

**BIOGECO, UNE UNITÉ SUR LA BIODIVERSITÉ**



Antoine Kremer, directeur de l'unité mixte de recherches « Biodiversité, gènes et communautés »

Créée en 2003 entre des équipes de l'Inra et de l'Université Bordeaux I, l'unité mixte de recherches « Biodiversité, gènes et communautés », Biogeco, analyse les mécanismes régissant l'évolution de la biodiversité à différentes échelles (du gène aux populations, aux espèces, aux communautés, aux écosystèmes) grâce à la coopération entre génomiciens, généticiens des populations, généticiens quantitatifs et écologistes. Des travaux pionniers ont permis de reconstituer les voies de migration des chênes en Europe depuis la dernière glaciation, ce qui représente la plus vaste étude de diversité génétique jamais entreprise sur des organismes vivants.

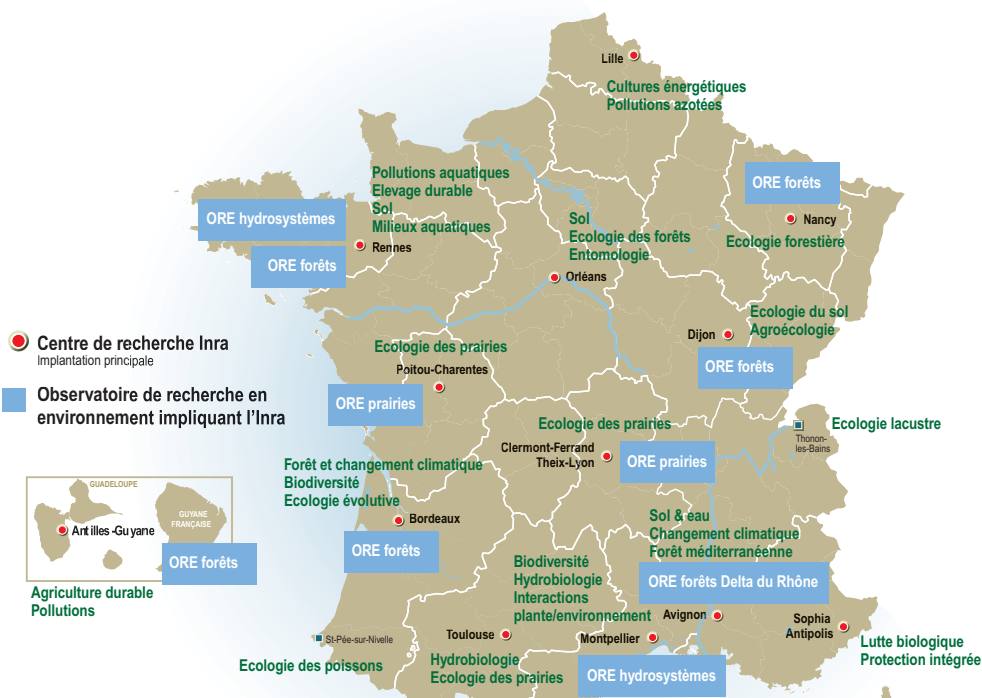
Ces recherches trouvent un prolongement dans la prédiction de l'évolution de la biodiversité face aux changements climatiques futurs. Ambitieux dans leurs objectifs, les travaux de Biogeco se focalisent sur un nombre restreint d'espèces (chênes, pin maritime et leurs insectes et champignons associés) et d'écosystèmes (pinède landaise, interface forêt-agriculture, forêt tropicale humide de Guyane).

Antoine Kremer, directeur de l'UMR Biogeco, vient d'être distingué du prix Marcus Wallenberg 2006, la plus haute distinction mondiale dans le domaine des recherches forestières.

**LE PROJET EVOLTREE**

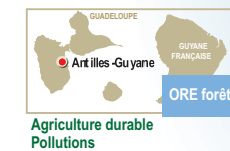
Evoltree (Evolution of Trees as drivers of terrestrial biodiversity) est un Réseau européen d'excellence scientifique coordonné par l'Inra. Depuis 2005, 25 partenaires (15 pays, 14,3 M€) mettent en commun leurs recherches sur l'évolution de la biodiversité forestière dans la perspective des changements climatiques à venir. Ces travaux intéressent les gestionnaires des forêts et des espaces naturels, les biologistes de la conservation, les responsables des politiques forestières...

**THÉMATIQUES DE RECHERCHES ENVIRONNEMENT**



● Centre de recherche Inra  
Implantation principale

■ Observatoire de recherche en environnement impliquant l'Inra



**Quelques programmes**

- **Biodiversa**, projet européen Era-Net, met en réseau les 19 principales agences européennes de financement de la recherche dans le domaine de la biodiversité.
- **Endure** est un réseau d'excellence sur les systèmes d'exploitations sur la base d'approches intégrées et à faibles intrants.

- **Ecoger**, « Écologie pour la gestion des écosystèmes et de leurs ressources » réunit une quinzaine de projets ANR sur les réponses adaptatives des individus, des communautés et des écosystèmes aux perturbations liées aux actions anthropiques et aux changements globaux dans l'espace rural.

**QUELQUES RÉSULTATS**

**Recherche**

- Première mondiale : l'Inra et le Museum national d'Histoire naturelle réussissent une fécondation in vitro d'un faon de cerf sika du Japon par une biche de l'espèce élaphe à des fins de préservation de l'espèce.
- Tracé de l'expansion postglaciaire des hêtraies à travers l'Europe.
- Mesure de la progression de la mineuse du marronnier, *Cameraria ohridella*, nouveau ravageur signalé en 1998 qui envahit la quasi-totalité des départements.

**Expertises collectives sur :**

- les rapports entre sécheresse et agriculture, à la demande du ministère de l'Agriculture (2006).
- comment réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux, à la demande des ministères en charge de l'Agriculture et de l'Ecologie et du Développement durable (2005).
- le stockage du carbone dans les sols agricoles de France en tant que contribution à la lutte contre l'effet de serre, à la demande du ministère de l'Ecologie et du Développement durable (2002).

**CONTACTS**

**Direction scientifique environnement, écosystèmes cultivés et naturels**  
alexandre.giroux@paris.inra.fr

**Département Environnement et agronomie**  
spe@antibes.inra.fr

**Département écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques** : efpa@nancy.inra.fr

**PUBLICATIONS**

- **La forêt**, Editions Inra, 2005 ( DVD )
- **Qualité de l'eau en milieu rural**  
Philippe Merot, Éditions Inra, 2006
- **Acteurs et territoires locaux : vers une géoagronomie de l'aménagement**  
Marc Benoît, Jean-Pierre Deffontaines, Sylvie Lardon. Éditions Inra, 2006
- **Invasions biologiques et extinctions - 11000 ans d'histoire des vertébrés en France**  
Olivier Lorvelec et al, Co-éditions Quae-Belin, 2006
- **Biodiversité et savoirs naturalistes locaux en France**  
Laurence Bérard et al, coéditions Cirad, Iddri, IFB, Inra, 2005

Directeur de la publication Pierre Establet  
Rédaction Michel Zelvelde, Catherine Donnars  
Iconographie Photothèque Inra, PAO Patricia Perrot  
Création graphique Chromatiques Editing  
© Inra Mission communication

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
147 rue de l'Université 75338 Paris Cedex 7  
Tél. : + 33(0)1 42 75 90 00  
Fax : + 33(0)1 42 75 91 72  
www.inra.fr



**ENVIRONNEMENT**



**ENVIRONNEMENT**

Les recherches et les relations partenariales de l'Inra ont depuis l'origine amené les scientifiques à s'intéresser à l'environnement au sens large. En 1998, une impulsion nouvelle a été donnée : l'environnement et le développement durable sont devenus une finalité à

part entière des recherches. Par exemple, simuler les échanges de carbone, d'eau et d'éléments minéraux entre les plantes et leur milieu, à différentes échelles d'espace et de temps, constituent un champ de recherche, de même que la maîtrise des impacts environnementaux des activités agricoles, la contribution de l'agriculture aux changements environnementaux et climatiques, ou encore la recherche de nouvelles stratégies de protection des plantes... Il s'agit par ailleurs d'intégrer dans les travaux de recherche, le rôle de la biodiversité et la préservation des ressources génétiques végétales et animales et de les situer dans le cadre plus général d'un questionnement sur la dynamique de territoires, sur la gestion de ressources naturelles, sur les changements globaux, climatique notamment. De nouvelles trajectoires d'innovation sont à inventer. Des indicateurs pertinents de l'état de l'environnement sont à valoriser. Cette évolution encourage à formuler les questions de recherches en étroite relation avec les « parties prenantes » que sont les partenaires agricoles, les collectivités territoriales, les associations de consommateurs et de protection de l'environnement.

L'Inra occupe désormais une place majeure dans les recherches sur l'environnement aux niveaux national et international. Nos ambitions demeurent grandes tant en matière d'acquisition de nouvelles connaissances et de développement de nouvelles approches qu'en matière de positionnement au plan européen.

Marion Guillou  
Présidente-directrice générale de l'Inra

**CHIFFRES** (source rapport 2006 de l'Ifen)

Plus de **1000** chercheurs et ingénieurs de l'Inra travaillent sur la thématique de l'environnement

- L'artificialisation grignote 60 000 ha par an depuis 1982 sur l'espace naturel ; parallèlement, les surfaces boisées progressent d'environ 40 000 ha par an.
- L'objectif de l'Union européenne est de produire 10% de ses besoins énergétiques à partir de sources renouvelables en 2010.
- Les surfaces de cultures énergétiques devraient être multipliées par 7 d'ici 2010 pour atteindre environ 2,1 millions d'ha.
- Parmi les 365 000 emplois environnementaux : 5,8% concernent la nature, le paysage et la biodiversité ; 22,4% les déchets et 25% les eaux usées ; 0,4% la réhabilitation des sols et eaux.
- La France possède 1670 sites d'habitats naturels remarquables, Natura 2000, qui couvrent 11,8% du territoire métropolitain.
- 14% des vertébrés et 6% des plantes supérieures sont menacées en France.

## RECHERCHE ET DÉCISION PUBLIQUE

**Unra et le ministère de l'Écologie et du développement durable sont liés contractuellement depuis 2000. Éric Vindimian, chef du service de la recherche et de la prospective à la Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale répond à nos questions.**

*Que vous apporte le partenariat avec l'Inra ?*

**Éric Vindimian :** Par nature, les recherches de l'Inra nous intéressent. L'organisme scientifique français qui publie le plus en écologie, c'est l'Inra ! Le ministère utilise ses résultats de recherche et son expertise pour appuyer ses projets. Par exemple, l'expertise scientifique collective réalisée par l'Inra et le Cemagref en 2005 sur la réduction de l'utilisation des pesticides en agriculture a été largement valorisée dans le plan « Pesticides » qui vient d'être édicté par le ministère. Par ailleurs, de nombreux laboratoires de l'Inra contribuent aux programmes que nous lançons en agriculture, biodiversité ou encore en gestion et impact du changement climatique... Les résultats des recherches viennent alors corroborer ou infléchir nos orientations politiques. C'est le cas des travaux relatifs aux questions environnementales liées à la valorisation non alimentaire des ressources agricoles. Enfin, la collaboration passe aussi par l'engagement de chercheurs de l'Inra dans l'animation ou la présidence de nos projets scientifiques.

*Quel est selon vous l'un des points forts de la convention qui lie l'Inra au ministère ?*

**É. V. :** La présence conjointe de Nelly Olin et de Marion Guillou lors de la signature du renouvellement de cette convention en novembre 2005 souligne l'importance que chacune accorde à cette convention. Une des concrétisations phare est le groupement d'intérêt scientifique Sol dont l'Inra est l'acteur central. L'Institut est le plus à même d'intégrer les différents paramètres scientifiques et de développer les modèles d'information nécessaires aux acteurs et gestionnaires territoriaux. Ce GIS crée une synergie entre l'effort de recherche et le réseau d'observation de la qualité des sols.

## GLOSSAIRE

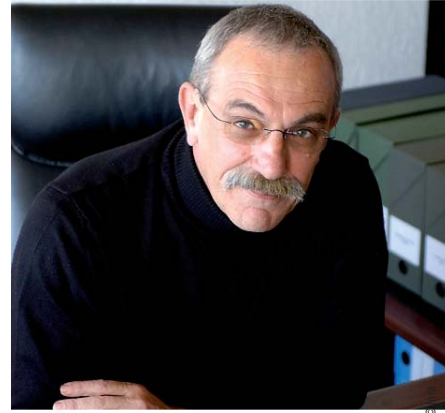
**Eutrophisation :** dégradation de la qualité des eaux provoquée par des apports excessifs d'éléments minéraux, phosphate et nitrates en particulier.

**Compartiment de l'environnement :** composante du milieu soit le sol, l'atmosphère, l'hydrosphère (océans et milieux aquatiques continentaux) ou les milieux vivants.

## « Quantifier et modéliser les impacts réciproques entre agriculture et changements environnementaux. Au-delà, concevoir une agriculture plus écologique. »

Les changements climatiques globaux situent désormais les fonctions environnementales des écosystèmes exploités au rang d'enjeu majeur, indissociable de leur valeur productive. La relation entre agriculture et environnement s'inscrit comme évidente dans la pensée collective. Si les tensions qu'elle suscite n'en sont pas apaisées, elle échappe progressivement à une vision manichéenne excessive. Consommatrice de ressources, l'agriculture est aussi à l'origine de services environnementaux préservant l'atmosphère, l'eau ou la biodiversité. Et n'oublions pas qu'elle est elle-même atteinte par les pollutions atmosphériques et les migrations de pathogènes.

Les vastes développements de la problématique « environnement/agriculture » sollicitent un fort engagement de l'Inra. De 20 à 25 % de ses chercheurs se consacrent à des thèmes spécifiques : quantifier et modéliser les impacts des systèmes de production et des changements globaux, les fonctions et la dynamique des écosystèmes exploités, leurs déterminants techniques et socio-économiques... Au-delà, concevoir une agriculture plus éco-



Pierre Stengel, directeur scientifique écologie et milieux naturels

logique et les conditions de son développement constitue un véritable défi collectif. Il mobilise l'ensemble des disciplines s'intéressant aux processus de production. Il s'agit de lever certains verrous scientifiques : développer des moyens nouveaux d'observation et de mesure, formaliser les théories et les modèles aptes à représenter la complexité écologique et les effets des actions humaines. Partant de l'analyse fine des mécanismes, il s'agit de déboucher sur les niveaux fonctionnels, la parcelle, le massif forestier, le paysage, et d'établir les liens nécessaires avec l'échelle planétaire.

L'attente à l'égard de nos recherches implique des partenariats scientifiques nationaux et internationaux. Notre obligation est aussi de produire les supports, outils et techniques adaptés à l'action publique et privée en faveur de l'environnement : expertises collectives, systèmes d'information, plateformes de simulation, en complément d'innovations dans les technologies écologiques.

## CONNAÎTRE ET SURVEILLER LA QUALITÉ DES SOLS

Outre son usage dans la production agricole, le sol a une fonction épuratrice utile dans la lutte contre les pollutions. Sa bonne qualité prévient le ruissellement et l'érosion. Le sol est également riche d'une immense biodiversité encore méconnue, et on sait qu'il intervient dans la régulation des changements climatiques, notamment dans le cycle du CO<sub>2</sub>. Pourtant, la dégradation de cette ressource, non renouvelable à l'échelle de temps humaine, est une menace réelle.

Les Pouvoirs publics ont créé en 2001 un Groupement d'intérêt scientifique dédié au sol (GIS Sol) afin de constituer un inventaire des sols français et suivre l'évolution de leur qualité.

Plus de 1000 placettes d'observation du sol couvrent aujourd'hui la moitié du territoire national. Le système d'information y associe un suivi de la qualité des sols, en particulier les niveaux de contamination

par des éléments traces métalliques.

Au niveau européen, les acteurs du GIS Sol représentent la France dans la réflexion communautaire sur la protection des sols laquelle est inscrite dans les politiques environnementale et agricole, mais peine à déboucher sur des mesures incitatives ou réglementaires.

Le GIS Sol associe les ministères de l'Agriculture et de l'Écologie, l'Inra, l'Institut français de l'environnement (Ifen), l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) et plus récemment, l'Institut de recherche pour le développement (IRD). Sa cheville ouvrière, l'unité InfoSol, basée à l'Inra d'Orléans, regroupe des pédologues, des géostatisticiens, des gestionnaires de bases de données et des environnementalistes de l'Inra et de l'Ifen. L'unité Valpédo de l'IRD est en charge des sols d'outre-mer  
**GIS Sol :** <http://gisol.oreans.inra.fr>

utiliser des plantes pour enlever ou neutraliser les polluants (essentiellement métaux lourds et polluants organiques) contenus dans un sol ou dans l'eau.

**Xénobiotiques :** désigne toute substance ou molécule étrangère à la biosphère telles que les molécules chimiques de synthèse des pesticides, étrangères à l'organisme et résistantes à la biodégradation.

## INTERFACE AGRONOMIE-ENVIRONNEMENT



Laurent Bruckler  
chef du département Agronomie et environnement

Notre département de recherche étudie les principaux cycles biogéochimiques dans des contextes de production agricole et répond à des questions plus finalisées comme le devenir des xénobiotiques ou les méthodes de dépollution des sols ou des eaux.

La gestion du carbone notamment sous forme de CO<sub>2</sub> est au cœur des enjeux environnementaux liés au changement climatique. L'expertise scientifique collective coordonnée par l'Inra en 2001 a montré par exemple que les prairies pouvaient contribuer au stockage à long terme du carbone dans le sol et donc à la réduction d'émission de CO<sub>2</sub>. Le cycle de l'azote nous intéresse également parce que, via la fertilisation, il est source de pollution des eaux et ses composés oxydés sont une autre source de gaz à effet de serre. Nos recherches abordent les autres gaz à effet de serre qui interagissent avec l'agriculture comme le méthane et l'ozone.

Un deuxième pan des recherches concerne les processus de devenir des pesticides dans l'environnement et d'évaluation de leur écotoxicité, avec des prolongements sur la conception de systèmes de production à faibles intrants.

Quant à la dépollution (notamment celle liée aux métaux lourds), nous l'abordons à la fois via des processus de phytoremédiation du sol et via le traitement des déchets organiques en bioréacteurs industriels.

Plus prospectif, un troisième volet de nos recherches met au point les méthodes et les systèmes de production permettant de s'adapter au changement climatique. Le recours à la modélisation est alors précieux pour combiner et intégrer les différentes informations, tandis que les expérimentations de terrain permettent de vérifier les hypothèses adoptées dans les modèles. Entre autres projets, nous analysons les futurs possibles des systèmes agri-

## CONCEVOIR DES SYSTÈMES AGRICOLES INNOVANTS



Jean-Marc Meynard  
chef du département Science pour l'action et la décision

Les modèles agricoles hérités de la période de modernisation d'après guerre ne répondent plus

que partiellement au rôle assigné à l'agriculture, notamment en matière de respect de l'environnement, de qualité et d'équité économique. Pour se renouveler, l'agriculture française doit fortement innover et, pour partie, réinventer ses manières de produire, d'organiser la production et de gérer l'espace agricole. Trois axes d'innovation déjà explorés par les agriculteurs et les chercheurs se dégagent. Le premier consiste à accentuer la prise en compte de l'environnement dans les stratégies d'exploitation. Les légumineuses, les rotations, les variétés plus résistantes, etc., doivent trouver leur place dans des pratiques culturales qui gèrent les équilibres écologiques plutôt que de recourir systématiquement aux pesticides et engrais chimiques. C'est le principe des systèmes de production intégrée. Le deuxième axe d'innovation vise une diversification des systèmes agricoles grâce, en particulier, à des démarches qui partent du produit final pour remonter à la matière première. Cela a par exemple permis d'imaginer de nouveaux processus faisant appel à la chimie verte. A ce propos, le développement des biocarburants pourraient bouleverser le paysage agricole. C'est une question qu'il nous faut anticiper. Le troisième axe reconsidère notre façon d'apprécier le travail des agriculteurs afin de faire émerger des systèmes plus économes en travail ou compatibles avec une pluriactivité laquelle est déjà le lot d'un tiers des actifs agricoles. L'évolution de l'agriculture a également mis à jour de nouvelles sources de contractualisation, de normes et de réglementations qui invitent à repenser plus collectivement les dispositifs de production, de gestion et d'échanges d'information... Au final, cette approche de l'innovation en agriculture mobilise à la fois l'agronomie, l'écologie, les sciences sociales et l'économie.

## FAIRE FACE AUX ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES



Jean-Marc Guehl  
chef du département Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques

Les unités de recherche de notre département étudient la biodiversité, la dynamique et

le fonctionnement des écosystèmes continentaux tempérés. Notre but est d'outiller une gestion durable de ces écosystèmes dans un contexte de changement climatique. Les périodes de sécheresse et de canicule ont par exemple un impact dont nous prenons actuellement la mesure. Nous avons observé que l'élévation de la température de l'eau réduit l'espérance de vie du saumon atlantique, accélère le renouvellement de ses populations et augmente le nombre des mâles précoces. Autre exemple, les recherches en écophysiologie forestière ont recueilli de nombreux résultats quant à la réponse des arbres en situation de sécheresse et de canicule : ceux-ci stoppent leur croissance, sont plus sensibles aux maladies, aux agressions et dépérissent. L'Inra étudie les gènes impliqués dans l'adaptation des arbres au stress hydrique afin d'orienter la sélection vers une meilleure résistance. Plus globalement, le dispositif européen d'Observatoires de recherche en environnement (ORE) a montré que la sécheresse réduisait la capacité des forêts et des prairies à fixer le carbone. Cela pourrait nous amener à revoir à la baisse l'évaluation de notre bilan carbone présenté dans le cadre du protocole de Kyoto.

Une autre entrée scientifique consiste à mesurer les services écologiques rendus par les forêts cultivées ou semi-naturelles (représentatives de nos forêts de feuillus) et les prairies lesquelles peuvent être qualifiées de réservoir de biodiversité.

Enfin, pour chaque milieu, nous cherchons des indicateurs de l'évolution de l'écosystème en fonction des contraintes toxicologiques. Cette approche par indicateur permet de fixer des seuils d'alerte en contournant la difficulté que constituent le dosage et l'isolement des polluants.

## REPENSER LA SANTÉ DES PLANTES



Pierre Ricci  
directeur de recherche au département Santé des plantes et environnement

Dans le domaine de la santé des plantes, les recherches de l'Inra visent à réduire les impacts environnementaux liés à l'utilisation de pesticides, qui fonde le système actuel de lutte contre les bioagresseurs. Les résidus des produits phytosanitaires présents dans l'environnement ont un impact (sur la santé de cet environnement et de

l'homme) même à de faibles concentrations. Pour limiter leurs impacts, l'agriculture doit faire appel à des techniques plus ciblées en s'appuyant sur une connaissance approfondie des ravageurs et développer des systèmes de surveillance innovants (détection précoce, outils de l'agriculture de précision). Aujourd'hui, nos efforts de recherche ont une orientation plus ambitieuse : l'idée est de reconsidérer tout le système de production afin que les pesticides ne soient utilisés qu'en dernier recours. Réduire l'influence parasitaire nécessite par exemple des choix de succession, d'assolement des cultures et de variétés résistantes. Plusieurs projets de recherche s'emploient à créer des variétés associant divers

gènes de résistance aux bioagresseurs, d'autres se penchent sur différents couples maladie/culture, par exemple mildiou/toumesol, virose/légumes, rouilles/céréales ou carpocapse/pomme... Prenant en considération tout l'itinéraire culturel, les programmes de production intégrée pour les fruits, légumes, céréales, sont dorénavant au cœur de notre stratégie de recherche. Le Réseau d'excellence Endure (European Network for the Durable Exploitation of Crop Protection strategies), coordonné par l'Inra, donnera de l'ampleur à cette démarche en mettant en commun les savoirs scientifiques de 10 pays européens sur cette question de la réduction de l'utilisation de pesticides.