriculture et participe à Carbocount sur les bilans des gaz à effet de serre. Par ailleurs, parmi ses autres missions, la KIC mène des programmes d'éducation dont la première école d'été en 2010, soutient l'entrepreneuriat et offre également une expertise pour la construction de l'agenda européen.

Les KIC sont cofinancées par l'Union Européenne – qui apporte un budget global d'environ 270 millions d'euros sur la période 2010-2013 – et par leurs différents partenaires. Ces financements peuvent être complétés par d'autres bailleurs de fonds nationaux ou régionaux. Les KIC sont instituées pour une période minimale de sept ans, afin de garantir des perspectives de long terme aux partenaires.

## Contrat cadre de coopération entre METabolic EXplorer et l'Inra

L'Inra et METabolic EXplorer, entreprise de chimie biologique spécialisée dans le développement de procédés de production de composés chimiques par voie biologique, ont signé un contrat cadre de coopération en octobre 2010. Il va permettre de favoriser les synergies entre la recherche académique et le développement industriel, en particulier en faveur des innovations issues des biotechnologies blanches. Ce contrat cadre de coopération renforce les relations qu'entretiennent l'Inra et METabolic EXplorer depuis 2006 et qui se traduisent aujourd'hui par le développement du procédé de production du PDO (1,3 propanediol), un composé chimique qui permet notamment de produire du PTT, un polyester aromatique utilisé pour la fabrication de fibres textiles performantes, désormais éprouvé et validé au plan pré-industriel.



## Premier Carrefour sur les innovations en alimentation

Le premier Carrefour de l'innovation agronomique (Ciag) Alimentation s'est tenu à Dijon le 9 novembre 2010 avec pour thématique centrale les "Aspects nutritionnels et sensoriels des lipides de l'alimentation". Les colloques organisés à l'occasion de ce Ciag s'adressaient à un public de partenaires industriels agroalimentaires, d'ingénieurs et de techniciens des instituts techniques mais aussi aux étudiants et aux enseignants.

## Un accord en ingénierie génétique signé

Le 19 janvier 2010, Collectis S.A. et l'Inra ont signé un accord de coopération pour les cinq prochaines années. Ils souhaitent collaborer dans les domaines de la biologie cellulaire et des biotechnologies végétales et animales, et plus particulièrement de la génétique inverse, de la recombinaison homologue et du ciblage génétique, technologies qui forment la spécialité de Collectis. Ces techniques s'avèrent efficaces pour l'insertion de plusieurs gènes d'intérêt, pour une génétique plus rapide, pour moduler l'expression d'un gène, pour la recherche d'allèles... Elles ouvrent ainsi la porte à une ingénierie technologique afin d'améliorer les capacités d'analyse des fonctions des gènes et de proposer, le cas échéant, des innovations en agriculture, en environnement, en agroalimentaire et en chimie verte.

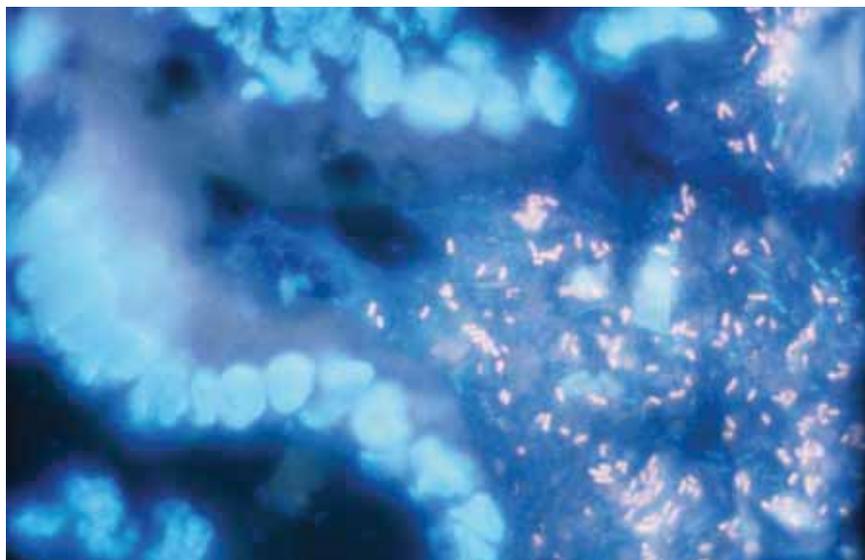


© C. Maitre / Inra

## Lancement de deux projets originaux de soutien aux entreprises innovantes

Agro Biotech Accélérateur (ABA) annonce le lancement de ses deux premiers projets. ABA, fondé par Seventure (filiale de Natixis Private Equity) et Inra Transfert, a pour objectif d'accélérer l'émergence de jeunes entreprises innovantes dans le domaine des sciences de la vie. Le premier projet retenu est issu des travaux de l'unité Micalis à l'Inra de Jouy-en-Josas. Son objectif est de répondre aux évolutions des exigences conjointes des industriels, des distributeurs et des consommateurs pour une plus grande sécurité et longévité des viandes fraîches. Le second projet se situe à la frontière entre les probiotiques et les produits pharmaceutiques. Les chercheurs du centre Inra de Theix (63) ont en effet établi une corrélation forte entre certaines anomalies de la flore intestinale et les symptômes dits du "côlon irritable". Sous la conduite d'ABA, des essais cliniques seront réalisés chez l'homme afin de valider les effets bénéfiques des nouvelles compositions pharmaceutiques chez les patients souffrant de douleurs intestinales aiguës et récurrentes. Ils permettront d'obtenir les résultats nécessaires à la création d'une entreprise et à la commercialisation de produits issus de ces travaux.

Epithélium colique et flore intestinale.



© V. Rochet

# DÉVELOPPER LES PARTENARIATS AVEC LE MONDE AGRICOLE



Concertation avec les agriculteurs charentais pour reconstruire les sols après la tempête Xynthia.  
© B. Nicolas

22

unités mixtes technologiques

24

réseaux mixtes technologiques

21

groupements d'intérêt scientifique

Relever le défi d'une agriculture performante et respectueuse de l'environnement est une des priorités de l'Inra. Pour cela, des approches systémiques, alliant disciplines biotechniques et sciences sociales et l'ensemble des partenaires du monde agricole, sont indispensables. C'est ce qui a conduit l'Institut à développer de nouvelles formes d'organisation et de partenariats socio-économiques, au niveau local et national avec les projets intégrés multipartenaires et les groupements d'intérêt scientifique (Gis).

## Signature du Gis Relance agronomique

Le groupement d'intérêt scientifique (Gis) Relance agronomique est une mobilisation collective renforcée entre acteurs de la recherche, de la formation et du développement pour une agriculture durable. Pour que l'agriculture évolue en profondeur face aux enjeux, la mobilisation de l'ensemble du dispositif recherche-formation-développement, jusqu'aux agriculteurs sources d'innovation, est essentielle. Ce Gis initié par l'Inra et signé en mars 2010 avec ses partenaires\*, constitue un lieu de concertation et de coordination stratégiques, d'échange d'expériences et d'impulsions, pour favoriser la conception, la diffusion et l'appropriation de systèmes de production innovants et durables par l'ensemble des exploitations agricoles françaises. Trois axes de travail ont été mis en place. D'abord l'analyse des connaissances et innovations, pour identifier les manques et proposer le lancement de programmes de recherche qui s'avèreraient nécessaires; ensuite la formation des acteurs du développement et de l'enseignement technique et enfin une expérimentation systémique, multisite et pluriannuelle, visant à mettre en réseau des dispositifs et des données existants.

L'Inra est concerné par une vingtaine de Gis impliquant des partenariats recherche-développement sectoriel, d'envergure régionale (Fromage d'AOC Massif central) ou nationale (PicLeg, GC-HP2E, Genoplant), dont le Gis "Élevage demain" signé en mars 2010 qui porte sur les systèmes de production animale en filières ruminants, porcs et volailles.

\*Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et de la pêche, l'Inra, les Chambres d'agriculture, l'Association de coordination technique agricole (Acta), AgroParisTech et l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema).

## Renforcement des liens avec l'Agro-Transfert Ressources et Territoires

L'Agro-Transfert Ressources et Territoires localisé en Picardie et l'Inra ont signé en octobre 2010 une convention renforçant leur partenariat en matière de transfert de recherches et d'innovations au profit des acteurs du monde agricole. Les systèmes de grande culture dans le contexte géographique du nord Bassin parisien et les questions d'environnement et de développement durable sont au cœur de ce partenariat.

## Des projets pour des systèmes agricoles durables

L'Inra participe à 18 des 25 projets retenus dans le cadre de l'appel d'offres Casdar\* "Innovation et partenariat" lancé en 2010. Les thématiques de ces projets concernent prioritairement la réduction d'intrants et la mise au point de systèmes de production innovants et durables. Au total, l'Inra est actuellement impliqué dans 81 programmes Casdar sur la période 2007-2010.

\*Compte d'affectation spéciale développement agricole et rural du ministère en charge de l'agriculture (gestion DGER - direction générale de l'enseignement supérieur et de la recherche).

## Ecophyto 2018 : pour une maîtrise des produits phytosanitaires

Dans le cadre de la mise en œuvre du plan Ecophyto 2018, l'Inra apporte son appui scientifique à la mise en place du réseau de fermes et du réseau d'expérimentations, ainsi qu'à la conception de la base de données et d'informations permettant de mutualiser les connaissances. L'Institut contribue également à d'autres volets du plan, notamment ceux portant sur l'innovation dans les systèmes de culture ou sur l'épidémiologie.

## Des dispositifs mixtes avec le développement agricole

Les unités mixtes technologiques (UMT), labellisées en 2007 par le ministère chargé de l'agriculture ont été évaluées en juin 2010. Au terme de cette évaluation, elles ont toutes été renouvelées pour deux ans. Construites autour d'un projet de R&D, les UMT, qui associent sur un même site une équipe d'un institut technique et une équipe d'un organisme de recherche, donnent lieu à la rédaction de nombreuses publications scientifiques co-signées. Elles sont également à l'origine de méthodes et outils visant une évolution des pratiques professionnelles. Par exemple, le guide pratique d'alimentation des bovins laitiers a été édité en octobre 2010 (éd. Institut de l'élevage - Quæ) suite au travail conduit dans l'UMT Recherche et ingénierie en élevage laitier. Trois nouveaux réseaux mixtes technologiques (RMT) ont été labellisés en 2010 : Sol et territoires, Economies des filières animales et Elicitra (pour le développement des éliciteurs dans les filières végétales). Par rapport aux UMT, les RMT rassemblent un panel plus large de partenaires : instituts techniques, chambres d'agriculture, réseaux d'agriculteurs... Certains de ces dispositifs fonctionnent depuis plus de quatre ans, prouvant ainsi tout leur intérêt, tant pour la progression des connaissances que pour le transfert des résultats. Ces dispositifs présentent des bénéfices réciproques : les chercheurs ont accès aux pratiques et données professionnelles. Les partenaires du développement peuvent consulter les outils, méthodes, matériels et connaissances scientifiques. Les productions sont nombreuses : construction de programmes communs, publications scientifiques et techniques, ouvrages et documents de synthèses, outils, formations...



Plantation de *Miscanthus* par une équipe du lycée agricole de Courcelles-Chaussy.

© Y. Bernard / Inra

## Pour le partenariat avec les lycées agricoles

La convention signée en mars 2010 entre la direction générale de l'enseignement supérieur et de la recherche du ministère en charge de l'agriculture, l'Association de coordination technique agricole (Acta) et l'Inra vise à renforcer les collaborations entre les établissements d'enseignement, la recherche et l'expérimentation, en s'appuyant tout particulièrement sur les dispositifs expérimentaux des établissements d'enseignement, de l'Inra et des instituts techniques affiliés à l'Acta. Les questions de durabilité, de diversification, de biodiversité, d'agriculture biologique... seront au cœur des collaborations. Ce rapprochement s'inscrit directement dans la dynamique du Gis Relance agronomique. Ainsi, le 8 octobre 2010, une convention de partenariat entre l'enseignement technique agricole et la recherche agronomique en Poitou-Charentes a été signée entre l'Institut et la Direction régionale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt. L'objectif est de développer, dans cette région, des activités et des dispositifs communs dans l'enseignement technique agricole et la recherche agronomique publics au service de la performance économique et environnementale de l'agriculture.

# AMÉLIORER L'ATTRACTIVITÉ ET MODERNISER LA GESTION



© W. Beaucaudet

La qualité des recherches et de l'innovation à l'Inra, et donc son attractivité, reposent sur les compétences et la créativité des hommes et des femmes qui travaillent à l'Institut, la diversité des profils et des approches mais aussi sur les moyens déployés. Il est plus que jamais essentiel pour l'Inra d'entretenir et de développer cette politique d'excellence en poursuivant ses efforts pour proposer en son sein un environnement stimulant de travail au plan humain, matériel et en appui à la recherche.

## La gestion des ressources humaines de l'Inra reconnue par l'Europe

L'Inra est le premier organisme français à se voir attribuer le label "HR excellence in research" décerné par la Commission européenne. Ce label souligne la qualité de la politique de ressources humaines à l'égard des chercheurs. C'est le fruit d'une démarche engagée en 2006,

© W. Beaucaudet



lorsque l'Institut a décidé d'établir une convergence entre le renforcement de son attractivité en matière de ressources humaines et l'action européenne en faveur d'une charte pour les chercheurs. Ainsi, dès 2008, l'Inra adopte une "charte d'accueil des chercheurs doctorants et des jeunes docteurs" et s'engage, à la fin de la même année, dans l'initiative "HR strategy" de la Commission européenne, aux côtés de 40 autres institutions de recherche et d'enseignement supérieur en Europe. L'objectif de cette démarche est d'afficher en toute transparence nos pratiques de recrutement, d'intégration et d'accompagnement des chercheurs.

Le label européen s'assimile à une forme de reconnaissance d'une "démarche qualité" de la politique de ressources humaines menée par l'Institut. Cela nous amène à prendre du recul par rapport à nos pratiques. Ainsi, l'Institut a analysé les écarts entre la charte européenne et sa propre politique et, conformément à sa politique de transparence, en a publié les résultats sur son site internet.

## Les recrutements 2010

### Chargés de recherche 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> classe

En 2010, trois profils de CR1 et 55 de CR2 ont été recrutés. Pour ces derniers, le nombre de candidats par profil continue d'augmenter pour passer en un an de 9 à 9.5. La proportion de candidats étrangers reste haute (22% en 2010 contre 27% en 2009). La politique de communication ciblée (sites web internationaux dédiés à l'emploi ou sites scientifiques spécialisés, diffusion des emplois à pourvoir auprès des ambassades par le biais du ministère chargé des affaires étrangères ainsi qu'auprès des universités à l'étranger) porte donc ses fruits.



### Ingénieurs et techniciens

En 2010, 220 profils ont été offerts pour le recrutement des ingénieurs et des techniciens. Ils ont attiré 5 098 candidatures cumulées.

En dépit de la diminution du nombre de profils offerts et partant du nombre de candidatures, le taux de pression a progressé de façon conséquente passant de 20,7 candidats par profils en 2009 à 23,1 en 2010. L'accent mis sur l'accompagnement des recruteurs dans la rédaction des profils ainsi que la mise en place d'une communication ciblée au plus près des viviers de candidats (particulièrement au niveau régional) ont participé à cette augmentation du taux de pression et conforté l'attractivité de l'Institut.

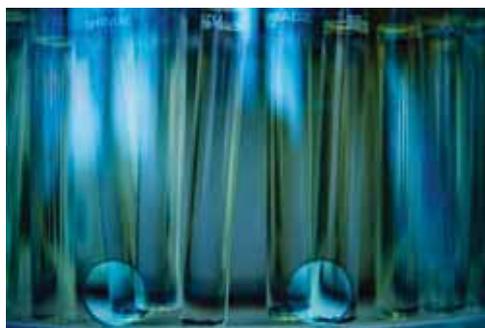
## Évaluer les différentes composantes de la recherche

Le système d'évaluation est un instrument de la stratégie de l'Institut. En 2010, les unités du quart sud-est du territoire national, correspondant à la "vague A" (soit 59 unités) ont été évaluées par l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Aéres). Un an après l'évaluation de leurs unités, les ingénieurs et les chercheurs ont bénéficié d'une évaluation approfondie. La préparation de ces évaluations s'est appuyée sur les méthodes développées par le groupe inter-organismes Erefin sur l'évaluation de la recherche finalisée. Il s'agit d'une grille mettant en regard destinataires et activité de l'unité afin de la situer plus facilement dans une typologie globale d'activité. En 2010, cette méthodologie est désormais généralisée dans les unités évaluées et va faire l'objet d'une publication.

## L'Inra joue l'ouverture

Une nouvelle voie de recrutement sur projets a été ouverte en 2010 à titre expérimental au bénéfice des chargés de recherche. Ce concours, totalement ouvert, a pour objectif d'attirer de jeunes chercheurs porteurs d'un projet de recherche innovant et cohérent avec les priorités scientifiques des départements scientifiques de l'Institut. Six possibilités de recrutement ont été consacrées à ce dispositif. Il s'agit de mettre en place un processus complémentaire de recrutement sur profil visant à optimiser les opportunités des candidatures d'excellence, notamment à l'international. Objectif atteint : 92 candidats de grande valeur ont présenté des projets originaux et pertinents, dont 30% de nationalité étrangère.

## Des accueils internationaux



Dans le cadre de sa politique d'attractivité, l'Inra accueille cette année trois scientifiques *senior* de renommée internationale *via* le dispositif "package scientifique" lancé en 2007. James Hammitt, économiste américain, rejoint une UMR à la Toulouse School of Economics pour travailler sur les prises de décisions face aux risques. Karen Macours, économiste hollandaise, développe un projet sur l'évaluation des contraintes des familles rurales pauvres des pays en développement dans l'adoption d'innovations technologiques à l'UMR PSE (Paris-Jourdan Sciences économiques) au sein de la Paris School of Economics. Enfin, Elisabetta Giuffra, biologiste italienne, s'est spécialisée dans la génétique et la génomique animales. Elle a rejoint en décembre 2010 l'Inra de Jouy-en-Josas. Le système de "package scientifique" garantit pendant quatre ans à ces chercheurs le recrutement d'étudiants et les moyens nécessaires pour mener à bien leur projet de recherche inscrit dans une des thématiques prioritaires de l'Inra.



© W. Beaucardet

## Une vision d'ensemble des infrastructures informatiques

Le programme d'audit des infrastructures informatiques des quatorze départements de recherche, a pris fin en 2010, après 18 mois. Il apporte à chaque département et à l'Institut dans son ensemble une vue mesurée et objectivée de l'adéquation des dispositifs aux besoins de production scientifique, et des écarts à traiter. Il s'agit de mettre à la disposition des communautés scientifiques des infrastructures informatiques capables de supporter des services adaptés aux conditions de leurs productions, aux besoins croissants en puissance de calcul induits par l'explosion des données, ainsi qu'aux enjeux de conservation de ces données pour une meilleure capitalisation des connaissances. Le programme sera clos en 2011 par un travail d'élaboration des scénarios d'évolution des dispositifs, piloté par la direction générale. Après concertation, le conseil d'administration de l'Inra devrait adopter un schéma directeur des systèmes d'information, soutenu par un programme d'investissement pluriannuel.

## Un audit externe de l'appui à la recherche

En 2010, l'inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche (IGAENR) a conduit un audit des fonctions supports de l'appui à la recherche (Finances, Achats, RH...). Cette évaluation a été effectuée entre mai et octobre dans le cadre de la révision générale des politiques publiques (RGPP). Le diagnostic réalisé repose, d'une part sur des entretiens réalisés dans les directions d'appui, les centres et unités de recherche, d'autre part sur une analyse objectivée des principales fonctions (grille de synthèse générale, calculs d'indicateurs d'efficacité...). Ainsi, six pistes de réforme pour une optimisation des fonctions supports ont été proposées. Ces pistes balaient des thèmes tels que la mutualisation des centres, les évolutions de la gouvernance. L'évaluation va porter en 2011 sur les fonctions dites "de soutien".

## Des réseaux par métier

Pour contribuer au développement de compétences collectives, la DSI a lancé en 2009 un programme de partage d'expérience et de pratiques en informatique (PEPI). La labellisation finale a eu lieu en 2010 et ce sont désormais sept PEPI thématiques qui sont installés : Ingénierie du développement, Gestion de projet informatique, Ingénierie du poste de travail, Gestion des données, Administration des systèmes, Bioinformatique et Calcul scientifique. Ces PEPI sont un vecteur d'optimisation par la diffusion, au sein des communautés métier, des meilleures pratiques.

## L'Inra et le développement durable

Des formations "Achats durables" ont été entreprises depuis 2010 pour les responsables des achats des centres sur les marchés généraux et pour des acheteurs des unités sur les besoins spécifiques à la recherche. La mise en place dans chaque centre de chargés de mission "Développement durable" a conduit à des propositions d'actions pilotes innovantes. Le séminaire national annuel réunissant ces chargés de mission et les responsables des services d'appui à la recherche a permis de confronter les pratiques en la matière. L'Inra est aussi engagé sur le pilier social du développement durable, où il doit faire, par son action, preuve d'exemplarité. Au travers de son bilan social annuel, l'Inra communique à ses agents et à ses partenaires les données objectives les plus complètes sur sa communauté de travail : ouverture de la politique de recrutement, amélioration des carrières, accompagnement des parcours, politique sociale et environnementale de la recherche...

## Une politique "handicap" ambitieuse



© C. Maître / Inra

Le partenariat avec le Fonds d'insertion des personnes handicapées de la fonction publique (FIPHFP), a été renforcé avec la conclusion d'une nouvelle convention

portant sur l'accessibilité des centres Inra. Ainsi, 35 projets ont été validés favorablement par le Comité national du FIPHFP qui a octroyé 500 000 € pour le financement de ces opérations. De même, l'Inra a déployé un chèque emploi service universel "compensation du handicap" spécifiquement dédié aux collaborateurs handicapés souhaitant recourir, à domicile, à des services à la personne et ce, dans l'objectif de mieux accompagner encore ces agents dans leur vie quotidienne. Enfin en 2010, 35 travailleurs handicapés ont été titularisés (35 IT) et l'Institut a accueilli 28 travailleurs handicapés en CDD.



# 4 | REPÈRES 2010

---

LES HOMMES ET LES FEMMES

60

---

LES MOYENS FINANCIERS

62

---

L'ORGANISATION ET LA STRUCTURE

63

---



© W. Beaucardet

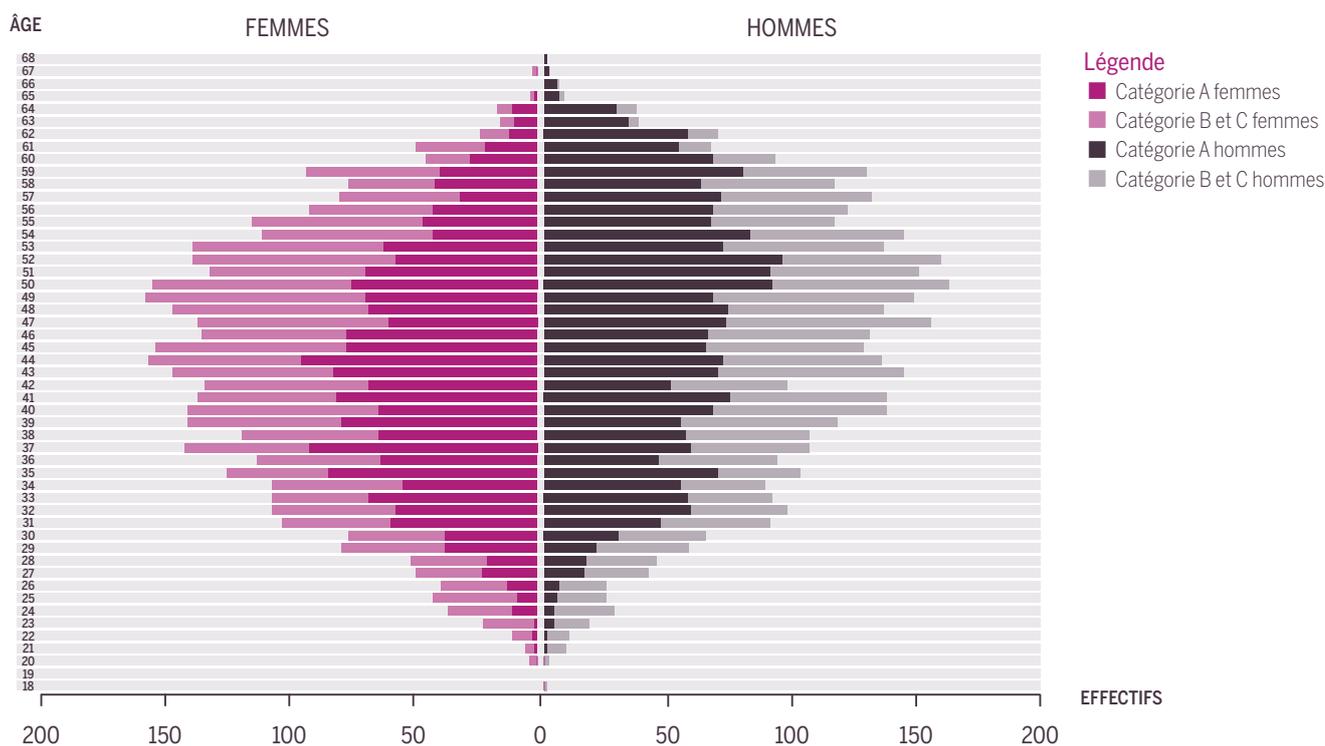
# LES HOMMES ET LES FEMMES

## LES EFFECTIFS

Au 31 décembre 2010, l'Inra compte 8 488 agents titulaires rémunérés soit 4 208 femmes et 4 280 hommes, ce qui représente 8 224 équivalents temps plein (ETP).

Au cours de cette même année, l'Inra a accueilli 2 103 stagiaires, et rémunéré 513 boursiers de thèse, 36 jeunes scientifiques en pré-doc, 46 pré-docs étrangers, 102 post-docs étrangers et 48 post-docs sur financement du ministère en charge de la recherche.

### RÉPARTITION DE L'ÂGE DES AGENTS TITULAIRES RÉMUNÉRÉS SELON LE GENRE ET LA CATÉGORIE DE LA FONCTION PUBLIQUE AU 31 DÉCEMBRE 2010



Légende 00 % Taux de féminisation\*

Effectifs	Scientifiques et direction	Ingénieurs	Techniciens	Total
2007	1828 40,6 %	2427 47,9 %	4 249 51,3 %	8 504 48 %
2008	1820 41,6 %	2 462 48,7 %	4 108 51,7 %	8 390 48,6 %
2009	1 839 42,6 %	2 572 49,7 %	4 121 53 %	8 532 49,2 %
2010	1 837 43,5 %	2 590 50 %	4 061 52,1 %	8 488 49,6 %

\* Le taux de féminisation est le rapport du nombre de femmes à l'effectif total.

## LA PROMOTION ET L'ÉGALITÉ HOMMES-FEMMES

L'Inra veille activement à l'équilibre entre les femmes et les hommes, tant en termes de constitution des jurys de concours (composition des jurys) qu'en termes de nominations dans les instances collectives ou aux postes de responsabilité. Ainsi, dans l'ensemble des commissions ou comités nationaux, les femmes représentent plus de 40 % des membres nommés ou élus. Entre 2006 et 2010, la représentation des femmes aux postes de responsabilité s'est accrue de près de 70 %. À titre d'exemple, le taux de féminisation de la fonction de directeur / directrice d'unité (DU) est passé de 15 % à 25 % et celui de directeur / directrice d'unité adjoint(e) dépasse désormais 34 %. Par ailleurs, la féminisation du métier de chercheur observée depuis la fin des années 90 se confirme : ainsi, en 2010, le pourcentage de femmes dans le corps des chargés de recherche atteint désormais 53 % ; dans le corps des directeurs de recherche, ce pourcentage s'élève à 28 % (en 2008 et 2009, il était de 26 %).

### Taux de féminisation dans les instances (en %)

Conseil d'administration	37 %
Conseil scientifique	41 %
Chefs de département	21 %
Présidents de centre	30 %
Directeurs d'unité	25 %
Commissions scientifiques spécialisées	40 %
Comité technique paritaire	32,5 %

## LA FORMATION

En 2010, plus de 4,5 millions d'euros ont été consacrés à la formation permanente : 57 % des agents titulaires et 2 000 agents temporaires ont bénéficié d'un accès à la formation.

Au regard de la politique "Évolution des compétences et formation à l'Inra", l'ensemble des quatre axes prioritaires ont été développés en 2010. Une sollicitation accrue de l'équipe "Appui à la politique scientifique - FormaSciences" est à mettre en lien avec les nouveaux axes stratégiques. Ainsi, cela s'est traduit par l'appui à l'ingénierie d'écoles chercheurs sur l'agroécologie aux Antilles-Guyane ou sur la biologie prédictive en région parisienne.

L'équipe "Animation et gestion collective" a été interpellée pour accompagner la capacité des collectifs à intégrer de nouvelles modalités de travail. En 2010, les présidents de centre ont ainsi suivi une formation sur "Sciences, société et éthique" et les responsables travaux associés aux responsables achats et aux DSA ont participé au premier module "gestion de projet" sur la conduite d'opérations immobilières.

Dans le cadre de la prévention des risques psychosociaux, un cahier des charges national, élaboré avec les partenaires sociaux, a été pro-

posé aux centres pour un déploiement de formations de sensibilisation auprès des directeurs d'unités, des acteurs RH et des membres CHS.

L'équipe "Accompagnement des métiers en évolution et des parcours professionnels" a connu le plus fort développement en heures stagiaires et en budget depuis quatre ans. On constate de forts enjeux sur les fonctions d'appui à la recherche qui nécessitent un accompagnement particulier et qui touchent de nombreuses communautés métiers : en 2010, le développement du dispositif formation métiers des gestionnaires, et l'accompagnement de la mise en place des PEPI (Partage d'expérience et de pratiques en informatique).

En parallèle de ce contexte en forte évolution, la question des parcours professionnels est de plus en plus prégnante, et de nouvelles mesures réglementaires invitent les personnels à se saisir des dispositifs d'accompagnement. C'est le cas en particulier de la période de professionnalisation qui sera expérimentée à l'Inra entre 2010 et 2012.

À l'échelle de l'Inra, le déploiement d'une analyse GPEC de départements et d'établissement donnera une vision prospective des compétences et disciplines, favorisant la construction de ces parcours professionnels, tout en mettant mieux en évidence les métiers et/ou collectifs à accompagner...

## LA POLITIQUE SOCIALE

La politique sociale est un levier de l'attractivité de l'Institut qui doit répondre le mieux possible aux besoins exprimés par ses agents pour renforcer l'équilibre entre la vie professionnelle et la vie personnelle.

Dans le prolongement du Chèque emploi service universel (CESU) "garde d'enfant" déployé depuis deux ans, l'Inra a mis en place un nouveau CESU dédié à la prise en charge des situations médicales exceptionnelles. Ce nouveau dispositif permet aux agents de l'Institut, leurs enfants et conjoint rencontrant des difficultés médicales particulières de pouvoir bénéficier de prestations ciblées de service à la personne. La convention cadre signée avec le fonds pour l'insertion des personnes handicapées dans la fonction publique (FIPHFP) a permis pour la deuxième année consécutive de promouvoir une politique active en faveur de l'accessibilité des installations et de l'aménagement des postes de travail en faveur de nos collègues en situation de handicap. Enfin, l'Inra va mettre en place un mécanisme de cautionnement pour faciliter l'accès au logement locatif pour les chercheurs étrangers accueillis dans nos laboratoires.

De nouveaux outils de communication ont été mis en place en 2010 afin de mieux faire connaître les dispositifs de politique sociale. L'Inra innove en mettant à disposition un guide interactif décrivant l'ensemble des mesures d'accompagnement qui sont proposées, à l'ensemble des collaborateurs de l'Institut. Ce guide est présenté dans un format nouveau, interactif et illustré. Son contenu sera mis à jour régulièrement, selon l'évolution des actions de politique sociale engagées par l'Institut. Un mémo de politique sociale reprend de manière synthétique l'ensemble des dispositifs décrits dans le guide dématérialisé.

# LES MOYENS FINANCIERS

## LE BUDGET

Le budget primitif de l'Inra pour 2010 s'établit à 813,9 M€ dont 4,3 M€ au titre de la réserve de précaution. Il est en progression de 5,4 % par rapport à 2009, taux qu'il convient toutefois de ramener à 4,9 % si l'on neutralise l'effet d'une mesure de périmètre résultant de la hausse des cotisations pour pensions civiles.

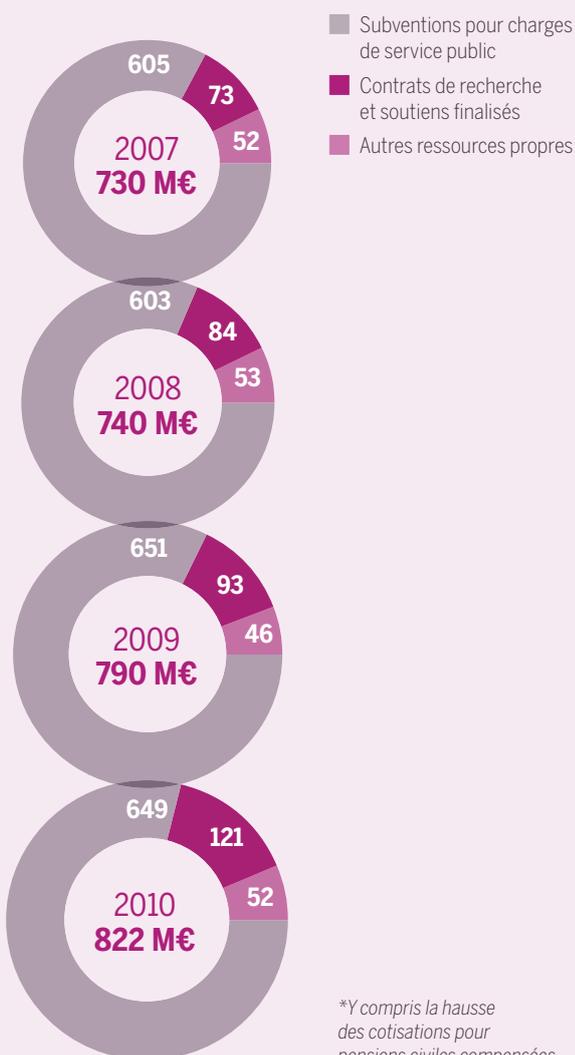
## LES RESSOURCES

Les subventions pour charges de service public s'élèvent à 649,1 M€ : elles représentent 79,0 % du budget de l'Institut contre 82,4 % en 2009.

Les ressources propres s'élèvent, quant à elles, à 173,0 M€, soit une proportion de 21,1 % du total des ressources contre 17,6 % en 2009. Elles comprennent :

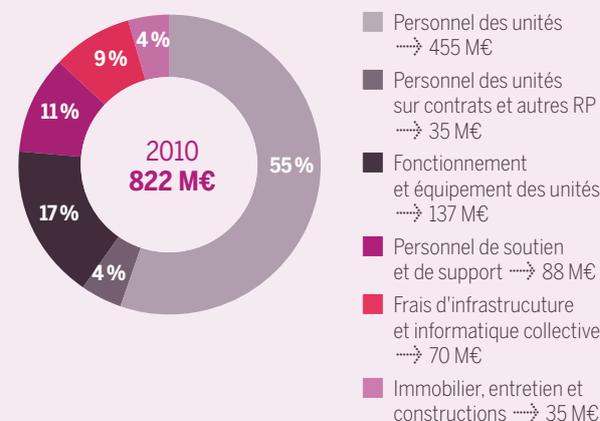
- les contrats de recherche et soutiens finalisés prévus à hauteur de 121,3 M€, soit 14,8 % du budget ;
- les autres produits (produits valorisés de l'activité de recherche, prestations de services, ventes,...) qui totalisent un montant de 51,7 M€, soit 6,3 % du budget.

FIGURE 1 ÉVOLUTION DU BUDGET DE L'INRA (EN M€) PAR CATÉGORIE DE RESSOURCES, HORS REPORTS DE CRÉDITS\*



## LA RÉALISATION DU BUDGET 2010

FIGURE 2 RÉPARTITION DES DÉPENSES 2010 PAR FONCTION

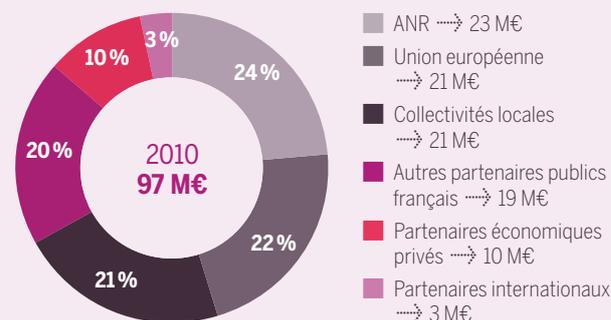


Le budget 2010 de l'Inra est réalisé pour un montant de recettes nettes de 802,3 M€ (et un volume de dépenses de 819,9 M€). Cette situation aboutit à un solde négatif de 17,6 M€.

Rapproché des ultimes prévisions de recettes de l'exercice (822,1 M€), le taux global de réalisation de celles-ci s'établit à 97,6 % contre 99,7 % en 2009. Ces recettes se composent :

- des subventions pour charges de service public dont le montant est relativement stable à 649,1 M€ : elles représentent 80,9 % des recettes réalisées (82,7 % en 2009) et couvrent 79,2 % des dépenses (83,1 % en 2009) ;
- les subventions et soutiens finalisés (contrats et conventions de recherche, financement de programmes) dont le montant des titres émis s'élève à 103,8 M€, ce qui représente 67,8 % du total des ressources propres contre 66,8 % en 2009 ;
- des autres ressources propres qui s'établissent à 49,3 M€, soit 32,2 % du total des ressources propres contre 33,2 % en 2009.

FIGURE 3 RÉALISATION DES RECETTES CONTRACTUELLES PAR FINANCEUR (EN M€)



S'agissant du taux de consommation des crédits ouverts, celui-ci, apprécié au niveau des mandatements, est de 89,8 %, soit un taux quasi identique à celui de l'an dernier (89,3 %). Cependant, ce taux porte sur un volume de crédits qui, d'un budget à l'autre, a augmenté de 35,5 M€ dont 14,8 M€ au titre de la masse salariale.

La dynamique des dépenses par destination, y compris dépenses de personnel, atteste de la priorité budgétaire réservée :

- aux activités conduites directement par les unités +3,8 % ;
- au plan d'investissement programmé, notamment consacré aux contrats de projets entre l'État et les Régions et aux infrastructures informatiques +42 %.

# L'ORGANISATION ET LA STRUCTURE

## CONSEIL D'ADMINISTRATION AU 1<sup>ER</sup> JUIN 2011

Le Conseil d'administration délibère notamment sur l'orientation de la politique de recherche de l'Institut, les programmes généraux d'activités et d'investissements, l'exploitation des résultats de la recherche et sur les mesures générales relatives à l'organisation de l'Institut, son budget, ses modifications et son compte financier.

### MEMBRES DE DROIT

#### Présidente

##### Marion Guillou

Présidente directrice générale de l'Inra

#### Représentants de l'État

##### Marion Zalay

Directrice générale de l'Enseignement et de la Recherche

*Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire*

##### Éric Allain

Directeur général des Politiques agricole, agroalimentaire et des territoires

*Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire*

##### Catherine Gaudy

Direction générale de la Recherche et de l'Innovation

*Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche*

##### Didier Hoffschir

Direction scientifique, direction générale de la Recherche et de l'Innovation

*Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche*

##### Philippe Velilla

Chargé de mission Industries agricoles et agroalimentaires à la direction générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services

*Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie*

##### Grégory Cazalet

Chef du bureau de la recherche et de l'enseignement supérieur, à la direction du Budget

*Ministère du Budget, des Comptes publics, de la Fonction publique et de la Réforme de l'État*

##### Arila Pochet

Chef du bureau des aliments, direction générale de la Santé

*Ministère du Travail, de l'Emploi et de la Santé*

##### Jean-Louis Gérard

Sous-directeur de la Politique de la Consommation et de la Sécurité

*Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie*

##### Claire Hubert

Chef du service de la Recherche

*Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement*

### MEMBRES NOMMÉS

#### Président du Conseil scientifique de l'Inra

##### Frédéric Dardel

Professeur à l'Université Paris V Descartes

#### Représentants des organisations professionnelles agricoles

##### Joseph Giroud

Secrétaire général de l'Assemblée permanente des Chambres d'agriculture

##### Christiane Lambert

Vice-présidente de la Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles

##### Dominique Lefebvre

Vice-président de la Confédération nationale de la mutualité, de la coopération et du crédit agricole

##### Julien Valentin

Administrateur du Centre national des jeunes agriculteurs

#### Représentants des industries liées à l'agriculture

##### Dominique Dutartre

Directeur général adjoint de la société Champagne Céréales

##### Yves Bayon de Noyer

Président directeur général de la société Agis

##### Dominique Heriard Dubreuil

Présidente du conseil d'administration du groupe Rémy Cointreau

##### François Desprez

Président de l'Union française des semenciers

#### Représentante des consommateurs

##### Reine-Claude Mader

Présidente de la Confédération de la consommation, du logement et du cadre de vie

#### Représentants des salariés de l'agriculture

##### André Hemmerle

Fédération nationale agroalimentaire et forestière CGT

##### Frédéric Malterre

Secrétaire national de la Fédération générale CFDT agroalimentaire

### MEMBRES ÉLUS

##### Élisabeth Blesbois (CFDT)

Inra Tours

##### Jamila Anba-Mondoloni (CFDT)

Inra Jouy-en-Josas

##### Pascal Tillard (CGT)

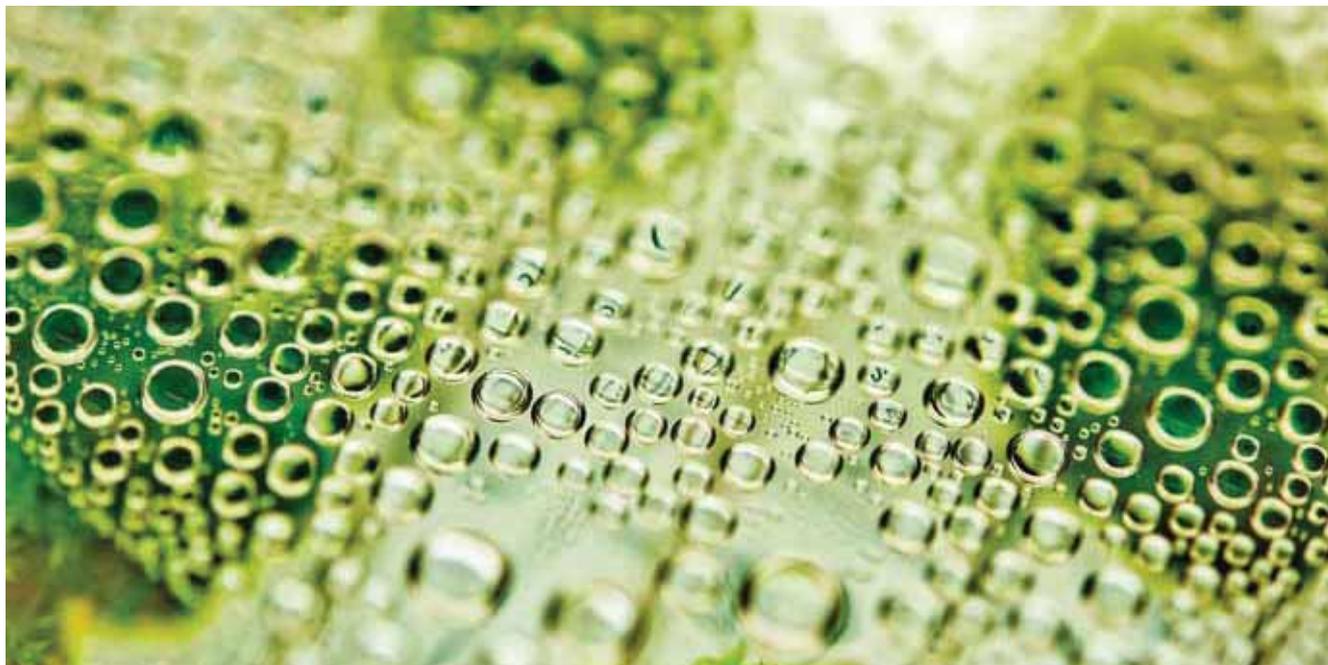
Inra Montpellier

##### Thierry Magallon (CFTC)

Inra Tours

##### Bernard Rolland (Sud Recherche EPST)

Inra Rennes



## CONSEIL SCIENTIFIQUE AU 1<sup>ER</sup> JUIN 2011

Le Conseil scientifique est une instance de réflexion et de proposition en matière de politique scientifique et d'évaluation des activités de recherche.

### PRÉSIDENT

#### Frédéric Dardel

Professeur à l'Université Paris Descartes

### MEMBRES DE DROIT

#### Marion Guillou

Présidente directrice générale de l'Inra

#### François Houllier

Directeur général délégué à l'organisation, aux moyens et à l'évaluation scientifiques de l'Inra

#### Marion Zalay

Directrice générale de l'Enseignement et de la Recherche  
*Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire*

#### Patrick Hetzel

Directeur général de l'enseignement supérieur et de l'insertion professionnelle  
*Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche*

#### Ronan Stephan

Directeur général de la recherche et de l'innovation  
*Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche*

### MEMBRES NOMMÉS

#### Maurice Barbezant

Directeur de l'Union nationale des coopératives agricoles d'élevage et d'insémination animale

#### Hélène Barbier-Brygoo

Directrice de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

#### Dominique Bureau

Professeur chargé de cours à l'École Polytechnique

#### Patrick Caron

Directeur général délégué à la recherche et à la stratégie, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad)

#### Christine Cherbut

Directrice scientifique au Centre de recherche Nestlé de Lausanne

#### Sophie Jullian

Directrice scientifique d'IFP Énergies nouvelles

#### Marianne Lefort

Directrice scientifique d'AgroParisTech

#### Gilles Pinay

Professeur à l'Université de Birmingham

#### Dominique Pontier

Professeur à l'Université Claude Bernard, Lyon I

#### John Porter

Professeur à l'Université de Copenhague

#### André Pouzet

Directeur du Centre technique interprofessionnel des oléagineux métropolitains (Cetiom)

#### Isabelle Rico-Lattes

Directrice de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

### MEMBRES ÉLUS DE L'INRA

#### Daniel Auclair

Environnement et Agronomie, Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques

#### Catherine Albertini

Santé des plantes et environnement

#### Taline Elmayan

Génétique et amélioration des plantes, Biologie végétale, Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences

#### Jean-Michel Salmon

Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture

#### Yves Chilliard

Physiologie animale et systèmes d'élevage

#### Harry Archimede

Santé animale, Génétique animale

#### Monique Lavialle

Alimentation humaine, Microbiologie et chaîne alimentaire

#### Joël Chadœuf

Sciences sociales, agriculture et alimentation, espace et environnement ; Mathématiques et informatique appliquées ; Sciences pour l'action et le développement

#### Nicolas Maurin

Services d'appui à la recherche, Administration centrale, Documentation et publications, Informatique

## COMITÉ CONSULTATIF D'ÉTHIQUE POUR LA RECHERCHE AGRONOMIQUE AU 1<sup>ER</sup> JUIN 2011

Ce comité consultatif a pour objectif de traiter des questions éthiques que peuvent soulever l'activité et le processus de recherche en France et hors de France, dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation, de l'environnement et du développement durable. Il est placé auprès du président du Conseil d'administration de l'Institut. Il est commun au Cirad et à l'Inra.

### PRÉSIDENT

**Louis Schweitzer**

### MEMBRES NOMMÉS

**Fifi Benaboud**

Chercheuse en sciences politiques, coordinatrice du programme Transmed du Centre Nord-Sud du Conseil de l'Europe

**Gilles Bœuf**

Professeur des universités, président du Museum national d'histoire naturelle

**Marcel Burszty**

Socio-économiste, directeur du Centre pour le développement durable à l'université de Brasilia

**Claude Chéreau**

Historien, inspecteur général honoraire de l'agriculture

**Soraya Duboc**

Ingénieur agroalimentaire

**Patrick Du Jardin**

Biologiste, doyen de l'Université de Gembloux (Belgique)

**Catherine Larrère**

Professeur d'éthique appliquée à l'Université Paris I

**Jeanne-Marie Parly**

Professeur des Universités en sciences économiques, juge assesseur représentant le Haut-Commissariat aux réfugiés à la Cour nationale du droit d'asile

**Gérard Pascal**

Nutritionniste, directeur de recherche honoraire à l'Inra

**Lazare Marcellin Poamé**

Doyen de l'Unité de formation et de recherche des lettres et sciences humaines de l'Université de Bouaké en Côte d'Ivoire, président du comité consultatif national de bioéthique de Côte d'Ivoire

**Gérard Toulouse**

Physicien, directeur de recherche au laboratoire de Physique théorique de l'École normale supérieure (ENS)

**Dominique Vermersch**

Agronome, professeur d'économie publique et d'éthique à Agrocampus Rennes

**Heinz Wismann**

Philosophe et philologue, directeur d'études à l'École des hautes études en sciences sociales (EHESS)

## COMMISSIONS SCIENTIFIQUES SPÉCIALISÉES ET PRÉSIDENTS POUR LA PÉRIODE 2007-2010

Les commissions scientifiques spécialisées (CSS) sont les instances statutaires chargées de l'évaluation des chercheurs (chargés de recherche et directeurs de recherche) de l'Inra. Elles sont également consultées en matière de titularisation et de promotion des chercheurs.

### SCIENCE DE LA TERRE, DE L'EAU ET DE L'ATMOSPHÈRE

**Françoise Elbaz**

Transfert des éléments traces dans le cycle hydrologique  
CNRS, Montpellier

### AGRONOMIE, ÉLEVAGE, SYLVICULTURE

**Alain Capillon**

Agronomie, développement durable  
SupAgro, Montpellier

### BIOLOGIE DES POPULATIONS ET DES ÉCOSYSTÈMES

**Yvan Moenne Loccoz**

Écologie microbienne  
Université de Lyon I

### ÉCOPHYSIOLOGIE GÉNÉTIQUE ET BIOLOGIE INTÉGRATIVE DES PLANTES

**Thierry Langin**

Phytopathologie moléculaire  
CNRS, Orsay

### GÉNÉTIQUE VÉGÉTALE ET ANIMALE

**Dominique de Vienne**

Génétique moléculaire et quantitative  
Université Paris XI

### PHYSIOLOGIE ANIMALE

**Hervé Barré**

Physiologie des régulations (énergétique et moléculaire) et de l'adaptation  
Université Claude Bernard - Lyon I

### BIOLOGIE DES INTERACTIONS HÔTES-AGRESSEURS, SYMBIOTES ET COMMENSAUX

**Dominique Costagliola**

Épidémiologie, infection à VIH, ESST  
Inserm, Paris

### NUTRITION ET TOXICOLOGIE

**Patrick Hillon**

Hépto-gastro-entérologie, épidémiologie des cancers digestifs  
CHU, Dijon

### SCIENCES DES ALIMENTS ET DES BIOMATÉRIAUX, BIOCHIMIE

**Marilyn Vantard**

Dynamique des microtubules, cellules végétales, biochimie et imagerie cellulaire  
CNRS, Grenoble

### SCIENCES DES ALIMENTS: MICROBIOLOGIE, SÉCURITÉ ALIMENTAIRE ET GÉNIE DES PROCÉDÉS

**Thierry Heulin**

Écologie microbienne, interactions, signalétique, dynamique des populations  
CEA, Saint-Paul-lez-Durance

### MATHÉMATIQUE, BIO-INFORMATIQUE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

**Pierre Marquis**

Informatique, intelligence artificielle  
Université d'Artois, Lens

### SCIENCES ÉCONOMIQUES, SOCIALES ET DE GESTION

**Jean-Philippe Boussemer**

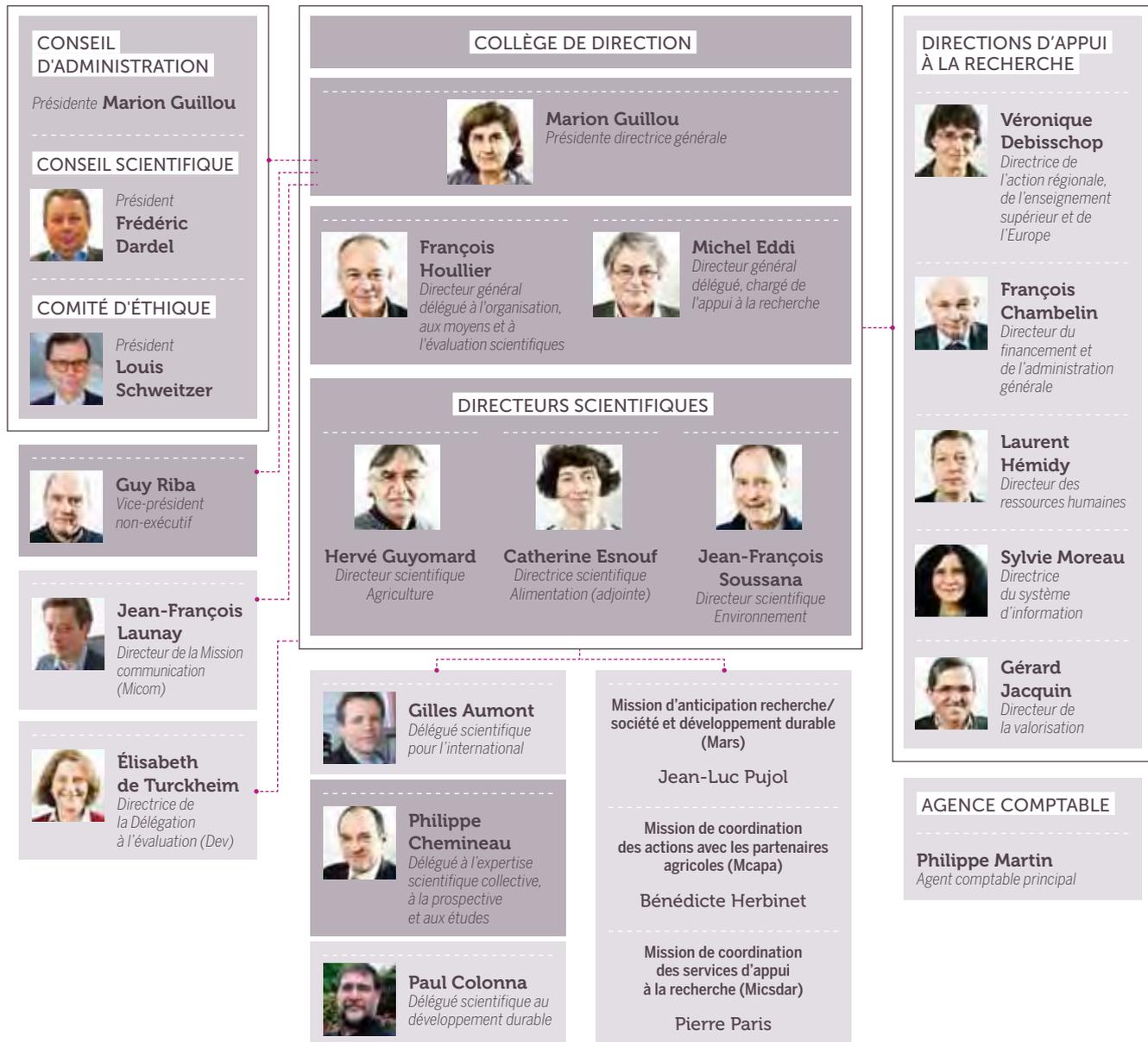
Économie de la production, analyse de la productivité  
Université de Lille

### GESTION DE LA RECHERCHE

**Marion Guillou**

Inra, Paris

# ORGANIGRAMME AU 1<sup>ER</sup> JUIN 2011



Photos © F. Stucin / Myop, C. Maître / Inra, DR

CHEFS DE DÉPARTEMENTS DE RECHERCHE		
<b>Patrick Etievant</b> Alimentation humaine	<b>Hélène Lucas</b> Génétique et amélioration des plantes	<b>Jean-Marc Meynard</b> Sciences pour l'action et le développement
<b>Frédéric Gaymard</b> Biologie végétale	<b>Bruno Goffinet</b> Mathématiques et informatique appliquées	<b>Bertrand Schmitt</b> Sciences sociales, agriculture et alimentation, espace et environnement
<b>Monique Axelos</b> Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture	<b>Emmanuelle Maguin</b> Microbiologie et chaîne alimentaire	
<b>Jean-Marc Guehl</b> Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques	<b>Benoit Malpaux</b> Physiologie animale et systèmes d'élevage	
<b>Guy Richard</b> Environnement et agronomie	<b>Thierry Pineau</b> Santé animale	
<b>Denis Milan</b> Génétique animale	<b>Olivier Le Gall</b> Santé des plantes et environnement	

PRÉSIDENTS DES CENTRES DE RECHERCHE		
<b>Jean-François Thibault</b> Angers-Nantes	<b>Jacques Caneill</b> Dijon	<b>Jean-Marc Chabosseau</b> Poitou-Charentes
<b>Alice Danielle Celestine-Myrtil-Marlin</b> Antilles-Guyane	<b>Muriel Mambrini-Doudet</b> Jouy-en-Josas	<b>Michel Bariteau</b> Provence-Alpes-Côte-d'Azur
<b>Benoît Fauconneau</b> Bordeaux-Aquitaine	<b>Gilles Gandemer</b> Lille	<b>Patrick Herpin</b> Rennes
<b>Michel Beckert</b> Clermont-Ferrand - Thaix - Lyon	<b>Laurent Bruckler</b> Montpellier	<b>Hubert De Rochambeau (par intérim)</b> Toulouse
<b>Jean E. Masson</b> Colmar	<b>Erwin Dreyer</b> Nancy	<b>Catherine Beaumont</b> Tours
<b>Dominique Agostini</b> Corse	<b>Catherine Beaumont (par intérim)</b> Orléans	<b>Pierre-Henri Dué</b> Versailles-Grignon
	<b>Patricia Watenberg</b> Paris	



**Institut National  
de la Recherche Agronomique**

147, RUE DE L'UNIVERSITÉ  
75338 PARIS CEDEX 07

TÉL.: + 33(0)1 42 75 90 00  
FAX : + 33(0)1 47 05 99 66

[www.inra.fr](http://www.inra.fr)