



# 2018



Rapport d'activité





# Rapport **d'activité**



# SOMMAIRE

## MOT DU PRÉSIDENT

Par Philippe MAUGUIN, PDG 06

PANORAMA 08

01 Des agricultures diverses et multi-performantes /  
#MULTIPERF 011

02 Les systèmes agricoles et forestiers face au défi climatique /  
#CLIMATE 029

03 Une alimentation saine et durable /  
#FOOD 037

04 Des bioressources aux usages complémentaires /  
#BIORES 051

05

Une ambition globale : la sécurité alimentaire /

#GLOBAL

057

06

Une science ouverte grâce au numérique /

#OPENSOURCE

063

07

Un acteur national de l'innovation ouvert dans les territoires /

#OPENINRA

071

08

Anticiper et accompagner les évolutions /

#SUPPORT

083

**ORGANISATION  
& CHIFFRES CLÉS /**

097

## MOT DU PRÉSIDENT

# Favoriser l'interdisciplinarité, explorer les fronts de science, développer les partenariats au niveau mondial pour repousser les limites de la connaissance

Par **Philippe MAUGUIN**,  
Président-directeur général de l'Inra



**A**près la validation des plans d'action opérationnels qui portent les orientations scientifiques de l'Institut et la signature d'un nouveau Contrat d'objectifs et de performance avec l'État, forts d'une stratégie de recherche, d'innovation, d'ouverture à l'international et de modernisation réaffirmée, les 10 000 personnels de l'Inra ont confirmé en 2018 la qualité de leur travail et la sincérité de leur engagement.

Dans le contexte actuel de transitions alimentaire, climatique et environnementale, la complexité et l'importance des défis que nos techniciens, chercheurs et ingénieurs relèvent chaque jour est grande. Elle nécessite bien souvent des **approches interdisciplinaires** que l'Inra favorise avec ses métaprogrammes pour mieux répondre aux défis sociétaux actuels. Le colloque *International Workshop on INRA's Metaprograms (IWM2)*, organisé en février 2018 avec le concours d'un comité international, a permis d'évaluer positivement ces dispositifs uniques et de dégager des pistes d'amélioration qui en fonderont la nouvelle génération. Produire des connaissances scientifiques au meilleur niveau tout en ayant le souci de leur impact pour construire des solutions nouvelles est notre vocation en tant qu'organisme de recherche finalisée.

Des **avancées scientifiques remarquables** ont été réalisées en 2018, avec des publications phares dans des domaines aussi variés que le déchiffrement des génomes du blé, du chêne, de la rose, des agrumes et des truffes, le lien entre paysages, agriculture biologique et régulation des bioagresseurs, le stockage du carbone dans les sols ou « l'effet cocktail » de pesticides à faible dose dans l'alimentation.

Dans le champ de **l'innovation au service des politiques publiques**, l'Institut s'est associé à des partenaires publics et privés pour mettre en place deux plates-formes nationales d'épidémiologie, en santé végétale et en santé animale et une plate-forme de surveillance sanitaire de la chaîne alimentaire. Elles constituent une vraie opportunité de pilotage plus efficace de l'action publique en anticipant les crises sanitaires pour en diminuer les conséquences.

Nombre de travaux ne pourraient plus être poursuivis aujourd'hui sans des **infrastructures de recherche** extrêmement pointues qui représentent un investissement humain et financier important. L'Inra s'est engagé dans une démarche qualité pour conforter et reconnaître ces outils tout en poursuivant des objectifs d'ouverture et de performance. Elle a porté ses fruits, puisqu'en 2018, soixante entités ont été labellisées par un processus interne. Dans le même temps, deux nouvelles infrastructures portées par l'Inra, dans les champs de la gestion durable des forêts et de la lutte contre les maladies infectieuses, ont intégré la feuille de route nationale et l'Institut a renforcé sa participation à la dynamique des infrastructures intégrées européennes.

Parce que la science s'organise plus que jamais à l'échelle de la planète et que le progrès doit bénéficier à chacun, il est de la responsabilité d'un organisme public comme l'Inra, en tant que deuxième institut de recherche agronomique dans le monde, de développer des **partenariats scientifiques** féconds à toutes les échelles. L'année 2018 est en cela exceptionnelle. Notre cadre de coopération avec le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) a été renforcé et élargi, autour de l'eau, la chimie verte, les approches prédictives et la biodiversité. Un accord signé avec le *Joint Research Centre* (JRC) de la Commission européenne s'est concrétisé par de nouveaux projets bilatéraux ciblant l'agri-environnement, le climat et la santé des sols. Je me suis en outre rendu au Brésil, en Argentine et en Chine, accompagnant le président de la République et la ministre en charge de la Recherche, pour créer cinq nouveaux laboratoires et réseaux de recherche internationaux dans les domaines du développement rural, de la génétique forestière, des virus, de la vigne, des insectes invasifs et de la microbiologie. De même, nous avons lancé un réseau de recherche international avec des partenaires français et canadiens sur les liens entre nutrition et cerveau.

En parallèle du renforcement de nos collaborations internationales, le contexte actuel de concurrence scientifique au plan mondial nécessite de conforter le leadership de la France. Dans cette optique, les ministres de l'Agriculture et de la Recherche ont demandé aux présidents de l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (Irstea) et de l'Inra de réfléchir à la création d'un **établissement unique** à l'horizon 2020. J'ai donc, avec Marc Michel, président d'Irstea, mobilisé des experts des deux organismes pour évaluer la faisabilité d'une fusion et préciser les synergies possibles. Nous avons rendu un rapport à Didier Guillaume et Frédérique Vidal, en octobre 2018, portant un projet d'organisation scientifique, managériale et territoriale, auquel ils ont apporté leur soutien. Le futur Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement portera des ambitions renouvelées pour la recherche française.

Enfin, parce que la recherche n'est rien sans la créativité et la compétence de celles et ceux qui la pratiquent au quotidien, 2018 n'aurait pas été une année réussie sans des avancées en termes de **qualité de vie au travail**. Après une expérimentation réussie, la possibilité de télétravailler a par exemple été généralisée à l'ensemble des personnels.

Je souhaite que ce rapport soit le reflet de l'aventure humaine et progressiste que les femmes et les hommes de l'Inra vivent avec fierté depuis plus de 70 ans, avec pour objectif constant de servir l'intérêt général tout en repoussant les limites de la connaissance.

# 2018

## PANORAMA

### JANVIER

#### Nouvelles collaborations avec la Chine

Au cœur de l'année franco-chinoise de l'environnement, Philippe Mauguin, PDG de l'Inra, accompagne le président de la République française en Chine et signe à Pékin plusieurs accords de partenariat de recherche. De nouveaux laboratoires internationaux associés (LIA) sont ainsi lancés ou annoncés, qui lient l'Inra avec l'Université forestière de Pékin (BFU) sur la santé des forêts, avec l'Université agricole chinoise (CAU) sur les sols, l'agro-écologie et le climat, et avec l'Institut Pasteur de Shanghai lié à l'Académie des sciences chinoise (CAS) sur les virus zoonotiques émergents dont les arbovirus.



### FÉVRIER

#### Un atelier international sur les métaprogrammes de l'Inra

Sept ans après la création des métaprogrammes - nouvelles approches de recherche intégrée et interdisciplinaire visant une meilleure réponse aux défis sociétaux et scientifiques émergents - le colloque international IWIM2 est l'occasion d'en faire le bilan. 140 scientifiques, réunis à Versailles, attestent des avancées importantes permises par les métaprogrammes qu'ils confrontent aux initiatives internationales menées en Chine, au Canada, au Royaume-Uni et aux Pays-Bas. Cette démarche aboutit à l'enrichissement du cahier des charges et du processus de création des futurs métaprogrammes de l'Institut.

### MARS

#### Succès du stand Inra au Salon international de l'agriculture

Les ressources génétiques, indispensables à une agriculture et une alimentation durables, sont à l'honneur sur le stand de l'Inra pour la 55<sup>e</sup> édition du salon. Les enjeux autour de leur conservation, de leur exploration et de leur valorisation sont explicités à un public large, puisque 670 000 personnes se déplacent au Parc des expositions de Paris. Avec un stand de 300 m<sup>2</sup>, 260 chercheurs mobilisés, des animations en réalité augmentée et 11 événements dédiés aux professionnels, le succès est au rendez-vous.



### AVRIL

#### Renforcement des collaborations avec la FAO

En cohérence avec l'accord signé en février entre la FAO, le Cirad et l'Inra, qui vise à mettre en place davantage d'initiatives innovantes liées à la sécurité alimentaire et à l'environnement, Philippe Mauguin, PDG de l'Inra, participe au 2<sup>e</sup> Symposium international sur l'agro-écologie organisé par l'agence spécialisée des Nations Unies. Il lance un appel à la communauté scientifique internationale et propose d'étudier la création d'une plateforme de recherche collaborative dédiée.



### MAI

#### L'Inra renforce ses partenariats avec le Brésil et l'Argentine

Philippe Mauguin et Jean-François Soussana, PDG et vice-président de l'Inra, se rendent en Amérique du Sud pour réaffirmer l'engagement de l'Institut auprès de ses partenaires historiques et développer de nouvelles collaborations. Plusieurs accords-cadres sont signés : avec l'Inta en Argentine et avec l'Embrapa et l'Université de Sao Paulo au Brésil. Des Laboratoires internationaux associés (LIA) sont annoncés ou créés. Ils ciblent l'adaptation de la forêt au changement climatique en Argentine et les forêts plantées et l'adaptation de la production fruitière au changement climatique au Brésil.



## JUIN

### L'innovation en actions à l'Inra

L'Inra invite des journalistes à découvrir son plan de soutien à l'innovation et ses 17 domaines d'innovation prioritaires. Des exemples concrets sont présentés comme le domaine d'innovation Plantinnov au service de la compétitivité durable des productions végétales, le laboratoire commun Inra-Ingredia développant de nouveaux ingrédients protéiques fonctionnels ou la start-up Nextbiotix dédiée aux médicaments ciblant les maladies inflammatoires chroniques de l'intestin et les troubles fonctionnels intestinaux.

## JUILLET

### Annnonce du Programme prioritaire de recherche pour la réduction des pesticides confié à l'Inra

Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, annonce, lors d'une visite de l'Institut de recherche en horticulture et semences (IRHS) à Angers, un programme de recherche dont le pilotage est confié à l'Inra. Doté de 30 millions d'euros, il vise l'accélération de la production de solutions alternatives pour la sortie des produits phytosanitaires.



## AOÛT

### Le CNRS et l'Inra jettent les bases d'un partenariat scientifique renforcé

Prenant acte de nombreuses convergences, l'encadrement de l'Inra et celui du CNRS se réunissent pour consolider leur partenariat scientifique historique dans les sciences humaines et sociales et les mathématiques-informatique

et l'ouvrir à de nouvelles dimensions comme l'eau, la chimie verte, les approches prédictives et la biodiversité. Un séminaire scientifique et un appel à projets commun sont actés.

## SEPTEMBRE

### Reconnaissance européenne pour le projet IBISBA porté par l'Inra

Le projet IBISBA, qui fédère les forces de R&D européennes pour créer une infrastructure de recherche dédiée au développement de la biotechnologie industrielle, répond à de nombreux besoins sociétaux pour la transition vers la bioéconomie : carburants, plastiques et autres matériaux biosourcés, ingrédients pour les cosmétiques et pharmaceutiques, solutions pour le recyclage. Rassemblant 14 partenaires de 9 pays européens, son intérêt est reconnu par le Forum stratégique européen sur les infrastructures de recherche qui l'intègre à sa feuille de route.

## OCTOBRE

### Remise du rapport présentant les modalités de fusion de l'Inra et d'Irstea

Philippe Mauguin et Marc Michel, PDG de l'Inra et d'Irstea, remettent à Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et à Didier Guillaume, ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation, un rapport précisant les modalités de rapprochement des deux établissements afin de constituer un organisme de recherche unique dans les domaines de recherche de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement. Les deux ministres soulignent la qualité du travail fourni par les présidents et leurs équipes.



## NOVEMBRE

### L'Inra précise sa stratégie en matière d'utilisation des technologies d'édition du génome végétal

Dans un contexte riche en débats sociétaux et réglementaires sur l'édition des génomes végétaux, l'Inra précise sa stratégie d'utilisation de ces nouvelles technologies pour l'acquisition de connaissances et l'amélioration des plantes. Poursuivant l'objectif de contribuer au progrès environnemental, social et économique, l'Institut s'appuie sur les recommandations de l'avis rendu par le comité d'éthique Inra-Cirad-Ifrermer et sur l'avis de son conseil scientifique.

## DÉCEMBRE

### 13<sup>e</sup> cérémonie des Lauriers de l'Inra

L'édition 2018 se déroule dans le théâtre parisien Édouard VII, en présence des deux ministres de tutelle de l'Inra. Le jury international des Lauriers salue six parcours individuels exceptionnels dans les champs de la science ou de l'appui à la recherche et les travaux d'une équipe spécialisée dans les prions. Leurs résultats dans différents domaines de la recherche agronomique rappellent que les succès de l'Inra se conjuguent au présent et au futur, en réponse aux crises sanitaires ponctuelles comme aux défis de long terme.





# 01

## Des agricultures diverses et multi-performantes /

#MULTIPERF

Les systèmes alimentaires sont aujourd'hui questionnés non seulement sur leur capacité à nourrir des populations de plus en plus urbaines mais aussi sur leurs performances environnementales, sociales et sanitaires. Les pratiques de l'agro-écologie, combinées à d'autres innovations technologiques et organisationnelles, peuvent apporter des éléments de réponse à ces questions. ●



# La transition agro-écologique : du concept à la mise en œuvre

01



BRÈVE

## Préparation du plan Ecophyto 2+

L'Inra s'est mobilisé en 2018 pour contribuer à l'élaboration du plan Ecophyto 2+ et réduire le recours aux produits phytosanitaires, en proposant notamment des mesures d'accompagnement de la transition, des leviers alternatifs aux pesticides et des innovations en matière de commercialisation. Cette mobilisation traduit l'engagement des équipes de l'Institut dans le dispositif Ecophyto depuis sa création, notamment dans le cadre du réseau DEPHY (base de données Agrosyst, implication des unités expérimentales) et des Certificats d'économie des produits phytopharmaceutiques (CEPP) mais aussi à travers la participation à des projets de recherche financés par Ecophyto.

## Renouvellement des cadres conceptuels de la transition agro-écologique

La compréhension des processus de changement est importante pour les accompagner. L'Inra s'intéresse notamment à la problématique de la transition agro-écologique à l'échelle de l'exploitation agricole et des petits territoires. L'analyse des pratiques de gestion et de pilotage des systèmes de culture par des collectifs d'agriculteurs engagés dans la transition agro-écologique a conduit à proposer un nouveau cadre conceptuel. Celui-ci permet de traiter les articulations entre les dimensions écologiques, techniques et humaines de l'exploitation agricole. Il décrit la transition agro-écologique par quatre manières d'agir : l'adaptation au contexte local, la prise en compte d'une vision à moyen-long terme, la mise en œuvre d'une gestion adaptative et le maintien de l'engagement par l'apprentissage permanent.

*Ecology and Society, doi:10.5751/ES-09952-230205*

*Agroecology and Sustainable Food Systems, doi:10.1080/21683565.2018.1514677*

## SECOLOZ : un jeu de rôles pour une gestion concertée des paysages

Comment préserver des paysages patrimoniaux et la biodiversité associée, tout en permettant aux agriculteurs d'assurer la viabilité économique de leur exploitation ? Pour engager une réflexion collective sur la conciliation de ces

intérêts divergents, un jeu de rôles a été co-construit avec des éleveurs et des gestionnaires du Parc national des Cévennes confrontés à un conflit autour des pratiques de dérochage et de retournement de prairies. Conçu à partir d'une modélisation simple des interactions entre services écosystémiques dans les paysages agro-pastoraux, ce jeu montre que révéler les interactions entre services écosystémiques peut faciliter la prise de conscience des interdépendances entre acteurs et susciter une gestion plus concertée des paysages à l'échelle du territoire. *Sustainability, doi:10.3390/su11020310*

## Des systèmes agricoles tropicaux intégrant culture et élevage

L'intégration agriculture-élevage répond à plusieurs principes de l'agro-écologie, comme le bouclage des cycles ou l'utilisation de la diversité pour améliorer la résilience des exploitations. L'analyse du fonctionnement et des performances de 17 exploitations de polyculture-élevage en zone tropicale humide, dans des territoires aux conditions socio-économiques contrastées (Guadeloupe, Amazonie brésilienne et Cuba), a montré que l'intégration des activités de culture et d'élevage conduisent à des systèmes plus agro-écologiques, plus efficaces et plus résilients.

*Agronomy for Sustainable Development, doi:10.1007/s13593-017-0479-x*



© F. Stark - EPLEFPA





## Vers une réduction des pesticides et des anti-infectieux de synthèse en agriculture

Connaître les agents pathogènes et leurs relations avec leurs hôtes pour mieux les contrôler

### Une kinase associée à la paroi cellulaire (WAK) est impliquée dans la résistance gène-pour-gène du blé à la septoriose

En utilisant les techniques les plus performantes et les outils et ressources les plus récents de la génétique et de la génomique du blé, des chercheurs de l'Inra et leurs collègues de Rothamsted (Royaume-Uni) ont, pour la première fois, isolé et caractérisé le gène *Stb6*, un des 21 gènes majeurs de résistance du blé à *Zymoseptoria tritici*. Cette avancée majeure à propos d'un pathosystème d'importance mondiale permettra à terme de mieux comprendre les mécanismes moléculaires de l'interaction entre le champignon pathogène et sa plante hôte (d'autant que le gène d'avorulence *AvrStb6*, dont le produit est reconnu par la protéine *Stb6*, a été récemment identifié et validé fonctionnellement chez *Z. tritici* par une autre équipe de l'Inra) et d'améliorer les stratégies de déploiements des résistances du blé à la septoriose.

*Nature Genetics*, doi:10.1038/s41588-018-0051-x

### La biodiversité naturelle : un réservoir de résistances génétiques

Les potyvirus constituent l'un des plus grands groupes de virus phytopathogènes regroupant notamment la sharka des Prunus et le virus Y de la pomme de terre. Le facteur d'initiation de la traduction eIF4E1 des plantes hôtes est essentiel pour ces virus qui le recrutent pour se multiplier mais aussi pour la synthèse de protéines par la plante. La combinaison, dans un gène synthétique, de plusieurs



© B. Nicolas - Inra

mutations du gène *EIF4E1* identifiées dans des plantes de pois résistantes, permet de conférer à la plante modèle *Arabidopsis* une résistance large et efficace aux potyvirus sans affecter son développement.

*Plant Biotechnology Journal*, doi:10.1111/pbi.12896

## FOCUS

### INTERACTIONS ENTRE PLANTES, VECTEURS ET VIRUS

#### Identification des premiers récepteurs de virus de plantes chez les pucerons

Les pucerons sont les vecteurs les plus répandus des virus de plantes et la lutte chimique reste le principal moyen de protection des cultures. Des équipes de l'Inra ont identifié pour la première fois deux protéines jouant un rôle majeur dans la transmission des virus par les pucerons : la stylène 1, localisée dans les stylets et le récepteur membranaire de l'éphrine, présent dans les cellules intestinales des pucerons. La diminution de leur expression affecte respectivement la transmission du virus de la mosaïque du chou-fleur et celle du virus de la jaunisse du navet. Ces recherches ouvrent de nouvelles perspectives pour lutter contre les virus transmis par les insectes, sans recourir aux insecticides.

*Frontiers in Microbiology*, mars 2018, doi:10.3389/fmicb.2018.00457  
*Journal of Virology*, juin 2018, doi:10.1128/JVI.00432-18

#### La réponse des plantes aux virus dépend de leur environnement

Pendant deux années, le virus de la mosaïque du navet (TuMV), responsable de dommages importants sur grandes cultures et espèces horticoles, a été inoculé à des plantes de 317 lignées de l'espèce modèle *Arabidopsis thaliana*, en conditions extérieures. Une analyse génétique a permis d'identifier de nouveaux gènes d'*Arabidopsis* impliqués dans la résistance au TuMV, non identifiés en conditions contrôlées de culture. Cette étude révèle l'importance des expériences menées en conditions naturelles ou cultivées qui prennent en compte les stress multiples auxquels les plantes sont exposées.

*New Phytologist*, doi:10.1111/NPH.15507



Femelle adulte ailée de *Myzus persicae*, puceron vert du Pêcher.  
© B. Chaubet - Inra

## ENTRETIEN AVEC

### Véronique BRAULT

directrice de recherche dans l'unité Santé de la vigne et qualité du vin (SVQV) du centre Grand Est-Colmar



#### Quelles sont aujourd'hui les stratégies de lutte contre les pucerons en agriculture ?

Aujourd'hui, la lutte chimique est la méthode la plus employée : elle consiste à pulvériser les cultures ou à enrober les semences avec des insecticides. La lutte contre les pucerons est destinée à réduire les dégâts directement provoqués par ces insectes qui affaiblissent les plantes en s'y nourrissant, mais surtout, elle permet d'éviter la transmission aux plantes des virus que les pucerons véhiculent. Ces virus sont à l'origine de maladies qui peuvent entraîner des pertes de rendement importantes sur de nombreuses cultures. Comme il n'y a pas de méthode permettant de débarrasser les plantes des virus qui les infectent, on privilégie l'élimination des pucerons vecteurs pour éviter la propagation de la maladie. L'utilisation de parasitoïdes ou de prédateurs comme les larves de coccinelles, de chrysopes et de syrphes permet également de détruire les pucerons mais l'efficacité de ces méthodes est limitée en cas d'infestation majeure. Il est donc important de trouver de nouvelles alternatives à la lutte chimique, efficaces et respectueuses de l'environnement et de la santé humaine.

#### En quoi les découvertes faites sur les récepteurs de virus de plantes constituent-elles un pas important vers la réduction des pesticides ?

La découverte des premiers récepteurs des virus de plantes chez les pucerons constitue une avancée majeure pour comprendre les mécanismes de la transmission des virus aux plantes. Elle apporte des connaissances sur les systèmes d'accrochage et de rétention des virus dans le corps des pucerons. Notre équipe a montré que le récepteur de l'éphrine permettait le passage du virus de la jaunisse du navet de la lumière intestinale vers l'hémolymphes chez le puceron *Myzus persicae*. Quand on réduit la quantité de ce récepteur dans le puceron, la capacité du puceron à transmettre le virus est fortement diminuée, alors que sa survie et sa fécondité ne sont pas affectées. Ce résultat nous permet d'envisager de nouvelles méthodes de lutte basées sur le blocage de la transmission des virus par les pucerons. Avant de pouvoir les utiliser au champ, il va falloir mettre au point des techniques permettant d'inhiber la production des protéines réceptrices dans les pucerons. On peut envisager par exemple d'introduire à grande échelle dans les pucerons des molécules de petits ARN ciblant les gènes codant pour les récepteurs des virus. Ce type de solution permettrait de limiter la transmission des virus aux plantes sans perturber les écosystèmes et en préservant les populations de pucerons.

**Les recombinaisons ont un rôle majeur dans l'évolution de la bactérie *Flavobacterium psychrophilum***

Le développement de l'aquaculture s'accompagne de défis sanitaires. La bactérie *F. psychrophilum* est un des principaux agents infectieux en élevage pour la truite arc-en-ciel en France. Elle est aujourd'hui contrôlée essentiellement par l'utilisation d'antibiotiques. L'analyse de la diversité génomique de cette bactérie a montré le rôle prépondé-

rant des recombinaisons dans son évolution. La lignée la plus problématique pour les piscicultures aurait pour origine un complexe clonal apparu dans la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle en Amérique du Nord qui se serait propagé et diversifié au cours de l'expansion mondiale de l'élevage de la truite arc-en-ciel.

*Frontiers in Microbiology*, doi: 10.3389/fmicb.2018.00138

Grandes truites arc-en-ciel dans un bassin de pisciculture.

© M. Dupont-Nivet - Inra





## La biodiversité : un outil pour lutter contre les ravageurs et les maladies des cultures ?

Plusieurs études ont analysé l'impact de la biodiversité, à l'échelle de la parcelle ou du paysage, sur la régulation des bioagresseurs des cultures. Les résultats obtenus montrent la complexité des éléments à prendre en compte.

### Des stratégies de déploiement des résistances variétales dans le temps et dans l'espace

Accroître la diversité des plantes cultivées, et notamment des gènes de résistances aux maladies, est un pilier de l'agro-écologie à même de contribuer à la réduction de l'usage des pesticides. Mais comment utiliser ces résistances pour préserver leur durabilité ? Faut-il faire varier les sources de résistance dans le temps (rotations), cultiver une seule variété cumulant plusieurs gènes (pyramidage) ou différentes variétés portant chacune un seul gène à l'échelle de la parcelle (mélanges variétaux) ou de l'exploitation (mosaïques) ? Un modèle mathématique, établi dans le cadre d'une collaboration entre l'Inra et le *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO, Australie), a permis d'évaluer l'impact de ces stratégies sur le contrôle de champignons responsables des rouilles des céréales. Les résultats soulignent le rôle clé de la préexistence d'agents pathogènes adaptés aux résistances pour opérer ces choix, ainsi que l'importance de l'organisation du paysage et du potentiel d'évolution du pathogène pour proposer des stratégies de déploiement des résistances.

*Plos Computational Biology*, doi:10.1371/journal.pcbi.1006067  
*Evolutionary Applications*, doi:10.1111/eva.12681

### L'agriculture biologique (AB) favorise la régulation naturelle des champignons et des bactéries

L'AB est souvent considérée comme un prototype agro-écologique favorisant la biodiversité et stimulant la régulation naturelle des bioagresseurs. Néanmoins, les études évaluant les performances de l'AB en termes de gestion des bioagresseurs sont peu nombreuses et

Feuille de blé attaquée par la rouille jaune (*Puccinia striiformis*).  
© S. Richart-Cervera - Inra



ont produit des résultats contrastés. Une méta-analyse, reposant sur 162 études, a comparé les performances de l'AB et de l'agriculture dite conventionnelle en termes de niveaux de régulation naturelle des bioagresseurs par leurs ennemis naturels (parasitisme, prédation et capacité suppressive des sols) et de niveaux d'infestation par les bioagresseurs (ravageurs animaux et agents pathogènes). Les résultats indiquent que l'AB favorise les processus de régulation naturelle des bioagresseurs à des niveaux variables. Le niveau d'infestation par les champignons et les bactéries est plus faible dans les systèmes de culture conduits en AB mais le niveau d'infestation des ravageurs animaux (insectes, nématodes, acariens et autres) est similaire en AB et en agriculture conventionnelle.  
*Nature Sustainability*, doi:10.1038/s41893-018-0102-4

### Les habitats non cultivés ne régulent pas nécessairement les ravageurs des cultures de façon efficace

Les données recueillies par plusieurs équipes de l'Inra ont été incluses dans une importante étude internationale portant sur l'impact du paysage sur la régulation des

ravageurs des cultures. L'analyse statistique des données, issues de 132 études représentant 6 759 sites distribués dans 31 pays, met en évidence que le maintien d'habitats non cultivés dans les paysages agricoles entraîne, selon les cas, soit une diminution, soit une augmentation des ravageurs et des dégâts occasionnés sur les cultures. Cette étude montre l'importance d'étudier simultanément différents services écosystémiques (contrôle des ravageurs, pollinisation, conservation du sol...) et les conséquences négatives de certaines pratiques pour évaluer l'impact de politiques publiques soutenant la création d'habitats naturels dans les paysages agricoles.

*PNAS*, doi:10.1073/pnas.1800042115

© F. Suffert - Inra





## Limiter les risques d'épidémies et gérer les crises sanitaires

### ***Xylella fastidiosa* : une mobilisation de l'Inra exemplaire**

Depuis l'été 2015 et la première détection de la bactérie *X. fastidiosa* en Corse, plusieurs équipes de l'Inra aux compétences complémentaires se sont mobilisées pour documenter l'invasion de cette bactérie en France, évaluer la situation sanitaire actuelle en Corse et en région Provence-Alpes-Côte d'Azur et réaliser des projections sur l'expansion possible de la bactérie en Europe. Ces travaux de recherche ont été menés en collaboration avec les services de l'État, le conservatoire botanique national de Corse, l'Université de Corse, l'Anses mais aussi des producteurs et citoyens. Les résultats montrent que, contrairement à ce qui avait été envisagé au début de la crise, la bactérie a probablement colonisé la Corse depuis le continent américain il y a plusieurs dizaines d'années et que trois sous-espèces de *X. fastidiosa* trouvent des zones favorables à leur établissement dans une large partie de l'Europe (*multiplex*, *fastidiosa*) ou seulement dans sa partie méridionale (*pauca*). L'exemple de *X. fastidiosa* illustre la capacité de l'Inra à initier rapidement des recherches et à produire des résultats scientifiques innovants dans un contexte de crise sanitaire.

*New Phytologist*, avril 2018, [doi:10.1111/nph.15177](https://doi.org/10.1111/nph.15177)  
*Scientific Reports*, [doi:10.1038/s41598-018-33957-z](https://doi.org/10.1038/s41598-018-33957-z)  
arXiv preprint, <https://arxiv.org/abs/1808.00868>  
bioRxiv, [doi:10.1101/289876](https://doi.org/10.1101/289876)  
*Phytopathology*, [doi:10.1094/PHYTO-07-18-0237-FI](https://doi.org/10.1094/PHYTO-07-18-0237-FI)

### **Comment contrôler l'Influenza aviaire hautement pathogène (IAHP) ?**

Contrôler le développement de l'IAHP revêt une importance majeure pour la santé animale et humaine en raison des taux élevés de morbidité et de mortalité chez les volailles et de son potentiel de transmission à l'homme. Une analyse spatiale et chronologique, réalisée sur des données en provenance de 199 pays et 14 129 foyers d'IAHP entre 2005 et 2017, a fourni des informations sur les tendances mondiales en matière de contrôle des épidémies. Les études épidémiologiques ont montré, qu'en France, les mouvements de palmipèdes gras ont eu un rôle clé dans la dynamique de propagation des foyers de IAHP H5N8 pendant l'hiver 2016-2017, malgré une évolution positive des pratiques de biosécurité en élevage dans le sud-ouest entre 2016 et 2018. Les résultats obtenus devraient aider les services vétérinaires à améliorer les stratégies de surveillance et de contrôle de l'IAHP dans les élevages de volailles.

*Transboundary and Emerging Diseases*, [doi:10.1111/tbed.12986](https://doi.org/10.1111/tbed.12986)  
*Euro Surveillance*, [doi:10.2807/1560-7917.ES.2018.23.26.1700791](https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2018.23.26.1700791)  
*Preventive Veterinary Medicine*, [doi:10.1016/j.prevetmed.2018.07.012](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.07.012)

Larves de cercope des prés *Philaenus spumarius* dans le liquide qu'elles sécrètent, communément appelé crachat de coucou. L'adulte a été identifié comme vecteur de la bactérie *Xylella fastidiosa* en Italie.  
© J-Y. Rasplus - Inra



## BRÈVES

### L'Inra contribue aux plates-formes nationales d'épidémiologie en santé animale et végétale

Les plates-formes d'épidémiologie en santé animale ESA et en santé végétale ESV, créées respectivement en 2011 et en juillet 2018, accueillent des équipes de recherche de l'Inra nouvellement constituées. Ces équipes utiliseront notamment les données officielles d'épidémiologie pour conduire des études robustes à l'échelle des populations et des écosystèmes en vue de l'amélioration des dispositifs de surveillance et assureront le transfert des résultats obtenus à leurs partenaires (MAA, Acta, Anses, Apca, Fredon pour ESV ; MAA, Adilva, Anses, Coop de France, Cirad, Fédération nationale des chasseurs, GDS France, SNGTV, ONCFS pour ESA).

### PARTENARIAT INTERNATIONAL

#### Création de deux Laboratoires internationaux associés (LIA)

Le LIA ZOE-V sur les virus émergents zoonotiques s'appuie sur les collaborations entre l'équipe Transmission des Alphavirus et pathologie comparée de l'UMR 754 Inra - Université de Lyon - EPHE et l'équipe Transmission inter espèces des Arbovirus de l'Institut Pasteur de Shanghai - Académie des sciences chinoise. Dans le contexte d'échanges croissants de biens, de déplacements d'animaux et d'humains et de changements environnementaux, l'objectif du LIA est de mieux comprendre les relations hôte-virus-vecteur afin de mieux prévoir et contrôler les zoonoses virales émergentes potentielles.

Le LIA IFOPE sur les maladies invasives affectant la biodiversité et les écosystèmes forestiers associe l'unité de recherche Inra de Zoologie forestière (Orléans) et l'Université forestière de Pékin (Chine). Les recherches conjointes porteront notamment sur la plantation et l'observation d'arbres sentinelles en Chine et en France pour prévoir de potentielles invasions d'insectes en Europe et en Chine. Les mécanismes écologiques et moléculaires des invasions biologiques seront étudiés ainsi que les voies d'invasions d'insectes en Europe et en Chine.



## Améliorer le bien-être animal : un enjeu éthique et sociétal

### Le travail animal au cœur des controverses

En proposant de reconnaître la coopération de l'animal d'élevage au travail de l'éleveur, les recherches en sociologie menées à l'Inra sur les relations entre les hommes et les animaux ont contribué à alimenter les débats publics sur quatre points : **1.** le bien-être animal et le respect des animaux, **2.** la place des animaux dans le travail, **3.** les systèmes industriels et leur critique sociétale, et **4.** la dynamique de substitution des productions animales vers les biotechnologies. Ils ont par ailleurs ouvert de nouvelles collaborations avec les professionnels du secteur de l'élevage et débouché sur des propositions législatives, comme l'expérimentation de l'abattage à la ferme.

Contributions à des ouvrages collectifs et à des magazines : ISBN :978-2-234-08663-0, doi: 10.4324/9781315179988, La France Agricole hors-série du 24.08.2018, 60 millions de consommateurs hors-série N° 1275.

### Comprendre les émotions des animaux par leurs expressions faciales

L'amélioration du bien-être des animaux nécessite de comprendre leurs émotions. L'état de bien-être/mal-être de l'animal résulte en effet de la somme de toutes les expériences émotionnelles qu'il a vécues, qu'elles soient positives

ou négatives. L'expression faciale des chevaux s'est révélée être un outil efficace pour décrypter leur ressenti émotionnel, positif ou négatif. Par ailleurs, les états émotionnels positifs sont associés à des changements physiologiques particuliers, dont une baisse à long terme du taux basal sanguin d'ocytocine.

*Scientific Reports*, doi:10.1038/s41598-018-32993-z

### Dépister l'ataxie progressive des bovins Charolais pour l'éradiquer

L'ataxie progressive est une anomalie neurodégénérative décrite chez les bovins Charolais depuis 1972. Elle porte atteinte au bien-être des animaux touchés et elle est coûteuse pour l'élevage du fait de son expression tardive. Le séquençage du génome de deux animaux malades a permis d'identifier la mutation causale dans le gène *KIF1C* (*Kinesin Family member 1C*), ce qui permettra de l'éliminer dans les schémas de sélection. Une collaboration avec l'Institut du cerveau et de la moelle épinière a permis d'exploiter ce modèle bovin pour avancer dans la compréhension de la physiopathologie paraplégie spastique héréditaire type 58 (SPG58/SPAX2) humaine.

*Plos Genetics*, doi:10.1371/journal.pgen.1007550





## BRÈVE

### Premières réalisations du Centre national de référence pour le bien-être animal (CNR BEA)

Créé en 2017, le CNR BEA piloté par l'Inra a accueilli en 2018 l'Anses et l'Institut français du cheval et de l'équitation dans son Comité de direction. Le Comité consultatif, regroupant une quarantaine d'organisations publiques, privées et associatives, a été réuni pour la première fois en avril 2018. Le CNR BEA a poursuivi en 2018 la déclinaison de ses missions stratégiques avec : **1.** la mise en place d'une veille scientifique, technique et juridique, **2.** la formalisation d'une procédure d'expertise et la production de plusieurs avis à la demande de la Direction générale de l'alimentation du ministère de l'Agriculture, **3.** la mise en place d'un fonctionnement partagé avec la chaire partenariale « bien-être animal » portée par VetAgro Sup avec notamment la diffusion d'un MOOC consacré au bien-être animal.



## Revisiter l'alimentation des animaux



>  
Génisses de race Blanc-Bleu-Belge.  
© M. Meuret - Inra

### **Le nouveau système d'alimentation de l'Inra pour les ruminants**

Quarante ans après la publication des tables d'alimentation du premier « livre rouge », les résultats de l'Inra permettent une quantification plus précise des apports nutritionnels, des besoins des animaux et de leurs réponses multiples à l'alimentation. L'ouvrage, rédigé par des chercheurs de l'Inra et d'AgroParisTech, présente l'ensemble du sys-

tème d'alimentation pour les productions de lait et de viande : bovins, ovins et caprins, y compris les spécificités des zones tropicales et méditerranéennes. Il décrit les concepts biologiques, les modèles associés et leur utilisation pratique pour rationner les animaux en fonction d'objectifs et évaluer les rations. Il contient les tables des valeurs des aliments et leur prévision.

**Alimentation des ruminants**, ISBN : 978-2-7592-2867-6.

## FOCUS

### VERS UNE ALIMENTATION À MOINDRE IMPACT ENVIRONNEMENTAL

**L'alimentation est responsable d'une part importante des impacts environnementaux des élevages monogastriques et de l'aquaculture. Produire et utiliser des aliments à moindres impacts représente un défi important pour l'agriculture.**

L'évaluation environnementale par analyse du cycle de vie (ACV) de farines d'insectes, présentées comme une alternative particulièrement intéressante pour remplacer le tourteau de soja et les farines de poisson dans l'alimentation des poissons d'élevage (déjà autorisé) et des animaux monogastriques (en attente d'autorisation), a montré que les impacts sur la demande d'énergie cumulée, l'équivalent CO<sub>2</sub> pour le changement climatique, le potentiel d'acidification et d'eutrophisation et l'utilisation des terres sont systématiquement nettement supérieurs à ceux de la farine de poisson et du tourteau de soja. Ces résultats montrent que de nombreux défis sont encore à relever pour répondre aux attentes des filières et des consommateurs.

*Journal of Cleaner Production*, doi:10.1016/j.jclepro.2017.09.054

Une stratégie innovante pour améliorer l'utilisation des nouveaux aliments aquacoles, dépourvus d'ingrédients d'origine marine, repose sur la programmation métabolique précoce. Cette approche s'est révélée efficace pour la crevette *Litopenaeus vannamei*: une restriction alimentaire chez des larves de crevettes améliore à long terme les performances de croissance, l'utilisation des nutriments et le métabolisme des crevettes adultes nourries avec des aliments pauvres en farine de poisson. Ces résultats sont prometteurs pour le développement d'une aquaculture s'affranchissant de matières premières d'origine marine.

*Aquaculture*, juin 2018, doi:10.1016/j.aquaculture.2018.05.041

En partenariat avec Terres Inovia et Arvalis, l'Inra a mis à la disposition des professionnels de la filière une base de données des impacts environnementaux des matières premières utilisées en alimentation animale et une méthode permettant de considérer ces impacts lors de la formulation des aliments.

*British Journal of Nutrition*, doi: 10.1017/S0007114518002672

Base Ecoalim : <https://www6.inra.fr/ecoalim>

## ENTRETIEN AVEC

### Françoise MÉDALE

cheffe du département Physiologie animale et systèmes d'élevage (PHASE)



répondent aux besoins nutritionnels des animaux et minimisent les rejets impactant l'environnement (par exemple, la production par les ruminants de méthane issu de la fermentation entérique des végétaux dans le rumen). Les recherches visent aussi à améliorer l'efficacité des animaux pour valoriser les aliments en mobilisant différentes stratégies : sélection génétique pour améliorer la digestion et l'anabolisme, programmation nutritionnelle précoce notamment des fonctionnalités du microbiote intestinal ou encore alimentation sur mesure pour adapter les apports à chaque animal ou groupe, ce qui permet de réduire les rejets d'azote et de phosphore.

#### Quels sont les impacts environnementaux de l'alimentation animale ?

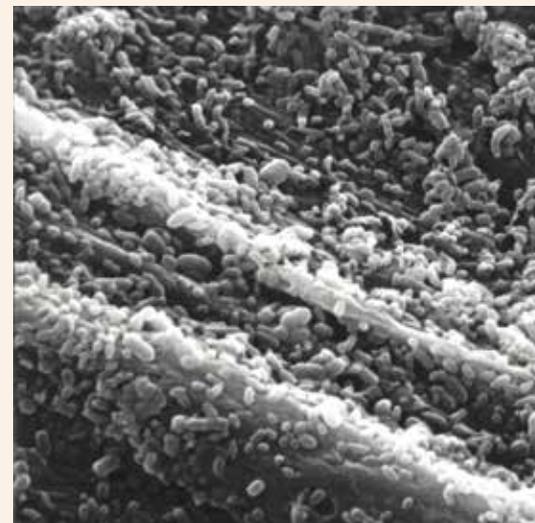
Les impacts environnementaux de l'alimentation animale sont liés à la fois à la production des matières premières qui composent les aliments et aux déchets d'origine alimentaire rejetés par les animaux.

#### Quels leviers pour diminuer ces impacts ?

La diminution de ces impacts environnementaux repose à la fois sur les conditions de production des ressources alimentaires (utilisation des surfaces agricoles, eau, énergie), sur la réduction des rejets (méthane, azote, phosphore) par une transformation efficace des ressources alimentaires en produits animaux mais aussi sur la valorisation de ces rejets pour la fertilisation des sols et la fourniture d'énergie.

#### Quelles recherches à l'Inra ?

Les recherches s'attachent à trouver de nouvelles ressources alimentaires pour les animaux qui ne soient pas directement consommables par l'homme (c'est déjà le cas pour 86% d'entre elles), dont la production soit économe en eau et en énergie mais qui



Bactéries du rumen bovin, vues au microscope électronique.  
© B. Gaillard-Martinie - Inra





## Amélioration génétique des plantes et des animaux



>  
© C. Maître - Inra

### La connaissance des génomes du blé et des agrumes ouvre de nouvelles perspectives pour la création de variétés

Treize ans après sa création par des céréaliéristes du Kansas, le Consortium international de séquençage du génome du blé (IWGSC), dans lequel l'Inra occupe une position de leader, a publié la première séquence de référence du génome du blé. Des équipes françaises de l'Inra, du CEA, du CNRS et des universités de Clermont-Auvergne, d'Évry Val d'Essonne, de Paris-Sud et de Paris-Saclay ont contribué à ce véritable exploit scientifique en raison de la taille et de la complexité de ce génome, cinq fois plus gros que le génome humain et

40 fois plus gros que celui du riz. C'est une étape majeure au plan fondamental pour comprendre le fonctionnement et l'évolution de ce génome complexe. Les résultats ont déjà permis l'identification de gènes d'intérêt agronomique.

*Science*, doi:10.1126/science.aar7191

Le re-séquençage complet du génome de 60 variétés et formes sauvages d'agrumes révolutionne leur classification botanique. Ces travaux, qui impliquent l'Inra et le Cirad, mettent en évidence dix espèces « vraies » d'agrumes, dont quatre sont à l'origine des variétés cultivées modernes telles que les orangers, pomelos, citronniers et limettiers.

*Nature*, doi:10.1038/nature25447

**Trois nouvelles variétés de blé tendre d'hiver pour l'agriculture biologique** ont été inscrites au catalogue officiel français : Geny, Grafik (blés panifiables supérieurs) et Gwastell (variété biscuitière). Issues du programme d'innovation variétale Inra-Agri-Obtentions, elles répondent à l'élargissement de la gamme variétale formulée par la filière agriculture biologique : précocité, aptitude à la compétition vis-à-vis des mauvaises herbes, valeur boulangère ou biscuitière...

#### **Quatre variétés de vigne pour la viticulture durable**

L'Inra s'est engagé en 2000 dans un programme de création de variétés possédant une résistance durable aux principales maladies fongiques de la vigne. Ce projet a abouti en 2018 à l'inscription au catalogue officiel de quatre variétés dotées de résistances polygéniques au mildiou et à l'oïdium, et dont la qualité des vins est d'un niveau satisfaisant. Issues d'un programme unique au monde, Artaban, Floreal, Vidoc et Voltis ouvrent la voie à une viticulture performante plus respectueuse de l'environnement, en permettant de réduire de façon drastique l'utilisation des produits phytosanitaires.

#### **Déploiement de la génomique chez les chèvres : de l'analyse de la diversité génétique à la sélection**

Dans le cadre du consortium international ADAPTmap, l'exploitation d'un jeu de données correspondant à 4 653 animaux, 148 populations et 35 pays a permis de mettre en évidence des traces de sélection et d'adaptation, d'analyser la diversité génétique, en lien avec la domestication, et d'analyser les zones d'homozygotie de manière large ou dans des populations isolées géographiquement. Les travaux ont également contribué à la détection de variations de nombre de copies de gènes, à l'étude des races caprines françaises et à la conception d'un jeu de marqueurs pour l'assignation de parenté.

*Genetics Selection Evolution*, doi: 10.1186/s12711-018-0423-9, 10.1186/s12711-018-0421-y, 10.1186/s12711-018-0427-5, 10.1186/s12711-018-0422-x

*Heredity*, doi:10.1038/s41437-018-0150-6

*Animal Genetics*, doi:10.1111/age.12752

La sélection génomique a été déployée en 2018 pour les deux principales races laitières de chèvres françaises (Alpine et Saanen). Les travaux des généticiens de l'Inra ont permis de réunir toutes les conditions nécessaires à la mise en place d'une évaluation génomique de routine pour l'ensemble des caractères actuellement sélectionnés, et ont fourni les éléments pour la modélisation du nouveau schéma de sélection. Le gain de progrès génétique attendu est quantifié entre 20 et 30% à coût constant.

*Genetics Selection Evolution*, doi:10.1186/s12711-018-0400-3  
*Journal of Dairy Science*, doi:10.3168/jds.2018-15650

Chèvres laitières de race Saanen.  
© M. Meuret - Inra



FOCUS

VERS UN RENOUVELLEMENT  
DES STRATÉGIES D'AMÉLIORATION  
DES PLANTES

**La sélection phénotypique, une nouvelle méthode  
de sélection haut débit à faible coût**

La sélection phénotypique est basée sur des prédictions indirectes. Elle repose sur des données de spectroscopie dans le proche infrarouge. Les spectres peuvent être utilisés pour estimer des similarités entre individus et faire des prédictions de nouvelles variétés. Cette méthode fournit sur blé tendre et peuplier des prédictions aussi fiables que la sélection génomique. Le principal avantage de cette technique est son faible coût pour les sélectionneurs.

*Genes, Genomes, Genetics, doi:10.1534/g3.118.200760*

**Maîtriser la recombinaison méiotique, une voie d'avenir**

Élément clé de la reproduction sexuée, la méiose est au cœur du processus de création variétale. Elle conduit à des échanges entre chromosomes (ou *crossing-over*) et à un brassage génétique permettant de réunir des caractères d'intérêt agronomique initialement portés par des individus différents. Le contrôle de la méiose ouvre la voie à de nouvelles stratégies d'amélioration des plantes cultivées.

L'inactivation de gènes impliqués dans le contrôle du niveau de recombinaison comme *RECQ4* et *FANCM* conduit à l'augmentation du nombre de *crossing-over* chez les plantes cultivées (riz, pois, tomate, colza). Ces résultats pourraient accélérer le processus de création variétale et augmenter la diversité génétique résultant de croisements entre individus.

Cultivées dans le monde entier, les variétés hybrides F1, malgré leurs atouts, demeurent coûteuses à produire. En modifiant l'expression de gènes impliqués dans la méiose et dans le développement de l'embryon, des chercheurs de l'Inra, en collaboration avec l'Université de Californie Davis et le *China National Rice Research Institute*, sont parvenus à créer des plantes de riz hybrides dont les graines produisent des plantes strictement identiques à leur plante mère. Ces travaux, qui permettent d'envisager la reproduction clonale par graine à grande échelle des plantes cultivées, ouvrent des perspectives considérables pour les agriculteurs et les sélectionneurs.

*Frontiers in Plant Sciences, doi:10.3389/fpls.2018.00368*

*Nature Plants, doi:10.1038/s41477-018-0311-x9*

*Nature, doi:10.1038/s41586-018-0785-8*

*Nature Biotechnology, doi:10.1038/s41587-018-0003-0*

**Édition du génome végétal**

Dans un contexte riche en débats sociétaux et réglementaires sur l'édition des génomes végétaux, l'Inra a précisé sa stratégie d'utilisation de ces nouvelles technologies pour l'acquisition de connaissances et l'amélioration des plantes, en s'appuyant sur les recommandations du comité d'éthique Inra-Cirad-Ifremer ainsi que sur l'avis de son conseil scientifique. Les principes qui sous-tendent cette stratégie s'inscrivent pleinement dans les valeurs de l'Institut et reflètent sa volonté de contribuer au progrès environnemental, social et économique.

<https://url.inra.fr/2PiA0XX>

ENTRETIEN AVEC

**Raphaël MERCIER**

directeur de recherche à l'Institut Jean-Pierre Bourgin du centre Île-de-France-Versailles-Grignon



**Pourquoi s'intéresser à la méiose des plantes ?**

La méiose est au cœur de l'hérédité, c'est au cours de cette division cellulaire qu'est déterminé le patrimoine génétique de la descendance des individus. Nos chromosomes sont uniques grâce à la méiose et c'est la même chose pour les animaux, les champignons et les plantes. Étudier la méiose chez les plantes, c'est avant tout contribuer à la compréhension de ce mécanisme, en collaboration avec nos collègues qui travaillent sur d'autres organismes comme par exemple les souris ou les levures. Chaque modèle a ses avantages, la force des



plantes c'est la puissance de la génétique : ce n'est pas par hasard que les lois de la génétique ont été découvertes chez les plantes (les fameux pois de Mendel) ! En outre, d'une meilleure compréhension de la méiose chez les plantes peuvent découler des applications pour faciliter la création variétale.

**Quels sont les principaux résultats de vos travaux de recherche ?**

D'une part, nous avons identifié les mécanismes qui limitent la recombinaison, le « mélange » des chromosomes parentaux lors de la méiose. En inhibant ces mécanismes, nous avons montré que la fréquence de recombinaison pouvait être multipliée par huit, ce qui est bien plus que ce que nous pensions possible *a priori*. D'autre part, nous avons montré qu'il était possible de déconstruire la méiose et de générer de cette manière des descendants génétiquement identiques à la plante mère.

**Quelles sont les perspectives d'application de ces recherches fondamentales ?**

Nous avons conduit nos travaux sur *Arabidopsis* mais, grâce à des collaborations nationales et internationales, nous avons montré qu'on pouvait augmenter la recombinaison chez des plantes aussi diverses que la tomate, le colza, le pois ou le riz. La reproduction à l'identique par les graines a quant à elle été obtenue chez le riz. Ces deux approches peuvent être utilisées de façon complémentaire pour proposer des stratégies de création variétale innovantes. L'idée est de créer des plantes cumulant des caractères intéressants grâce à l'augmentation de la recombinaison, puis de faciliter leur multiplication à l'identique grâce à la reproduction clonale par graine.







# 02

## Les systèmes agricoles et forestiers face au défi climatique /

#CLIMATE

L'agriculture et la forêt sont soumises aux effets du dérèglement climatique qui impacte également les ressources naturelles et la biodiversité. Dans le même temps, elles ont une influence sur certains déterminants du changement climatique. Elles doivent donc simultanément s'adapter et atténuer leur contribution. Elles peuvent même participer activement à des solutions plus globales de maîtrise des gaz à effet de serre d'origine anthropique, tout en préservant les ressources naturelles, en particulier les sols. ●

<

Prélèvement d'échantillon de branche au sommet d'un sapin pour mesurer le potentiel hydrique. Cet arbre est situé dans une placette d'observation sur les pentes du Mont Ventoux à 1400 mètres d'altitude.  
© B. Nicolas - Inra



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

### Réponse floristique et fonctionnelle des forêts amazoniennes au changement climatique

Une grande partie de la diversité biologique de la planète est concentrée sous les tropiques qui comprennent de nombreuses régions en pleine mutation climatique. L'analyse de la dynamique fonctionnelle et floristique des 30 dernières années sur 106 parcelles d'inventaire indique que des changements de composition floristique et fonctionnelle sont en cours dans les forêts amazoniennes. On observe une augmentation de l'abondance de genres tolérants à la sécheresse et une mortalité accrue de genres non tolérants dans les parcelles où la saison sèche s'est le plus intensifiée. Cette évolution est lente, ce qui traduit une inertie relative des communautés forestières dans leur capacité à réagir aux changements environnementaux. Les forêts amazo-

niennes pourraient être ainsi de plus en plus dominées par des arbres adaptés de façon sous-optimale.

*Global Change Biology, doi:10.1111/gcb.14413*

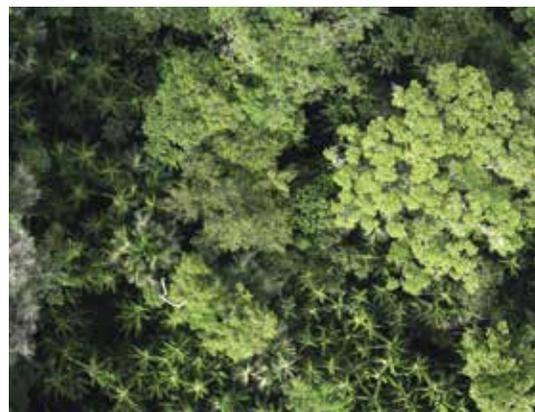
### Le génome du chêne lève un voile sur la longévité des arbres

Un consortium national mené par l'Inra et le CEA a séquencé le génome du chêne pédonculé. Leurs travaux révèlent deux facettes de la longévité de cette espèce emblématique. La première concerne la mise en place d'un arsenal de gènes de résistance, particulièrement riche et diversifié, permettant aux arbres de faire face tout au long de leur vie à leurs bioagresseurs (champignons pathogènes, oomycètes, insectes, bactéries et virus). La seconde révèle la présence de mutations somatiques pouvant être transmises à la génération suivante, ce qui soulève des questions sur l'importance évolutive de ce moteur de diversité. Ce résultat majeur constitue un pas essentiel vers une connaissance plus approfondie de la richesse génétique des chênes et de leurs interactions avec des écosystèmes en évolution dans le contexte du changement climatique.

*Nature Plants, doi:10.1038/s41477-018-0172-3*

### Comprendre l'adaptation des hêtres au changement climatique : une base de données unique au monde

Un travail, coordonné par les chercheurs de l'Inra et de l'Université de Helsinki, met à disposition de l'ensemble de la communauté scientifique une base de données unique au



>  
Canopée, Guyane française, frontière sud avec le Brésil.  
© D. Sabatier - IRD



## BRÈVES

### PARTENARIAT INTERNATIONAL

#### Création de deux Laboratoires internationaux associés (LIA)

Le LIA Forestia, fondé sur la collaboration étroite entre l'unité Biologie intégrée pour la valorisation de la diversité des arbres et de la forêt du centre Inra Val de Loire et la station argentine Inta de Bariloche, associe plusieurs unités de l'Inra et de l'Inta ainsi que les universités de Buenos-Aires et Misiones en Argentine. Les études porteront sur l'adaptation des arbres forestiers au changement climatique en combinant des approches de génétique, d'écophysiologie et de sciences du bois.

Créé pour une durée initiale de cinq ans, le LIA Innogrape associe l'Inra, l'Université de Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro (UMR EGFV : Écophysiologie et génomique fonctionnelle de la vigne) et l'Institut de Botanique de l'Académie des sciences chinoise (Pékin). Innogrape se concentre sur la compréhension de l'adaptation de la vigne à l'environnement dans le contexte du changement climatique. Il réunit les expertises scientifique et technique de ses partenaires dans les domaines de l'amélioration génétique et de l'élaboration de la qualité de la baie de raisin et vise à mutualiser les enseignements dans les domaines de la physiologie de la vigne et de l'adaptation au changement climatique.

monde regroupant plus de 860 000 mesures des caractères phénotypiques sur plus de 500 000 hêtres issus de plantations de 38 pays européens, couvrant ainsi l'aire de répartition du hêtre. Ces données compilées sur plus de 15 ans sont capitales pour analyser et comprendre l'adaptation de ces arbres au changement climatique et son effet sur leur répartition géographique en Europe.

Zenodo, [doi:10.5281/zenodo.1240931](https://doi.org/10.5281/zenodo.1240931)

Scientific Data, [doi:10.1038/sdata.2018.149](https://doi.org/10.1038/sdata.2018.149)

#### Le vent : un acteur majeur de la formation du bois

L'acclimatation des arbres aux perturbations mécaniques engendrées par le vent est un processus quotidien qui conduit à la production de bois et assure leur stabilité à long terme. Des expériences simulant l'effet du vent sur des peupliers ont mis en évidence que, même en condition de stress hydrique important, l'arbre augmente considérablement sa production de bois, modifie ses propriétés mécaniques et alloue cette biomasse efficacement au sein de son tronc. L'identification des mécanismes physiques et moléculaires en jeu permettra d'identifier des espèces et des génotypes pertinents dans le cadre des changements climatiques en cours (augmentation de la fréquence et de l'intensité des stress hydriques et venteux).

*Annals of Botany*, [doi:10.1093/aob/mcx211](https://doi.org/10.1093/aob/mcx211)

*Trees*, [doi:10.1007/s00468-018-1776-y](https://doi.org/10.1007/s00468-018-1776-y)

#### Adaptation du maïs au changement climatique

Les simulations qui prévoient que le réchauffement climatique diminuera les rendements sont basées sur le fait que les agriculteurs de 2050 utiliseront les mêmes variétés qu'aujourd'hui. Or, les agriculteurs sèment déjà des variétés de maïs de plus en plus tardives pour contrebalancer l'effet du réchauffement climatique. L'analyse des pratiques et des savoirs professionnels actuels, des mesures faites en conditions réelles sur plusieurs sites et les résultats de plus de 3 millions de simulations réalisées à partir de 12 modèles climatiques montrent que l'exploitation de la diversité génétique permet l'adaptation du maïs au changement climatique et le maintien voire l'augmentation des rendements.

*PNAS*, [doi:10.1073/pnas.1720716115](https://doi.org/10.1073/pnas.1720716115)



© B. Nicolas - Inra

© Adobe Stock



### **Impact d'événements climatiques extrêmes sur les rendements du blé**

Véritable grenier à blé de l'Europe de l'Ouest, la France a connu en 2016 une production des plus catastrophiques. Des chercheurs de l'Inra, du CNRS et du CEA montrent que les températures anormalement élevées à la fin de l'automne accentuent, pour 2016 mais aussi pour d'autres années, l'effet négatif des précipitations excessives du printemps suivant sur la production de blé. Ces conditions climatiques extrêmes, dont certaines sont susceptibles de se reproduire à l'avenir, interrogent tant les systèmes de productions agricoles que la prévision des rendements de culture.

*Nature Communications, doi:10.1038/s41467-018-04087-x*

### **Adaptation à la chaleur des bovins**

Les bovins Charolais introduits à Cuba au début du XX<sup>e</sup> siècle constituent un modèle intéressant pour étudier l'adaptation à la chaleur. Des études de diversité génétique ont mis en évidence 104 régions du génome qui différencient les bovins Charolais cubains, au sein desquelles ont été identifiés des gènes impliqués dans la résistance aux maladies, dans les changements physiologiques et dans la tolérance à la chaleur mais également dans le développement musculaire. Ces travaux, conduits par un groupe multidisciplinaire de chercheurs cubains, français et espagnols, fournissent des pistes pour comprendre les processus biologiques liés à l'adaptation des bovins aux conditions tropicales.

*Scientific Reports, doi:10.1038/s41598-018-29453-z*

# Maîtrise de la contribution de l'agriculture à l'effet de serre

## L'agroforesterie favorise le stockage de carbone dans les sols

L'étude d'un site expérimental de longue durée cultivé en agroforesterie (association d'arbres et de cultures) a montré que ce système permet de stocker plus de carbone dans les sols et qu'il contribue ainsi à l'atténuation du changement climatique. Le stockage additionnel semble être principalement la conséquence d'une augmentation des entrées de carbone au sol par la chute des feuilles, la mortalité racinaire et la végétation herbacée sur les lignes d'arbres. Un modèle simulant la dynamique du carbone du sol suggère que les racines profondes des arbres pourraient accélérer la décomposition des matières organiques anciennes.

*Biogeosciences*, doi:10.5194/bg-15-297-2018



<

© J. Galet - Inra



## Préservation et valorisation des ressources en eau et des sols

02

### **Gestion quantitative de l'eau dans des territoires en tension**

Comment gérer la quantité d'eau disponible dans un territoire lorsque de multiples acteurs avec des intérêts différents utilisent cette même ressource ? Comment s'y prendre pour faire émerger collectivement des solutions lorsque le système en place est jugé insatisfaisant ? Quatre scénarii de gestion quantitative de l'eau ont été évalués en prenant en compte une diversité de critères et d'acteurs. Les résultats montrent notamment que les scénarii d'économies d'eau ne parviennent pas nécessairement à rétablir des débits acceptables et que le respect de stratégies agro-écologiques pour réaliser des économies d'eau est un argument majeur pour plusieurs groupes d'acteurs.

*Agronomy for Sustainable Development,  
doi:10.1007/s13593-018-0529-z*

### **À quel rythme le carbone des sols se renouvelle-t-il ? Une question de profondeur**

Le devenir du carbone dans les sols contribue à réguler la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère ainsi que la fertilité des agro-écosystèmes. Des chercheurs de l'Inra, du CEA et du CNRS apportent une quantification inédite de la cinétique de renouvellement du carbone des sols en fonction de sa profondeur d'enfouissement et de certains déterminants anthropiques et climatiques. Au cours des 50 dernières années, ce ne sont pas moins de 25% du carbone du premier mètre des sols de la planète qui ont été renouvelés, avec une contribution significative des couches profondes. Cette étude ouvre des perspectives pour mieux apprécier l'évolution du cycle du carbone.

*Nature, doi:10.1038/s41586-018-0328-3*



## BRÈVE

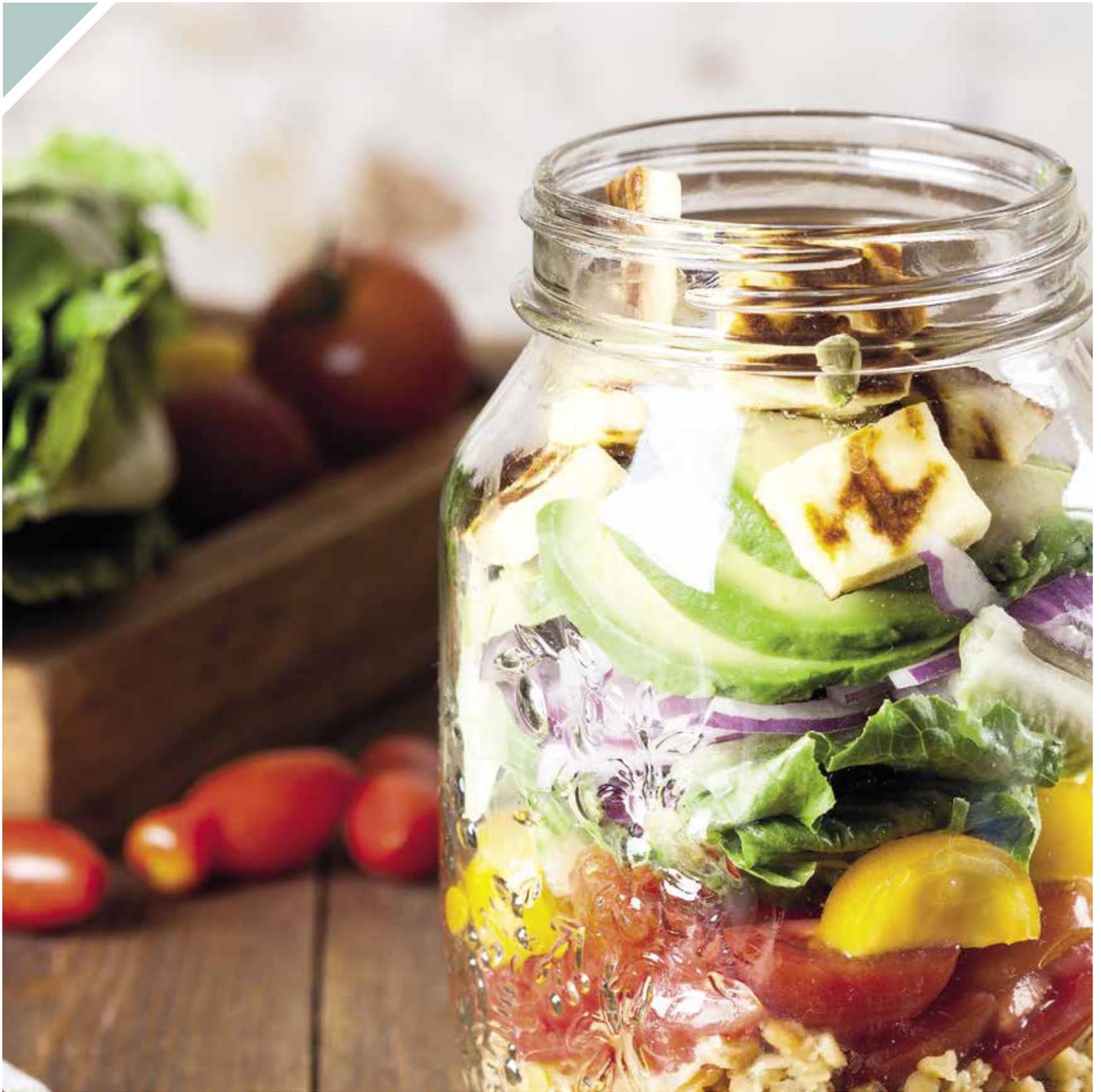
### **Carrefour de l'innovation agronomique (CIAg): de la connaissance de la biologie des sols et de ses fonctions à son pilotage**

Les sols sont des écosystèmes complexes importants dans la mise en œuvre de la transition agro-écologique. Les travaux récents montrent le rôle déterminant de la biodiversité du sol dans plusieurs fonctions de celui-ci : fertilité pour la production végétale, qualité sanitaire pour différents usages, stockage du carbone et atténuation du changement climatique. En partenariat avec l'Ademe et l'Agence française pour la biodiversité, l'Inra a organisé en octobre 2018 à Dijon un CIAg sur la fertilité biologique des sols. Ce CIAg a été l'occasion de partager les connaissances et les méthodes qui permettent d'associer des dimensions fonctionnelles à la biodiversité mais aussi d'apprécier l'impact des pratiques sur le sol. Il a aussi permis d'aborder la question du pilotage de la biodiversité du sol pour que ses fonctions s'expriment mieux.



© Adobe Stock





# 03

## Une alimentation saine et durable /

#FOOD

Permettre à chacun l'accès à une alimentation de qualité sur le plan sanitaire et nutritionnel, tout en répondant à des enjeux de durabilité économique, sociale et environnementale de la production à la consommation sont aujourd'hui des défis à l'échelle mondiale. Les systèmes alimentaires durables sont au cœur des objectifs de développement durable des Nations Unies et constituent une des priorités de recherche de l'Inra. ●



## Vers des systèmes alimentaires plus durables

03

### **Comment concilier recommandations nutritionnelles, faible impact environnemental et accessibilité économique**

L'analyse des régimes de 29 413 participants de la cohorte française NutriNet-Santé montre que l'accessibilité, la qualité nutritionnelle et l'impact environnemental sont des critères souvent difficiles à concilier dans le contexte actuel. Néanmoins, des chercheurs de l'Inra, de Montpellier SupAgro et de la Jeune entreprise universitaire « MS-Nutrition » montrent qu'il est possible, en Europe, d'adopter une alimentation durable intégrant simultanément faible impact environnemental, adéquation nutritionnelle, accessibilité financière et acceptabilité culturelle. L'amélioration de la durabilité de l'alimentation passe par le remplacement des produits gras et sucrés et de l'alcool par des fruits, légumes et féculents d'une part, et par une diminution de la proportion de produits animaux, variable selon le pays, d'autre part. Les travaux révèlent néanmoins la complexité de la question et mettent en garde contre des raisonnements simples qui tendraient à assimiler végétal et durable, par exemple.

*Journal of cleaner production*, doi:10.1016/j.jclepro.2018.06.143

*European Journal of Clinical Nutrition*,

doi:10.1038/s41430-017-0080-z

*PLoS One*, doi:10.1371/journal.pone.0191767

### **Des échangeurs biomimétiques pour limiter l'impact environnemental des traitements thermiques des produits laitiers**

Les traitements thermiques sont omniprésents dans l'industrie alimentaire, et particulièrement dans la filière laitière où ils sont utilisés pour contrôler la flore bactérienne des produits ou à des fins de transformation. L'encrassement des surfaces en acier inoxydable des échangeurs de chaleur par des dérivés laitiers constitue un risque sanitaire sérieux et leur nettoyage génère des impacts environnementaux importants. Plusieurs revêtements ou traitements de surface s'inspirant de surfaces naturellement antiadhésives (par exemple la feuille de lotus) ont été testés. Les revêtements amphiphiles (ayant des propriétés hydrophiles et hydrophobes) se révèlent les meilleurs candidats pour réduire l'encrassement des plaques d'échangeurs et l'adhésion de bactéries pathogènes. L'usage d'un traitement de surface à base de silicone réduit l'impact environnemental de la pasteurisation de plus de 70%.

*Journal of Food Engineering*, doi:10.1016/j.jfoodeng.2018.02.009

*Biofouling*, doi:10.1080/08927014.2018.1502275

*Food and Bioproducts Processing*, doi:10.1016/j.fbp.2018.10.012

*ACS Sustainable Chemistry and Engineering*,

doi:10.1021/acssuschemeng.8b05835



## ENTRETIEN AVEC

### Nathalie GONTARD

directrice de recherche dans l'unité Ingénierie des agropolymères et technologies émergentes (IATE), centre Occitanie-Montpellier



## VERS UNE NOUVELLE GÉNÉRATION D'EMBALLAGES ALIMENTAIRES

### Pourquoi s'intéresser aux emballages alimentaires ?

Parce que l'emballage est un élément essentiel à la qualité et la sécurité de notre alimentation, pour ses vertus indispensables à la durabilité de notre chaîne alimentaire et pour réduire les pertes et gaspillages alimentaires. On a produit des emballages, notamment en plastique, en quantité astronomique, jusqu'à ce qu'ils ne coûtent plus rien, sans se poser la question de l'impact à long terme de leurs déchets sur notre environnement. Il nous faut maintenant faire face au risque d'une exposition massive des générations à venir aux particules fines de plastiques dégradés que nous continuons d'accumuler.



Morceaux de chênevotte, biomatériaux de fibre végétale de chanvre.  
© C. Maître - Inra



### Quelles sont les voies d'avenir pour produire des emballages plus respectueux de l'environnement ?

La mesure prioritaire est de réduire drastiquement notre production de plastique vierge et donc notre consommation. Plusieurs alternatives écologiques existent ou sont en cours de développement : la vente en vrac mais aussi les matériaux traditionnels ou nouveaux qui ne présentent pas le risque de finir en particules fines et qui sont soit réutilisables, soit biodégradables. De nouvelles technologies de recyclage sont également mises au point pour écouler l'énorme réservoir de déchets plastiques dont nous disposons déjà et produire des plastiques recyclés.

### Quels sont les principaux défis pour la recherche ?

Le principal défi pour la recherche est de savoir comment créer des matériaux d'emballage à partir de la biomasse végétale en bouclant le cycle naturel du carbone : les matériaux doivent être biodégradables pour restituer le carbone ensuite utilisé par la photosynthèse. Il s'agit aussi de produire des matériaux écologiques sans empiéter sur les ressources alimentaires de la planète. Un autre grand défi consiste à maîtriser la balance risques/bénéfices des nouvelles technologies d'emballage afin de nous guider vers les emballages les plus sûrs pour notre santé et notre environnement. Enfin, nous devons coordonner nos efforts à l'échelle internationale. Il n'y a pas de sens à mettre en place seuls des actions de long terme pour la gestion des déchets plastiques car ils ne vont s'arrêter ni à nos côtes ni à nos frontières.





## Une alimentation adaptée à chaque étape de la vie et aux besoins physiologiques

### **Une alimentation maternelle déséquilibrée affecte le système digestif de la descendance**

Une carence en protéines chez la femelle en gestation est associée à des anomalies digestives durables pour la descendance. En étudiant le lien entre malnutrition périnatale et système digestif chez le rat, une équipe de chercheurs de l'Inserm en collaboration avec l'Inra, l'Université et le CHU de Nantes a découvert des anomalies fonctionnelles digestives chez les ratons et une réponse inadaptée au stress. Bien que ce travail ait été mené chez l'animal, il démontre une fois de plus l'incidence du stress périnatal sur la santé de l'adulte et interpelle sur les conséquences de carences involontaires ou provoquées par des régimes restrictifs pendant la grossesse. *The FASEB Journal*, doi:10.1096/fj.201800079R

### **Une alimentation riche en fromage dès le plus jeune âge protégerait des allergies**

L'augmentation de la fréquence des maladies allergiques et de l'asthme dans les pays industrialisés est due notamment à l'accroissement du niveau d'hygiène et à la diminution des maladies infectieuses et des contacts microbiens pendant la petite enfance. Une étude conduite sur des enfants de milieu rural a mis en évidence l'intérêt d'une alimentation riche en fromage dès le plus jeune âge (18 mois). La consommation de fromage, un aliment riche en diversité microbienne, est en effet associée à une plus faible probabilité de développer des maladies allergiques alimentaires ou dermatologiques à six ans.

*Allergy*, doi:10.1111/all.13650



^  
© Adobe Stock

03

## FOCUS

### UNE ALIMENTATION ADAPTÉE POUR LES PERSONNES ÂGÉES

#### Le confort oral : un concept clé pour maintenir le plaisir de manger

Le vieillissement s'accompagne souvent de troubles bucco-dentaires qui, en altérant la capacité de dégradation de l'aliment et la formation du bol alimentaire, conduisent souvent les personnes âgées à éviter la consommation d'aliments tels que la viande. La mastication et la salivation sont déterminants pour le confort oral ressenti par les personnes âgées lors de la consommation d'aliments. Des procédés simples de préparation de la viande, tels que l'utilisation de marinade ou la cuisson longue à basse température, permettent d'augmenter ce confort oral. Un espoir pour les personnes âgées qui se voient souvent présenter des aliments mixés peu appétissants et peu savoureux.

*Meat Science*, doi:10.1016/j.meatsci.2018.06.004

*Innovative Food Science & Emerging Technologies*, doi:10.1016/j.ifset.2017.09.008

*Food Quality and Preference*, doi:10.1016/j.foodqual.2017.08.009

#### Des produits fromagers formulés pour les séniors

Différents produits fromagers innovants de texture variable et enrichis en protéines du lactosérum et en calcium, nutriments clés pour la prévention de la sarcopénie et de l'ostéoporose, ont été formulés pour répondre aux besoins nutritionnels et sensoriels des personnes âgées. Une étude sensorielle réalisée sur un panel de personnes de plus de 65 ans a montré que les produits laitiers sont des produits plutôt faciles à manger, quel que soit l'état de santé bucco-dentaire de la personne. Les résultats des digestions, réalisées *in vitro* et *in vivo* (sur modèle porcin), soulignent la pertinence d'intégrer les protéines du lactosérum comme source protéique majeure dans les produits fromagers afin de maximiser l'apport en acides aminés essentiels.

*Food Research International*, doi:10.1016/j.foodres.2018.05.013

*Food Hydrocolloids*, doi:10.1016/j.foodhyd.2018.04.01

#### Peut-on remplacer les protéines animales par des protéines végétales ?

Peut-on remplacer les protéines animales riches en leucine par des protéines végétales pour maintenir l'état de santé et l'indépendance physique des personnes âgées ? Dans une étude préclinique réalisée sur des rats âgés, l'impact de la consommation de protéines animales caractérisées par des teneurs différentes en leucine (caséine et lactosérum) a été comparé à des régimes dans lesquels le lactosérum a été

remplacé par des protéines de soja. Les résultats ont montré que, dans le cas d'un repas composé d'un mélange protéines de soja/lactosérum (70%/30%), la restauration de la réponse anabolique du muscle squelettique n'était possible que si la teneur totale en protéines du repas était augmentée de 25%.

*Food and Function*, doi:10.1039/C8FO01903G

## ENTRETIEN AVEC

### Dominique DARDEVET

directeur de recherche dans l'unité de Nutrition humaine (UNH) du centre Auvergne-Rhône-Alpes



#### Pourquoi l'alimentation des personnes âgées est-elle un enjeu pour la recherche à l'Inra ?

Tout simplement parce que l'allongement de la vie n'est pas associé au maintien de l'état de santé. De plus en plus de personnes sont en situation de fragilité et de dépendance, ce qui représente un coût sociétal important aussi bien pour la collectivité que pour les familles. L'enjeu principal de nos recherches est de maintenir les capacités fonctionnelles au cours du vieillissement. Ceci passe par la prise en charge médicale et le maintien de l'activité physique mais aussi par l'adéquation de l'alimentation aux besoins des séniors.

#### Qu'est-ce que la sarcopénie et à quoi est-elle due ?

La sarcopénie correspond à une diminution de la masse et de la fonctionnalité musculaire qui a des conséquences directes sur la mobilité et l'autonomie des personnes âgées mais génère également un état de fragilité vis-à-vis des agressions environnementales (maladie, stress...). Elle est le résultat d'un déséquilibre entre la synthèse et la dégradation des protéines du muscle. Nous avons mis en évidence que les mécanismes responsables de cette altération incluent une perte d'efficacité alimentaire empêchant de bénéficier de façon optimale des repas. La sarcopénie est aggravée par la diminution de l'activité physique mais aussi par la dénutrition, les maladies chroniques et les modifications des comportements alimentaires liées à l'âge.

#### Comment la retarder chez les personnes âgées ?

Maintenir et optimiser les apports alimentaires sont une des clés. Manger des protéines animales de qualité à digestion rapide et riches en leucine, comme le lactosérum, permet de retrouver les effets bénéfiques des protéines alimentaires sur le muscle. Ceci est aussi possible avec les protéines végétales sous certaines conditions. L'optimisation de l'apport en protéines doit passer également par leur meilleure assimilation par l'intestin. La matrice alimentaire et les procédés de cuisson, de préparation et de conservation doivent donc être adaptés aux altérations de la mastication des séniors. Il faut ainsi proposer de vrais aliments « séniors » et les associer avec des programmes d'activité physique.



## BRÈVE



### **Sophie NICKLAUS** lauréate d'un prix international pour l'alimentation

Le premier Prix international Danone pour l'alimentation (DIPA), décerné conjointement par l'Institut international Danone et la Fondation pour la recherche médicale après sélection par un jury d'experts scientifiques de renommée internationale, a été

remis à Sophie Nicklaus lors du congrès annuel de l'*American Society for Nutrition* à Boston le 11 juin 2018. Ce prix récompense les approches remarquables, novatrices et collaboratives en vue d'améliorer la santé à travers l'alimentation et de développer des stratégies efficaces pour une alimentation saine. Les travaux de Sophie Nicklaus portent sur les comportements alimentaires sains susceptibles d'amener à repenser la manière dont sont alimentés les enfants. Au-delà de l'identification des aliments sains, d'autres facteurs influencent les choix notamment le plaisir à travers les premières expériences gustatives et la socialisation lors des repas en famille. Sophie Nicklaus explique que « *La pire des choses à faire est de dire à un enfant : « Mange ça parce que c'est bon pour la santé », car dans la plupart des cas, les enfants en concluent que les aliments sains ont mauvais goût. Cela peut les décourager de manger tout aliment étiqueté comme étant sain.* »

# Microbiote intestinal et santé



BRÈVES

## PARTENARIAT INTERNATIONAL

### Séminaire de lancement du Laboratoire international associé (LIA) BACT-INFLAM

Fruit de plusieurs années de collaboration entre l'unité mixte de recherche Science et technologie du lait et de l'œuf (STLO) et des chercheurs de l'Université fédérale du Minas Gerais à Belo Horizonte (Brésil), le LIA BACT-INFLAM a organisé en mai 2018 son séminaire de lancement. Le projet BACT-INFLAM vise à mieux comprendre l'implication des bactéries dans les processus (pro- ou anti-) inflammatoires associés aux maladies inflammatoires chroniques de l'intestin et aux mammites, deux maladies d'intérêt majeur en santé humaine et animale pour proposer de nouvelles stratégies thérapeutiques et des alternatives aux traitements allopathiques.

### Alimentation périnatale, alimentation des séniors : spécificités et impact du microbiote (CIAg)

Le microbiote spécifique à chacun d'entre nous peut être altéré par une alimentation inadaptée ou des traitements médicamenteux ou plus simplement par l'âge, ce qui a un impact sur la diminution des capacités métaboliques et cognitives, en particulier chez les séniors. En faisant le point des connaissances disponibles sur l'alimentation pour les âges extrêmes de la vie, le CIAg, organisé en mars à Paris, a interrogé le devenir du microbiote au fil du temps et proposé une vision renouvelée de la construction de la santé par l'alimentation. Il s'adressait particulièrement aux industriels de l'agroalimentaire et aux acteurs de la restauration collective soucieux d'innover en matière de nutrition.

### L'Inra partenaire de l'exposition Microbiote, d'après le livre « Le Charme discret de l'intestin » de Giulia et Jill Enders (Acte Sud)

Cette exposition de la Cité des Sciences et de l'Industrie raconte, sur 600 m<sup>2</sup>, l'incroyable vie du microbiote, connu aussi sous le nom de "flore intestinale". Un univers microscopique aussi complexe que méconnu qui n'en finit pas de nous étonner.

### Quand une bactérie intestinale aggrave des troubles métaboliques et qu'un probiotique les soulage

Obésité, diabète et autres complications métaboliques sont autant de pathologies devenues aujourd'hui des questions de santé publique sans que l'on sache complètement en expliquer la prévalence. Une équipe de chercheurs de l'Inra, de Danone, de l'AP-HP, de l'Inserm et de Sorbonne Université a mis en évidence que les troubles métaboliques, liés à un

régime alimentaire riche en graisses, sont aggravés par la prolifération d'une bactérie intestinale pro-inflammatoire, *Bilophila wadsworthia* qui contribue à détériorer la barrière intestinale. Ces effets sont atténués par une bactérie probiotique, *Lactobacillus rhamnosus* CNCM I-3690. Ces résultats ouvrent la voie au développement d'approches nutritionnelles et de probiotiques ciblant le microbiote intestinal. *Nature Communications*, doi:10.1038/s41467-018-05249-7



© Fotolia

**Une étude européenne révèle la diversité des gènes de résistance aux antibiotiques présents dans les bactéries du microbiote intestinal**

Une nouvelle méthode bioinformatique de prédiction de fonction des gènes, basée sur la structure tridimensionnelle des protéines qu'ils codent, a permis d'identifier, dans le microbiote intestinal, plus de 6 000 gènes de résistance

aux antibiotiques très différents des gènes connus. Ces gènes de résistance semblent présenter peu de risque d'être transférés vers des bactéries pathogènes. Ils pourraient protéger les bactéries non pathogènes de l'impact des antibiotiques dans le microbiote intestinal.

*Nature Microbiology*, doi:10.1038/s41564-018-0292-6

© C. Slagmulder - Inra



03

# La qualité des aliments élaborée dès l'amont

## Des gènes responsables de la qualité de la viande de poulet

La génétique peut contribuer à la maîtrise de la qualité technologique de la viande. De nouveaux gènes d'intérêt ont été identifiés pour le pH ultime, facteur déterminant de la qualité de la viande et lié génétiquement aux réserves du muscle en glycogène. Par ailleurs, un groupe de 16 gènes candidats a été établi pour le défaut structural de type *White Striping*, qui se traduit par une présence de graisse plus élevée dans le muscle, avec un rôle dans la composition des fibres musculaires et de la matrice extracellulaire, le développement de fibrose et d'adipose et, pour certains, dans des dystrophies musculaires humaines.

BMC Genomics, doi:10.1186/s12864-018-4598-9

BMC Genomics, doi:10.1186/s12864-018-4690-1

Poultry Science, doi:10.3382/ps/pey549

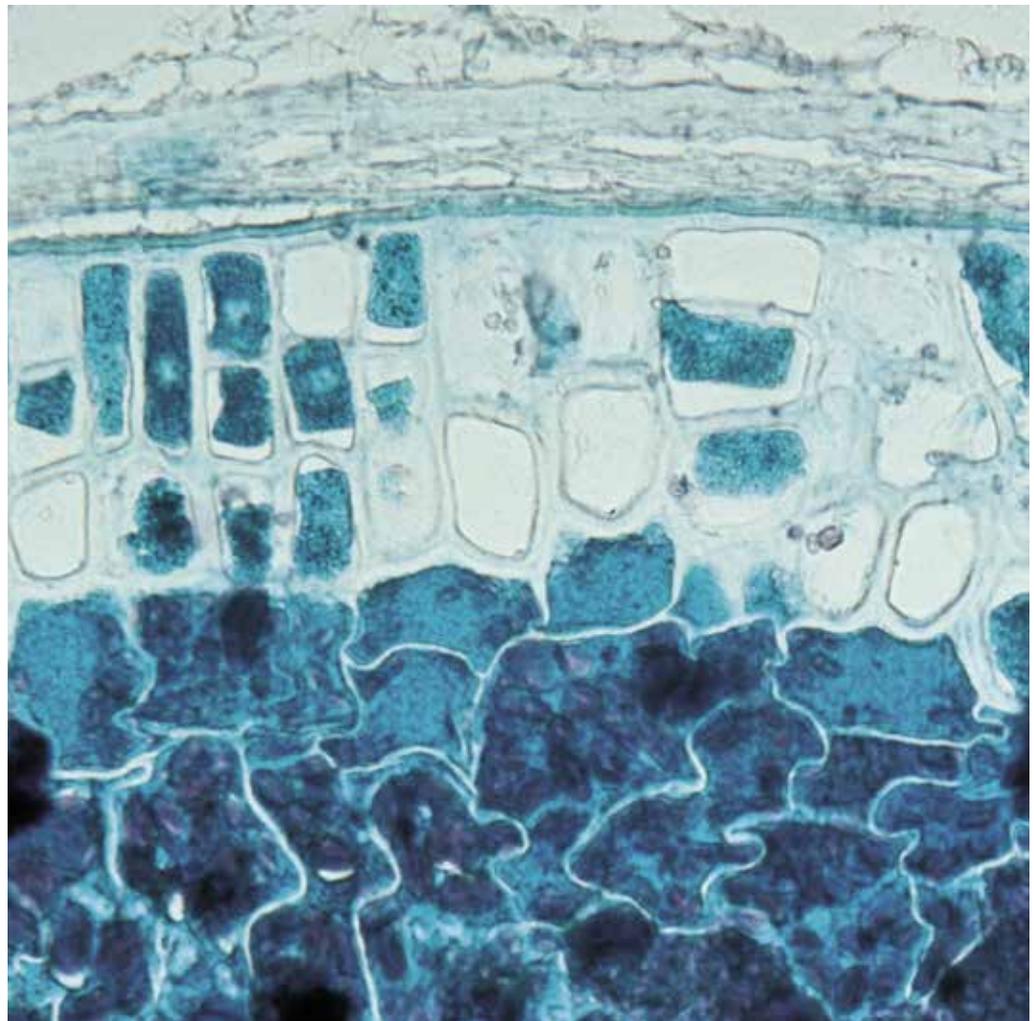
## Vers une maîtrise de la teneur en lipides des grains d'amidon de céréales

Les lipides complexés aux amidons de céréales impactent fortement leurs propriétés technologiques et nutritionnelles. En couplant les nouvelles techniques d'imagerie spectroscopique MALDI à l'expression spatio-temporelle des gènes du métabolisme lipidique, l'origine de ces lipides, notamment de leur constituant majeur la lysophosphatidylcholine, a été mise en évidence au cours du développement de l'albumen du grain de maïs. Les résultats permettent d'envisager de nouvelles stratégies (pratiques agricoles, création variétale) pour maîtriser la vitrosité du grain de maïs et la teneur en lipides des amidons issus des productions céréalières.

Plant & Cell Physiology, doi:10.1093/pcp/pcy198

Coupe transversale d'un grain d'orge, observée dans sa partie externe en microscopie, révélant la présence de protéines (bleu) et de grains d'amidon (violet).

© B. Bouchet - Inra





## La préparation des aliments influe sur leurs qualités et leur impact sur la santé

### Mariner la viande rouge pour limiter le risque de cancer colorectal

L'Organisation mondiale de la santé a classé la consommation de viande rouge comme probablement cancérigène pour l'homme. Une marinade en présence d'extraits aqueux d'olive et de raisin, riches en composés phénoliques aux propriétés antioxydantes, se révélerait efficace pour réduire le risque de cancer du côlon. Une piste de prévention nutritionnelle pour limiter le risque de cancer induit par le fer de la viande rouge en transformant et consommant celle-ci autrement.

Cancer Prevention Research,  
doi:10.1158/1940-6207.CAPR-17-0361

### La vitamine C ne disparaît pas forcément à la cuisson

Les fruits et légumes sont les principales sources de vitamine C dans l'alimentation des Français et il est important de préserver cette vitamine au cours des procédés de transformation. Contrairement aux idées reçues, la vitamine C peut résister aux traitements thermiques même drastiques, à condition de limiter les pertes par lessivage (préférer la cuisson vapeur par exemple) et d'exclure autant que possible l'oxygène dans les chaînes de transformation (favoriser la cuisson courte à haute température). Ces résultats offrent des perspectives en termes de pratiques industrielles de cuisson.

Innovative Food Science & Emerging Technologies,  
doi:10.1016/j.ifset.2017.11.007  
LWT - Food Science and Technology, doi:10.1016/j.lwt.2016.08.043



>  
© ImagesBG - Pixabay

### Consommation d'aliments ultra-transformés et risque de cancer

Une étude associant des chercheurs de l'Inserm, de l'Inra et de l'Université Paris 13 suggère une association entre la consommation d'aliments ultra-transformés et le risque de développer un cancer. Le suivi sur huit ans de 104 980 participants de la cohorte française NutriNet-Santé a montré qu'une augmentation de 10% de la proportion d'aliments ultra-transformés dans le régime alimentaire est associée à une augmentation de plus de 10% des risques de développer un cancer. Parmi les différentes hypothèses qui pourraient expliquer ces résultats, la moins bonne qualité nutritionnelle globale des aliments ultra-transformés, riches en sucre, sel et matières grasses saturées, ne serait pas la seule impliquée, suggérant des mécanismes mettant en jeu d'autres composés (additifs, substances formées lors des procédés industriels, matériaux au contact des aliments...). Ces résultats doivent être considérés comme une première piste d'investigation et être confirmés dans d'autres populations d'étude. En particulier, le lien de cause à effet reste à démontrer.

British Medical Journal, doi:10.1136/bmj.k322

© Thorsten Frenzel - Pixabay





## Sûreté des chaînes alimentaires : un défi permanent pour les producteurs, les transformateurs et les services de contrôle sanitaire

### Effet cocktail de pesticides à faible dose par l'alimentation

L'exposition aux pesticides dans l'environnement ou à travers l'alimentation génère de nombreuses questions et inquiétudes de la société. Des chercheurs de l'Inra et de l'Inserm ont étudié chez la souris les effets d'une exposition orale chronique à un cocktail de pesticides à faible dose. Les animaux exposés présentent des perturbations métaboliques différentes selon le sexe. Les mâles prennent du poids et deviennent diabétiques. Les femelles sont protégées de ces effets mais sont sujettes à d'autres perturbations. Ces résultats confortent les études épidémiologiques suggérant un lien entre l'exposition aux pesticides et l'incidence de maladies métaboliques. Ils soulèvent la question de la pertinence des doses journalières admissibles définies pour des pesticides considérés individuellement et non en mélange.

*Environmental Health Perspectives, doi:10.1289/EHP2877*

### La consommation de maïs transgéniques résistants au glyphosate (NK603) ou produisant la protéine Bt (MON810) n'a pas d'impact délétère sur la santé et le métabolisme des rats

Pendant six mois, des rats ont été nourris avec un régime contenant soit du maïs OGM (MON 810 ou NK603), soit du maïs non OGM, à différentes concentrations. Les techniques de biologie à haut débit utilisées n'ont identifié aucun marqueur biologique significatif lié à l'alimentation au maïs transgénique. De même, aucune altération anatomo-pathologique du foie, des reins ou de l'appareil reproducteur des rats soumis aux régimes contenant ces OGM n'a été observée. Ces travaux ont été réalisés par un consortium de recherche piloté par l'Inra dans le cadre du programme Risk'OGM financé par le ministère de la Transition écologique et solidaire.

*Toxicological Sciences, doi:10.1093/toxsci/kfy298*



>  
© Fotolia



### Des poussins super-excréteurs de salmonelles

L'infection par des salmonelles est la deuxième cause d'intoxication alimentaire dans les pays développés et elle peut être mortelle. Les volailles et les porcs, principales sources de contamination de l'homme, sont majoritairement porteurs asymptomatiques et excrètent dans l'environnement de grandes quantités de bactéries. Des travaux réalisés sur des poussins montrent que, pour un même fond génétique, un petit pourcentage d'animaux, les super-excréteurs, sont infectés très rapidement et sont par la suite responsables de la majorité de la transmission du pathogène aux autres poussins. Les animaux plus résistants ne possèdent pas une meilleure capacité à détruire les bactéries mais plutôt une meilleure capacité à bloquer la primo-colonisation de l'intestin. Ces résultats ont de nombreuses répercussions pour le contrôle des salmonelles dans les élevages.

*Environmental Biology, doi:10.1111/1462-2920.14294*



### Marie MÉZIERE, lauréate du Prix Otto Hutzinger

Le Prix Otto Hutzinger a été décerné à Marie Mézière, doctorante dans l'unité LABERCA, lors du congrès Dioxin à Cracovie en août 2018. Ce prix récompense un exposé exceptionnel présenté par des doctorants, en reconnaissance de leur contribution scientifique au domaine des Polluants organiques persistants (POPs). Les travaux de Marie Mézière portent sur le développement d'une méthode analytique basée sur la spectrométrie de masse très haute résolution et dédiée à la caractérisation de l'exposition de l'être humain aux chloroparaffines dans leur ensemble.

### L'Inra participe à la nouvelle plate-forme de surveillance sanitaire de la chaîne alimentaire

La plate-forme de surveillance sanitaire de la chaîne alimentaire a été lancée fin juillet 2018. Avec les ministères de la Santé, de l'Agriculture et de l'Économie, les organismes scientifiques nationaux (Anses, Santé publique France), les instituts techniques (Acta et Actia), les organisations professionnelles et les laboratoires d'analyse, l'Inra s'engage à renforcer la cohérence des actions de surveillance tout au long de la chaîne alimentaire afin d'en améliorer l'efficacité et renforcer encore la sécurité sanitaire des aliments.

### Carrefour de l'innovation agronomique (CIAg): Contaminants alimentaires - approches émergentes pour connaître et prévenir le risque (décembre 2018)

L'évaluation des risques en alimentation reste complexe et se heurte à des limites méthodologiques. La diversité des molécules mobilisées dans les filières

agroalimentaires, leurs interactions et transformations dans la préparation des aliments nécessitent des connaissances en toxicologie de plus en plus fines et l'adaptation des méthodes d'évaluation du risque. Le CIAg a tenté de répondre aux questions suivantes : comment ces nouvelles connaissances et méthodes influent-elles sur les recommandations alimentaires en santé publique ? Quelles garanties apportent-elles aux consommateurs ? Quels sont les potentiels d'innovation pour les industriels ?

### PARTENARIAT INTERNATIONAL

### La nutrition du cerveau au cœur du réseau scientifique international Food4BrainHealth



Treize partenaires institutionnels du Canada et de la France, dont l'Université Laval, l'Inra et le CNRS, ont fondé le Réseau de recherche international « Nutrition and brain health, from predictive biology to disease prevention and treatment - Food4BrainHealth ». Food4BrainHealth réunit des chercheurs travaillant sur la thématique des relations entre la nutrition et le cerveau.



Salmonelles (Illustration 3D).  
© Adobe Stock



# 04

## Des bioressources aux usages complémentaires /

#BIORES

Les bioressources répondent prioritairement aux besoins alimentaires mais elles peuvent également être utilisées pour la production de matériaux, de molécules ou d'énergie, en substitution aux ressources fossiles. Le développement de la bioéconomie nécessite de concilier durablement la sécurité alimentaire et l'utilisation des bioressources qu'elles soient agricoles, forestières, aquacoles ou constituées de biodéchets, pour ces autres usages. Parmi les enjeux de durabilité figurent l'optimisation de l'utilisation de la ressource biologique grâce à la mise en relation des filières alimentaires et non-alimentaires, la réduction des pertes et le bouclage des cycles biogéochimiques. La bioéconomie répond également à des enjeux économiques : compétitivité des filières grâce à plus de résilience et des revenus complémentaires, création d'emplois... ●



## De nouveaux biocatalyseurs et procédés pour la biotechnologie industrielle

La biotechnologie industrielle, qui développe de nouveaux catalyseurs et conçoit des voies de synthèse de matériaux biosourcés, figure parmi les technologies clés pour la transition vers la bioéconomie. En effet, les catalyseurs biologiques (enzymes, microorganismes) sont particulièrement bien adaptés à la transformation des biomolécules qui constituent les ressources renouvelables.

### Une nouvelle méthode d'amélioration de souche microbienne basée sur l'hétérogénéité entre cellules

Les conditions de culture hautement stressantes, liées aux productions industrielles, représentent un frein aux performances métaboliques des microorganismes utilisés dans les procédés biotechnologiques. Une stratégie basée sur la cytométrie en flux a permis de sélectionner, chez la levure *Saccharomyces cerevisiae*, un promoteur modifié du gène *GRX1* augmentant la variabilité de l'expression de ce gène d'une cellule à l'autre. Cette variabilité confère à la population de cellules une résistance accrue au stress oxydatif. Cette stratégie pourrait être utilisée pour d'autres gènes afin d'obtenir des microorganismes avec des niveaux plus élevés de résistance au stress.

*Frontiers in Microbiology*, doi:10.3389/fmicb.2018.02158



>  
Culture en fiole de la microalgue *Chlorella vulgaris*.  
© A. Mottet - Inra

### Un bouquet d'enzymes pour transformer le saccharose en nouveaux biopolymères

L'ingénierie d'enzymes permet de concevoir des procédés éco-compatibles et performants pour remplacer des procédés existants polluants basés sur des catalyseurs chimiques ou pour développer de nouveaux produits. La construction de variants enzymatiques d'une  $\alpha$ -transglucosylase bactérienne a permis de synthétiser, directement à partir de saccharose, des dextrans utilisés pour diverses applications pharmaceutiques. En combinant cette enzyme avec d'autres  $\alpha$ -transglucosylases, il est possible d'assembler des blocs de polysaccharides présentant des structures et propriétés physico-chimiques variées. Cette technologie de

rupture pour la synthèse de copolymères biosourcés ouvre de nouvelles perspectives pour la conception rationnelle de nouveaux matériaux à base de polysaccharides.

*Green Chemistry, doi:10.1039/c8gc01251b*

### Une nouvelle méthode d'ingénierie du génome chez les microalgues

De par leur capacité à produire un grand nombre de composés à partir de CO<sub>2</sub> et d'énergie solaire, les microalgues apparaissent comme une solution d'avenir pour la biotechnologie industrielle, à condition d'optimiser leurs performances voire de créer de nouvelles propriétés métaboliques. Une nouvelle méthode d'édition des génomes permettant de modifier simultanément plusieurs gènes de *Phaeodactylum tricoratum*, sans introduction d'ADN exogène dans l'organisme, a été mise au point. Cette méthode repose sur l'utilisation du système CRISPR/Cas9 sous forme ribonucléoprotéique et sur le développement de nouveaux marqueurs de sélection positive. Ce résultat pourrait permettre aux microalgues de disposer des mêmes outils d'ingénierie que les autres microorganismes utilisés en biotechnologie industrielle (levures, bactéries).

*Nature Communications, doi:10.1038/s41467-018-06378-9*



## BRÈVE

### Développement de la biotechnologie industrielle : une reconnaissance européenne pour le projet IBISBA



**IBISBA**<sup>EU</sup>

Parmi les projets sélectionnés en 2018 pour la feuille de route européenne des infrastructures de recherche (ESFRI), IBISBA a pour ambition de fédérer les forces de R&D européennes pour créer une infrastructure de recherche dédiée au développement de la biotechnologie industrielle. Coordonné par l'Inra, il rassemble 14 partenaires de 9 pays européens. IBISBA a vocation à constituer un lieu d'excellence en matière de développement pré-industriel de procédés et une interface entre la recherche fondamentale et la R&D industrielle pour accélérer la production de connaissances et leurs applications.



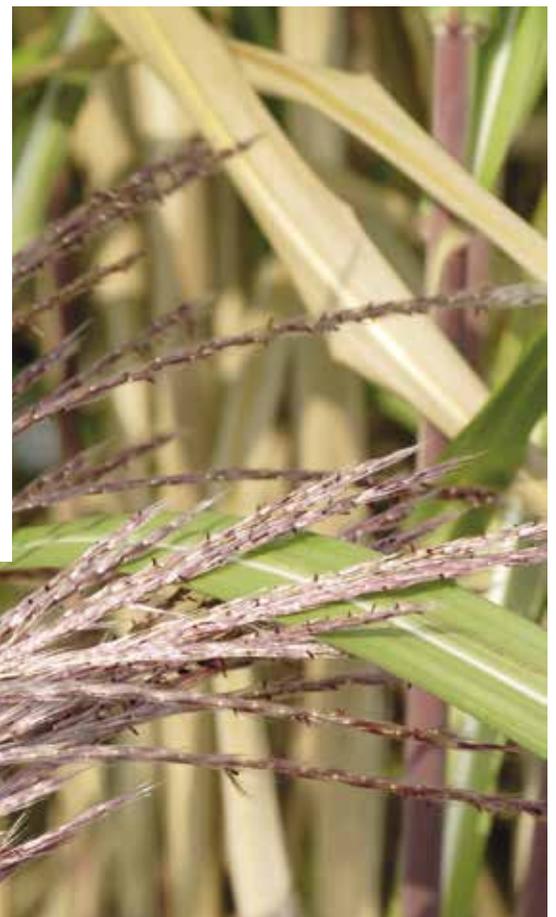
## Valorisation de la biomasse végétale, des déchets et des coproduits

Miscanthus en culture.  
© C. Maitre - Inra



### Visualisation en temps réel de la déconstruction enzymatique de la biomasse lignocellulosique

Le couplage de la microscopie avec des lignes de lumière UV et infrarouge du synchrotron SOLEIL a permis de suivre en temps réel l'action de cellulases sur la biomasse lignocellulosique. Ces approches innovantes, appliquées à des cellulases commerciales agissant sur des tiges de graminées, permettent non seulement de suivre la dynamique de déconstruction des parois à l'échelle microscopique mais aussi de visualiser des niveaux de résistance à la dégradation contrastés selon les types cellulaires et en relation avec la nature des cocktails enzymatiques. Ces travaux s'inscrivent dans une démarche d'optimisation de la dégradation enzymatique des tissus végétaux dans un contexte de développement de la bioraffinerie des biomasses cellulosiques. *Frontiers in Plant Science, doi:10.3389/fpls.2018.00200*



04

## FOCUS

### AVEC SES PARTENAIRES, L'INRA S'ENGAGE DANS LA VALORISATION ÉNERGÉTIQUE PAR MÉTHANISATION DE LA BIOMASSE VÉGÉTALE ET DES RÉSIDUS ET COPRODUITS DES AGRO-INDUSTRIES

La méthanisation est une solution de traitement et de valorisation de la matière organique en pleine croissance. Le biométhane, produit à partir de déchets issus de l'agriculture et de l'élevage, des industries agroalimentaires, de la restauration collective, des ménages ou encore des boues de stations d'épuration, participe au développement d'une économie circulaire territoriale où les déchets deviennent des ressources.

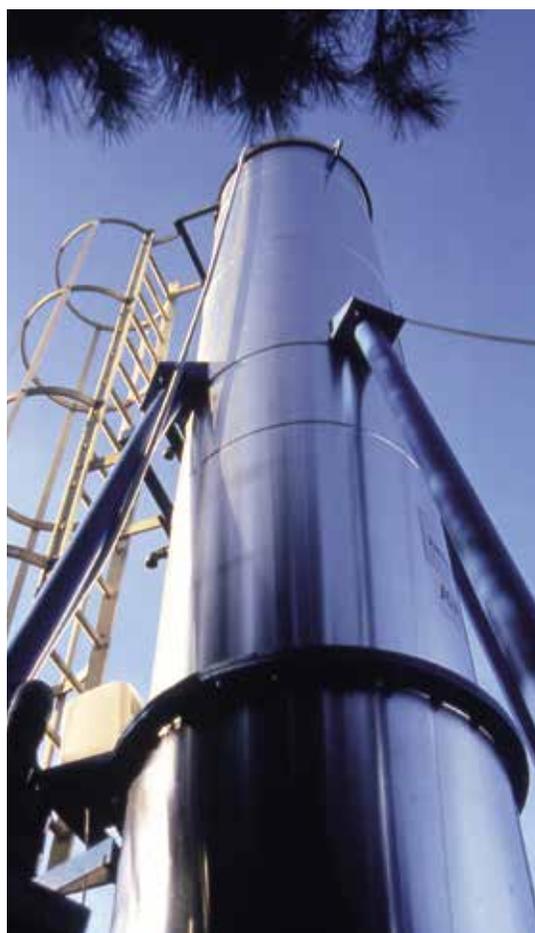
L'Inra a été à l'initiative de la création en 2018 du **Centre technique national du biogaz et de la méthanisation (CTBM)**. Structure de recherche technologique, positionnée en support et au service de la filière industrielle, le CTBM a pour missions d'animer et de coordonner un réseau regroupant les principaux acteurs (économiques, R&D, pouvoirs publics et société civile) de la filière bio-méthane afin notamment de contribuer à la consolidation d'une filière émergente à l'échelle du territoire national, porteuse d'enjeux économiques et environnementaux essentiels et de fortes perspectives de croissance.

Les industries agroalimentaires génèrent un tonnage important de résidus et coproduits organiques. Le rendement de transformation en méthane de ceux-ci permet parfois d'envisager leur valorisation en digestion anaérobie. Dans le cadre du **projet ValorMap**, qui rassemble des centres techniques couvrant plusieurs filières agro-industrielles, des centres régionaux d'innovation et de transfert de technologies, ainsi que l'Inra et Irstea, une base de données spatialisée, permettant la visualisation du potentiel de valorisation énergétique par méthanisation des résidus et coproduits des industries agroalimentaires, a été créée. Cette base de données est mise à disposition gratuitement des exploitants d'entreprises agroalimentaires mais également des exploitants d'installations de méthanisation ([www.valormap.fr](http://www.valormap.fr)).

Avec AgroCampus Ouest, l'Anses, le CNRS, Irstea, l'Université de Rennes 1 et l'Université de Bretagne Sud, l'Inra a créé le **Groupe d'intérêt scientifique (GIS) APIVALE** (approche intégrée de la valorisation des déchets organiques). Ce GIS a pour objectif de conduire des recherches pour mieux valoriser les effluents organiques en permettant de produire de l'énergie, d'extraire des composés à forte valeur ajoutée, de

réduire la dépendance aux ressources peu ou pas renouvelables, le recours aux engrais de synthèse et les émissions vers l'environnement, tout en améliorant la fertilité des sols et en considérant les préoccupations sanitaires pouvant être liées à la gestion des effluents.

Enfin, afin de soutenir l'ambition de porter à 30% la part de gaz vert dans les réseaux à l'horizon 2030, Philippe Mauguin, PDG de l'Inra, et Edouard Sauvage, directeur général de GRDF, ont signé en février 2018 une **convention de partenariat** pour favoriser l'insertion de la méthanisation dans les pratiques agricoles. Cette convention vise à contribuer à l'amélioration des processus de méthanisation, à permettre une caractérisation plus poussée des ressources en biomasse nécessaires à la mise en œuvre des projets ainsi qu'à renforcer l'accompagnement de la filière de méthanisation pour valoriser les digestats grâce à l'étude des impacts environnementaux de leur épandage.



## BRÈVES

### Veolia, l'Inra et Irstea poursuivent leur collaboration dans le domaine de la gestion de l'eau et des déchets au service d'une agriculture durable

En signant en novembre 2018 une convention cadre d'une durée de cinq ans, les présidents Antoine Frérot, Philippe Mauguin et Marc Michel s'engagent à ce que Veolia, l'Inra et Irstea poursuivent leur collaboration au service d'une agriculture durable, avec notamment un objectif de reconquête du potentiel agronomique des sols grâce aux composts issus de l'économie circulaire.

### Les travaux du Laboratoire de biologie de l'environnement (LBE) récompensés par les trophées 2018 de l'économie

Aboutissement de plusieurs années de recherche collaborative entre le Trifyl (syndicat mixte départemental pour la valorisation des déchets ménagers et assimilés du Tarn) et l'Inra, les travaux de thèse de Florian Paillet ont été primés par le trophée 2018 de l'économie circulaire dans la catégorie « Recherche ». Menés au LBE de Narbonne, ces travaux ont permis de développer un bioprocédé industriel à deux étapes pour produire un mélange 5-20% hydrogène/80-95% méthane, le bio-hythane®, à partir des déchets ménagers. Brevet 32691FR-EF/JS  
Frontiers in Environmental Sciences,  
doi:10.3389/fenvs.2018.00041



© R. Moletta - Inra



# 05

## Une ambition globale : la sécurité alimentaire /

#GLOBAL

À l'échelle mondiale, les systèmes alimentaires sont soumis à de fortes contraintes liées notamment à des transitions majeures : démographique, nutritionnelle, climatique, énergétique... L'Inra projette son action sur la scène internationale pour analyser et comprendre les déterminants, les processus et les conséquences des transitions en cours, à des échelles spatiales complémentaires de celles de ses autres priorités thématiques et pour contribuer notamment à l'objectif de sécurité alimentaire. ●



## Adaptation de l'agriculture et atténuation du changement climatique

L'agriculture est à la fois à l'origine d'une part importante des émissions de gaz à effet de serre (GES, 20% des émissions françaises) et est susceptible d'être directement affectée par le dérèglement climatique. Le changement climatique est donc un enjeu majeur pour ce secteur qui doit réduire ses émissions de gaz à effet de serre (atténuation) tout en s'adaptant au changement climatique.

© Pixabay  
↓

05



## FOCUS

### ÉCLAIRER LE DÉBAT SUR LES AVANTAGES COMPARÉS DE STRATÉGIES D'ADAPTATION ET D'ATTÉNUATION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

#### L'adaptation au changement climatique peut-elle remettre en cause les accords de réduction des GES ?

Les effets de l'adaptation de l'agriculture au changement climatique sur les incitations à réduire les émissions de GES sont complexes. Tandis que l'atténuation est un bien public pur (les réductions de GES individuelles profitent à tous les pays), l'adaptation peut être caractérisée comme un bien privé (avec des bénéfices souvent exclusifs au pays qui la met en place). Une étude montre que l'adaptation au changement climatique comme stratégie additionnelle à l'atténuation peut néanmoins déboucher sur des accords internationaux associés à des niveaux globaux plus élevés d'atténuation.

*Journal of Public Economics, doi:10.1016/j.jpubeco.2018.07.005*

#### À quel coût pour la société peut-on espérer réduire les émissions de GES du secteur agricole français ?

La combinaison de modèles bioéconomiques et économétriques montre que l'adaptation au changement climatique pourrait conduire en France à une expansion de la surface agricole au détriment des forêts et des prairies mais que l'application d'une taxe sur les GES d'origine agricole limiterait cette expansion. La prise en compte des changements d'usage des sols conduirait donc à des coûts d'atténuation pour le secteur agricole plus faibles et comparables à ceux projetés pour le secteur énergétique français.

*Ecological Economics, doi:10.1016/j.ecolecon.2017.12.030*

#### Quels seraient les effets d'une politique de taxation des produits animaux en France ?

Parmi les activités agricoles, les produits animaux sont fortement émetteurs de GES, principalement en raison des cultures utilisées pour leur production. La croissance démographique et économique pourrait conduire à un impact environnemental encore plus important si les tendances de production et de consommation restent inchangées. La modélisation de l'impact d'une taxe carbone sur les produits d'origine animale sur le comportement des consommateurs français montre qu'elle aurait un effet

limité en termes de réduction des GES et de changement de régime alimentaire. Le scénario le plus efficace serait une taxe élevée sur la viande de bœuf uniquement, permettant d'atteindre une partie importante des réductions potentielles de GES avec un impact limité sur le niveau de bien-être des ménages.

*Ecological Economics, doi:10.1016/j.ecolecon.2017.12.032*

#### ENTRETIEN AVEC

#### Basak BAYRAMOGLU

chargée de recherche dans l'unité Économie publique du centre Île-de-France-Versailles-Grignon



#### Comment les sciences économiques peuvent-elles contribuer à construire des stratégies efficaces d'adaptation et/ou d'atténuation du changement climatique pour le secteur agricole ?

Les sciences économiques permettent d'arbitrer entre une palette de solutions pour lutter contre ou s'adapter au changement climatique en fonction de l'échelle d'intervention. Au niveau national, des instruments économiques peuvent être mis en place comme des taxes sur les engrais azotés, des subventions pour l'agriculture biologique ou des soutiens à la recherche pour créer des cultures résistantes à la sécheresse.

“

Au niveau international, les instruments sont différents car les pays sont souverains; les accords sont par définition volontaires et doivent être négociés.

#### Comment articuler les actions publiques menées aux différentes échelles d'intervention (la nation, l'Europe, les accords internationaux); l'Europe peut-elle jouer un rôle particulier ?

L'Europe peut jouer un rôle dans l'articulation des politiques nationales et internationales. D'une part, l'Union européenne peut donner l'impulsion nécessaire aux politiques nationales par la mise en place de directives ambitieuses sur le climat. Celles-ci peuvent veiller, d'autre part, à intégrer les objectifs d'atténuation de l'accord de Paris (2015) sur le climat.

#### Comment construire des accords internationaux d'envergure en matière de changement climatique ?

Un bon accord climatique est celui qui fournit aux pays les incitations nécessaires pour y participer et pour respecter leurs dispositions. Des négociations climatiques qui incluent uniquement des stratégies d'atténuation sont vouées à l'échec. L'inclusion d'autres variables de négociation, comme l'adaptation au changement climatique mais aussi le commerce international, pourrait faciliter la coopération internationale sur le climat, en limitant les comportements de passager clandestin qui caractérisent les efforts d'atténuation.

”

### Intégration du changement d'usage des terres dans l'évaluation de l'impact des biocarburants sur les gaz à effet de serre (GES)

Une méta-analyse quantitative de la littérature scientifique internationale montre l'importance de prendre en compte le changement d'usage des terres dans l'estimation de l'atténuation du changement climatique par les biocarburants. Les biocarburants de seconde génération et la bioélectricité

ont un potentiel de diminution des GES plus important que les biocarburants de 1<sup>ère</sup> génération. En revanche, la conversion d'écosystèmes forestiers pour produire de la biomasse à des fins non alimentaires conduit systématiquement à une augmentation des GES. La conversion de prairies pourrait quant à elle permettre une réduction de moitié des émissions de GES par rapport aux sources d'énergie fossiles. [Scientific Reports, doi:10.1038/s41598-018-26712-x](https://doi.org/10.1038/s41598-018-26712-x)

© Fotolia



BRÈVE

#### Conférence internationale *Public policies in the context of global changes: climate change, biodiversity and food sustainability* - 31 mai & 1<sup>er</sup> juin 2018

Les changements globaux tels que le changement climatique, les accords commerciaux internationaux, la perte de biodiversité mondiale et la volatilité des prix alimentaires mondiaux posent des défis pour la production agricole, la durabilité des ressources renouvelables et le bien-être des consommateurs. Ces menaces globales nécessitent non seulement l'analyse des politiques nationales et internationales existantes mais aussi une réflexion sur la conception de politiques innovantes susceptibles de concilier objectifs économiques, environnementaux et sociaux. La conférence organisée à Paris par l'Inra a réuni un panel international d'économistes de premier plan qui ont discuté des contributions théoriques et empiriques récentes sur les politiques agricoles, environnementales, d'utilisation des terres et d'alimentation, ainsi que sur les mesures commerciales.



BRÈVE

**Le prix scientifique *Research discovery award* décerné à Stéphane TUROLLA par l'Association européenne des économistes agricoles**

Ce prix récompense les recherches qui apportent une contribution significative aux connaissances dans tous les domaines de l'économie agricole. L'article primé *Retail Mergers and Food Prices: Evidence from France* évalue rétrospectivement une opération de concentration d'envergure dans le secteur de la distribution française. Il montre que la fusion a conduit à une augmentation sensible des prix par les parties fusionnantes et par leurs concurrents. Ce travail vise à reconsidérer les méthodes d'évaluation employées par les autorités de la concurrence pour analyser les opérations de concentration dans le secteur de la distribution. *Journal of Industrial Economics*, 2017, doi:10.1111/joie.12153

## ▼ Déterminants des transitions nutritionnelles

### **La transition nutritionnelle au Vietnam : éclairages nouveaux à partir d'outils statistiques et économétriques originaux**

Le Vietnam a connu un fort développement de son économie ces trente dernières années. Ce développement a eu pour corollaire une triple transition : démographique, épidémiologique et nutritionnelle. Le Vietnam fait néanmoins face aujourd'hui au double fardeau de la malnutrition : l'augmentation du nombre des individus en surpoids (surtout chez les enfants) mais aussi la persistance de la sous-alimentation dans les zones rurales. Des méthodes économétriques semi-paramétriques originales ont été développées pour apporter des éclairages chiffrés sur la transition nutritionnelle. Les résultats indiquent que les politiques basées

sur le revenu sont toujours d'actualité pour lutter contre la sous-alimentation au Vietnam. Ils montrent l'importance de la prise en compte des évolutions de la prise calorique, qu'elle soit totale ou déclinée en ses composantes nutritionnelles, de l'effet provenant du changement dans les préférences alimentaires (goût plus prononcé pour les produits sucrés ou laitiers, par exemple) et de l'effet provenant des changements dans la composition de la population (revenu moyen croissant, plus forte urbanisation...).

*World Development* 110: 192-204, doi:10.1016/j.worlddev.2018.05.030  
*Statistical Methods in Medical Research*, doi:10.1177/0962280218770223  
*Economics and Human Biology* 31:259-275, doi:10.1016/j.ehb.2018.09.002

## ▼ Innovation et développement dans les systèmes agricoles et alimentaires

Dans les domaines de l'agriculture et de l'alimentation, l'innovation est marquée par des spécificités liées à sa relation à la nature mais aussi à la grande diversité des acteurs concernés (agriculteurs, consommateurs, services de recherche et de développement...). Un ouvrage rassemble des contributions originales d'économistes, d'agronomes,

de sociologues et de géographes (Inra, Cirad, Montpellier SupAgro) sur l'innovation dans les systèmes agricoles et alimentaires. Il porte en particulier un regard sur l'accompagnement de l'innovation, en interrogeant les méthodes et les organisations, et sur l'évaluation de l'innovation au regard de différents critères. ISBN 978-2-7592-2812-6





# 06

## Une science ouverte grâce au numérique /

#OPENSOURCE

La révolution numérique modifie profondément le travail des chercheurs : de nouvelles questions de recherche émergent de jeux de données sans précédent, aujourd'hui disponibles et partagés au sein de la communauté scientifique et avec nos concitoyens. Ce constat invite à imaginer un nouveau partage du travail entre producteurs et analystes de données, à revisiter les modalités d'analyse des données massives et à contribuer à l'essor d'une économie de l'information. ●

## Des infrastructures et des e-infrastructures au service de la recherche

Les infrastructures de recherche et les e-infrastructures sont des composantes majeures des stratégies nationales et européennes de recherche et d'innovation. Elles sont indispensables à la compétitivité des établissements de recherche en permettant aux communautés scientifiques d'accéder à des technologies innovantes et performantes à des coûts compétitifs. C'est pourquoi l'Inra a fait de la modernisation de ses dispositifs collectifs de production et de gestion de données une de ses priorités.

### Des infrastructures de recherche reconnues à l'Inra, en France et en Europe

Ouverture, partage, transparence, accès aux données, soutenabilité financière, conformité : tels sont les grands principes énoncés dans la charte des infrastructures de recherche de l'Inra établie en 2016. Ces principes ont servi de base à un processus interne qui a permis de labelliser 60 entités en tant qu'infrastructures scientifiques collectives en 2018. L'Inra a également poursuivi son engagement dans la feuille de route nationale des infrastructures avec ses partenaires nationaux en faisant reconnaître deux nouvelles infrastructures de recherche distribuées dans l'édition 2018 de la feuille de route nationale : IN-SYLVA France et EMERG'IN. L'Inra a aussi renforcé sa participation à la dynamique européenne : pilotage des projets ESFRI, EMPHASIS et

IBISBA et participation à plusieurs infrastructures intégrées européennes.

### IN-SYLVA France, une infrastructure de recherche pour la gestion durable des forêts



IN-SYLVA France, portée par l'Inra en partenariat avec Irstea, le Cirad, l'ONF, FCBA, le CNPF et l'ONCFS, associe les leviers sylvicoles, biogéochimiques, génétiques et économiques pour favoriser une vision intégrée de la production forestière et élaborer une gestion adaptative et pérenne des peuplements forestiers face aux défis du changement climatique. IN-SYLVA fédère, structure et renforce les réseaux d'expérimentation sur l'ensemble du territoire national et fait évoluer les équipements et les systèmes d'information associés. IN-SYLVA est l'un des outils du plan d'action inter-ministériel Forêt-Bois et fait le lien entre les mondes professionnel et académique avec la volonté de développer des outils expérimentaux *in situ*, des plateformes d'analyses et de modélisation au service de projets scientifiques et de R&D ambitieux.

<https://www6.inra.fr/in-sylva-france/>



Relevés et marquages sur des pins dans une parcelle du site de l'Inra de Cestas-Pierroton.  
© B. Nicolas - Inra

### EMERG'IN, une infrastructure de recherche pour la lutte contre les maladies infectieuses



Portée par l'Inra, EMERG'IN rassemble plusieurs plateformes expérimentales complémentaires de l'Inra, de l'Anses et du Cirad pour développer des

recherches sur les maladies infectieuses émergentes ou zoonotiques. EMERG'IN dote également la France d'un instrument de coordination nationale pour proposer des solutions de contrôle des maladies infectieuses émergentes, vectorisées ou non, représentant un danger pour la santé publique ou pour l'élevage. EMERG'IN développe enfin des partenariats public-privé pour accélérer la mise sur le marché d'outils de contrôle des maladies infectieuses.



### Place de l'Inra dans la Feuille de route nationale 2018

Les infrastructures de recherche nationales coordonnées par l'Inra :

- > **EMERG'IN** : lutte contre les maladies infectieuses animales émergentes ou zoonotiques par l'exploration *in vivo*
- > **PHENOME-EMPHASIS** : phénotypage des plantes
- > **IBISBA.FR** : développement des biotechnologies industrielles
- > **ICOS.FR** : observation des flux de carbone et des gaz à effet de serre (domaine continental)
- > **IN-SYLVA** : recherches forestières pour une gestion adaptative des forêts
- > **METABOHUB** : métabolomique et fluxomique tous domaines (agronomie, santé...)
- > **RARE** : centre de ressources biologiques qui rassemble les ressources agronomiques et apparentées animales, végétales, forestières, microbiennes et de l'environnement dédiées à la recherche.

L'Inra contribue significativement comme tutelle ou comme partenaire aux infrastructures suivantes :

- > **ANACE-FR NATURA** : expérimentation sur les écosystèmes continentaux
- > **CELPEDIA-TEFOR** : création, élevage, phénotypage, distribution et archivage d'organismes modèles à des fins de recherche fondamentale et biomédicale
- > **E-LTER-France OZCAR** : observation de la Zone Critique (zone d'interactions entre lithosphère, hydrosphère, cryosphère, biosphère et atmosphère)
- > **FRANCE GÉNOMIQUE** : génomique et bioinformatique associées
- > **IFB** : Institut français de bioinformatique
- > **PÔLE DE DONNÉES SYSTÈME TERRE** : données et services pour le système Terre (données satellites, navires, avions, ballons et mesures *in situ*)
- > **PNDB** : pôle national de données de biodiversité

L'Inra participe également à trois infrastructures très généralistes offrant des services aux communautés scientifiques :

- > **HAL** : archive ouverte
- > **RENATER** : dispositifs de communications et d'informations
- > **FRANCE GRILLES** : ressources informatiques

## ENTRETIEN AVEC

### Gilles AUMONT

délégué aux infrastructures de recherche à l'Inra



### Comment l'Inra raisonne et structure son dispositif au niveau national et européen ?

L'Inra met en œuvre une stratégie originale ancrée dans les dynamiques nationales et européennes et fondée sur les acquis « historiques » et des propositions de ses équipes de recherche et leurs partenaires. Depuis 2015, l'Institut a engagé une démarche d'ouverture, de structuration et de reconnaissance de ses dispositifs collectifs de production et de gestion des données. Il s'agit de trouver une bonne articulation avec les dynamiques nationales et européennes pour offrir aux communautés scientifiques les services les plus performants et les plus compétitifs. La contribution importante de l'Inra à la feuille de route nationale est l'expression de cette démarche, avec des infrastructures de recherche dédiées à des objets d'étude, des technologies ou des disciplines liés aux sciences agronomiques, de l'environnement, de la nutrition et de la biotechnologie. L'Inra coordonne également des infrastructures très liées avec les partenaires de l'innovation, comme IBISBA dans le domaine des biotechnologies blanches. Au niveau européen, nous travaillons pour donner au dispositif de recherche agronomique de l'Inra une reconnaissance à la hauteur des enjeux de l'agronomie et de l'environnement dans



un contexte de changements globaux majeurs. Actuellement l'Inra porte ou est impliqué dans quatre projets ESFRI (infrastructures créées par coopération internationale) et dans six projets d'infrastructures de recherche intégrées (créées par collaboration entre institutions de recherche).

### Comment les infrastructures intègrent-elles la question du numérique ?

Les exigences d'ouverture et de diffusion des résultats (*Open data*) sont considérées comme des critères majeurs pour la structuration de nos dispositifs. Certaines de nos infrastructures ont notamment mis en place des services innovants de gestion des données (par exemple PHENOME-EMPHASIS) qui sont dorénavant utilisés en Europe.

Les e-infrastructures offrent des services qui vont de la gestion « pure » des données jusqu'aux développements logiciels, algorithmiques et à la modélisation. Elles sont devenues des entités majeures dans les feuilles de routes nationales et européennes, notamment via le *European Open Science Cloud* (EOSC). Nos efforts pour structurer nos actifs en matière de numérique scientifique auprès des infrastructures de recherche se situent dans cette dynamique. L'Inra contribuera au pôle de données terre et au pôle national de données sur la biodiversité de façon de plus en plus importante. Nous avons également engagé des démarches pour coordonner des pôles de données ou des e-infrastructures thématiques qui permettront une meilleure intégration et interopérabilité des données produites sur les « systèmes alimentaires ».



**Ouverture de Data Inra, le portail des données de l'Inra**  
Avec son portail Data Inra, l'Inra dote ses équipes de recherche et leurs partenaires d'un outil pour gérer et partager les données scientifiques tout en répondant aux obligations réglementaires françaises en matière d'ouverture des données. À la fois entrepôt et annuaire, Data Inra permet

de stocker, organiser et documenter les données et de les rendre visibles et accessibles de manière fiable et pérenne, dès leur publication, en leur attribuant un DOI (*Digital Object Identifier*). Les données stockées dans Data Inra répondent aux principes FAIR (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*). Ouvert en mars 2018, Data Inra comptait au

31 décembre plus de 70 000 jeux de données référencés, 800 fichiers de données déposés et 4 000 téléchargements. L'Inra est également engagé dans des travaux sur la standardisation et l'interopérabilité des données dans le cadre de la *Research Data Alliance* (RDA) et de *GODAN* (*Global Open Data for Agriculture and Nutrition*). <http://data.inra.fr>

© Adobe Stock





## De nouveaux modes de diffusion de la connaissance

### Les chercheurs de l'Inra s'investissent dans les formations en ligne ou MOOC

En partenariat avec leurs collègues de l'enseignement supérieur, les chercheurs Inra ont contribué en 2018 à la conception et à l'élaboration de plusieurs MOOC (*Massive Open Online Courses*), des formations de quelques semaines en ligne gratuites et accessibles à tous. Parmi les nouveaux MOOC de l'année 2018 : Bio – comprendre et questionner l'agriculture biologique ; Métabolomique – enjeux scientifiques et technologiques ; Bien-être des animaux d'élevage ; Nectar 2 – Nématodes Cultures Taxonomie Arthropodes ; L'aviculture, une filière d'avenir.

### Aquakultor, le premier jeu pour smartphone dans lequel le joueur devient pisciculteur

Aquakultor a été développé en collaboration avec l'Ifremer pour sensibiliser le grand public à la thématique du développement durable de la pisciculture via la sélection génétique. Il peut également être utilisé comme support pédagogique. Le jeu a une portée éducative à travers l'exploration pratique des enjeux auxquels un pisciculteur doit faire face pour

gérer une ferme piscicole dans toutes ses dimensions. Il valorise les résultats les plus récents de la recherche sur la génétique, la nutrition et les systèmes d'élevage.

### S@M, l'allié numérique des horticulteurs

S@M est un outil d'aide à la décision destiné aux professionnels de l'horticulture qui privilégient l'emploi d'agents de biocontrôle pour assurer la bonne santé des plantes. Conçu pour être à la fois robuste, fiable et simple d'utilisation, S@M se présente sous la forme d'une interface web, utilisable sur le terrain avec une tablette ou un smartphone. Il permet à l'exploitant ou au conseiller de collecter et stocker l'ensemble des données biologiques et, plus globalement, de production d'un agroécosystème. En échange, l'outil permet un suivi précis et en temps réel de l'état sanitaire de chaque parcelle de l'exploitation et fournit des conseils personnalisés pour prendre les meilleures décisions de gestion agro-écologique de la culture. Grâce à des financements européens, S@M est en phase de déploiement sur le bassin méditerranéen avec ses cultures maraîchères, fruitières et ornementales emblématiques.

### Encyclop'aphid, un site web dédié aux pucerons et à leurs ennemis naturels

Les pucerons comptent parmi les insectes ravageurs les plus dommageables aux plantes cultivées. Une importante communauté scientifique et professionnelle tente de mieux les connaître et de mieux les contrôler. Encyclop'aphid est un site de référence national et international sur la biologie des pucerons et de leurs ennemis naturels. Il présente, en français et en anglais, toutes les caractéristiques biologiques et agronomiques des pucerons et de leurs principaux prédateurs, parasitoïdes ou pathogènes. Il est abondamment illustré et offre de nombreux outils d'aide à l'identification des pucerons et de leurs ennemis naturels ainsi que de nombreuses ressources documentaires à destination de tous les publics.

Puceron vert du pois,  
*Acyrtosiphon pisum*.  
© B. Chaubet - Inra





# 07

## Un acteur national de l'innovation ouvert dans les territoires /

#OPENINRA

L'Inra, en déclinant la stratégie nationale de recherche dans le champ des systèmes alimentaires, contribue aux stratégies nationales et en bénéficie en retour. L'ouverture vers des partenariats accrus avec l'enseignement supérieur, avec le monde socio-économique et avec la société civile est essentielle pour la réussite de cet engagement de l'Institut dans les territoires. Dans cette perspective, les sciences participatives jouent un rôle privilégié. ●

<

Vue aérienne autour de Chalon-sur-Saône,  
région de Bourgogne-Franche-Comté.  
© C. Slagmulder - Inra



## Une ouverture vers l'enseignement supérieur et un partenariat territorial renforcé

### Des stratégies de site pour renforcer la concertation avec les établissements d'enseignement supérieur

L'élaboration de « stratégies de site et schémas de centre » (S3C) a permis de définir, pour 28 sites universitaires relevant de 17 centres de recherche Inra, les bases de l'engagement de l'Inra en matière d'enseignement supérieur et de formation, notamment dans le cadre des écoles doctorales, des masters et des Écoles universitaires de recherche. Ces stratégies de site ont également pour objectif de mettre en valeur et partager les infrastructures avec nos partenaires afin de les porter à un niveau élevé de qualité et d'efficacité au niveau national, européen et international. Elles constituent aussi le socle du développement de notre partenariat socio-économique pour l'innovation et le transfert, en articulant nos actions avec les écosystèmes d'innovation territoriaux.

Les concertations avec les partenaires des sites ont déjà donné lieu à la signature de conventions de partenariat. La convention de partenariat avec la ComUE Université de Lyon (UdL) a pour objectif de promouvoir les collaborations et les partenariats en mettant en œuvre une politique de site active et stratégique en termes de recherche et d'innovation, notamment dans le cadre de l'Idex de Lyon et de son axe scientifique « Biologie-Santé ». La convention signée entre

quatre organismes de recherche (CNRS, Inra, Irstea, Inserm) et l'Université Clermont-Auvergne et Associés (UC2A) a pour ambition d'accroître la visibilité du site sur quatre axes thématiques : **1.** Biologie, technologie et santé ; **2.** Environnement, agronomie et territoires ; **3.** Matériaux, instrumentation, mobilité et systèmes complexes ; **4.** Développement humain, dynamique des sociétés.

Des accords-cadres ont également été signés avec l'Université de Tours, Agrocampus Ouest, et l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA).

### Des conventions régionales Recherche-Innovation-Développement

L'Inra s'associe à l'État, aux collectivités territoriales, aux acteurs de la recherche, aux partenaires professionnels et aux acteurs régionaux de l'agriculture et de l'agroalimentaire en Normandie et en Auvergne-Rhône-Alpes pour consolider et élargir les partenariats existants, coordonner les actions de recherche-innovation-développement et favoriser l'action commune des acteurs régionaux au service des filières agricoles, agroalimentaires et forestières.



## L'action de l'Inra en Europe et à l'international en 2018

### Bilan des réponses de l'Inra aux appels à projets H2020 en 2018

L'Inra est le 4<sup>e</sup> bénéficiaire public français d'H2020.

Avec 178 projets retenus sur les 1032 soumis en réponse aux appels à projets H2020 depuis 2014, le taux de succès de l'Inra de 17,25% est supérieur à celui de la France (14,3%). Cette performance est particulièrement notable pour le pilier III (défis sociétaux), où le taux de succès de l'Inra est de 22,6% (taux français 9,9%). Avec 201 projets déposés en 2018, et 37 projets acceptés, le taux de succès est de 18,4% pour l'année 2018.

La présence de l'Inra dans H2020 est en grande partie dans le défi sociétal 2 « Sécurité alimentaire, agriculture et forêts durables, recherches marines, maritimes et sur les eaux continentales, et bioéconomie ». La moitié des projets retenus sur la période 2014-2018 relève de ce défi et en 2018, 19 projets ont été retenus (dont 4 en coordination) sur les 70 déposés (dont 9 en coordination). Cette année encore, le soutien du département Europe d'INRA Transfert à l'élaboration des projets déposés en coordination par l'Inra conduit à un taux de succès (44,4%) largement supérieur à celui obtenu sur les projets déposés en participation (24,6%).

### Des collaborations internationales structurées

Plusieurs projets de Laboratoires internationaux associés (LIA) et de Réseaux de recherche internationaux (2RI) ont été initiés en 2018, notamment avec la Chine et l'Inde. Quatre LIA et deux 2RI ont été créés en 2018, structurant et renforçant les coopérations internationales de l'Inra.

› **LIA Ifope** : santé des forêts – Partenaire : Université forestière de Pékin, Chine

› **LIA Innogrape** : innovation et compréhension de l'adaptation de la vigne à l'environnement dans le contexte du changement climatique – Partenaires : Académie des sciences de Chine, Université de Bordeaux, Bordeaux Sciences Agro

› **LIA ZOE-V** : virus zoonotiques émergents – Partenaires : Institut Pasteur de Shanghai, Académie des sciences de Chine, Université de Lyon, VetAgroSup

› **LIA Forestia** : adaptation des arbres forestiers au changement climatique – Partenaires : Inta, universités de Buenos-Aires et Misiones en Argentine

› **2RI Agriterris** : systèmes et transformations territoriales des agricultures familiales, dynamiques des territoires ruraux et péri-urbains et des systèmes agroalimentaires localisés – Partenaires : Université de Toulouse II, Montpellier SupAgro,

Cirad, IRD en France ; Inta, universités nationales de La Plata, Mar del Plata et du Sud en Argentine ; Université fédérale du Pará au Brésil

› **2RI Food4BrainHealth** : relations entre la nutrition et le cerveau – Partenaires : Université de Bordeaux, Institut national Polytechnique de Bordeaux, Université de Bourgogne, CNRS, AgroSup Dijon et AgroParisTech en France ; Universités Laval, de Sherbrooke, McGill, de Toronto, Centre hospitalier de l'Université de Montréal, Douglas Hospital Research Centre au Canada.

### Un protocole d'accord signé entre la FAO, le Cirad et l'Inra en février

Le partenariat entre la FAO, le Cirad et l'Inra a pour principal objectif de développer les initiatives conjointes pour promouvoir l'agriculture intelligente et les pratiques agro-écologiques dans un contexte de changement climatique, pour encourager la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques et pour améliorer le partage des connaissances et les innovations notamment dans les domaines de la gestion de l'eau et de la santé des sols.





### L'Inra et le Centre commun de recherche de l'Union européenne (JRC) unissent leurs forces

Le 12 avril, Philippe Mauguin, président-directeur général de l'Inra et Vladimir Sucha, directeur général du Centre commun de recherche de l'Union européenne (*Joint Research Center - JRC*) ont signé, à Paris, un accord de partenariat afin de renforcer la coopération entre les deux instituts dans les domaines de l'agriculture et du changement climatique.

### Un colloque international sur les métaprogrammes de l'Inra

Les métaprogrammes de l'Inra ont été conçus pour dépasser les frontières disciplinaires en développant des recherches intégrées afin de mieux répondre aux défis sociétaux et aux demandes de partenariat sur des défis scientifiques en émergence. Consacrés au climat, à l'environnement, aux applications de la génomique, aux défis de la santé animale et végétale et aux transitions alimentaires, ils ont mobilisé 900 chercheurs qui y ont contribué via près de 300 projets. Entre 2010 et 2016, le nombre de publications internationales de l'Inra dans les domaines couverts par les métaprogrammes a progressé de plus de 250%, positionnant l'Inra sur la scène internationale au regard de ces enjeux. Les métaprogrammes ont fait l'objet d'une évaluation et d'un bilan lors d'un colloque international organisé à Versailles les 1<sup>er</sup> et 2 février 2018. Un comité scientifique international a souligné qu'ils ont généré des produits scientifiques et des avancées conceptuelles, ainsi que de premiers impacts pour la société. Le colloque a permis de confronter les

enseignements des métaprogrammes de l'Inra aux résultats d'initiatives internationales menées par nos partenaires en Chine, au Canada, au Royaume-Uni et aux Pays-Bas. En écho aux présentations, une réflexion a été conduite avec la FAO, la direction générale Recherche et innovation de la Commission européenne (DG RTD), le JRC, l'*International institute for applied systems analysis* (IIASA, l'Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI, CGIAR) et l'Université de Bonn sur les grands défis de recherche et sur la manière dont nous pourrions renouveler nos approches scientifiques afin de mieux répondre aux défis sociétaux.

## L'expertise de l'Inra en appui aux politiques publiques

### Principes de conduite des expertises et des études scientifiques collectives

L'expertise, la diffusion de la culture scientifique, l'éclairage des politiques publiques et des débats publics font partie intégrante des missions de l'Inra. Forte d'une longue expérience dans la pratique des expertises et études, la Délégation à l'expertise scientifique collective, à la prospec-

tive et aux études de l'Inra (DEPE) formalise les principes de conduite de ces exercices dans un document à destination des acteurs et des utilisateurs de ses travaux (commanditaires, partenaires, pilotes et experts scientifiques, parties prenantes et publics divers).

<https://url.inra.fr/2x2G9ae>



### ESCo : peut-on se passer du cuivre en protection des cultures biologiques ?

Le cuivre est utilisé pour contrôler diverses maladies fongiques ou bactériennes, principalement sur vigne, en productions fruitières et en cultures légumières. Il constitue la seule matière active à effet fongicide fort et gamme d'action large homologuée en agriculture biologique. Or, la mise en évidence d'effets environnementaux négatifs du cuivre, notamment sur les organismes du sol et les auxiliaires des cultures, a conduit à des restrictions réglementaires d'usage et à son interdiction comme pesticide dans certains pays européens. Une expertise scientifique collective (ESCo) sur les leviers disponibles pour réduire l'usage du cuivre en protection des cultures biologiques a été pilotée par la DEPE à la demande conjointe de l'Institut technique de l'agriculture biologique (Itab) et du métaprogramme SMaCH. Ce travail montre que plusieurs méthodes présentent un certain niveau d'efficacité contre les pathogènes ciblés par les traitements à base de cuivre. Ces méthodes devront être combinées dans le cadre d'une reconception des systèmes de culture pour permettre une forte réduction ou l'abandon du recours au cuivre.

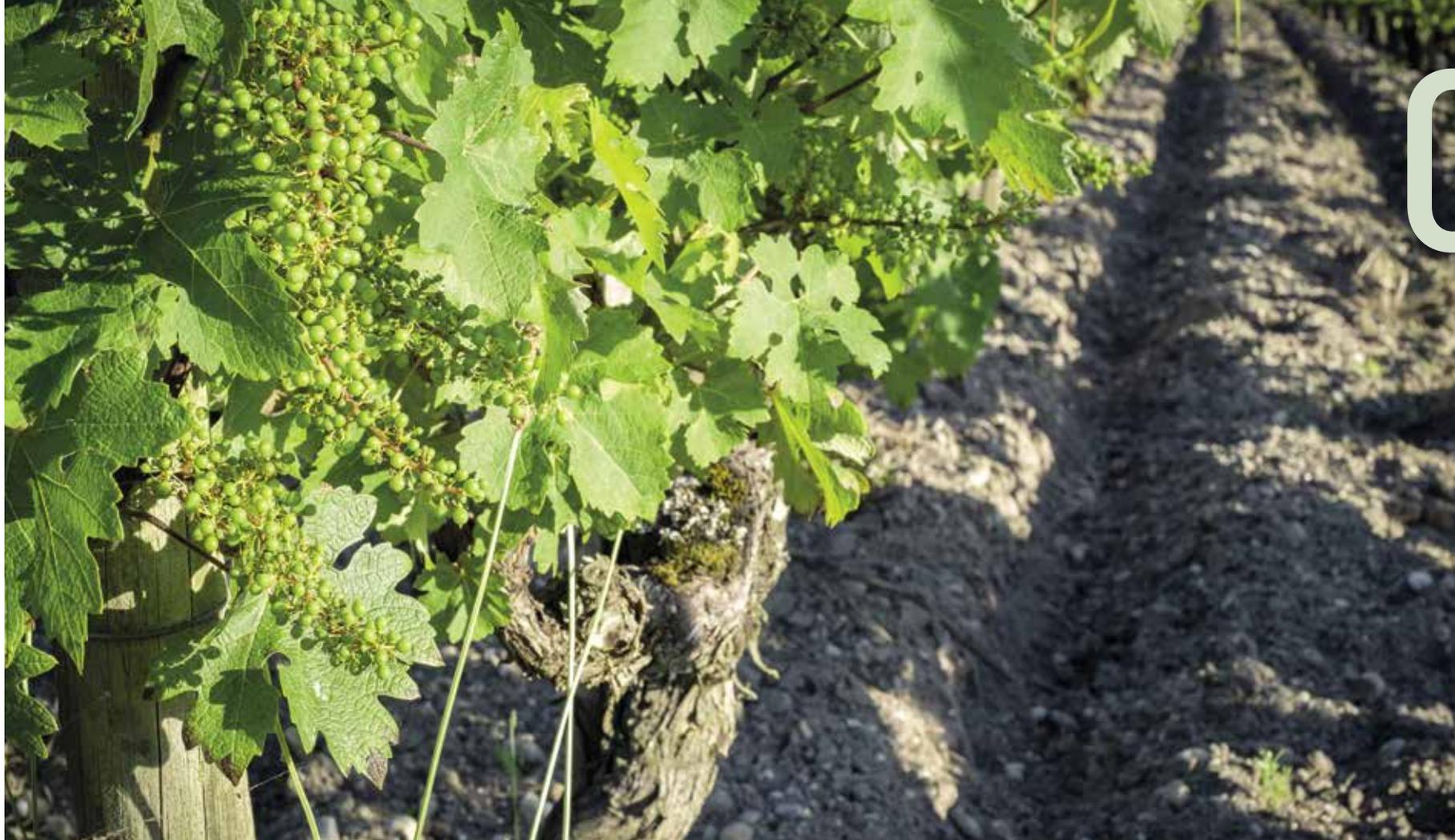
<https://url.inra.fr/2x2wDEb>

### L'Inra acteur de la mise en application du Règlement zootechnique européen (RZUE)

Le Règlement zootechnique européen 2016/1012, entré en application au 1<sup>er</sup> novembre 2018, modifie le cadre de la sélection animale et confère aux Organismes de sélection (OS) reconnus par l'État la responsabilité de l'évaluation génétique des reproducteurs. L'État français a activé l'article 28 du RZUE qui lui permet de demander aux OS de lui fournir les données « complètes relatives aux contrôles des performances et aux évaluations génétiques effectués sur des animaux reproducteurs détenus dans des exploitations situées sur le territoire sous la responsabilité de l'État ». Il a mandaté l'Inra pour construire, héberger et maintenir la Base nationale zootechnique (BNZ). L'Inra met en place la BNZ, un outil unique pour les besoins de l'État, ceux des OS et de la recherche, dans le respect du consentement des fournisseurs de données. Pour l'évaluation génétique, cette base est une garantie d'accès à des données validées en amont et donc à des évaluations fiables et au coût réduit.

Vaches Montbéliardes.  
© C. Slagmulder - Inra





Grappes de raisins. Château Couhins,  
Villeneuve d'Ornon, Gironde.  
© B. Nicolas - Inra

### Co-construction d'une stratégie pour la filière vigne et vin

Une démarche de science participative s'appuyant sur l'exercice de prospective du projet LACCAVE (Impacts et adaptation de la filière vigne et vin au changement climatique) a permis en 2018 la construction d'une stratégie nationale de la filière vigne et vin face au changement climatique. Un groupe de représentants professionnels, mis en place par l'INAO et FranceAgrimer, a analysé avec l'Inra les attitudes stratégiques et les propositions d'actions des participants à six forums régionaux de prospective. Il a élaboré un document d'orientation voté par les comités nationaux AOP et IGP de l'INAO et le conseil spécialisé de FranceAgriMer. Cette feuille de route pour la filière vise à mettre en œuvre des actions dans quatre domaines, prenant en compte les spécificités régionales. La démarche a été présentée au congrès mondial de la vigne et du vin. Elle contribue à la révision du Plan national d'adaptation au changement climatique et est reconnue au niveau européen.

### L'Inra apporte son expertise sur le climat au niveau régional et national



émissions de gaz à effet de serre doit s'envisager au niveau mondial, national et régional. Des chercheurs de l'Inra participent au Comité scientifique régional sur le changement climatique AcclimaTerra (Nouvelle-Aquitaine) et au Haut conseil pour le climat créé par le gouvernement en 2018. Le rapport d'AcclimaTerra souligne l'importance d'une nouvelle gouvernance pour garantir l'adhésion citoyenne aux changements à mettre en place, les besoins de recherche face à des risques climatiques mal établis et les actions à mettre en œuvre dans les domaines de l'eau, de l'agriculture, des territoires urbains, du littoral, de la montagne et de la forêt.

Anticiper les changements climatiques en Nouvelle-Aquitaine. Pour agir dans les territoires. Synthèse, ISBN : 978-2-9564516-1-7

S'adapter au changement climatique et proposer des solutions pour limiter les



## L'innovation, la valorisation et le transfert au cœur de la stratégie de l'Inra

### Des journées de sensibilisation à l'innovation et à la création d'activité économique

L'Inra a lancé en 2018 une campagne de sensibilisation à la détection de résultats valorisables, première étape vers l'innovation. En parallèle, l'information des chercheurs et des doctorants à la création d'entreprise s'est poursuivie : un Flash Parcours Entrepreneuriat a été organisé à Rennes et en Île-de-France avec les témoignages de start-up locales.

### VEGA FERMENT : une nouvelle start-up créée en 2018 pour exploiter des souches bactériennes



L'Inra et VEGA FERMENT, société créée en 2018, ont signé un contrat de licence pour l'exploitation de bactéries lactiques conservées au sein de

la collection de bactéries d'intérêt alimentaire adossée à l'unité STLO à Rennes. Ces souches ont été isolées, éprouvées pour la production de produits ressemblant à des yaourts et réalisés à partir de riz, millet et sarrasin fermentés. Ces desserts sont aujourd'hui produits à partir d'un procédé breveté au sein de petits ateliers et commercialisés sous la marque Nomad'Yo au sein d'un réseau de commerces bio.





### Trois start-up, issues de l'Inra, lauréates du concours « i-Lab » 2018

Le palmarès du concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes « i-Lab », qui s'est déroulé le 5 juillet 2018 à la Cité des sciences et de l'industrie en présence de Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, fait largement écho à la volonté affichée de l'Inra de soutenir l'innovation et la création d'entreprises. NextBiotix, Nutritheragene et Vaccyvét ont ainsi été distinguées lors de la cérémonie de remise des prix.

- › **NEXBTIOTIX**, créée en 2017, a pour ambition de développer de nouveaux médicaments à partir d'une bactérie vivante issue de la flore intestinale humaine pour traiter les patients atteints de maladies inflammatoires chroniques de l'intestin ;
- › **NUTRITHERAGENE**, projet de biotechnologie pour le traitement du cancer, s'est vu décerner un Grand Prix, récompensant les projets s'inscrivant dans l'un des dix grands défis sociétaux définis par l'agenda stratégique « France-Europe 2020 » ;
- › **VACCVYVET**, start-up en incubation, développe des solutions vaccinales innovantes pour animaux d'élevage optimisant les réponses immunitaires du vacciné.

### Quatre Instituts Carnot pour faciliter et professionnaliser les relations avec les partenaires socio-économiques

Les quatre Instituts Carnot pilotés par l'Inra (Qualiment pour le secteur des industries agroalimentaires, France Futur Élevage pour l'élevage et la santé animale, Plant2Pro pour l'agriculture et 3BCAR pour les bio-industries du carbone renouvelable) favorisent la mise en relation des entreprises avec les chercheurs en organisant notamment des rencontres thématiques, avec en 2018 :

- › **QUALIMENT** : interactions aliments - microbiote ; compréhension des attentes des consommateurs : quels détermi-

nants du goût ? ; intégration des protéines végétales dans l'alimentation et intérêt de la fermentation.

- › **3BCAR** : molécules biosourcées, procédés couplant biotechnologies et chimie
- › **PLANT2PRO**® : phénotypage à haut débit des végétaux.

Certifiés ISO 9001 depuis 2015 (3BCAR, France Futur Élevage, Qualiment) et 2018 (Plant2Pro) sur le périmètre « Recherche partenariale et Propriété intellectuelle - Définition, diffusion et évaluation de l'appropriation des bonnes pratiques de contractualisation », ces quatre instituts Carnot garantissent la qualité de l'instruction des contrats de recherche avec les entreprises.

## La recherche



## pour l'innovation des entreprises

### Cinq unités mixtes technologiques (UMT) labellisées pour la période 2018-2022

Plusieurs projets de recherche et développement communs entre l'Inra, ses partenaires dans les organismes de recherche et les instituts techniques en agriculture et en agroalimentaire ont été labellisés pour cinq ans sous la forme d'UMT : MAGNUM (Terres Inovia, AgroParisTech, Inra, Arvalis-Institut du Végétal, Centrale-Supelec) autour de

l'agriculture numérique, INNOPLANT2 (FN3PT, Inra) pour développer des innovations afin de conforter la qualité et la compétitivité des plants de pomme de terre, GPR (IDELE, Inra) pour conduire des travaux de génétique sur les petits ruminants, SeSAME (IDELE, Inra, VetAgro Sup, IFCE) pour travailler sur la multiperformance des élevages allaitants, et QUALIVEG2 (CTPCA, Inra) pour améliorer la qualité nutritionnelle et organoleptique des fruits et légumes transformés. Ces cinq labellisations portent à 28 le nombre d'UMT impliquant l'Inra (sur un total de 36 au niveau national).

### ALGAHEALTH : un nouveau laboratoire commun pour l'évaluation du potentiel des algues en santé anti-infectieuse chez l'animal de rente

L'objectif de réduction de l'utilisation des antibiotiques en médecine vétérinaire ne peut être atteint que si des stratégies prophylactiques alternatives efficaces sont mises au point pour protéger les animaux d'élevage. ALGAHEALTH, sélectionné suite à l'appel à projets LABCOM 2018 de l'ANR, a pour objectif d'évaluer la capacité de nouveaux extraits d'algues biologiquement actifs à protéger les animaux d'élevage en filière porcine et avicole contre des pathologies respiratoires et digestives causées par des bactéries, des virus ou des parasites.



## ✓ L'Inra développe ses relations avec le monde associatif et la société civile

Les attentes, questions, mais aussi les incertitudes et le scepticisme de nos concitoyens appellent l'Inra à amplifier son implication en faveur d'une science consciente de ses responsabilités, inscrite dans la société et en interaction avec elle. Plusieurs journées d'information et d'échange ont été organisées avec des associations (CLCV, UFC Que Choisir, WWF, UNCPIE, ALLISS, associations actives auprès des

personnes âgées) pour créer ou entretenir des relations de confiance avec des acteurs de la société civile non marchande. Ces rencontres permettent également de donner une plus forte résonance aux travaux de l'Institut et de diffuser la culture scientifique. Afin de rendre plus visibles ses projets de sciences et de recherches participatives, ceux-ci ont été mis en ligne sur un site dédié.

<https://sciencesparticipatives.inra.fr>



# Sciences Participatives

### Un nouveau laboratoire « Tous chercheurs » en Lorraine

Un nouveau laboratoire « Tous chercheurs » a été inauguré le 14 novembre 2018 à Champenoux dans les locaux de l'Inra. Des espaces de travail et des laboratoires dédiés accueillent des collégiens et des lycéens afin de leur permettre de s'initier à la recherche scientifique par une approche participative et active dans le cadre de stages en sciences végétales, forestières et agronomiques. Ce laboratoire étendra son action auprès du grand public en 2019. Cette initiative associe l'Inra et l'Université de Lorraine (UL) dans le cadre du LabEx ARBRE ainsi que le Rectorat du Grand Est. Elle bénéficie de l'appui financier de la Fondation Bettencourt Schueller, de l'I-SITE « Lorraine Université d'Excellence », de la région Grand Est et du FEDER. Elle s'appuie sur une forte mobilisation des personnels Inra et UL et des doctorants chargés de l'encadrement des stages scolaires.



BRÈVE

### Une convention cadre signée en mars 2018 avec France Nature Environnement

L'Inra et FNE, qui collaborent depuis plus de 10 ans, ont signé le 1<sup>er</sup> mars au SIA une convention cadre. Ils souhaitent par cette convention développer leur partenariat de manière à contribuer : au développement d'une agriculture, d'une alimentation et d'une foresterie durables ; à la protection des sols et à l'atténuation du changement climatique et à l'adaptation des systèmes de production agricoles et forestiers à celui-ci.



^  
© Inra Nancy



# 08

## Anticiper et accompagner les évolutions /

#SUPPORT

Avec des missions finalisées, qui mettent l'Inra en lien étroit avec ses partenaires publics, académiques et privés, l'organisation, les politiques internes et les processus de l'Institut doivent continuer à être adaptés au projet scientifique et modernisés pour renforcer leur agilité et leur efficacité. ●



## UN PLAN DE MODERNISATION DES FONCTIONS SUPPORT 2017-2021

08

**L'APPUI À LA RECHERCHE À L'INRA** contribue au projet de l'Institut, en valorisant l'innovation et l'expérimentation dans ses métiers, en stimulant l'intelligence collective, en assurant une cohérence toujours plus forte entre décisions de gestion et projet global. Il regroupe des dimensions essentielles de gestion (fonctions financière, budgétaire, comptable, ressources humaines, juridique, systèmes d'information, patrimoniale et immobilière, appui local au partenariat, sécurité, prévention des risques professionnels ou environnementaux) mais aussi des dimensions transversales :

- ✦ d'aide au pilotage par des fonctions d'analyse décisionnelle, de management de l'information et de processus au service de la politique scientifique et du projet d'établissement
- ✦ d'amélioration continue du service aux usagers
- ✦ de maîtrise du risque et de développement durable dans le fonctionnement intrinsèque de l'Institut.

Enfin, l'appui à la recherche anime fonctionnellement des interfaces sensibles avec les directions et délégations placées sous l'autorité de la direction générale scientifique et avec la communication placée auprès de la présidence.

S'inscrivant dans la lignée du document d'orientation #Inra2025 et du contrat d'objectifs et de performance 2017-2021, le plan de modernisation des fonctions support propose cinq priorités transversales :

- ✦ consolider le modèle économique en intégrant une programmation globale pluriannuelle des projets et des ressources
- ✦ améliorer les capacités de l'Institut à la conduite du changement
- ✦ promouvoir la qualité de vie au travail
- ✦ optimiser les processus de l'appui et renforcer la maîtrise des risques
- ✦ rénover le management de la communauté de travail de l'appui à la recherche.

Le plan de modernisation est complété de feuilles de route détaillées pour chaque fonction d'appui. Chacune d'elles déploie des actions spécifiques à son champ de responsabilité au bénéfice de l'ensemble de l'Institut.

La feuille de route ressources humaines 2017-2021 s'articule autour de deux axes principaux :

- ✦ développer nos compétences dans un environnement motivant et respectueux
- ✦ agir par une action continue sur les fondamentaux.





# TÉLÉTRAVAIL

## DÉPLOIEMENT DU TÉLÉTRAVAIL

Dans un environnement compétitif, les modalités d'organisation du travail constituent un facteur d'attractivité. Le télétravail est un des dispositifs de l'amélioration de la qualité de vie au travail. Après une mise en place à titre expérimental au centre Île-de-France-Jouy-en-Josas selon deux modalités (télétravail à domicile et dans un télécentre), le télétravail a été déployé dans l'ensemble de l'Inra à compter de septembre 2018.



© Adobe Stock



© Inra

## Une campagne de recrutement remarquée

Voilà une campagne de recrutement décalée, créative et humoristique qui s'est fait remarquer :

**320 000** vues des vidéos ;

augmentation de **50%** du trafic sur le site inra.fr et de **75%** sur la page dédiée (en comparaison avec la campagne de 2017). Cette campagne se déclinait en entretiens filmés de **4 candidats...** recalés parce qu'ils n'avaient pas le bon profil et parce qu'ils ne portaient pas les valeurs et les engagements de l'Institut (service public, éthique, sécurité alimentaire, développement durable, partage des découvertes...).

## « LA SCIENCE TAILLE XX ELLES »

met à l'honneur Héléne BERGÈS, directrice du Centre national de ressources génomiques végétales (CNRGV) de Toulouse

Une exposition de portraits, intitulée « La Science taille XX elles » et présentée dans le cadre du festival « Science in the city » à Toulouse, a choisi de contrer les stéréotypes véhiculés par l'imaginaire collectif du « chercheur homme quinquagénaire en blouse blanche ». Du 6 au 15 juillet, cette exposition a mis en lumière des femmes scientifiques et a dévoilé la diversité de leurs métiers et techniques. Héléne Bergès figurait parmi ces portraits de femmes scientifiques. Cette reconnaissance s'inscrit en cohérence avec la démarche d'une double labellisation « Égalité-diversité » dans laquelle s'est engagé l'Institut et qui doit aboutir fin 2019.



<

Exposition La Science taille XX elles, réalisée par le CNRS Occitanie Ouest et l'association Femmes & Sciences en partenariat et avec le soutien de l'Inra.

© V. Moncorgé - Photothèque du CNRS /association Femmes & Sciences



### SÉMINAIRE D'ACCUEIL DES NOUVEAUX ARRIVANTS (ADN) À RENNES

Près de 130 nouveaux chercheurs et ingénieurs recrutés à l'Inra ont participé, du 11 au 13 juin 2018 à Rennes, à l'édition 2018 des ADN en présence de Philippe Manguin, PDG, et des membres du collège de direction. Ces trois jours ont été rythmés par des conférences, des ateliers thématiques sur les métiers, le partenariat et l'innovation, ou encore le « vivre ensemble », des kiosques « ressources humaines » sur la carrière, le parcours professionnel, l'évaluation et le schéma directeur numérique. Ces journées sont une occasion pour mieux comprendre la stratégie de l'Institut et le chemin à parcourir collectivement pour affronter les défis auxquels la recherche publique est confrontée, dans un monde en profonde mutation qui impacte les disciplines et les métiers représentés dans l'Institut. Elles sont aussi un moment privilégié de rencontres, de partage et de convivialité.

## SIGNATURE

# LE CONTRAT D'OBJECTIFS ET DE PERFORMANCE (COP) SIGNÉ PAR LES MINISTÈRES DE TUTELLE



Le 6 février, les ministres en charge de l'agriculture et de la recherche ont signé, avec Philippe Mauguin, le contrat d'objectifs et de performance (COP) de l'Inra pour la période 2017-2021. Ce contrat énonce les priorités scientifiques de l'Institut et définit les principales actions qui seront conduites sur cinq ans. Il positionne l'Inra comme un institut de recherche finalisée dans le domaine de l'agriculture au sens large, c'est-à-dire un institut qui, par la production de connaissances scientifiques d'excellence, s'efforce de répondre aux attentes fortes de la société vis-à-vis de la recherche et de l'innovation en matière d'alimentation et de nutrition, d'environnement, de climat et d'énergie.



## LA PHASE DE PRÉFIGURATION



La lettre de mission des ministres de tutelle du 6 février 2018 fixe l'objectif du projet de fusion : la création d'un institut de recherche de premier rang mondial dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation, de l'environnement et de l'eau, de l'aménagement et de la gestion durables des territoires. Elle fait suite à l'évaluation positive, conduite en 2017, de l'intérêt scientifique d'un tel rapprochement. Les synergies possibles ont convaincu de l'intérêt d'un institut unique permettant de contribuer de façon plus efficace aux grands défis de la planète : assurer la sécurité sanitaire, alimentaire et nutritionnelle dans toutes les régions du monde ; maîtriser les risques (environnementaux, sanitaires, économiques et sociaux) ; faciliter l'adaptation des sociétés aux changements globaux et tout particulièrement le changement climatique et l'érosion de la biodiversité, tout en explorant les possibilités permettant de freiner, voire d'inverser, l'impact des sociétés sur l'environnement. Sur ces bases, Philippe Mauguin, PDG de l'Inra et Marc Michel, président d'Irstea ont transmis un rapport d'étape relatif à la création d'un établissement de recherche unique réunissant l'Inra et Irstea au 1<sup>er</sup> janvier 2020 aux deux ministres de tutelle le 17 octobre 2018. Le rapport propose une organisation à la fois scientifique, territoriale et des services d'appui, la création de sept nouveaux départements et de deux nouvelles directions. Il a servi de base de discussion avec les partenaires sociaux et a ainsi permis d'engager, dès novembre 2018, la phase de préfiguration du nouvel établissement.

# L'INRA PRÉSENTE SES RECHERCHES AU GRAND PUBLIC ET À SES PARTENAIRES SOCIO-PROFESSIONNELS

© B. Nicolas - Inra

55<sup>e</sup> SALON INTERNATIONAL DE L'AGRICULTURE (SIA)

## LES RESSOURCES GÉNÉTIQUES AU SERVICE D'UNE AGRICULTURE ET D'UNE ALIMENTATION DURABLES

Du 24 février au 4 mars, grâce à des ateliers grand public animés par plus de 250 scientifiques de 23 unités de recherche, le stand de l'Inra a répondu aux questions posées sur les ressources génétiques. Quelles sont-elles ? Qu'en faisons-nous ? Pourquoi est-il nécessaire de s'en préoccuper ? Un colloque scientifique a été organisé sur le thème « La diversité des agricultures ». Enfin, une dizaine de conférences-rencontres professionnelles sur le stand ont permis de nourrir les collaborations entre l'Institut, ses partenaires socio-économiques et la société civile sur des thèmes aussi variés que, par exemple, « La PAC après 2020 » ou « Biomasse et économie circulaire ».





## L'INRA FÊTE LA SCIENCE

Du 6 au 14 octobre à l'occasion de la « Fête de la science », familles, scolaires et curieux des sciences ont pu rencontrer des équipes scientifiques de l'Inra à Paris et en région et découvrir, sur un mode convivial et ludique, ses recherches et ses métiers.

À la Cité des sciences et de l'industrie, l'Inra et 12 autres établissements de recherche ont ainsi présenté « Le Cabaret de la science », où les chercheuses et les chercheurs ont fait le show ! Au programme : des spectacles, du théâtre, des performances scientifiques, des jeux avec le public... En région, l'Institut a proposé de nombreuses initiatives emmenées par ses « ambassadeurs », scientifiques, journalistes, you-tubers, porte-drapeaux de la diffusion de la connaissance et du partage des sciences.



Lancement officiel des 25 ans de la Fête de la Science à la cité des sciences et de l'industrie à Paris - La Villette.  
© L. Guichardon



## L'INRA AU SALON INTERNATIONAL DE L'ALIMENTATION (SIAL):

### POUR L'ALIMENTATION, L'INNOVATION EN ACTIONS

Du 21 au 25 octobre, l'Inra a présenté sa contribution à l'innovation en alimentation au travers de ses résultats fondamentaux, des collaborations avec les industriels, de son implication dans des innovations précompétitives ou en appui à la création d'entreprises innovantes. Présent pour la première fois depuis très longtemps au SIAL, l'Institut a exposé des recherches prometteuses en matière d'innovation alimentaire : farines mixtes pour fabriquer des pâtes qui associent blé et légumineuses ; purées de fruit avec des textures innovantes pour encourager à manger des fruits ; procédés permettant d'associer le lait avec des légumineuses ou des aliments fermentés à base de lait et de lupin... C'est ainsi que l'Institut travaille aussi bien en recherche fondamentale qu'en accompagnement des start-up ou des grands acteurs de l'alimentation.



© Fotolia



08



## LES CHERCHEURS DE L'INRA À L'HONNEUR

La 13<sup>e</sup> cérémonie de remise des Lauriers de l'Inra s'est déroulée au théâtre Edouard VII le 10 décembre 2018, en présence de Didier Guillaume, ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation, et de Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. Le jury international a accordé sept prix récompensant des personnalités pour leur engagement et leurs résultats dans des domaines de la recherche agronomique.



### LE PRIX « APPUI À LA RECHERCHE »

a été décerné à **Christine CHARLOT**, directrice des services d'appui du centre Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux et secrétaire générale du Comité d'éthique Inra-Cirad-Ifrémer et à **Jean-Michel GIGLEUX**, responsable des ressources humaines du département Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques du centre Grand Est-Nancy.



### LE PRIX « INNOVATION POUR LA RECHERCHE »

qui souligne l'importance des avancées techniques dans les travaux scientifiques a été décerné à **Dominique RIPOCHE**, pour son parcours au service du code informatique et sa contribution à la cohésion d'équipe au sein de l'unité Agroclim d'Avignon, centre Provence-Alpes-Côte d'Azur.



### LE PRIX

#### « ESPOIR SCIENTIFIQUE »

récompense le travail de recherche d'un chargé de recherche récemment recruté. Il a été attribué à **Christophe GOUEL**, économiste, spécialiste de la fluctuation des prix des denrées, qui se concentre aujourd'hui sur l'impact des changements climatique, démographique et nutritionnel sur la sécurité alimentaire mondiale du centre Île-de-France-Versailles-Grignon.



### LE PRIX

#### « DÉFI SCIENTIFIQUE »

distingue un chercheur qui répond à une problématique d'intérêt majeur pour notre société. Il a été décerné à **Abdelhafid BENDAHMANE** pour ses travaux pionniers en matière de génomique, recherche translationnelle et amélioration des plantes du centre Île-de-France-Versailles-Grignon.

### LE GRAND PRIX

#### DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

est décerné à une personnalité qui a contribué d'une manière exceptionnelle au rayonnement de la recherche agronomique. Il a été remis à **Isabelle OSWALD**, experte mondiale des toxines de champignons qui, présentes dans 50% de nos aliments, constituent un vrai enjeu de santé publique du centre Occitanie-Toulouse.



### LE PRIX COLLECTIF

#### « IMPACT DE LA RECHERCHE »

a été décerné à l'équipe PRIONS avec **Olivier ANDRÉOLETTI**, vétérinaire et pathologiste du centre Occitanie-Toulouse; **Vincent BÉRINGUE**, biochimiste du centre Île-de-France-Jouy-en-Josas; **Jean-Michel ELSÉN**, généticien du centre Occitanie-Toulouse; **Human REZAEI**, biophysicien du centre Île-de-France-Jouy-en-Josas; **Jean-Luc VILOTTE**, généticien et biologiste du centre Île-de-France-Jouy-en-Josas, et plus largement, les équipes Virologie et immunologie moléculaires (UR VIM); Génétique animale et biologie intégrative (UMR GABI); Interactions hôtes agents pathogènes (UMR IHAP) et Génétique, physiologie et systèmes d'élevage (UMR GenPhySE). Cette équipe PRIONS mène, depuis vingt ans, des travaux pour sécuriser l'alimentation et la santé humaine vis-à-vis des encéphalopathies spongiformes transmissibles (EST) dont la vache folle.



08

## PRIX DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE : 8 CHERCHEURS ET 4 DOCTORANTS DISTINGUÉS

L'Académie d'agriculture de France a remis  
ses prix et médailles le 26 septembre 2018.



Plateforme GenoSol de l'unité d'agro-écologie  
à l'Inra de Dijon, Bourgogne-Franche-Comté.  
© B. Nicolas - Inra



✦ **Fabien NOGUÉ**, directeur de recherche à l'Institut Jean-Pierre Bourgin du centre Inra Île-de-France-Versailles-Grignon a reçu le **PRIX JEAN DUFRENOY** pour sa contribution au développement de la biologie moléculaire avec des recherches tant fondamentales qu'appliquées ainsi que pour son aptitude à transmettre ses connaissances avec un souci de la qualité de l'expertise.

✦ **Carole CARANTA**, cheffe du département scientifique Biologie et amélioration des plantes et directrice de l'Institut Carnot Plant2Pro a reçu le **PRIX DE LA FONDATION LIMAGRAIN** pour son apport à l'amélioration des plantes par sa capacité à comprendre et intégrer les problématiques de recherche à différentes échelles : moléculaires et plante entière et pour ses grandes compétences en animation de la recherche.

✦ **François LAURENS**, ingénieur de l'Institut de recherche en Horticulture et semences du centre Inra Pays de la Loire a reçu le **PRIX DE LA FONDATION XAVIER-BERNARD** pour ses recherches sur le pommier, la durabilité des résistances et la qualité du fruit, l'animation du GIS fruits, ses collaborations internationales et les nouvelles variétés résistantes adoptées par la filière.

Des **MÉDAILLES D'OR** ont été décernées à :

✦ **Dominique BLANCARD**, ingénieur dans l'unité Santé et agro-écologie du vignoble du centre Inra Nouvelle-Aquitaine-

Bordeaux, pour le développement d'outils modernes et pédagogiques d'identification des maladies des plantes afin d'aider agriculteurs et jardiniers amateurs à choisir des méthodes de lutte durables ;

✦ **Erwin DREYER**, directeur de recherche dans l'unité Sylva et président du centre Inra Grand Est-Nancy pour ses travaux sur l'adaptation des arbres forestiers aux contraintes hydriques et sa contribution décisive au développement d'un pôle de recherche, enseignement supérieur et innovation sur la forêt et le bois en Lorraine, reconnu à l'international.

Des collaborateurs techniques ont reçu des **MÉDAILLES DE VERMEIL** :

✦ **Joseph GRUAND** du centre Nouvelle-Aquitaine-Poitiers pour son rôle pionnier dans la mise en œuvre des méthodes modernes de sélection et croisement pour l'espèce porcine ;

✦ **Valérie LABAS**, ingénieure dans l'unité de recherche en Physiologie de la reproduction et des comportements du centre Val de Loire pour ses travaux de phénotypage cellulaire et imagerie tissulaire qui ont permis la découverte de nouveaux marqueurs protéomiques et lipidomiques ;

✦ **Jean-Claude MOURET**, ingénieur dans l'unité Innovation du centre Occitanie-Montpellier, pour sa contribution à l'étude de la riziculture en Camargue et à l'amélioration du système de culture pour lutter contre les adventices et la salinisation des sols.

Les excellentes thèses ont reçu des **MÉDAILLES D'ARGENT** :

✦ **Iola CROUÉ** dont les travaux ont débouché sur la mise en œuvre de nouvelles évaluations des reproducteurs laitiers français pour mieux répondre aux attentes des filières concernées et de la société pour un élevage durable ;

✦ **Nicolas DEFFONTAINES** dont les travaux mettent en évidence le « sursuicide » des agriculteurs et l'aspect non conjoncturel de ce phénomène lié notamment au caractère familial du cadre du travail ;

✦ **Anaïs GOULAS** pour ses travaux sur le devenir et la biodisponibilité des antibiotiques entrant dans les sols agricoles lors du recyclage des matières fertilisantes d'origine résiduaire ;

✦ **Clémence RAVIER** pour ses travaux sur la conduite de la fertilisation azotée du blé.





# ORGANISATION & CHIFFRES CLÉS /



© B. Nicolas - Inra

## ORGANISATION

# COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'INRA

DÉCEMBRE 2018



### PRÉSIDENT

**Philippe MAUGUIN**

### REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT

**Philippe VINÇON**

Directeur général de l'enseignement et de la recherche,  
ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

**Serge LHERMITTE**

Chef du service compétitivité et performance environne-  
mentale, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation

**Pierre VALLA**

Adjoint au Directeur général de la recherche  
et de l'innovation, ministère de l'Enseignement supérieur,  
de la Recherche et de l'Innovation

**Marie-Hélène TUSSEAU-VUILLEMIN**

Cheffe du secteur sciences de l'environnement et de  
l'univers, agronomie, écologie, sciences du système Terre,  
ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche  
et de l'Innovation

**Nicolas HENGY**

Chef du bureau de la recherche et de l'enseignement  
supérieur, ministère de l'Action et des Comptes publics

**Marie-Hélène JOUIN-MOULINE**

Adjointe à la cheffe du bureau des biens de consommation,  
des industries agroalimentaires et du design, ministère de  
l'Économie et des Finances

**Annick BIOLLEY-COORNAERT**

Sous-directrice des produits alimentaires et marchés  
agricoles et alimentaires, ministère de l'Économie  
et des Finances

**Laurent BERGEOT**

Chef de service de la recherche, CGDD / DRI,  
ministère de la Transition écologique et solidaire

**Carole ROUSSE**

Cheffe du bureau de l'alimentation et de la nutrition,  
ministère des Solidarités et de la Santé

### PRÉSIDENT DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'INRA

**Philippe GILLET**

Professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne

### DIRECTEUR D'ÉTABLISSEMENT D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

(art. L. 812-3 du code rural et de la pêche maritime)

**Anne-Lucie WACK**

Directrice générale de Montpellier SupAgro

### MEMBRE DU SECTEUR DE LA PRODUCTION AGRICOLE, DU DÉVELOPPEMENT ET DE LA COOPÉRATION AGRICOLES

**Daniel PRIEUR**

Secrétaire général adjoint de la FNSEA

**Sébastien WINDSOR**

Président de la Chambre d'Agriculture de Seine-Maritime

**Anne WAGNER**

Directrice R&D de TEREOS

**Nicolas BACHELET**

Administrateur national, Jeunes Agriculteurs

**Pierre GUEZ**

Directeur général de Dijon Céréales

**Stéphane VIEBAN**

Directeur général de la coopérative Alliance Forêt Bois

MEMBRES REPRÉSENTANT RESPECTIVEMENT  
LES SALARIÉS DU SECTEUR AGRICOLE  
ET DU SECTEUR AGROALIMENTAIRE DÉSIGNÉS  
SUR PROPOSITION DES CONFÉDÉRATIONS  
LES PLUS REPRÉSENTATIVES

**Jocelyne HACQUEMAND**

Secrétaire fédérale FNAF-CGT

**Betty HERVÉ**

Secrétaire nationale FGTA-CFDT

MEMBRE APPARTENANT AUX ASSOCIATIONS  
AGRÉÉES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

(article L. 141-1 du code de l'environnement)

**François LETOURNEUX**

Président d'Honneur du Comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature

MEMBRE APPARTENANT AUX ASSOCIATIONS  
AGRÉÉES DE DÉFENSE DES CONSOMMATEURS

(article L. 441-1 du code de la consommation)

**Marie-Claude FOURRIER**

Responsable du bureau consommation, Association nationale de défense des consommateurs et usagers

REPRÉSENTANTS ÉLUS DU PERSONNEL  
DE L'ÉTABLISSEMENT

**TITULAIRES**

**Julie WOHLFAHRT**, CFDT - Inra

**Patrick LEMAIRE**, CFDT - Inra

**Pascale MAILLARD**, CGT - Inra

**Eric LATRILLE**, CGT - Inra

**Fanny GUYOMARC'H**, SUD Recherche EPST - Branche Inra

**SUPPLÉANTS**

**Elisabeth TABONE**, CFDT - Inra

**Dominique DESBOIS**, CFDT - Inra

**Laurence ARTIGE**, CGT - Inra

**Michel BERTRAND**, CGT - Inra

**Bernard ROLLAND**, SUD Recherche EPST - Branche Inra

## ORGANISATION

# COMPOSITION DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'INRA

DÉCEMBRE 2018



### PRÉSIDENT

**Philippe GILLET**

Professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)

### MEMBRES DE DROIT

**Philippe MAUGUIN**

Président-directeur général de l'Inra

**Christine CHERBUT**

Directrice générale déléguée aux affaires scientifiques

**Philippe VINÇON**

Directeur général de recherche, de l'innovation et des coopérations internationales, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation / REPRÉSENTANT: Marion BARDY, cheffe du bureau finalisation de la recherche, sous-direction de la recherche, de l'innovation et des coopérations internationales

**Brigitte PLATEAU**

Directrice générale pour l'enseignement supérieur et l'insertion professionnelle, ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation

**Bernard LARROUTUROU**

Directeur général pour la recherche et l'innovation, ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation

### MEMBRES NOMMÉS

**Daniel BARTHELEMY**

Directeur scientifique du département Bios du Cirad

**Sylvie BAUDINO-CAISSARD**

Directrice du laboratoire biotechnologies végétales, Université de Saint-Etienne

**Nozha BOUJEMAA**

Directrice de l'Institut de Convergence DATAIA

**Dominique BUREAU**

Délégué général, Conseil économique pour le Développement durable (CEDD)

**Gérard DENARIAZ**

Directeur partenariats stratégiques et prospectives, Danone Nutricia Research

**Philippe GILLET**

Président du Conseil scientifique, professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)

**Krotoum KONATE**

Directrice de l'Institut de l'Alimentation Bio

**Philippe LECOUEVEY**

Directeur général émérite de l'Acta

**Annick MERCENIER**

Anciennement directrice de la recherche à Nestlé, CIO de Nutrileads

**Marie-Laure NAVAS**

Professeure d'écologie, Montpellier SupAgro

**Gilles PINAY**

Directeur d'unité, Irstea

**John R PORTER**

Professeur du département de l'Agriculture et de l'Écologie, Faculté des Sciences de la vie, Université de Copenhague

**Anne VARET**

Directrice Recherche & Prospective, Ademe

## MEMBRES INRA ÉLUS

**SECTEUR 1 / Environnement et agronomie, écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques**

**Philippe ROZENBERG**

AGPF unité de recherche Amélioration, génétique et physiologie forestières, Inra Val de Loire

**Jean-Philippe STEYER**

LBE Laboratoire de biotechnologie de l'environnement, Inra Occitanie-Montpellier

**SECTEUR 2 / Santé des plantes et environnement**

**Didier ANDRIVON**

UMR 1349 Institut de Génétique, environnement et protection des plantes, Inra Bretagne-Normandie

**Thierry CANDRESSE**

UMR 1332 Biologie du fruit et pathologie, Inra Bordeaux-Aquitaine

**SECTEUR 3 / Génétique et amélioration des plantes, biologie végétale, Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences**

**Juliette SALVAING**

Laboratoire de Physiologie cellulaire végétale CEA Grenoble, Inra Auvergne-Rhône-Alpes

**Denis LECLERCQ**

Unité expérimentale GEVES de Lusignan, Inra Poitou-Charentes

**SECTEUR 4 / Caractérisation et élaboration des produits issus de l'agriculture**

**Jean-Michel SALMON**

Inra Montpellier, unité expérimentale de Pech Rouge, Inra Occitanie-Montpellier

**Veronique PLANCHOT**

Site de la Géraudière, Inra Pays de la Loire

**SECTEUR 5 / Physiologie animale et systèmes d'élevage**

**Davi SAVIETTO**

UMR 1388 GenPhySE Génétique physiologie et systèmes d'élevage, Inra Occitanie-Toulouse

**Eliel GONZALES GARCIA**

Unité SELMET Systèmes d'Élevage méditerranéens et tropicaux, Inra Occitanie-Montpellier

**SECTEUR 6 / Santé animale, Génétique animale**

**Claire ROGEL-GAILLARD (DR2),**

Directeur d'unité de la structure Génétique animale et biologie intégrative, Inra Île-de-France-Jouy-en-Josas

**Isabelle OSWALD**

ToxAlim Toxicologie alimentaire, Inra Occitanie-Toulouse

**SECTEUR 7 / Alimentation humaine, Microbiologie et chaîne alimentaire**

**Jean-Paul LALLES**

Département AlimH, Inra Auvergne-Rhône-Alpes

**Emmanuelle MAGUIN**

Unité Micalis, Inra Île-de-France-Jouy-en-Josas

**SECTEUR 8 / Sciences sociales, agriculture et alimentation, espace et environnement; Mathématiques et informatique appliquées; Sciences pour l'action et le développement**

**Vincent MARTINET**

ECO-PUB Économie publique, Inra Île-de-France-Versailles-Grignon

**SECTEUR 9 / Services d'appui à la recherche, Administration centrale, documentation et publications, informatique**

**Christine CHARLOT**

SDAR Inra Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux

**Sandra ARRAULT**

Direction des ressources humaines - développement durable, Inra Centre siège

## OBSERVATEURS SYNDICAUX

**Dominique DESBOIS**

CFDT - Inra

**non désigné**

CFTC - Inra

**Jean-Louis DURAND**

CGT - Inra

**Isabelle GOLDRINGER**

Sud-Recherche EPST

## ORGANISATION

# LE COMITÉ D'ÉTHIQUE INRA-CIRAD-IFREMER



### MEMBRES

#### Axel KAHN

Président du Comité d'éthique. Docteur en médecine et Docteur ès sciences, Directeur de recherche à l'Inserm

#### Michel BADRÉ

Vice-président du Comité d'éthique.  
Ingénieur École Polytechnique - École nationale du génie rural, des eaux et des forêts. Membre du Conseil économique, social et environnemental, au titre du groupe des associations environnementales

#### Madeleine AKRICH

Directrice de recherche à l'École des Mines de Paris (Centre de sociologie de l'innovation), ingénieure de l'École des Mines de Paris et docteur en socio-économie de l'innovation

#### Bernadette BENSAUDE-VINCENT

Professeure émérite à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, agrégée de philosophie et docteur ès Lettres et Sciences humaines

#### Jean-Louis BRESSON

Médecin nutritionniste, professeur des universités, fondateur du Centre d'investigation clinique Necker-Cochin, actuellement directeur-adjoint

#### Paul CLAVIER

Normalien, agrégé et docteur en philosophie, enseignant la philosophie à l'École normale supérieure de Paris jusqu'en juin 2017. Désormais professeur à l'Université de Lorraine

#### Françoise GAILL

Directrice de recherche CNRS, chargée de mission auprès de la direction générale du CNRS - a dirigé l'Institut écologie et environnement (INEE).  
Biologiste, spécialiste des écosystèmes profonds océaniques

#### Lyne LÉTOURNEAU

Professeur au département des Sciences animales à l'Université Laval de Québec. Titulaire d'un doctorat en droit, elle enseigne sur les enjeux éthiques de l'agroalimentaire contemporain et sur l'intégrité en recherche

#### Joséphine QUEDRAOGO - GUISSOU

Sociologue, associée au Bureau d'études ARC (Appui-Recherche-action-Conseils) à Ouagadougou, dont elle est membre fondateur

#### Pere PUIGDOMENECH

Professeur de recherche au CSIC (Conseil supérieur de la recherche scientifique en Espagne) l'Institut de Biologie moléculaire de Barcelone, spécialisé en biologie moléculaire des plantes, docteur en sciences biologiques

#### **Michel SAUQUET**

Diplômé de l'Institut d'études politiques de Paris, docteur en Économie appliquée. Enseignant spécialisé dans les questions interculturelles

#### **Hervé THÉRY**

Géographe, professeur associé à l'Université de Sao Paulo (Brésil), directeur de recherche émérite au CNRS

#### **SECRÉTARIAT COMMUN**

Inra : **Christine CHARLOT** (secrétaire générale)  
avec l'appui de **Nathalie HERMET**

Cirad : **Philippe FELDMANN**  
avec l'appui de **Danielle LAZUTTES**

Ifremer : **Philippe GOULLETQUER**  
avec l'appui d'**Anaïs MENARD** et de **Françoise EVEN**

#### **LES TRAVAUX DU COMITÉ D'ÉTHIQUE**

En 2018, le comité d'éthique a rendu deux avis :

- **AVIS N° 10** sur la dimension éthique des grands accords internationaux (objectifs du développement durable et climat) <http://url.inra.fr/2pxJR8u>
- **Avis N° 11** sur les nouvelles techniques d'amélioration génétique des plantes <https://url.inra.fr/2L2yBwv>

## ORGANISATION

# ORGANIGRAMME

AU 1<sup>ER</sup> JANVIER 2019



## DIRECTIONS D'APPUI À LA RECHERCHE

**Philippe LÉNÉE**  
Directeur du Partenariat  
et du Transfert  
pour l'Innovation

**Louis-Augustin JULIEN**  
Directeur du Financement  
et des Achats

**Françoise ROUDAUT**  
Directrice du Système  
d'Information

**Isabelle BLANC**  
Directrice de l'Appui  
au Pilotage scientifique  
et de Gestion  
Responsable audit interne

**Pierre PARIS**  
Directeur de l'Immobilier  
et de la Coordination  
des Services déconcentrés  
de l'Appui à la Recherche

**Cécile JANET**  
Directrice des Affaires  
Juridiques

**Karine GUERITAT**  
Administratrice  
du siège

**Philippe MARTIN**  
Agent comptable principal

## DÉLÉGATIONS

**Guy RICHARD**  
Délégué à l'Expertise scientifique  
collective, à la Prospective  
et aux Études

**Françoise SIMON-PLAS**  
Déléguée à la Déontologie

**Catherine BEAUMONT**  
Déléguée à la Parité et  
à la Lutte contre les  
Discriminations

**Ségolène Halley  
des Fontaines**  
Déléguée aux Affaires  
internationales

**David CAFFIER**  
Délégué à la Sécurité  
Biologique

**Michaël CHELLE**  
Délégué à la Transition  
Numérique

**Christophe ROTURIER**  
Délégué Sciences en Société

**Odile HOLOGNE**  
Déléguée à l'Information  
Scientifique et Technique

**Gilles AUMONT**  
Délégué aux Infrastructures  
Scientifiques Collectives

**Edith LEGOUY**  
Déléguée à l'Évaluation

## MISSIONS

**Nicolas BÉCARD**  
Fonctionnaire Sécurité  
Défense

**Sylvie NUGIER**  
Responsable de la Sécurité  
des Systèmes d'Information

## ORGANISATION

# LES 17 CENTRES DE L'INRA



Antilles-Guyane

**Harry OZIER-LAFONTAINE**

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

Domaine Duclos, Prise d'Eau  
97170 Petit-Bourg

Auvergne-Rhône-Alpes

**Jean-Baptiste COULON**

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

63122 St-Genès-Champanelle

Bourgogne-Franche-Comté

**Nathalie MUNIER-JOLAIN**

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

17 rue Sully  
BP 86510 - 21065 Dijon cedex

Bretagne-Normandie

**Patrick HERPIN**

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

Domaine de la Motte  
BP 35327 - 35653 Le Rheu cedex

Corse

**François CASABIANCA**

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

20230 San Giuliano

Grand Est-Colmar

**Frédérique PELS**

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

28 rue de Herrlisheim  
BP 20507 - 68021 Colmar cedex

Grand Est-Nancy

**Erwin DREYER**

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

54280 Champenoux

Hauts-de-France

**Jean TAYEB**

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

2 Chaussée Brunehaut - Estrées-Mons  
CS 50136 - 80203 Péronne cedex

Île-de-France-Jouy-en-Josas

**Thierry PINEAU**

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

Domaine de Vilvert  
78352 Jouy-en-Josas cedex

Île-de-France-Versailles-Grignon

**Camille MICHON**

[versailles-grignon.inra.fr](http://versailles-grignon.inra.fr)

Route de Saint-Cyr, RD 10  
78026 Versailles cedex

Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux

**Hubert DE ROCHAMBEAU**

[bordeaux-aquitaine.inra.fr](http://bordeaux-aquitaine.inra.fr)

71 avenue Édouard Bourlaux - CS 20032  
33882 Villenave d'Ornon cedex

Nouvelle-Aquitaine-Poitiers

**Jean-Marc CHABOSSEAU**

[poitou-charentes.inra.fr](http://poitou-charentes.inra.fr)

Le Chêne RD 150 - CS 80006  
86600 Lusignan

Occitanie-Montpellier

**Laurent BRUCKLER**

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

2, place Viala  
34060 Montpellier cedex 2

Occitanie-Toulouse

**Michèle MARIN**

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

Chemin de Borde-Rouge Auzeville

CS 52627 - 31326 Castanet-Tolosan cedex

Pays de la Loire

**Emmanuelle CHEVASSUS-LOZZA**

[angers-nantes.inra.fr](http://angers-nantes.inra.fr)

• Site d'Angers

42 rue Georges Morel - CS 60057

49071 Beaucouzé cedex

• Site de Nantes

Rue de la Géraudière - CS 71627

44316 Nantes cedex 3

Provence-Alpes-Côte d'Azur

**Michel BARITEAU**

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

• Site d'Avignon

228, route de l'Aérodrome

Domaine Saint Paul - Site Agroparc

CS 40509 - 84914 Avignon cedex 9

• Site de Sophia-Antipolis

400, route des Chappes

BP 167 - 06903 Sophia-Antipolis cedex

Val de Loire

**Catherine BEAUMONT**

[val-de-loire.inra.fr](http://val-de-loire.inra.fr)

• Site de Tours

37380 Nouzilly

• Site d'Orléans

2163 avenue de la Pomme de pin

CS 40001 Ardon

45075 Orléans cedex 2

Centre-siège Paris

**paris.inra.fr**

147 rue de l'Université

75338 Paris cedex 07



## ORGANISATION

# LES 13 DÉPARTEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'INRA



**ALIMH** / Alimentation humaine  
Jean DALLONGEVILLE

**BAP** / Biologie et amélioration des plantes  
Carole CARANTA

**CEPIA** / Caractérisation et élaboration des produits  
issus de l'agriculture  
Michael O'DONOHUE

**EFPA** / Écologie des forêts, prairies et milieux aquatiques  
Catherine BASTIEN

**EA** / Environnement et agronomie  
Philippe HINSINGER

**GA** / Génétique animale  
Edwige QUILLET

**MIA** / Mathématiques et informatique appliquées  
Hervé MONOD

**MICA** / Microbiologie et chaîne alimentaire  
Sylvie DEQUIN

**PHASE** / Physiologie animale et systèmes d'élevage  
Françoise MÉDALE

**SA** / Santé animale  
Muriel VAYSSIER-TAUSSAT

**SPE** / Santé des plantes et environnement  
Christian LANNOU

**SAD** / Sciences pour l'action et le développement  
Benoit DEDIEU

**SAE2** / Sciences sociales, agriculture et alimentation,  
espace et environnement  
Alban THOMAS

## LES 4 FILIALES DE L'INRA



Créée en 1983, Agri Obtentions a pour mission la création et la valorisation d'innovations variétales ; elle porte les valeurs de l'agriculture durable et de l'innovation.

Agri Obtentions en quelques chiffres :

- › 55 personnels permanents
- › 15 000 000 € de Chiffre d'Affaires (CA) réalisé en France et en Europe
- › 30% du CA investi en Recherche & Développement
- › > 400 licenciés
- › 10 groupes d'espèces et plus de 450 variétés diffusées par Agri Obtentions
- › 15 programmes de recherche



Les éditions Quæ ont été fondées en 2006 par quatre instituts de recherche français : le Cirad, l'Ifremer, l'Inra et Irstea.

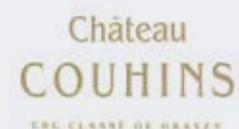
Avec un fonds de plus de 1 000 titres, Quæ vise à favoriser les échanges entre scientifiques, la transmission des savoirs et savoir-faire, l'aide à la décision et au débat public. Quæ est un acteur majeur de l'édition scientifique et technique en France, avec des thèmes aussi variés que l'agriculture

et la sylviculture, l'environnement, l'alimentation, la mer, les ressources aquatiques et marines, les sciences de la vie et de la terre ou encore les sciences humaines et sociales. Quæ est un éditeur numérique depuis 2008. Une centaine d'ouvrages est actuellement en accès libre, Quæ répondant aux directives françaises et européennes de diffusion en accès libre des documents issus d'une activité financée par la recherche publique française ou par des fonds de l'Union européenne.



INRA Transfert est une société d'ingénierie de projets et de transferts technologiques pour l'innovation en alimentation, en agriculture et en environnement, dont les missions sont de :

- › Transférer les résultats de la recherche aux entreprises en valorisant et gérant le portefeuille de technologies de l'Inra via des accords d'exploitation avec des industriels,
- › Promouvoir la création d'entreprises innovantes en accompagnant leur développement,
- › Accompagner le montage, la négociation et la gestion de projets de recherche collaborative européens ou nationaux grâce à son expertise en ingénierie de projets de management,
- › Monter, animer et gérer des programmes de recherche et développement,
- › Mettre à disposition des ressources auprès du secteur des écotecnologies en créant une interface perméable entre les laboratoires de recherche publics et le monde économique.



La SAS Château Couhins a été créée en 2018, à l'aube du 50<sup>e</sup> millésime de ce cru classé de Graves produit sous l'égide de l'Inra. La SAS est pleinement intégrée dans le collectif professionnel des crus classés de Graves, tout en s'appuyant sur les forces de recherche de l'Inra. Le vignoble de 25 ha en Pessac Léognan, 19 ha en rouge et 6 ha en blanc, décline un projet de démonstration articulé autour de deux ambitions majeures :

- › Déployer *in situ*, à l'échelle d'une exploitation, les résultats des travaux de l'Inra pour une production viti-vinicole plus respectueuse de l'environnement et des hommes,
- › Concevoir les stratégies les plus prometteuses pour réduire les intrants, mettre en œuvre des pratiques de biocontrôle, déployer des pratiques agro-écologiques (agroforesterie notamment) et innover en matière de vinification.

## CHIFFRES CLÉS



### EFFECTIFS RH 2018

(rémunérés par l'Inra)

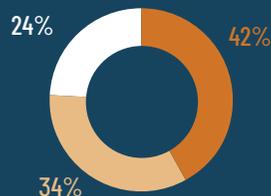
**7 588** agents titulaires (ETPT)  
dont 3 835 femmes et 3 753 hommes



50,5%



49,5%



- 1 831 chercheurs
- 2 566 ingénieurs et assistants ingénieurs
- 3 191 techniciens

**2 660** agents contractuels (ETPT)



565 doctorants\*  
(dont 134 de nationalité étrangère)



99 post-docs\*  
(dont 73 de nationalité étrangère)



2 515 stagiaires\*  
(dont 379 de nationalité étrangère)

\* Personnes physiques

### STRUCTURES

(au 1<sup>er</sup> janvier 2019)



**184**  
unités de recherche  
(29 unités propres,  
119 unités mixtes,  
36 unités sous contrat)



**21**  
unités  
de service



**42**  
unités  
expérimentales



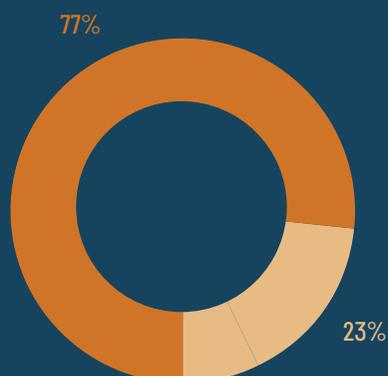
**13**  
départements  
scientifiques



**17**  
centres  
de recherche

## BUDGET 2018

Ressources : **905,19** millions d'€



- Subvention pour charge de service public : **695,39 M€**
- Ressources propres contractuelles et non contractuelles : **209,80 M€**
  - Ressources propres (produits de contrats de recherche) > **145,39 M€**
  - Ressources propres non contractuelles > **64,41 M€**
    - Subventions affectées **3,71 M€**
    - Dons et legs **0,08 M€**
    - Redevances pour brevets, licences **9,1 M€**
    - Prestations de service **17,54 M€**
    - Ventes de produits **20,98 M€**
    - Autres subventions **3,07 M€**
    - Autres produits de gestion courante **6,4 M€**
    - Produits financiers et exceptionnels **3,53 M€**

## PARTENARIAT ET INNOVATION

### PARTENARIAT SOCIO-ÉCONOMIQUE

**338** nouveaux contrats de partenariat avec des acteurs socio-économiques

**27,3 M€** de recettes de contrats de recherche avec les partenaires socio-économiques

**4** Instituts Carnot

### PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

**131** déclarations d'invention et de résultats valorisables

**34** demandes de brevets déposées en 2018 (320 familles de brevet en portefeuille)

**6** demandes de certificats d'obtention végétale (440 COV en portefeuille)

### VALORISATION

**51** nouvelles licences sur brevets, savoir-faire ou logiciels (448 licences en portefeuille)

**34** nouvelles licences sur certificats d'obtention végétale (440 en portefeuille)

### CRÉATION D'ENTREPRISES

**13** projets de création d'entreprises à partir de résultats Inra accompagnés par INRA Transfert

**128** entreprises nées dans l'environnement de l'Inra depuis 1988



---

**Directeur de la publication :** Philippe Mauguin

**Coordination éditoriale :** Hélène Lucas

**Relecture :** Frédérique Chabrol

**Crédits photos :** Service image et Studio Création Inra / Fotolia / Adobe Stock

**Direction artistique :** Arnaud Veldeman

**Conception graphique et réalisation :** Studio Création Inra

*Doi:10.15454/izpljs*

**Imprimerie :** BIPRINT, Zac du Petit Parc - 28 rue des Fontenelles - 78920 Ecquevilly

---

**Inra** - 147 rue de l'Université - 75338 Paris cedex 07 / Tél. +33(0)1 42 75 90 00

[Inra.fr](http://Inra.fr)





2018  
RAPPORT D'ACTIVITÉ

---



147 rue de l'Université - 75338 PARIS Cedex 07 | Tél. : +33(0)1 42 75 90 00  
inra.fr

