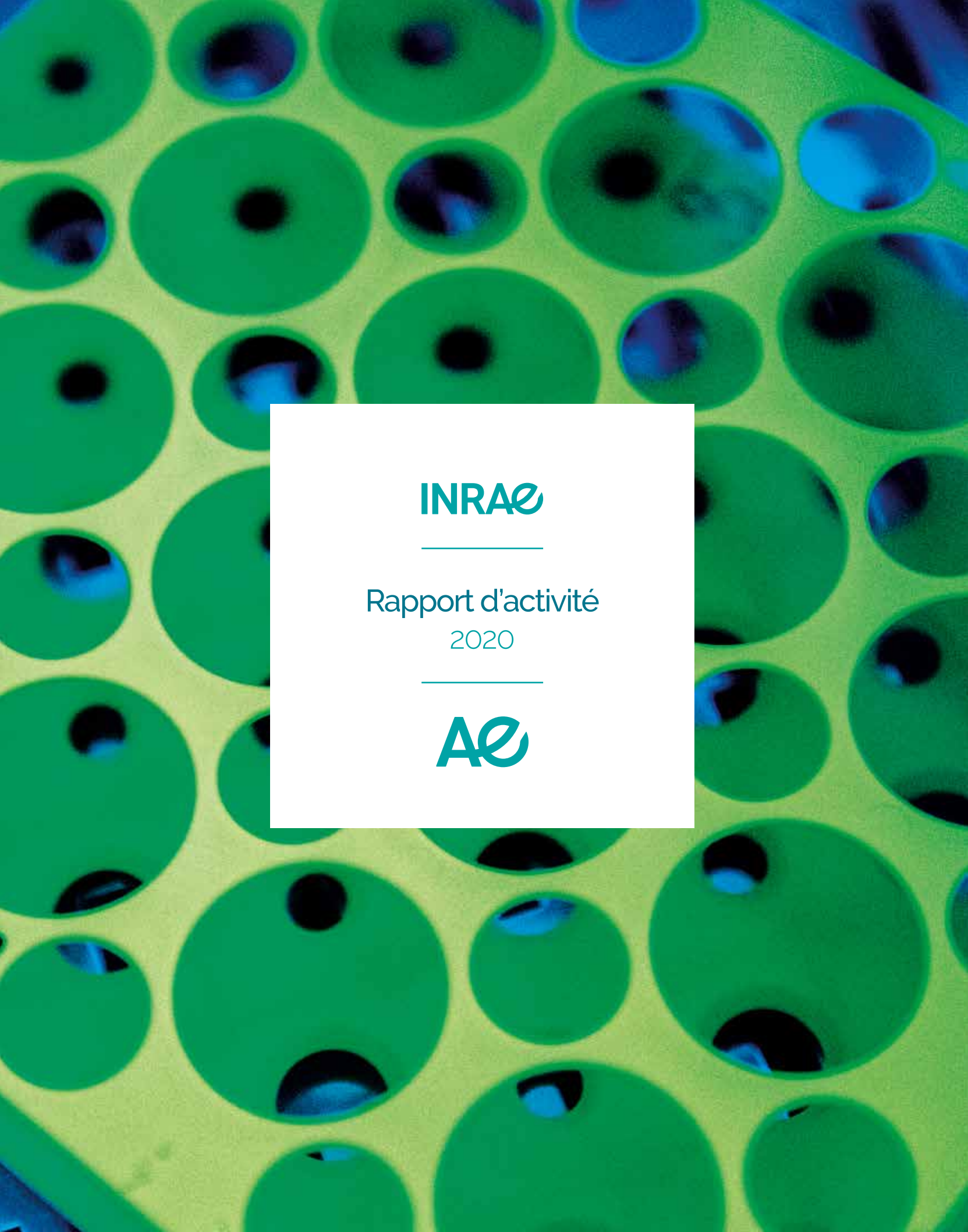




INRAE

Rapport d'activité
2020

AE



Image de couverture
Plateau destiné à maintenir des tubes d'échantillons dans un bain-marie,
laboratoire de l'unité Toxalim (Équipe PPCA).
© INRAE, B. Nicolas

SOMMAIRE

6
Interview de Philippe Mauguin

8
Timeline

12
Naissance d'INRAE

14
Spécial Covid-19

20
La stratégie INRAE2030

22
Avancées scientifiques 2020

24
Répondre aux enjeux environnementaux
et mieux évaluer les risques naturels et climatiques

32
Accélérer les transitions agroécologique
et alimentaire en tenant compte des enjeux
économiques et sociaux

40
Une bioéconomie basée sur une utilisation
sobre et circulaire des ressources

44
Favoriser une approche globale
de la santé

48
Mobiliser la science des données et les
technologies du numérique au service
des transitions

50
Partenariats et impacts

52
Placer la science, l'innovation et l'expertise
au cœur de nos relations avec la société pour
renforcer notre culture de l'impact

60
Être un acteur engagé dans les sites universitaires
en France et un leader dans les partenariats
européens et internationaux

66
Vie et chantiers des collectifs

76
Instances et chiffres-clés



Directeur de la publication : Philippe Mauguin
Coordination éditoriale : Aliette Maillard / Édith Legouy
Relecture : Atelier Marge Design
Crédits photos : Service image (Bertrand Nicolas / Christophe Maitre) et Studio Création INRAE / Fotolia / Adobe Stock
Direction artistique : Arnaud Veldeman
Conception graphique et réalisation : Studio Création INRAE
Imprimerie : BIPRINT, Zac du Petit Parc – 28 rue des Fontenelles – 78920 Ecquevilly

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



INTERVIEW

Philippe MAUGUIN

Président-directeur général d'INRAE

L'année 2020 correspond à la création de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, INRAE, que vous présidez depuis le 1^{er} janvier. Qu'en avez-vous retenu ?

Cette année a été exceptionnelle pour notre institut à plusieurs titres. Elle correspond avant tout, effectivement, à l'acte de naissance d'INRAE après deux ans d'intense travail de préfiguration, mené par les équipes de l'Inra et d'Irstea aujourd'hui réunies. Nous pouvons collectivement nous réjouir de l'aboutissement de ce défi organisationnel, unique dans le paysage de la recherche française, et saluer le lancement qui a suivi, réussi tant sur le plan scientifique que sur celui de la convergence sociale. Notre culture de l'écoute et du dialogue, notre approche participative, l'engagement très important des équipes des deux organismes et le souci constant d'une communication interne transparente n'y sont certainement pas étrangers.

La création d'INRAE, leader mondial de la recherche sur le continuum agriculture-alimentation-environnement, s'est traduite en 2020 par des efforts de communication institutionnelle autour de notre nouvelle identité et par la construction d'une nouvelle stratégie scientifique. Ils rendent compte à la fois de l'élargissement de nos thématiques de recherche et des nouvelles synergies permises par la fusion de deux organismes de recherche reconnus et attendus. Notre nouveau collectif porte aujourd'hui l'ambition de l'excellence scientifique et de la production de solutions innovantes pour répondre à des enjeux planétaires

majeurs : l'alimentation des populations avec en même temps une gestion durable des ressources naturelles indispensable à la vie, l'atténuation et l'adaptation au changement climatique, et plus généralement l'accompagnement des acteurs de nos territoires dans des transitions agricoles et alimentaires devenues indispensables.

Comment se sont organisées les équipes d'INRAE pour achever cette transformation tout en assurant leurs missions premières ?

Le défi était triple pour les 12 000 chercheurs, ingénieurs, techniciens et administratifs d'INRAE : préparer la feuille de route de leur nouvel institut, notre plan stratégique INRAE2030, tout en menant des recherches au meilleur niveau mondial pour permettre de réelles avancées scientifiques, et en s'adaptant à un contexte sanitaire difficile et changeant. Ils y sont malgré tout parvenus. Je remercie chaleureusement tous les agents d'INRAE pour leur engagement exceptionnel durant la crise de la Covid-19 et les félicite pour les résultats obtenus.

INRAE2030 a été élaboré durant toute l'année 2020. Il est le fruit de la mobilisation de 2 600 contributeurs internes et de plus de 100 partenaires français et étrangers. En cohérence avec les objectifs de nos ministères de tutelle, l'encadrement de l'institut a œuvré dès la fin de l'année 2019 pour permettre ce projet ouvert, moderne et partagé. Ouvert, en promouvant

le partenariat et l'innovation, l'expertise et l'appui aux politiques publiques. Moderne, en favorisant les recherches interdisciplinaires, les sciences des données ou les travaux sur la santé globale dont l'actualité sanitaire a rappelé l'importance. Partagé, avec l'ensemble de nos parties prenantes, pour tenir compte de la diversification des acteurs et des bénéficiaires de la recherche, de la complexification des systèmes que nous étudions et des sollicitations croissantes de la société.

En parallèle, INRAE se devait de poursuivre sa mission d'organisme public de recherche finalisée : la production de connaissances et d'innovations au service de l'intérêt général. Nos équipes se sont distinguées par des publications à fort impact dans de nombreuses thématiques : les enjeux environnementaux et les risques (atténuation

et adaptation au changement climatique, biodiversité et sélection génétique), la transition agroécologique et alimentaire (transition des élevages, progression vers une agriculture sans pesticides), la bioéconomie (meilleure gestion des cycles, traitement des eaux usées, usages de la biomasse), les sciences des données et technologies du numérique (systèmes complexes, capteurs et systèmes d'acquisition) et la santé globale (pollution, nutrition préventive, émergence de maladies transmissibles au sein et entre les systèmes environnementaux, agricoles et alimentaires).

INRAE a également poursuivi ses efforts pour le développement de la coopération internationale, en organisant par exemple la signature au Salon international de l'agriculture d'une déclaration d'intention pour le *Green Deal* avec 24 organismes de recherche de 16 pays européens. Nos équipes ont œuvré pour le partenariat et le transfert, en devenant notamment chef de file du Consortium AgriO, labellisé French Tech Seed par Bpifrance, qui accompagne les start-ups agricoles et agro-alimentaires. A la demande du Gouvernement et en appui aux politiques publiques, l'institut a produit un plan national de recherche et d'innovation pour développer des alternatives aux néonicotinoïdes et un rapport sur l'évaluation économique des alternatives au glyphosate en grandes cultures.

Cette année 2020 a été marquée par une crise planétaire aux impacts majeurs. Comment INRAE a fait face à cette situation ?

La Covid-19 a bouleversé l'ensemble des activités humaines. Notre institut a adapté, tout au long de la crise, son organisation et sa programmation scientifique. Nous pouvons être fiers de la mobilisation sans faille de nos scientifiques et de nos personnels

d'appui, sans laquelle il aurait été impossible de spécifier et de maintenir nos activités essentielles, ou de contribuer à l'effort national de solidarité envers les acteurs et les structures de santé.

La direction générale de l'établissement et les directions d'appui à la recherche d'INRAE, en lien étroit avec nos présidents de centre, nos chefs de département scientifique, nos directeurs d'unité et les acteurs de la prévention sur le terrain, ont travaillé sans relâche pour assurer la protection des personnels et adapter l'activité. En un an, 45 réunions de la cellule de crise nationale ont par exemple été organisées, notre communication interne a été renforcée, une

aide psychologique a été proposée à tous les agents, et les modalités de travail ont très rapidement évoluées jusqu'à atteindre 80% de télétravail au plus fort de la pandémie. La compétence,

le dévouement et la disponibilité des équipes mobilisées ont porté leurs fruits, comme l'illustre notre baromètre social de 2020 qui reste stable avec 82% d'opinions favorables concernant la qualité de vie au travail.

Ce contexte pandémique fait-il écho aux activités de recherche d'INRAE ?

En tant qu'acteur de la recherche, INRAE se devait d'être mobilisé sur le plan scientifique. Cette crise a confirmé l'acuité des liens entre protection environnementale, biodiversité et santés animale, végétale, humaine. Fidèles à cette approche que nous défendons depuis longtemps, en cohérence avec nos compétences sur les coronavirus animaux, forts de nos spécialistes dans des domaines variés comme la virologie, la vaccinologie, l'épidémiologie ou les mathématiques, nous avons lancé dès l'année 2020 une quarantaine de projets autour du SARS-CoV-2. Cette dynamique se poursuivra puisque l'approche « *One Health* » pour une santé globale fait partie des cinq orientations scientifiques prioritaires d'INRAE2030.

Cette période singulière a de nouveau prouvé l'engagement des femmes et des hommes qui composent INRAE et qui œuvrent au quotidien pour relever les défis de la planète de demain. Alors que chacun d'entre nous a dû redoubler d'efforts pour repenser ses activités, ils ont été la parfaite illustration de la passion pour la science et de la résilience qui font la force de notre collectif. La responsabilité dont nous avons tous fait preuve durant cette première année si singulière me rend particulièrement optimiste quant à nos succès futurs !



Timeline

Les temps forts de l'année

2020



Cérémonie de lancement d'INRAE.
Dévoilement d'une plaque inaugurale
dans le hall du 147 rue de l'université.
© INRAE, B. Nicolas

1^{er} janvier

Création d'INRAE

Poursuivre une recherche d'excellence en lien avec la société et pour l'innovation, l'expertise et l'appui aux politiques publiques, telle est l'ambition de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) né le 1^{er} janvier 2020, de la fusion de l'Inra et d'Irstea. INRAE devient sur son nouveau périmètre, le premier institut scientifique au monde spécialisé sur ces questions.

22 février - 1^{er} mars

Succès pour le premier Salon de l'agriculture d'INRAE

Un président de la République, deux ministres de tutelle, des dizaines de milliers de visiteurs et un prix du design, INRAE était à l'honneur pour son premier Salon avec un stand qui présentait quelques-unes de ses recherches sur ses trois piliers : agriculture, alimentation et environnement.

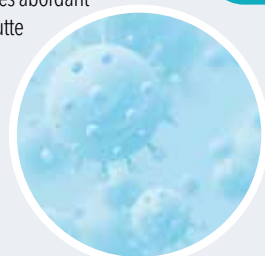
E. Macron avec les équipes d'INRAE sur le stand de l'institut au Salon de l'agriculture
© INRAE, C. Maitre



12 mars

Covid-19 : la santé globale en jeu

Dès mars, l'institut s'implique, au sein du réseau REACTing créé par l'Alliance Aviesan, pour la sélection de 20 initiatives scientifiques abordant de façon exhaustive la lutte contre le virus. Depuis, l'institut participe à la recherche interdisciplinaire pour mieux comprendre, prévenir et agir face au risque épidémique.



12 mai

Naissance du consortium AgriO pour soutenir les start-up en agriculture et agro-alimentaire

AgriO, le consortium porté par INRAE et rassemblant acteurs scientifiques, institutionnels et économiques se voit labellisé par la French Tech Seed. Il peut désormais accompagner les start-up des domaines agricole et agro-alimentaire dans leur développement jusqu'à une labellisation à destination des investisseurs.

28 - 29 mai

Visite de Frédérique Vidal, ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation sur le site d'Estrées-Mons (Hauts-de-France)

Lors de sa visite sur le site INRAE, la ministre échange avec les équipes de recherche sur les conséquences de la crise de la Covid-19, en particulier pour l'unité expérimentale dédiée aux grandes cultures. Les scientifiques belges et français de la nouvelle UMR transfrontalière ÉcoBioAgro présentent également leur projet visant à soutenir une agriculture durable et performante via notamment la bioéconomie, le biocontrôle, la biopréservation et la dépollution.



Les représentants de l'ARC lors de la signature en visioconférence de la convention tripartite avec le Cirad et INRAE.
© J-P Torretton

24 juillet

Coopération internationale France/Afrique du Sud : un accord tripartite entre l'ARC, le CIRAD et INRAE

INRAE, le CIRAD et le Conseil de la recherche agricole, principal organisme sud-africain de recherche et développement en agriculture s'associent pour une durée de cinq ans. Ils affirment ainsi leur volonté de contribuer ensemble aux enjeux de l'Afrique australe notamment par la dissémination des savoirs pour la gestion de la santé animale et l'adaptation des agricultures familiales au changement climatique.

1^{er} juillet

Collaboration internationale pour la santé des vignobles

INRAE et l'université de Californie (USA) signent un 1^{er} accord de coopération autour de domaines scientifiques stratégiques identifiés conjointement. Il se concrétise notamment par le lancement, pour deux ans, d'un projet de recherche sur la santé de la vigne *via* en particulier des travaux en génétique des plantes.



Paysage de vignoble dans la Napa Valley (Californie, USA).
© INRAE, M. Meuret



22 septembre

INRAE et l'ITB proposent au ministre J. Denormandie un plan national de Recherche et d'innovation pour développer des alternatives aux néonicotinoïdes

INRAE et Institut technique de la betterave (ITB) remettent au ministre de l'Agriculture une proposition de plan national de recherche et d'innovation priorisant quatre axes de recherche pour développer des solutions alternatives aux néonicotinoïdes et lutter contre la jaunisse de la betterave sucrière. Ils se voient confier la coordination de ce plan.

Le ministre J. Denormandie lors de la remise du plan de recherche « alternatives aux néonicotinoïdes »
 © Cheick Saidou/agriculture.gouv.fr

**18 septembre**

Renforcer les collaborations entre le MTE et INRAE

Afin d'encourager et renforcer la recherche, l'expertise et l'appui aux politiques publiques sur les questions environnementales, B. Pompili, ministre de la Transition écologique et Philippe Mauguin, président-directeur général d'INRAE signent une convention-cadre entre le MTE et INRAE pour renforcer leurs relations.

**12 octobre**

Signature d'un protocole d'accord pour améliorer les rémunérations et carrières de l'ESR

Le ministère de la Recherche et les organisations syndicales signent un protocole d'accord en marge du vote pour la loi de Programmation de la recherche pour la revalorisation des rémunérations et carrières. Cette revalorisation est effective courant 2021 à INRAE pour le socle des primes indemnitaires pour les corps des AT, TR, AI, IE, IR, CR et DR avec une rétroactivité appliquée dès le 1^{er} janvier 2021. D'autres réévaluations de prime interviendront pour les corps des TR, AI, IE, IR, CR et DR par tranche jusqu'en 2027.

13 octobre

Plan stratégique INRAE 2030 : un séminaire international autour des ODD

INRAE invite ses partenaires internationaux à échanger lors d'un séminaire virtuel sur la contribution de la recherche aux Objectifs de développement durable (ODD), sur les thématiques de l'usage des terres et des systèmes alimentaires. Les réflexions des chercheurs partenaires réunis et issus d'organismes à dimension internationale (universités de Wageningen, d'Oxford, de Washington, de l'Imperial College London, de l'International Science Council) ont alimenté le projet stratégique INRAE 2030.



© INRAE, B. Nicolas

**22 octobre**

Philippe Mauguin reconduit pour quatre ans à la présidence d'INRAE

À la suite du vote quasi unanime des parlementaires des deux assemblées, le Conseil des ministres renouvelle Philippe Mauguin au poste de président-directeur général d'INRAE pour un mandat de quatre ans. Lors de ses auditions, Philippe Mauguin a présenté son bilan, dont la fusion entre l'Inra et Irstea, et les priorités de recherche du nouvel institut face aux enjeux des grands changements globaux en cours.

23 - 28 octobre

Des arbres qui crèvent l'écran

Le film *Le Génie des arbres* reçoit le prix de la Biodiversité lors du festival international du film scientifique Pariscience. Coproduit par INRAE, le documentaire s'appuie sur les recherches d'experts INRAE pour mettre en lumière les capacités insoupçonnées des arbres et leur rôle majeur face au changement climatique. Sa diffusion en mai sur France 5 fait partie des records de la chaîne avec 1,3 M de téléspectateurs.

**14 décembre**

55 projets de rénovation financés par le plan de Relance

INRAE se voit attribuer près de 13 M€ pour financer la rénovation thermique d'une partie de ses surfaces bâties. Les 55 projets retenus permettront à INRAE de réduire ses émissions de Gaz à effet de serre (GES) d'environ 475 tonnes équivalent CO₂ d'ici 2023.

17 décembre

Après l'avis du Conseil scientifique, le Conseil d'administration d'INRAE adopte le plan stratégique INRAE 2030

INRAE 2030 présente le cadre stratégique à 10 ans du nouvel institut. Ce plan s'organise autour de cinq orientations scientifiques et trois orientations politiques pour répondre aux grands défis posés à la recherche dans les domaines de l'agriculture, l'alimentation et l'environnement.



2021



Naissance d'INRAE, nouvel acteur de la recherche et de l'innovation en agriculture, alimentation et environnement

Le 1^{er} janvier 2020, au terme d'un processus engagé en 2018, INRAE, l'Institut national de la recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, naît de la fusion de l'Inra, Institut National de la Recherche Agronomique et d'Irstea, l'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Agriculture et l'Environnement. Inauguré lors d'une cérémonie réunissant les ministres de tutelle, Frédérique Vidal, Ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation et Didier Guillaume, Ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation, aux côtés du Président directeur général Philippe Mauguin et de l'ancien Président d'Irstea, Marc Michel, INRAE est le premier organisme de recherche mondial spécialisé sur l'ensemble « agriculture, alimentation et environnement ».

Fort des synergies créées entre ses 12 000 agents, le nouvel organisme vise à développer une recherche d'excellence au service de la production de connaissances, de l'enseignement, de l'innovation, et en appui aux politiques publiques. Il a pour ambition d'être un acteur clé des transitions nécessaires pour répondre aux grands enjeux mondiaux en construisant avec ses partenaires des solutions pour des agricultures multi-performantes, une alimentation de qualité et une gestion durable des ressources et des écosystèmes.

.1	.2	.3
.4	.5	.6
.7	.8	.9

1. Présentation de plusieurs projets agroécologiques (VITAE, VitiREV...) en viticulture à la ministre de la Recherche F. Vidal, site INRAE de la Grande Ferrade (33)
© INRAE - G.Lambert

2. Lancement d'INRAE et présentation de projets scientifiques en présence de Philippe Mauguin sur le site du Gazinet (33)
© INRAE - G.Lambert

3. Lancement d'INRAE et présentation de projets scientifiques en présence de Philippe Mauguin sur le site du Gazinet (33)
© INRAE - G.Lambert
4. Atelier pour l'élaboration du plan INRAE2030, Estrées-Mons Centre Hauts-de-France
© INRAE - A.Waquet

5. Atelier pour l'élaboration du plan INRAE2030 Centre Pays de la Loire
© INRAE - N.Mansion

6. Atelier pour l'élaboration du plan INRAE2030 Centre Pays de la Loire
© INRAE - N.Mansion
7. Animation autour de la naissance d'INRAE, Centre Lyon-Grenoble-Auvergne-Rhône-Alpes
© INRAE - A.Dubost

8. Les directeurs d'unité angevins présentent le nouvel Institut, au SIVAL, le salon des productions horticoles à Angers.

9. Présentation du nouvel institut à la presse régionale ainsi qu'aux partenaires académiques et territoriaux du Centre Bourgogne-Franche-Comté
© INRAE, L.Piquemal





Spécial Covid-19

Les recherches de l'institut à l'heure de la pandémie de Covid-19

ORGANISATION

Confiance, bienveillance, pragmatisme : les clés de notre gestion de crise

Entre la fusion Inra-Irstea et la crise sanitaire, l'année 2020 corsait la tâche de la nouvelle communauté INRAE. Les difficultés révèlent un énorme engagement collectif.

Les équipes d'INRAE ont assuré la continuité de service en 2020 et mené à bien tous les chantiers prévus, notamment ceux liés à la fusion. « Tout le monde a fait preuve d'une grande solidarité, souligne Fabrice Marty, directeur général délégué aux Ressources. Chacun a réfléchi à ce qui devait être maintenu en priorité lors du confinement au travers de l'élaboration de plans de continuité de l'activité, s'est adapté rapidement à une nouvelle organisation de travail et a respecté les règles de sécurité sanitaire par la suite. »

À l'échelle de l'institut, une cellule nationale de crise dédiée a été mise en place avant le confinement, fin février 2020. Elle initie depuis, autant que nécessaire, des rendez-vous entre la direction générale d'INRAE, les responsables de prévention et

les 18 présidents de centres. Et ce jusqu'à trois fois par semaine si besoin. Les échanges ont permis de trouver rapidement un mode de collaboration optimal entre décisions nationales et gestion locale. « Nous avons fait confiance aux présidents de centres et aux managers de proximité pour décliner les mesures localement », ajoute Fabrice Marty. Ces managers sont en effet en première ligne pour mettre en place les mesures et accompagner les agents dans un contexte de travail à distance généralisé. Aux côtés de l'implication exceptionnelle des équipes RH, informatique et prévention, la communication joue également un rôle majeur avec une action parallèle et concertée de la direction nationale et du réseau des communicants locaux pour accompagner agents et managers dans la gestion de crise. Guides prévention, infographies RH, guides informatiques mais aussi information sur l'activité continue de l'institut, ont été diffusés sur Intranet et sur Internet, en français et en anglais, pour toucher tous les agents.

Un travail d'analyse pour s'améliorer

Les collectifs se sont serré les coudes mais cette période n'a pas été sans conséquence. Deux initiatives ont permis de consolider les enseignements de cette crise dans une démarche d'amélioration continue. Un retour d'expérience centré sur la gestion de la crise entre janvier et juillet 2020 a été conduit sur la base notamment de 42 entretiens individuels avec des responsables de la direction et de l'encadrement, plus de 200 réponses à une enquête en ligne à l'attention des directions d'unité et huit tables rondes thématiques. Les points forts ont été soulignés et les objectifs d'amélioration définis : mieux cadrer et outiller la cellule nationale de crise et la gestion de crise (plans de continuité d'activité), préciser les modes de fonctionnement avec les partenaires d'INRAE et davantage identifier et valoriser les responsables d'équipe.

Une analyse du ressenti des agents par rapport à la crise sanitaire et à la fusion sera menée en 2021 avec le Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail (CHSCT), avec pour objectif de prévenir les risques psycho-sociaux qui pourraient advenir.

La vision combinée de ces deux dispositifs permettra de consolider la gestion de crise et de veiller au bien-être de chacun.

INRAE au rythme de la crise sanitaire

1^{er} confinement

Fermeture de tous les centres durant huit semaines

● Arrêt des installations et expérimentations sauf cas particuliers (recherches sur la Covid-19, sauvegarde du patrimoine indispensable à l'exercice des missions fondamentales de l'institut, entretien des élevages et animaleries, suivi de plantation pour ne pas mettre en péril la production annuelle)

● Continuité de service et des activités de recherche grâce à la mise en place du télétravail généralisé avec autorisation spéciale d'absence (ASA) pour les agents se trouvant dans l'impossibilité de travailler à distance

2^e confinement

Continuité de service et des activités de recherche

● Priorité au télétravail et retour sur site limité

● Modalités de retour sur site adaptées pour assurer le bon fonctionnement des collectifs



ORGANISATION

Focus

Dans les coulisses, le travail colossal des équipes informatiques

Permettre à tous les agents de télétravailler du jour au lendemain suppose une organisation et une efficacité sans faille. Présentes sur site quand nécessaire, les équipes assurent très rapidement l'équipement de tous les agents avec commande de postes de travail mobiles et assistance pour l'installation à domicile si besoin. Une hotline avec possibilité de prise en main à distance sur ordinateur est mise en place. En parallèle, les capacités des services centraux informatiques sont adaptées grâce à l'augmentation des licences pour connexions téléphoniques sur la plateforme Skype et un doublement des capacités techniques d'accueil sur ces systèmes. Résultat : le système et les équipes assurent une continuité de service dès le début de la crise avec parfois jusqu'à 7 000 connexions simultanées.

Centre Versailles-Grignon : s'organiser à l'heure de la Covid-19

Charge donc aux centres d'adapter les consignes nationales aux réalités locales. Camille Michon, présidente du centre INRAE Île-de-France-Versailles-Grignon, riche de 1200 agents répartis sur huit implantations, tantôt hébergés dans les locaux INRAE, tantôt accueillis sur les sites des partenaires (AgroParisTech, ENS Paris, université Paris-Dauphine, université Gustave-Eiffel), apporte son témoignage. Lors du premier confinement, les centres INRAE ont fermé leurs portes pendant huit semaines. Les premières étapes, cruciales, ont été bien anticipées : « Une fois informés par la direction générale, nous avons coordonné et harmonisé nos actions en interne et avec nos partenaires. Nous avons mis sur pied une cellule de crise et avons préparé



© INRAE, B. Nicolas

et appliqué le plan de continuité de l'activité d'INRAE avec les directeurs d'unité pour une fermeture de nos sites en moins de 48 heures. Notre objectif était de conserver notre outil de travail », résume Camille Michon. Après une analyse au cas par cas et en accord avec la direction scientifique, seules quelques expérimentations sont maintenues dans des conditions très strictes de respect des gestes barrières et en limitant au maximum les déplacements. C'est le cas

« En mars, les soignants manquaient de masques, de lunettes, de gants, de surblouses. Nous avons donné tout ce que nous pouvions. À titre d'exemple, l'une de nos unités a ainsi donné 80 % de son stock annuel de gants. »

Camille Michon

par exemple d'une doctorante dont les expérimentations sur la biodiversité végétale et animale dans les champs étaient préparées depuis deux ans. « Elle a pu malgré tout réaliser 25 à 30 % des observations prévues, indique Camille Michon. Sans cela, elle n'aurait pas pu terminer sa thèse à moins de la prolonger de deux ou trois ans. »

La solidarité avant tout

Jusqu'au 11 mai, date de réouverture du centre, 70 membres du personnel volon-

taires et mobilisables sur site ont assuré les tâches essentielles pour préserver l'outil de travail. « Leur planning a été organisé avec le moins de temps possible sur place, précise Camille Michon. Ces collègues ont parfois fait des choses très différentes de leurs tâches habituelles comme nourrir les élevages de lombrics, ou arroser les cultures sous serres, veiller à la bonne marche des congélateurs à -80 °C pour la conservation des collections végétales... Toutes leurs

interventions mises bout à bout ont représenté trois temps pleins ».

La solidarité s'est organisée également pour aider des hôpitaux de l'ouest parisien. « En mars, les soignants manquaient de masques, de lunettes, de gants, de surblouses, se souvient Camille Michon. Nous avons donné tout ce que nous pouvions. À titre d'exemple, l'une de nos unités a ainsi donné 80 % de son stock annuel de gants. »

Les scientifiques d'INRAE sur tous les fronts

Promue depuis longtemps par INRAE, l'approche de santé globale *One Health*¹ a pris tout son sens aux yeux des citoyens avec la pandémie de Covid-19. Comment envisager la santé de l'être humain sans prendre en compte celle de son environnement et de la faune qu'il côtoie aux quatre coins du monde ? Dès le début de la crise sanitaire, les unités d'INRAE se sont mobilisées pour renforcer une recherche interdisciplinaire permettant de mieux comprendre, de prévenir et d'agir face au risque épidémique.

Inscrit dans les orientations scientifiques de la stratégie INRAE2030, le concept de santé globale s'est imposé depuis le début de la pandémie de Covid-19. Ce sont 75%² des maladies infectieuses émergentes chez l'humain sont transmises par des animaux ou des produits d'origine animale. « Ces maladies apparaissent régulièrement dans les régions intertropicales où l'on a une forte concentration d'espèces différentes de mammifères, explique Muriel Vayssier-Taussat, cheffe du département Santé animale à INRAE. Il y a de nombreux contacts entre les humains, la faune domestique et la faune sauvage. Mais également avec les microbes que ces animaux transportent. » Notre société mondialisée nous expose alors à des épidémies qui se diffusent facilement, quand elles pouvaient auparavant rester relativement localisées.

Prezode, des recherches pour l'avenir

Les travaux de recherche auxquels participe INRAE illustrent cette approche globale de la santé. L'initiative internationale Prezode, préparée en 2020 et lancée par le président de la République début 2021, a pour objectif de prévenir les risques d'émergences zoonotiques et de pandémies. Avec le soutien des ministères chargés de la Recherche, de l'Environnement, des Affaires étrangères et de la Santé, elle est impulsée par INRAE, le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) et l'Institut de recherche pour le développement (IRD), en concertation avec une

SCIENCES / RECHERCHES



dizaine d'organisations de recherche en France, en Allemagne et aux Pays-Bas. Prezode a pour objectif de mettre en lien plus de 1 000 chercheurs de 50 pays et de cinq continents. « Nous avons besoin de recherches dans le domaine de la surveillance pour avoir des systèmes bien plus performants, au niveau national et international, pour détecter les signaux faibles des épidémies et les enrayer au tout début, ajoute Muriel Vayssier-Taussat. Nous avons aussi besoin de comprendre les conditions qui favorisent les émergences pour éviter d'y être confrontés. »

Conseiller le gouvernement

INRAE, par l'intermédiaire de Muriel Vayssier-Taussat, participe également à CARE, le Comité analyse recherche expertise, qui regroupe 12 chercheurs et médecins de spécialités différentes. « Nous avons aidé le gouvernement à définir des priorités de recherche pour répondre rapidement à l'épidémie, précise Muriel Vayssier-Taussat. Nous avons aussi émis des recommandations et conseils pour mettre en place une structure qui coordonne la recherche française sur les maladies infectieuses ». Résultat : une nouvelle agence, l'ANRS | Maladies infectieuses émergentes, voit le jour le 1^{er} janvier 2021. Son ambition dépasse la crise sanitaire liée à la Covid-19 et vise à mieux nous « préparer aux prochaines épidémies auxquelles nous aurons à faire face ». Pour cela, de grands projets de recherche interdisciplinaires seront structurés, avec la participation d'INRAE, dans une logique de santé globale.

1. « Une seule santé ».

2. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11516376/>



SCIENCES / RECHERCHES

Focus

Comprendre la dynamique épidémique

L'équipe Biostatistique et processus spatiaux a conçu un modèle pour déterminer les facteurs qui expliquent la distribution géographique de la Covid-19 au début de l'été 2020. Les résultats indiquent que les mesures sanitaires (port du masque, respect des gestes barrières ou fermeture des écoles) et les déplacements sont les facteurs qui influencent le plus la dynamique épidémique.

Les chercheurs ont aussi développé des outils de visualisation, à disposition de tous, pour comparer l'effet des stratégies nationales.

Pour en savoir plus :
<https://url.inrae.fr/3akVB6c>

Quels impacts dans nos assiettes ?

Le 15 mars 2020, à la veille du premier confinement, un appel à témoignages était lancé pour évaluer la façon dont le système alimentaire s'adaptait dans l'urgence. Les 780 témoignages recueillis nous ont appris que les circuits d'approvisionnement longs et courts ont bien résisté, bien que bousculés. Les circuits



courts ont été particulièrement sollicités car ils paraissaient plus sûrs, d'autant que les consommateurs ont souhaité soutenir les producteurs. Nombreux sont ceux qui ont également eu plus de temps pour cuisiner et penser à leur alimentation. Les producteurs ont innové en développant la vente directe et les consommateurs se sont organisés en groupements d'achats informels, entre voisins notamment.

Retrouvez tous les enseignements de cette enquête associant chercheurs INRAE et acteurs du développement dans *Manger au temps du coronavirus*, paru en novembre 2020 aux éditions Apogée.
<https://url.inrae.fr/34mKK83>

Perte d'odorat : le SARS-CoV-2 n'infecterait pas les nerfs olfactifs

L'anosmie, ou perte d'odorat, est fréquente chez les patients atteints de la Covid-19. Ce type de symptôme est lié à la faculté des virus respiratoires à infecter la cavité nasale et potentiellement les neurones olfactifs, exposés à l'environnement

et connectés au système nerveux central. Des chercheurs d'INRAE, en collaboration avec l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation (ANSES), de l'environnement et du travail, ont démontré chez le hamster que le virus infecte d'autres cellules de la muqueuse nasale, mais pas les nerfs olfactifs.

Les scientifiques ont ainsi montré que le SARS-CoV-2 infecte massivement les cellules de soutien qui entourent les neurones olfactifs mais pas ceux-ci. En plus de l'infection de ces cellules, il se produit une desquamation de la muqueuse nasale, qui pourrait quant à elle expliquer la perte d'odorat.

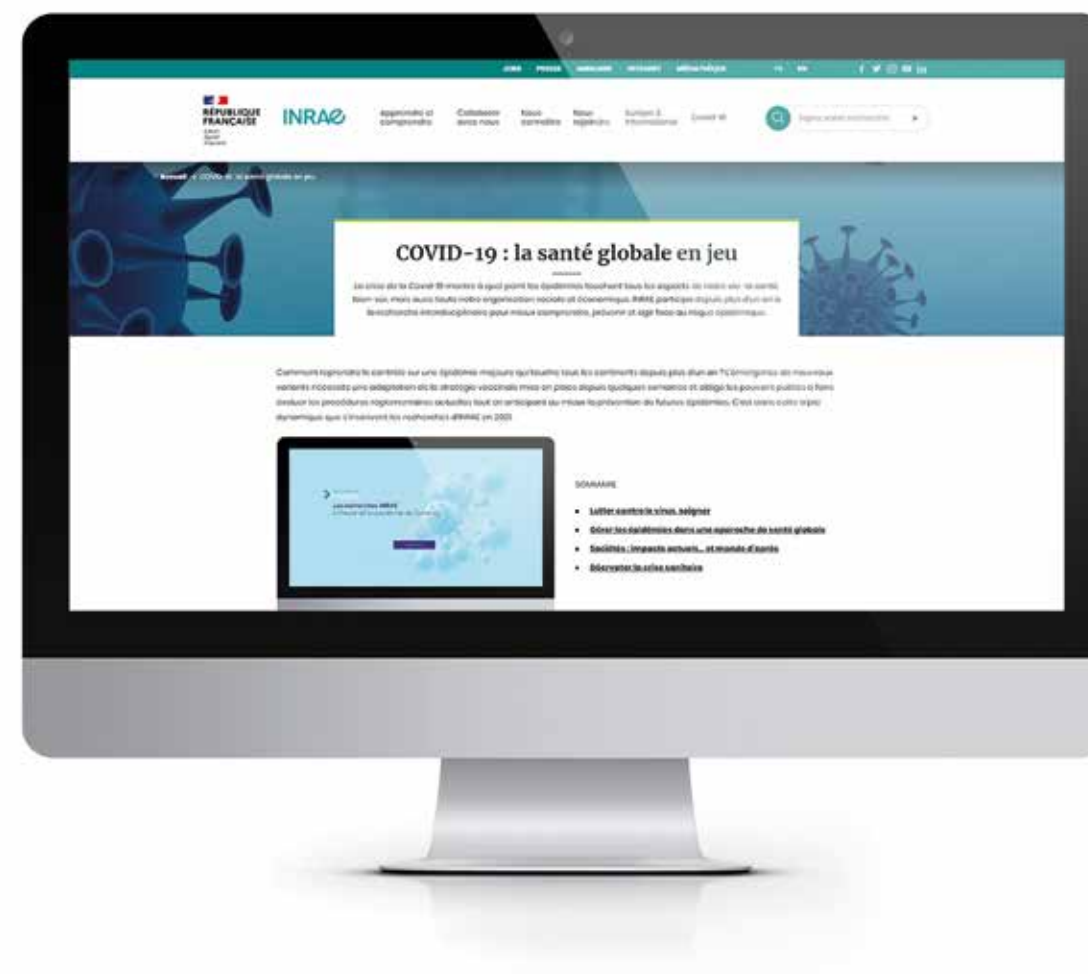
La compréhension des interactions entre les neurones olfactifs et le virus est importante sachant que de nombreux patients présentent des troubles neurologiques, notamment dans les cas les plus sévères de Covid-19.

<https://url.inrae.fr/31UUMwe>

SCIENCES / RECHERCHES

Consultez le dossier de presse

Pour retrouver l'ensemble des recherches développées par INRAE autour de cette pandémie



<https://www.inrae.fr/Covid-19>



La stratégie INRAE 2030

Atténuation et adaptation au changement climatique, transition des agricultures, sécurité alimentaire et nutritionnelle, santé humaine et santé de la planète, préservation des ressources naturelles, restauration de la biodiversité, anticipation et gestion des risques, les défis planétaires auxquels notre société est confrontée créent de nouvelles attentes vis-à-vis de la recherche. Positionné parmi les dix premiers établissements de recherche publique au monde pour contribuer aux objectifs de développement durable, et leader dans le domaine agriculture-alimentation-environnement, le nouvel établissement INRAE s’est employé, en 2020, à élaborer de façon collective et participative son projet stratégique en réponse à ces défis.

Cette élaboration, entamée dès 2019, a impliqué tout au long de l’année 2020 de nombreux collaborateurs et collaboratrices internes et une centaine de partenaires nationaux et internationaux dans une démarche de coconstruction innovante. Ouverte à tous, et animée par des ateliers en présentiel dans les centres, une plateforme en ligne a permis de recueillir la contribution individuelle ou collective de 1 600 agents. Malgré le contexte de pandémie, une consultation externe a pu être initiée recevant à l’été la contribution de partenaires et parties prenantes nationales pour enrichir ce travail mené par les managers et partagé en conseil scientifique en septembre.

Enfin, en octobre, un atelier scientifique international virtuel a mobilisé une trentaine de chercheurs et chercheuses de haut niveau pour explorer les contributions de la recherche interna-

tionale aux objectifs du développement durable sur les thématiques des terres et des systèmes alimentaires. Cette réflexion est venue parachever le document final voté par le Conseil d’administration en décembre.

Le plan stratégique présente les orientations scientifiques et de politique générale qui guideront les activités de l’institut des prochaines années. Il donne un cap à 10 ans en s’appuyant sur des actions immédiates, voire déjà engagées, afin de proposer des solutions pouvant être progressivement mises en place selon des trajectoires adaptatives.

Ces orientations visent à mettre en œuvre une recherche finalisée, associant sciences fondamentales et appliquées, combinant l’excellence dans les disciplines et approches interdisciplinaires, pour développer les connaissances et les solutions via l’expertise, l’innovation et l’appui aux politiques publiques. Ce plan offre un cadre pour les stratégies des unités, départements, directions d’appui et centres de l’institut. Il est également une base de discussion pour l’élaboration des collaborations d’INRAE avec ses partenaires, pouvoirs publics, acteurs socio-économiques, citoyens régionaux, nationaux, européens et internationaux avec qui l’institut ambitionne de relever ces grands défis.

La feuille de route opérationnelle, précisant les objectifs, étapes et indicateurs pour chaque orientation, sera quant à elle définie et détaillée dans le futur contrat d’objectifs de l’établissement.



Les orientations

Orientations scientifiques

- OS1 Répondre aux enjeux environnementaux et gérer les risques associés
- OS2 Accélérer les transitions agro-écologique et alimentaire, en tenant compte des enjeux économiques et sociaux
- OS3 Développer une bioéconomie basée sur une utilisation sobre et circulaire des ressources
- OS4 Favoriser une approche globale de la santé
- OS5 Mobiliser la science des données et les technologies du numérique au service des transitions

Orientations politiques

- OP1 Placer la science, l’innovation et l’expertise au cœur de nos relations avec la société pour renforcer notre culture de l’impact
- OP2 Être un acteur engagé dans les sites universitaires en France et un leader dans les partenariats européens et internationaux
- OP3 La stratégie « Responsabilité sociale et environnementale » (RSE) : une priorité collective



Prospectives et métaprogrammes : l’interdisciplinarité pour relever nos défis

Six perspectives scientifiques interdisciplinaires ont été conduites entre 2017 et 2020. À partir d’un état de l’art thématique, elles identifient les défis, les priorités scientifiques à mettre en œuvre et orientent la stratégie de recherche d’INRAE à l’horizon 2030. Quatre d’entre elles, portant sur l’agroécologie, le nexus santé (ou la santé moteur des transitions agricole, alimentaire et environnementale), la bioéconomie et la science pour les élevages de demain, ont organisé leur restitution publique en 2020. Leurs travaux sont accessibles via des rapports mis en ligne dans une collection dédiée. La prospective sur l’agroécologie a fait l’objet d’un ouvrage aux éditions Quae.

Les enseignements tirés de ces six perspectives, d’une première génération de

métaprogrammes de l’Inra (2010-2018) et des orientations stratégiques d’Irstea ont permis de définir une nouvelle génération de dix métaprogrammes. Ils constituent un dispositif d’animation et de programmation scientifique sur un nombre restreint de sujets nécessitant des approches systémiques et interdisciplinaires pour répondre à nos défis scientifiques et sociétaux. Un soutien financier leur est alloué par INRAE durant cinq à huit années.

Trois d’entre eux ont été lancés en 2019 : holobiontes et flux microbiens au sein des systèmes agroalimentaires (Holoflux); santé et bien-être des animaux en élevage (Sanba); changement d’échelle de l’agriculture biologique (Metabio). En 2020, c’était au tour de la gestion durable de la santé des plantes (SuMCrop) et de la bioéconomie pour les territoires urbains (Better).

<https://url.inrae.fr/3iuPCht>



Avancées scientifiques 2020



*Philippe Lemanceau, Laurier 2020, Grand Prix de la Recherche agronomique.
Directeur de l'unité Agroécologie, Centre INRAE de Dijon © INRAE, C. Maitre*



Orientation scientifique

Répondre aux enjeux environnementaux et mieux évaluer les risques naturels et climatiques

Réussir la transition écologique implique d'élaborer et de tester des stratégies de réduction de la vulnérabilité et de renforcement de la résilience des systèmes agricoles, alimentaires et environnementaux, aux conséquences des changements globaux. Afin de mettre à profit les capacités adaptatives des individus et des populations et élaborer des stratégies de gestion, il est essentiel d'analyser les mécanismes d'adaptation du vivant à différentes échelles. Des recherches sont également nécessaires pour comprendre la dynamique et les fonctions de la biodiversité afin de stopper son érosion, la conserver, l'utiliser durablement, voire la restaurer. Enfin, pour faire face aux risques naturels et climatiques, les recherches doivent cibler une meilleure compréhension des aléas correspondants et de la vulnérabilité des enjeux exposés.

Changement climatique : intégrer les démarches d'atténuation et d'adaptation

La sécheresse en Europe réduit l'absorption du carbone et le rendement des cultures

L'infrastructure de recherche européenne ICOS (Système intégré d'observation du carbone) a permis de réaliser une série d'études montrant comment la nature et les cultures européennes réagissent à une grande sécheresse, à l'image de celle qui a marqué les trois derniers étés, de 2018 à 2020. Les résultats des 17 études révèlent qu'en 2018 par exemple, les puits de carbone ont baissé de 18 %. Avec la sécheresse, certains écosystèmes sont même passés de puits à sources. Ces analyses

ont été permises grâce aux données à long terme et de grande qualité fournies par ICOS qui mesure en continu d'importantes variables climatiques dans 140 stations en Europe, dont six supportées par INRAE. Ces études sur la sécheresse fournissent des connaissances cruciales pour essayer de réduire au minimum les effets négatifs du dérèglement climatique. Elles montrent également que la réaction de la végétation à un été très sec dépend beaucoup des conditions climatiques du printemps, voire de l'hiver précédent. Prévoir ces sécheresses et leurs conséquences plusieurs mois avant leur apparition favoriserait l'adaptation au changement climatique.

Philosophical Transactions B, <https://royalsocietypublishing.org/toc/rstb/375/1810>



Sécheresse dans le Mont Ventoux © INRAE, B. Nicolas

Les forêts tropicales peuvent s'adapter au changement climatique... jusqu'à un certain point

Les forêts tropicales stockent l'équivalent de 25 années de carbone émis au niveau mondial par la combustion d'énergie fossile. Le réchauffement climatique pourrait réduire cette capacité de stockage. Une équipe de recherche internationale a mené une étude qui s'appuie sur le suivi de la croissance d'un demi-million d'arbres à travers le monde, tous soumis au changement climatique. Les premiers résultats suggèrent que, parmi tous les bouleversements produits par le changement climatique, c'est l'augmentation de température qui a le plus d'influence sur le stockage du carbone. Les forêts tropicales seront capables de continuer à jouer le rôle de puits de carbone pour l'atmosphère même dans un environnement plus chaud, mais uniquement jusqu'à un certain point. En effet, l'équipe de recherche a identifié la température moyenne journalière maximale – à savoir 32 °C – que pourraient supporter les forêts tropicales tout en gardant un fonctionnement normal.

Science, doi.org/10.1126/science.aaw7578

Retrouver la diversité des travaux d'INRAE sur la vulnérabilité des forêts et leurs capacités d'adaptation : <https://url.inrae.fr/3i49Pc5>

Conversation avec...

Denis LOUSTAU

Unité de recherche Interactions sol plante atmosphère (ISPA)



Vos travaux en écophysiologie portent sur le cycle du carbone et l'hydrologie des forêts. Comment vous ont-ils conduit à changer d'échelle d'approche ?

Mes recherches visent à comprendre les interactions entre les forêts et leur environnement. Elles abordent des processus mis en place au niveau d'un organe, dont l'impact pour l'arbre ou le peuplement d'arbres ne peut être appréhendé qu'aux niveaux supérieurs, à travers la prise en compte des échanges radiatifs et convectifs des canopées d'arbres, de leur nutrition minérale, de leur croissance et de leurs interactions biotiques (compétition, herbivorie, symbioses...). De surcroît, les interactions forêts-atmosphère ne peuvent se circonscrire à un périmètre arbitraire : l'objet forêt impose une appréhension trans-échelles, dans l'espace et dans le temps. Suivant les temps d'intégration pris en compte, la réponse des arbres et des peuplements aux changements environnementaux peut différer. Un bon exemple est l'élévation de la température qui active instantanément la respiration du sol mais peut la diminuer à long terme. Des questions comme la réponse des forêts au dérèglement climatique ou la séquestration du carbone doivent s'aborder dans un tel cadre.

Quels sont les enjeux de l'observation des écosystèmes aujourd'hui ?

L'observation demeure la source primaire des connaissances sur les systèmes naturels complexes comme les forêts. Observer est nécessaire pour détecter, analyser et comprendre le fonctionnement des forêts et les interactions biotiques ou abiotiques qui en déterminent le cycle de vie. C'est par l'observation des forêts que nous pouvons quantifier les bilans en énergie, eau ou gaz à effet de serre (GES), la biodiversité, et comprendre leur réponse aux canicules, tempêtes, sécheresses, pathogènes ou pollutions. Le suivi à haute résolution et en temps réel des forêts avec des réseaux d'observation de nouvelle génération, que ce soit *in situ*, comme l'infrastructure ICOS³ ou *ex situ*, comme les missions du programme Copernicus, offrent une couverture géographique, une richesse et une qualité inégalées. Les unités de recherches, de service et expérimentales d'INRAE y prennent une place importante.

L'observation demeure la source primaire des connaissances sur les systèmes naturels complexes comme les forêts

Qu'apportent les observations aux approches de projection des impacts sur les forêts ?

Un enjeu majeur est la projection du comportement des forêts en réponse aux changements environnementaux futurs en matière de production, de séquestration du carbone et des GES, du cycle de l'eau et des éléments. Nous ne savons pas dans quelle mesure et à quel horizon temporel les stocks de carbone considérables des sols et de la biomasse des forêts sont conservables. Le développement de modèles de fonctionnement des forêts, dans le cadre de programmes de l'Agence nationale de la recherche (ARN), du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation⁴ et de l'ADEME, constitue une réponse à cet enjeu. Les observations jouent un rôle-clé dans cette démarche. Elles servent à confronter nos modèles avec des données réelles pour en éprouver la vraisemblance et appréhender les sources d'incertitudes. Elles nous permettent aussi de mieux caractériser des interactions et effets de rétroaction ou amplification complexes⁵.

- 1. <https://hal.inrae.fr/hal-02900349>
- 2. <https://hal.inrae.fr/hal-01757184>
- 3. <https://www.icos-cp.eu/>
- 4. <https://forets21.inrae.fr/pelican3.1/>
- 5. <https://doi.org/10.5194/gmd-13-5973-2020>



Biodiversité : un patrimoine mieux préservé et un levier d'action davantage mobilisé

Les micro-organismes des lacs fortement impactés depuis un siècle

Les micro-organismes aquatiques sont des acteurs majeurs des écosystèmes et de la biodiversité des lacs. Pourtant on ignore encore largement à quel point ils sont affectés par les pressions climatiques et humaines. Une analyse de l'ADN conservé dans les sédiments de 48 lacs a permis de comparer la diversité actuelle des micro-organismes avec celle de la fin du XIX^e siècle, avant l'accélération de l'impact des activités humaines sur les écosystèmes. Les résultats indiquent des changements drastiques dans la biodiversité des micro-organismes aquatiques et une homogénéisation de la diversité entre les lacs. Ces travaux apportent un éclairage inédit sur les changements de la diversité microbienne observés sur des temps longs, alors même que les micro-organismes sont généralement absents des grands débats sur la biodiversité.

Nature communication, doi.org/10.1038/s41467-020-17682-8

Actinotaenium cruciferum © INRAE, J.-C. Druart



Les services écosystémiques apportés par les prairies intégrées dans les systèmes de culture

La diversification des systèmes de cultures arables est considérée comme un levier majeur pour accroître leur durabilité. Parmi les options possibles, l'introduction de prairies temporaires dans ces systèmes a reçu peu d'attention de la part de la communauté scientifique. Une analyse de la littérature scientifique disponible a permis de préciser le rôle des prairies temporaires. Elles fournissent un large éventail de services « intrants » (conservation des sols, fourniture et recyclage des nutriments, rétention d'eau dans les sols, contrôle biologique des ravageurs et adventices) et pour la société (purification de l'eau, régulation du climat, fourniture d'habitats favorables à la conservation de la biodiversité, production de fourrage). Ces bénéfices sont possibles à condition que leur insertion spatiale et temporelle dans les systèmes de culture soit bien gérée. Les auteurs formulent différentes propositions pour mieux tirer parti de ces pratiques écosystémiques.

Agronomy for Sustainable Development, doi.org/10.1007/s13593-020-00620-9

Combiner des stratégies de diversification des systèmes de culture, une piste pour améliorer la production et l'environnement

La diversification des systèmes de culture englobe différentes stratégies qui peuvent contribuer à maintenir ou à renforcer la durabilité de l'agriculture. Des milliers d'expérimentations ont été réalisées dans le monde depuis près de cinq décennies pour évaluer et comparer les performances de différentes méthodes de diversification dans un large éventail d'agroécosystèmes et de climats. Cet ensemble de données a fait l'objet d'une synthèse systématique (99 méta-analyses résumant les résultats de plus de 3700 expériences agronomiques couvrant sept stratégies de diversification des cultures). L'analyse révèle que la rotation des cultures et les associations

conduisent souvent à des augmentations de rendement. L'agroforesterie, qui associe des arbres avec des cultures ou de l'élevage, induit quasi systématiquement une amélioration de la biodiversité et de la qualité des sols – en particulier une augmentation de leur teneur en carbone organique. Dans ce contexte, la combinaison de plusieurs stratégies de diversification est plus performante que toute stratégie individuelle. Cette analyse révèle néanmoins qu'il subsiste un important déficit de connaissances, notamment en ce qui concerne l'utilisation de l'eau, la rentabilité économique, la qualité des produits et la stabilité de la production. Enfin, peu de méta-analyses examinent les performances de l'hétérogénéité des paysages et des systèmes avec des espèces autres que les céréales et les légumineuses. ●

Environmental Research Letters, doi.org/10.1088/1748-9326/ab4449

Le rôle des forêts spontanées dans la gestion et la préservation des espèces

Dans le cadre d'un projet européen (Sponforest) porté par INRAE qui s'appuie sur cinq études de cas situées dans des paysages méditerranéens et tempérés du sud-ouest de l'Europe, les chercheurs mettent en avant les caractéristiques et conséquences de l'établissement spontané de forêts secondaires ainsi que l'opportunité qu'elles représentent pour la préservation et la gestion des paysages européens. Ainsi, elles favorisent notamment la biodiversité et sont plus résilientes face à la sécheresse. ●

Leurs résultats sont rassemblés dans une série de six articles de la revue Annals of Forest Science, doi.org/10.1007/s13595-020-00993-7



Plateforme de phénotypage à haut-débit du Laboratoire d'écophysiologie des plantes sous stress environnementaux (LEPSE) à Montpellier. Les objectifs sont d'analyser et modéliser la variabilité génétique des réponses des plantes à des conditions environnementales contrastées, en particulier la sécheresse et les températures élevées © INRAE, C. Maître



Compréhension et mobilisation des mécanismes d'adaptation du vivant pour la sélection génétique et la préservation de la biodiversité

Adaptation des plantes aux stress environnementaux biotiques et abiotiques : de nouveaux mécanismes disséqués

La compréhension fine de différents mécanismes moléculaires est nécessaire pour envisager d'améliorer la performance des plantes cultivées dans des environnements changeants. Les effets des carences chroniques en azote et soufre liés à des stress environnementaux de différentes natures, sur les adaptations métaboliques et cellulaires, ont été évalués par des approches multi-omiques chez la plante modèle *Arabidopsis thaliana*. Tous les stress biotiques et abiotiques étudiés ont montré un effet négatif sur l'allocation des ressources au niveau de la plante entière. Les résultats donnent une vue d'ensemble de la manière dont les plantes adaptent leur physiologie et l'allocation de leurs ressources de façon différente selon les stress rencontrés. Ils révèlent également l'existence de bases moléculaires croisées dans la réponse des plantes face aux limitations nutritionnelles.

Journal of Experimental Botany, doi.org/10.1093/jxb/eraa011 ; doi.org/10.1093/jxb/eraa337 Cells, doi.org/10.3390/cells9020332

En dépit de la contrainte hydrique, les plantes sont capables de moduler leur physiologie et leur développement. En amont de ces changements de développement, la racine doit percevoir

et transmettre le signal hydrique. La façon dont les plantes perçoivent le signal hydrique reste peu connue. Une approche de microscopie à haute résolution *in vivo* a permis de montrer, au niveau de la membrane des cellules de la racine, que l'organisation en domaines de taille nanométrique d'une famille de protéines (GTPase) est une composante essentielle de la signalisation osmotique chez les plantes. Cette organisation fine des protéines dans l'espace détermine la spécificité des signaux transduits à l'échelle de la cellule, et ainsi conditionne la réponse induite au niveau de l'organe et de la plante entière.

Current Biology, doi.org/10.1016/j.cub.2020.09.013

Un élément-clé de la résistance des plantes aux infections vasculaires réside dans la capacité de l'hôte à compartimenter avec succès les agents pathogènes au niveau du xylème. Les preuves se multiplient actuellement quant à l'impact des propriétés structurales du système vasculaire dans ces mécanismes. Il a ainsi été confirmé expérimentalement, au sein d'un ensemble de génotypes de vigne, la relation entre l'anatomie du xylème et la capacité de l'hôte à restreindre le mouvement de *Phaeo-niella chlamydospora*, un champignon pathogène. Ces résultats ont un intérêt dans la recherche de solutions pour lutter contre le dépérissement de la vigne, et plus globalement contre les maladies vasculaires des plantes pérennes.

Plant, Cell & Environment, doi.org/10.1111/pce.13848

●●●

La métamorphose, un confinement temporaire pendant lequel le charançon des céréales prépare une nouvelle vie avec sa bactérie endosymbiotique

La compréhension des interactions hôte-microbiote est centrale tant ces interactions influencent des aspects divers et essentiels à la physiologie et à l'adaptation des organismes hôtes. Les charançons des céréales vivent en symbiose avec des bactéries mutualistes intracellulaires qui complètent leur alimentation en vitamines et acides aminés. Une étude originale a permis de montrer que des insectes holométaboles, c'est-à-dire se transformant complètement à la métamorphose, réussissent à conserver leurs bactéries symbiotiques en passant d'un stade larvaire à un stade adulte. Non seulement l'insecte conserve ses bactéries bénéfiques suite aux réarrangements tissulaires opérant pendant la métamorphose, mais il en « profite » pour les relocaliser, optimisant ainsi leurs apports au stade adulte. Ainsi, chez le charançon, les bactéries participent à la réorganisation morphologique et spatiale des organes dédiés à la symbiose, au moment de la métamorphose. Ces résultats peuvent contribuer à l'élaboration de stratégies de contrôle spécifiques de ces ravageurs importants des stocks céréaliers. ●

Proceedings of the National Academy of Science of the USA, doi.org/10.1073/pnas.2007151117

Charançon des siliques
© INRAE, S. Carre



Le projet BreedWheat, de nouvelles variétés de blé pour une agriculture durable

Au terme de neuf années, les résultats du Programme d'investissements d'avenir BreedWheat coordonné par INRAE et qui réunit 28 partenaires publics et privés ont été présentés lors d'un colloque qui s'est tenu le jeudi 3 décembre 2020 en visioconférence.

Le projet BreedWheat a contribué à caractériser une séquence de référence du blé tendre au sein de l'IWGSC (*International Wheat Genome Sequencing Consortium*). Au-delà de la prouesse technologique pour cette céréale qui possède l'un des génomes les plus grands et les plus complexes du règne végétal, cette séquence constitue un formidable outil pour mieux comprendre le fonctionnement du blé.

La variabilité génétique est la base des programmes de sélection. Un panel de 4 600 accessions (variétés ou lignées anciennes et modernes) de blé tendre a été sélectionné parmi les 12 000 accessions hébergées par le Centre de ressources biologiques (CRB) Céréales à paille à Clermont-Ferrand. Pas moins de 450 variétés ont pu être évaluées au champ pour leur résistance aux maladies et leur tolérance à la sécheresse ou à une carence en azote. Les retombées du projet BreedWheat concernent tous les maillons de la filière : les scientifiques qui ont acquis des connaissances dans un contexte pluridisciplinaire fécond, les sélectionneurs pour l'exploitation de la diversité génétique et l'amélioration de la tolérance aux stress biotiques et abiotiques, et les agriculteurs pour qui le programme apporte des informations et des outils inédits pour optimiser le choix et la conduite de nouvelles variétés dans des contextes agroclimatiques variés, répondant au changement global.

<https://breedwheat.fr/>



Évaluation et gestion des risques naturels et climatiques

Modélisation et prédiction spatio-temporelle des glissements de terrain

Dans beaucoup de régions du monde, les glissements de terrain représentent un danger pour les populations ainsi que pour les bâtiments et infrastructures. De nos jours, leur modélisation à haute résolution spatiale s'appuie sur la télédétection pour établir des inventaires, et pour cartographier les facteurs de vulnérabilité (par exemple, les propriétés géomorphologiques). Jusqu'à maintenant, les approches de prédiction et de cartographie se focalisaient sur la probabilité d'occurrences et étaient basées sur un choix préalable des unités spatiales à étudier ; l'étude des dynamiques temporelles était très peu développée. Dans ce contexte, le travail méthodologique réalisé dans le cadre d'une collaboration internationale propose et combine plusieurs extensions novatrices d'envergure. À partir des inventaires de glissements de terrain pour une région d'Italie sur une durée d'un siècle, les nouveaux modèles ont permis de révéler la structure des dynamiques spatio-temporelles dans les occurrences de ces événements. La compréhension de ces dynamiques permet d'améliorer les prévisions de ces événements souvent catastrophiques.

Earth-Science Reviews, doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103318

Le dépérissement et la mortalité des arbres est très visible dans cette forêt de Romagnat à côté de Clermont-Ferrand
© INRAE, B. Nicolas



Le rôle crucial de l'eau pour l'avenir de nos forêts

Les arbres occupent une place essentielle dans la construction de la biodiversité terrestre. Leur tronc, véritable squelette de carbone, joue un rôle crucial en reliant, grâce à un système vasculaire évolué, les feuilles, qui assurent la photosynthèse, et les racines, indispensables à l'acquisition de nutriments et d'eau.

Mais sont-ils les seuls à pouvoir transporter l'eau de la sorte ? Des travaux récents comparent la gestion de l'eau chez les arbres et les mousses, des organismes emblématiques des forêts. Ils montrent qu'il existe de grandes similitudes dans le transport de l'eau chez ces deux types d'organisme. Il y a en revanche une différence majeure dans la sensibilité des feuilles à l'humidité de l'air. Elle est beaucoup plus importante chez les mousses alors que chez les arbres, les feuilles sont le siège d'un système de régulation efficace des pertes en eau. Les arbres peuvent ainsi survivre dans une atmosphère bien plus asséchante que les mousses, même si cette capacité d'ajustement peut atteindre une limite lorsque les conditions deviennent anormalement sèches. À la lumière de ces travaux, les chercheurs proposent un modèle pour prédire l'effet du changement climatique sur la vulnérabilité des forêts à de futures sécheresses. Ce modèle combine le fonctionnement et les mécanismes hydrauliques au sein des arbres avec le principe d'optimisation de la régulation des pertes en eau au niveau des feuilles. Les résultats obtenus confirment que, si les arbres de nos forêts sont adaptés pour résister aux sécheresses qu'ils subissent depuis des millénaires, ils ne sont pas armés pour survivre à un changement climatique majeur.

Nature Plants, doi.org/10.1038/s41477-020-0602-x
Science, doi.org/10.1126/science.aat7631

●●●



Commune de Peypin-d'Aigues (Vaucluse, 84). Feu expérimental par l'équipe de l'Écologie des forêts méditerranéennes d'Avignon. Contrôle d'une lisière par le personnel de l'ONF © INRAE, C. Slagmulder

Tempêtes et incendies, deux risques majeurs pour la forêt

La résistance des arbres au déracinement est un élément majeur pour faire face aux dégâts provoqués en forêt par le vent lors des tempêtes. L'ancrage des arbres dans le sol varie considérablement en fonction du terrain ainsi que de l'espèce et de l'âge des arbres ; mais l'influence des propriétés du sol avait été peu étudiée jusqu'à maintenant. Or, conséquence du changement climatique, les conditions hydrologiques des sols en Europe changent en raison de précipitations plus importantes en hiver, saison où les tempêtes sont les plus fréquentes. Les résultats de dix années de recherche ont permis de modéliser l'impact de la teneur en eau des sols sur la résistance au vent du Pin maritime. La saturation complète en eau des sols se révèle être un élément-clé et entraîne le déracinement de l'arbre. Une piste à explorer pour la gestion des risques liés aux intempéries et aux dégâts en forêt.

Forest Ecology and Management, doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118614

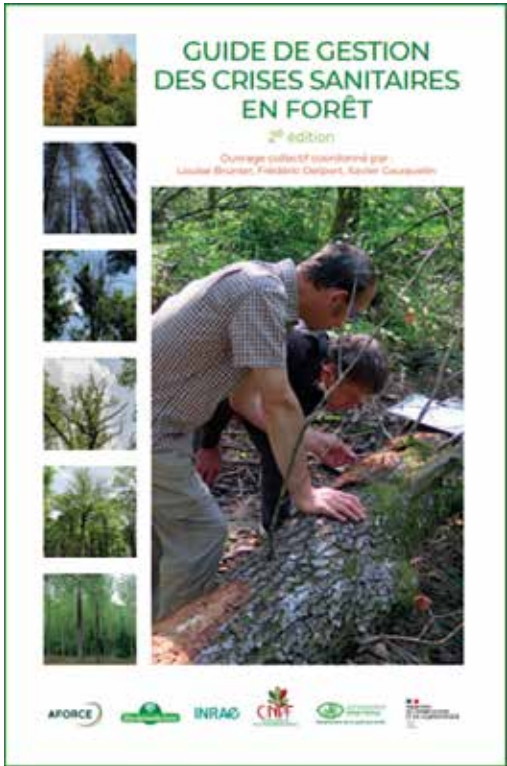
Les feux de forêts de forte intensité, difficilement maîtrisables par les services de lutte, sont une menace grandissante pour les écosystèmes et sociétés, notamment sur le pourtour méditerranéen. Identifier les conditions climatiques propices à ces incendies, et quantifier leur évolution future dans le contexte du changement climatique constituent des enjeux majeurs pour accroître la résilience des territoires. En analysant plus de 10 000 feux qui se sont produits entre 1985 et 2015 sur le pourtour méditerranéen, les auteurs ont mis en évidence que ce type d'incendies extrêmes avait majoritairement lieu lors d'événements climatiques associant sécheresse des sols et températures élevées, typiquement durant les vagues de chaleur estivale. Ils ont par la suite montré, à partir des résultats des modèles climatiques, que la fréquence des incendies extrêmes pourrait augmenter sur l'ensemble du bassin méditerranéen dans les décennies à venir. ●

Scientific Reports, doi.org/10.1038/s41598-020-70069-z

Guide ●●●

Guide de gestion des crises sanitaires en forêt

Scolytes, chalarose, hannetons, dépérissements... Depuis 2010, les crises sanitaires en forêt se sont multipliées au gré de l'explosion localisée de bio-agresseurs. **La plupart de ces crises résultent de risques multiples, climatiques et biotiques, et de facteurs de vulnérabilité particuliers.** Chaque crise est spécifique dans son ampleur, ses enjeux, sa dynamique et sa gestion. Mais toutes désorganisent la gestion forestière courante pendant plusieurs années. **Le réseau mixte technologique d'adaptation des forêts au changement climatique (RMT Aforce)** qui réunit 16 acteurs publics et privés de la gestion, de la surveillance de la santé des forêts et de la recherche (dont INRAE) et le Centre national de la propriété forestière (CNP-F-IDF), publie une nouvelle édition du guide de gestion des crises sanitaires en forêt. En s'appuyant sur un cadre générique d'analyse de risque, cette nouvelle édition propose un retour d'expérience sous forme de fiches techniques sur douze crises sanitaires, six phénomènes passés et six crises récentes, parfois encore en cours, en France et en Europe. Il met à disposition des repères méthodologiques pour affronter collectivement les événements d'une crise sanitaire sur les plans organisationnels et techniques.



Orientation scientifique

Accélérer les transitions agroécologique et alimentaire en tenant compte des enjeux économiques et sociaux

Réussir les transitions agroécologiques et alimentaires exige d'investir différentes approches : l'approfondissement des connaissances sur les régulations biologiques face aux contraintes biotiques et abiotiques, l'exploration de la diversité génétique animale et végétale, la diversité des productions et des systèmes de production ou bien encore l'analyse des motivations et des freins à l'adoption par les différents acteurs des nouvelles façons de produire. Des recherches sur les modes d'organisation des filières, les fonctionnements des marchés et les politiques publiques sont également nécessaires pour atteindre l'objectif d'une alimentation saine et durable pour tous.

Renforcer la compréhension des processus des transitions et enjeux d'autonomie

Les innovations des agriculteurs, sources de connaissances et de savoir-faire pour la transformation des systèmes agricoles

La transition agroécologique exige une transformation profonde et systémique des pratiques agricoles. Parmi les innovations candidates, les associations d'espèces végétales sont connues pour réduire les impacts environnementaux de l'agriculture, tout en maintenant le rendement, voire en l'augmentant. Encore peu répandues dans les exploitations agricoles, certains agriculteurs en cultivent pourtant avec satisfaction et ces innovations peuvent être sources d'inspiration pour d'autres. Un total de 77 associations combinant 29 espèces différentes ont été étudiées et caractérisées par l'organisation temporelle de l'association et le débouché visé pour la production. Cette étude a permis de produire et de

formaliser des connaissances concernant les logiques d'action de ces agriculteurs, conduisant ainsi à la formalisation de ressources utiles pour aider d'autres agriculteurs à concevoir les associations adaptées à leur propre situation.

European Journal of Agronomy, doi.org/10.1016/j.eja.2020.126018

Comprendre et gérer les « disservices écosystémiques » pour favoriser la transition agroécologique

De nombreux travaux scientifiques ont porté ces dernières années sur les services rendus par les écosystèmes aux sociétés humaines. Ces recherches se basent sur l'hypothèse qu'il est possible de s'appuyer sur le fonctionnement des écosystèmes pour bâtir des systèmes de production capables de concilier enjeux de production et enjeux de préservation de la biodiversité. Dans ce contexte, les possibles nuisances associées aux écosystèmes ont été peu étudiées. Les travaux menés dans le cadre du projet Actaforse montrent que ces nuisances, notamment celles associées aux espaces arborés, occupent une place importante dans les représentations des agriculteurs. Ces travaux suggèrent qu'il est primordial de mieux comprendre les dynamiques d'émergence, les manifestations et les conséquences de ces « disservices écosystémiques ». Leur meilleure prise en compte, notamment dans les politiques publiques telles que la Politique agricole commune (PAC), favoriserait une plus grande adhésion des agriculteurs au projet de transition agroécologique.

Ecosystem Services, doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101066



Moissonneuse-batteuse dans une parcelle d'expérimentation en agroforesterie sur le domaine de Restinclières, associant une culture d'une céréale (orge) à une plantation de noyers hybrides © INRAE, B. Nicolas

Quelle méthode pour comparer les agricultures biologique et conventionnelle ?

L'évaluation des effets environnementaux de l'agriculture et de l'alimentation est au cœur de nombreux débats. La méthode la plus courante pour en évaluer les impacts est l'analyse du cycle de vie (ACV). Or, elle est peu favorable à l'agriculture biologique. Une étude menée dans le cadre d'une collaboration internationale a montré que bien souvent cette méthode ne prend pas en compte certains critères comme la biodiversité, la qualité des sols, les impacts des pesticides ou les changements sociétaux.

L'ACV évalue généralement les impacts environnementaux par kilogramme de produit ce qui favorise les systèmes intensifs conventionnels qui peuvent avoir des impacts plus faibles par kilogramme de produit, tout en ayant des impacts plus importants par hectare de terre. Ces résultats incitent à améliorer l'ACV et à l'intégrer à d'autres méthodes d'évaluation environnementale pour obtenir une image plus équilibrée et éclairer au mieux les décisions des acteurs et les politiques publiques.

Nature Sustainability, doi.org/10.1038/s41893-020-0489-6

Progression vers des agricultures sans pesticides de synthèse



Sporulation de Monilia laxa sur cerises momifiées (momies) © INRAE, I. Végh

Des composés naturels des fleurs et fruits des Prunus pour lutter contre les maladies fongiques

Les fruits charnus à noyau sont sensibles aux maladies fongiques. La pourriture brune, causée par Monilinia laxa, est l'une des plus dommageables. Le développement de la maladie est très lié aux conditions météorologiques qui influencent à la fois la phénologie des plantes et le cycle de vie des pathogènes. Des expérimentations réalisées sur différents génotypes ont montré des corrélations significatives entre des teneurs élevées de certains composés, dans les branches d'abricotiers et dans les fruits de pêchers, et une sensibilité réduite des génotypes. L'activité antifongique de certains de ces composés sur la croissance et la sporulation de Monilinia laxa a été confirmée par tests in vitro. Ces résultats donnent autant de pistes intéressantes à suivre pour les programmes de création variétale.

European Journal of Agronomy, https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125960
Journal of Experimental Botany, https://doi.org/10.1093/jxb/eraa284
Scientia Horticulturae, https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109707

Une nouvelle étape dans la compréhension du système immunitaire des plantes

L'immunité quantitative (réduction de la maladie) est la forme d'immunité la plus commune chez les plantes. Pourtant les connaissances sur cette réponse immunitaire restent très limitées en raison de sa complexité. Une équipe de recherche d'INRAE et du CNRS, avec la collaboration de la société iMEAN, a analysé le réseau moléculaire qui contrôle l'immunité quantitative chez Arabidopsis thaliana en réponse à l'infection par une bactérie. Leurs résultats révèlent des fonctions-clés de l'immunité quantitative et mettent en lumière la complexité qui en fait la robustesse. Ces travaux contribuent à la compréhension des mécanismes de défense des plantes face aux agents pathogènes et sont essentiels pour aller vers une agriculture utilisant moins de pesticides.

Proceedings of the National Academy of Science of the USA, doi.org/10.1073/pnas.2000078117

La conservation des gènes entre familles botaniques n'entraîne pas nécessairement la conservation des mécanismes de résistance à un pathogène

Le champignon Sclerotinia sclerotiorum provoque des maladies de pourriture blanche sur des espèces végétales de familles botaniques très diverses, comme le haricot commun, le ricin, l'arabette, la tomate, le tournesol ou la betterave. Une équipe d'INRAE s'est intéressée à la réaction de ces plantes très différentes à l'attaque de ce champignon au niveau moléculaire. Si une majorité des gènes impliqués sont conservés dans les différentes familles, ils ne sont pas toujours activés avec la même intensité en réponse à l'infection. Cette étude a permis de révéler la diversité des mécanismes dont les plantes disposent pour ralentir la progression de l'infection et de mieux comprendre comment l'évolution des plantes a façonné leur réponse aux parasites. Elle donne également des pistes pour identifier des mécanismes de résistance aux maladies fonctionnant chez de nombreuses espèces végétales.

Plant Cell, doi.org/10.1105/tpc.19.00806



Symptômes du chancre sur tige provoqué par Sclerotinia sclerotiorum (champignon phytopathogène). Altérations beiges, recouvertes partiellement d'un feutrage laineux blanc © INRAE, D. Blancard

Conversation avec...

Julie SUBERVIE

Coordnatrice du projet FAST : Faciliter l'Action publique pour Sortir des pesTicides, PPR « Cultiver, protéger autrement »



Votre projet de recherche aborde un volet encore peu exploré dans le domaine de l'agriculture sans pesticides. Quels en sont les enjeux et objectifs ?

Tout le monde s'accorde à dire qu'il y a aujourd'hui une certaine urgence à accélérer le processus de transition vers une agriculture sans pesticides, mais les obstacles à cette transition sont nombreux. Certains d'entre eux, qu'on appelle souvent barrières socio-économiques, sont bien identifiés. Certains types de politiques publiques et certaines innovations dites organisationnelles sont susceptibles d'être mis en œuvre pour lever ces barrières, mais la preuve de leur efficacité doit encore être démontrée. De fait, l'évaluation de cette efficacité est rarement réalisée.

Le projet FAST vise à produire des preuves théoriques et empiriques de l'efficacité de diverses actions publiques visant à déclencher une transition à grande échelle vers une agriculture sans pesticides.

L'originalité de notre proposition est aussi d'examiner la question de la transition à différents niveaux : individuel, collectif, territorial, sectoriel, national et international. Un volet s'attachera également à examiner les relations entre les différents acteurs impliqués dans le processus, et plus particulièrement le lien entre décisions individuelles et collectives dans la capacité à s'engager dans ces transitions.

Comment abordez-vous le volet expérimental du projet ? Avez-vous identifié des productions en particulier ?

L'expérimentation permet de confronter nos connaissances théoriques de la transition à la réalité du terrain. Notre démarche scientifique associera ainsi des expériences de laboratoire permettant de tester certains mécanismes socio-économiques dans un cadre décontextualisé, des expériences de terrain impliquant les principaux acteurs de la transition, des approches recherche-action dans lesquelles les acteurs sont coconstructeurs de solutions concrètes, et des modèles de simulation permettant d'anticiper les effets de marché d'une série de politiques publiques susceptibles d'être mises en œuvre à grande échelle.

Pour imaginer de nouvelles solutions en matière d'action publique, nous allons interagir avec les principales parties prenantes du défi que représente la transition vers une agriculture sans pesticide : agriculteurs, fournisseurs d'intrants, consommateurs, acteurs publics en charge de la mise en œuvre locale des programmes nationaux ou financés par l'Europe. En pratique, il s'agira par exemple de mettre en œuvre des programmes d'accompagnement pilotes dédiés aux coopératives, ou encore de tester le consentement à payer des consommateurs pour de nouveaux produits labellisés sans pesticides.

L'originalité de notre proposition est aussi d'examiner la question de la transition à différents niveaux : individuel, collectif, territorial, sectoriel, national et international

Ce projet va durer six ans, attendez-vous des résultats « au fil de l'eau » ?

Nous sommes attendus sur des solutions concrètes pour la conception et l'évaluation de nouveaux instruments d'action publique. Un programme de recherche de six ans ne sera pas trop long pour remplir cet objectif ambitieux, même si les premiers livrables concernant les mécanismes socio-économiques qui seront au cœur de nos propositions arriveront dans les premières années.

Il est également important de préciser que ce projet, qui inclut 75 chercheurs et chercheuses (économistes, spécialistes en science de gestion, juristes, sociologues), vise à produire des connaissances plus génériques, qui transcendent la seule question des pesticides et qui pourront s'appliquer à d'autres domaines où l'action publique est nécessaire.

Les dix projets du PPR « Cultiver, protéger autrement »

Le 23 septembre 2020 s'est tenue la réunion de lancement des projets du Programme prioritaire de recherche « Cultiver, protéger autrement ». Ce PPR, d'un montant de 30 M€, a été initié par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, et par le secrétariat général pour l'investissement. Son pilotage scientifique a été confié à INRAE. Un jury international a retenu dix projets qui rassemblent des équipes issues d'universités et d'organismes de recherche. Les équipes INRAE sont impliquées dans chacun de ces dix projets.

Acronyme	Titre	Unité de recherche coordinatrice
MoBiDiv	Mobiliser et sélectionner la diversité cultivée intra et inter-spécifique pour un changement systémique vers une agriculture sans pesticides	UMR GQE (Génétique quantitative et évolution) – Université Paris-Saclay – INRAE – CNRS – AgroParis-Tech
SPECIFICS	Conception de systèmes de culture sans pesticides et riches en légumineuses à graines	UMR Agroécologie – INRAE – AgroSupDijon – Université Bourgogne – Franche-Comté – CNRS
BE-CREATIVE	Coconception de territoires sans pesticides	UMR Agronomie – Université Paris-Saclay – AgroParisTech – INRAE
SUCSEED	Mettre fin à l'utilisation des pesticides sur les semences et proposer des solutions alternatives	UMR IRHS (Institut de recherche en horticulture et semences) – INRAE – Insitut Agro-Agrocampus Ouest – Université d'Angers
VITAE	Cultiver la vigne sans pesticides : vers des socio-écosystèmes viticoles agroécologiques	UMR SAVE (Santé et agroécologie du vignoble) – INRAE – Bordeaux Sciences Agro
CAP ZERO PHYTO	Adaptation du concept d'immunité écologique à la protection des cultures : <i>Rosaceae</i> et <i>Solanaceae</i> , deux études de cas	Unité PSH (Plantes et systèmes de cultures horticoles) – INRAE
FAST	Faciliter l'Action publique pour Sortir des pesTicides	UMR CEEM (Centre économie de l'environnement de Montpellier) – INRAE – CNRS – Université Montpellier – Montpellier SupAgro
BEYOND	Vers une épidémo-surveillance et une prophylaxie fondées sur des observations de proximité et à distance	UMR Pathologie végétale – INRAE – Université d'Avignon
PheroSensor	Détection précoce des insectes ravageurs à l'aide de capteurs olfactifs utilisant des récepteurs phéromonaux	UMR IEES (Institut d'écologie et des sciences de l'environnement de Paris) – CNRS – IRD – INRAE – Université Paris-Est Créteil – Sorbonne Université
DEEP IMPACT	Analyse des interactions plante-microbiote pour promouvoir la défense des plantes aux bioagresseurs	IGEPP (Institut de génétique, environnement et protection des plantes) – INRAE – Institut Agro-AgroCampus Ouest – Université de Rennes 1



●●●

Cellule Recherche innovation transfert : accélérer la transition agroécologique par le transfert des innovations vers les acteurs de terrain

Le 27 février 2020, au Salon de l'agriculture, l'ACTA, l'APCA et INRAE ont présenté le bilan d'activité de la cellule Recherche innovation transfert (RIT) et les orientations pour les prochaines années.

Lancée en octobre 2018 par l'ACTA, l'APCA et INRAE, la cellule a pour objectif d'accélérer la diffusion et le transfert de solutions au bénéfice des agriculteurs afin de les accompagner au mieux dans la transition agroécologique. Depuis sa création, cette cellule bénéficie du soutien du ministère chargé de l'Agriculture par un financement dédié du Casdar (Compte d'affectation spécial au développement agricole et rural).

Les alternatives au glyphosate, premier sujet dont la cellule s'est emparée, sont largement documentées sur le Centre de ressources glyphosate/herbicides (www.ecophytopic.fr/centre-de-ressources-glyphosate).

Quatre nouveaux chantiers se sont ajoutés en 2020, avec la production de fiches thématiques accessibles.

- **Alternatives aux herbicides et Alternatives au cuivre** en viticulture se situent dans la poursuite de l'angle initial lié au défi majeur que constitue la réduction de l'usage des pesticides. Les alternatives aux herbicides sont indispensables du fait de la résistance des flores adventices et de la réévaluation des impacts sur la santé et l'environnement des substances actives autorisées. Les alternatives au cuivre sont indispensables en agriculture biologique où la protection contre les champignons se trouverait dans une véritable situation d'impasse en cas de retrait du sulfate de cuivre.



- Un chantier concerne **les Plantes de service au sein des systèmes agricoles**. Celles-ci contribuent à la fois à la gestion de la flore adventice, à l'augmentation de la restitution de carbone au sol et de la teneur en matière organique du sol ou encore à l'augmentation de la ressource alimentaire pour les pollinisateurs. Plus largement, elles contribuent à l'amélioration de l'état de la biodiversité.
- Enfin, les instituts techniques agricoles du secteur animal sont mobilisés sur **la Production et la valorisation des protéines végétales en alimentation animale**. Ce chantier vient en appui au plan national de souveraineté protéique et illustre les leviers pour réduire les pertes en azote, contribuant ainsi à améliorer l'économie des exploitations agricoles, à améliorer l'état des eaux en réduisant les fuites de nitrates et à réduire les émissions de GES.

Les connaissances à valeur applicative sont capitalisées au sein de l'outil web collaboratif GECO (<https://geco.ecophytopic.fr/>) et du portail de protection intégrée des cultures EcophytoPIC (<https://ecophytopic.fr/>). ●

Ouvrage ●●●



Biocontrôle

Coordonné et écrit par des chercheurs INRAE avec la contribution de partenaires d'autres instituts, cet ouvrage fait la synthèse des recherches actuelles dans le domaine du biocontrôle et des méthodes de protection des cultures basées sur les régulations naturelles. Il présente un panorama critique des solutions actuelles ou à développer. Sont présentés à la fois les fondements conceptuels qui permettent de comprendre et de mobiliser les interactions biologiques dans les systèmes cultivés et les applications possibles qui sont imaginées ou déjà mises en œuvre. <https://www.quae.com/produit/1605/9782759230761/biocontrôle>



Transition des élevages

La diversité au sein des systèmes d'élevage : un atout et non plus une contrainte

Longtemps absents des réflexions sur l'élevage, les principes de l'agroécologie sont aujourd'hui appliqués dans des systèmes d'élevage contrastés en termes de types de production, de niveaux d'intensification et de conditions de milieux. Cette application améliore conjointement leurs performances techniques, économiques et environnementales. Au terme d'une analyse de la littérature, les chercheurs rapportent comment la diversité des ressources alimentaires, des animaux (individus, races, espèces) et les interactions entre ateliers d'élevage et/ou de cultures peuvent accroître la productivité, l'efficacité et la résilience des systèmes d'élevage, y compris en aquaculture. La diversité existant au sein des systèmes d'élevage offre de nombreuses clés d'adaptation. Toutefois, ces systèmes sont plus difficiles à piloter, et nécessitent de nouvelles compétences voire d'importants investissements, ce qui représente des freins au développement de systèmes d'élevage moins spécialisés que les systèmes majoritaires actuels.

Frontiers in Sustainable Food Systems, doi.org/10.3389/fsufs.2020.00109



Poulets en parcs
© INRAE, G. Vasseur
Delaitre

Étudier les capacités cognitives des animaux d'élevage pour comprendre leur comportement

Au sein d'un élevage en plein air de poulets de chair, certains animaux explorent beaucoup le parcours extérieur alors que d'autres l'explorent très peu. Des chercheurs d'INRAE et de l'ISA Lille – Yncréa Hauts-de-France révèlent que cette différence de comportement est associée à des capacités cognitives distinctes. Pour la première fois, ils montrent que – de manière contre-intuitive – les poulets qui explorent le moins le parcours traitent les informations de leur environnement avec plus d'attention, ce qui se traduit par une plus forte inhibition comportementale.

L'investigation des capacités cognitives des animaux d'élevage fait progresser nos connaissances sur leur biologie. Dans le cas de l'élevage de poulets en plein air, ces connaissances sont essentielles pour concevoir des élevages mieux adaptés à l'expression des comportements des animaux et ainsi plus respectueux de leur bien-être. Ces études se déroulent dans des dispositifs d'élevage uniques, au sein de l'unité expérimentale INRAE Élevage alternatif et santé des monogastriques (Le Magneraud).

Biology Letters, doi.org/10.1098/rsbl.2019.0721



© INRAE, S. Toillon

Des pistes pour maîtriser la paratuberculose chez les bovins

La paratuberculose est une maladie contagieuse et incurable des ruminants causée par la bactérie *Mycobacterium avium paratuberculosis*. La contamination se produit souvent dans les premières semaines de vie, mais la maladie se développe tardivement, après plusieurs années de latence, ce qui complique la détection des animaux infectés. La sélection d'animaux moins sensibles pourrait contribuer à la maîtrise de la maladie. Dans le cadre d'un projet de recherche pluridisciplinaire regroupant de nombreux partenaires, une analyse d'association entre caractéristiques génétiques et statut infectieux a mis en évidence trois régions du génome fortement impliquées dans la résistance à la maladie. Ces résultats ont conduit à la mise en place d'une évaluation génomique qui permettra de sélectionner les animaux les plus résistants à la paratuberculose.

Genetics Selection Evolution, doi.org/10.1186/s12711-020-00535-9

...

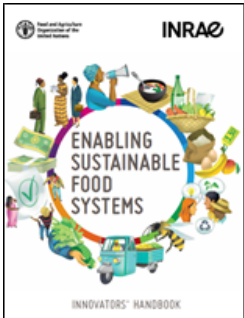
Associer génétique et nutrition pour réduire l'impact environnemental de la production porcine

L'élevage mobilise des terres arables pour la production d'aliments du bétail. Renforcer l'efficacité d'utilisation des aliments est un objectif nécessaire pour réduire l'impact environnemental de ces élevages, et ce, grâce à des travaux conduits chez le porc qui encouragent une approche combinant génétique (sélection des animaux) et nutrition (ajustement des rations alimentaires). Sur la base de ces premiers résultats, il est envisageable d'orienter des choix de sélection et de conduite pour proposer une production porcine plus durable et ainsi réduire les impacts en termes de contribution au changement climatique, d'acidification des sols, d'eutrophisation des eaux et d'occupation des sols. ●

Animal, doi.org/10.1017/S175173112000138X
Journal of Animal Science, doi.org/10.1093/jas/skab051



Une alimentation saine et durable accessible et valorisante pour tous



La FAO, INRAE et les innovateurs locaux s'unissent pour construire des systèmes alimentaires durables

Ce manuel a été écrit pour les «innovateurs en systèmes alimentaires durables» par un groupe d'innovateurs provenant des quatre coins du monde (Asie, Afrique, Amériques et Europe) à la tête d'initiatives destinées à

produire, partager, vendre et consommer des aliments plus durables. Il présente des expériences susceptibles de changer les structures organisationnelles des systèmes alimentaires locaux et le comportement des acteurs dans le domaine afin d'apporter plus de durabilité. Ces expériences ont été écrites collectivement, testées en Inde et au Sénégal, puis perfectionnées et consolidées en un document accessible à différents types de lecteurs.

<https://www.inrae.fr/actualites/fao-inrae-innovateurs-locaux-sunissent-construire-systemes-alimentaires-durables>

Dispositif expérimental ●●●

Porganic : un nouveau dispositif expérimental INRAE pour des recherches en production porcine biologique

Créé avec le soutien financier de l'Europe et de la région Nouvelle-Aquitaine, ce dispositif a pour vocation d'accélérer les recherches en production porcine biologique et d'accompagner le développement de cette filière. Le projet a été élaboré dans le cadre d'un groupe de réflexion associant chercheurs INRAE de différentes disciplines et représentants des instituts techniques et professionnels de l'élevage porcin. Il mise sur les outils du numérique pour contribuer à améliorer les conditions de production en recherchant les animaux les mieux adaptés et en ajustant les pratiques d'élevage à chaque individu (élevage sur mesure).

Consulter le dossier de presse

« Vers des systèmes alimentaires sains et durables : quand la recherche accompagne la transition »



<https://url.inrae.fr/3eHJA1p>

Accélérer les transitions agroécologique et alimentaire en tenant compte des enjeux économiques et sociaux



Conversation avec...



Alban THOMAS

Chef du département Économie et sciences sociales – INRAE (Ecosocio)

Les enjeux autour des transitions pour la sécurité alimentaire mondiale sont très présents dans la stratégie INRAE 2030. En 2020, INRAE et le CIRAD ont présenté les résultats du métaprogramme interdisciplinaire pour éclairer cette thématique. Quelle était la motivation de cette initiative ?

Le métaprogramme GloFoodS a été une initiative originale de double portage d'un métaprogramme par l'Inra (puis INRAE) et le CIRAD, avec un copilotage scientifique et la mise en commun de moyens financiers et organisationnels. Initié en 2014, GloFoodS a eu comme objectif de structurer et d'animer une communauté de recherche sur la sécurité alimentaire globale, en renouvelant les questions qu'elle pose et en contribuant à la visibilité internationale de l'Inra et du CIRAD sur la thématique. Le métaprogramme GloFoodS a atteint son objectif de promouvoir l'interdisciplinarité, les hybridations d'approches et les regards croisés au travers de terrains d'investigation diversifiés (Nord et Sud). Plus de 70 articles scientifiques ont été produits par une quarantaine de projets interdisciplinaires, ainsi que plus de 100 communications scientifiques, 120 stages de master et 35 thèses encadrés. On constate un réel effet levier par le métaprogramme : plusieurs projets ambitieux ont été par la suite financés par les programmes de l'Union européenne (H2020 ou DeSIRA), l'ANR, Agropolis Fondation.

Comment le métaprogramme GloFoodS a-t-il réussi à articuler les nombreuses thématiques liées à la sécurité alimentaire globale ?

Le périmètre de la sécurité alimentaire est très étendu, allant de l'analyse des équilibres mondiaux entre disponibilités agricoles et besoins alimentaires, jusqu'aux procédés de technologie alimentaire réduisant les pertes dans les systèmes alimentaires, en passant par la modélisation des changements d'affectation d'usage des sols et la gouvernance de la sécurité alimentaire, et les transitions dans les régimes alimentaires. GloFoodS a fait le choix de travailler des questions transversales, généralement moins explorées dans la littérature scientifique, plutôt que d'analyser les piliers de la sécurité alimentaire un à un (disponibilité, accès, utilisation, stabilité). Cela a conduit à orienter des financements incitatifs vers des projets répondant à des ques-



tions sur le rôle de la gouvernance dans la façon dont les transitions alimentaires induisent des changements et des modifications sur l'équilibre des disponibilités, les pratiques agricoles et l'usage des terres, l'identification de voies de réduction des pertes et les gaspillages dans les systèmes agricoles et alimentaires...

(...) les travaux de GloFoodS ont notamment contribué à mieux comprendre les variations des rendements des productions végétales et animales

Pouvez-vous mentionner des illustrations concrètes de réalisations du métaprogramme GloFoodS ?

De nombreuses réalisations de GloFoodS sont en relation avec les enjeux de l'orientation scientifique INRAE 2030 OS 2.5, « Une alimentation saine et durable accessible et valorisante pour tous ». On s'aperçoit que les travaux de GloFoodS ont notamment contribué à mieux comprendre les variations des rendements des productions végétales et animales, à évaluer à l'échelle globale les potentiels de terres mobilisables à des fins alimentaires, énergétiques, bioindustrielles, à identifier les procédés et organisations limitant les pertes et gaspillages, et enfin à renseigner les liens entre l'accès des ménages à l'alimentation et les dimensions de pauvreté et d'évolution des inégalités sociales dans les pays développés et en voie de développement. Ces différents résultats concrets sont à disposition des acteurs de terrain et des acteurs publics. ●

Consulter les fiches de synthèse sur les projets, <https://url.inrae.fr/2JE6QMH>

Orientation scientifique

Une bioéconomie basée sur une utilisation sobre et circulaire des ressources

Assurer la durabilité de la bioéconomie implique notamment de développer des filières (alimentaires, énergétiques, chimiques ou de matériaux) substituant le carbone renouvelable au carbone fossile et encourageant une gestion sobre de l'eau, du carbone et des nutriments (azote, phosphore), pour conduire à une empreinte environnementale maîtrisée. Le rôle des communautés microbiennes dans le cycle de l'azote, l'élaboration d'outils pour la gestion de l'eau en agriculture, l'optimisation du recyclage des plastiques, la valorisation des coproduits végétaux ou l'amélioration des procédés de conversion des déchets en énergie sont autant d'exemples de domaines de recherche pour INRAE.

Cycles du carbone, de l'azote et du phosphore dans les écosystèmes terrestres

L'impact de la domestication du blé dur sur le cycle de l'azote L'avènement de pratiques agricoles conciliant durablement enjeux économiques et environnementaux impose de limiter les intrants et de rechercher des couverts végétaux plus efficaces dans la valorisation des ressources hydrique, minérale et lumineuse. Dans ce contexte, les interactions plante-microbiome sont amenées à jouer un rôle-clé dans le développement d'une agriculture plus durable. Une équipe pluri-partenaires a caractérisé les communautés bactériennes et fongiques ainsi que l'abondance des guildes microbiennes impliquées dans le cycle de l'azote de 39 accessions représentant les quatre étapes principales de l'histoire évolutive du blé dur. La variabilité de l'abondance relative des communautés fongiques et bactériennes a pu être mise en relation avec le processus de domestication et surtout avec la variabilité génétique présente au sein de chacune de ces quatre étapes. Par exemple, l'avènement d'une agri-

culture riche en intrants a réduit la représentation des nitrifiants et des champignons mycorhiziens impliqués dans la mobilisation des ressources minérales. La présence d'une composante génétique dans ces interactions plante-microbiome suggère qu'il serait possible d'envisager une sélection pour cibler des associations microbiennes bénéfiques.

Scientific Reports, doi.org/10.1038/s41598-020-69175-9



Systèmes agricoles innovants et durables : vue de l'essai « La Cage », système de culture innovant et résistant aux fongicides © INRAE, P. Saulas

Bourse ERC

Objectif neutralité carbone pour l'Europe Atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 en Europe, c'est l'objectif ambitieux que s'est fixé l'Union européenne. Le projet Cosmyca, financé par une bourse « Consolidator » de le Conseil européen de la recherche (ERC) de 2,7 millions d'euros attribué à Lisa Wingate (INRAE) a pour but d'améliorer les modèles actuels de suivi du CO2 en étudiant un gaz semblable : le sulfure de carbonyle (COS). Ce gaz partage une ressemblance structurelle avec le CO2, ce qui en fait un traceur fidèle. Ce projet permettra de mieux comprendre le cycle du carbone, simuler de manière très fiable les évolutions futures sur de longues échelles de temps et ainsi d'adapter nos écosystèmes pour faire face au changement climatique.

Ouvrage



Cycle de l'eau, relations entre grands et petits cycles L'eau en milieu agricole. Outils et méthodes pour une gestion intégrée et territoriale L'eau est un enjeu majeur dans de nombreuses régions du monde du fait de besoins en forte croissance, mais aussi de la rareté et de la dégradation des ressources disponibles. L'agriculture étant le premier usager de la ressource en eau, la durabilité de la gestion de l'eau en milieu rural est cruciale. L'ouvrage, coordonné par trois chercheurs INRAE, aborde la gestion de l'eau en milieu rural en matière d'objectifs et de démarche, puis fait un panorama large des outils, des méthodes et des données actuellement disponibles. Enfin, il décrit des exemples de mises en œuvre dans différentes situations.

Scientific Reports, doi.org/10.1038/s41598-020-69175-9

Traitement et usages des biomasses, coproduits, eaux usées et résidus organiques

Comment transformer nos déchets plastiques en ressources ? De par la diversité de leurs applications, les plastiques ont rapidement envahi notre quotidien. Le polytéréphtalate d'éthylène (PET) qui sert à la fabrication de bouteilles, fibres textiles et emballages, est l'un des polyesters les plus produits au monde (70 Mt/an). Cependant, la principale voie de recyclage actuelle du PET, thermomécanique, ne permet de traiter qu'une fraction des déchets et engendre une perte de ses propriétés. En conséquence, ce plastique reste un déchet. En collaboration

avec la société Carbios, les chercheurs d'INRAE ont obtenu une enzyme aux performances de dépolymérisation des déchets PET augmentées. À partir des monomères ainsi purifiés, les partenaires industriels ont réussi à produire de nouvelles bouteilles, démontrant ainsi la circularité du procédé. Il s'agit d'une avancée majeure pour la gestion de la fin de vie des plastiques et leur valorisation en boucle fermée qui permet de répondre à un enjeu environnemental et sociétal.

Nature, doi.org/10.1038/s41586-020-2149-4



Bouteilles plastiques © Pixabay

...

Une nouvelle étape dans la valorisation des coproduits végétaux

Avec 12,1 millions de tonnes en matière sèche (chiffre 2016), les coproduits alimentaires générés chaque année en France représentent un gisement à fort potentiel de matières premières renouvelables. Pour accompagner la transition vers des filières agroalimentaires plus durables tout en répondant aux attentes des consommateurs pour des produits plus naturels, le potentiel des coproduits végétaux en tant qu'agents stabilisants d'émulsion a été évalué. Issus de la première transformation de végétaux au sein des industries agroalimentaires, les coproduits pourraient être employés comme nouvelle source d'ingrédients, sans fractionnement, purification ou modification chimique. Une première preuve de concept a été établie avec du marc issu de la fabrication de jus de pomme, ainsi que des sons d'avoine. Par la suite, l'étude a été étayée par des modèles prédictifs de texture et de stabilité. La généricité de cette approche va être testée avec d'autres coproduits végétaux. Les sensorialités obtenues par ces procédés sont différentes des émulsions « classiques » et seront confrontées à la perception des consommateurs.

Journal of Food Engineering, doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110115
Journal of Colloid and Interface Science, doi.org/10.1016/j.jcis.2020.07.078

Compost © Pixabay



Dépollution, lit fluidisé de méthanisation. Collaboration Inra Degremont © INRAE, R. Moletta

Améliorer les performances de la méthanisation

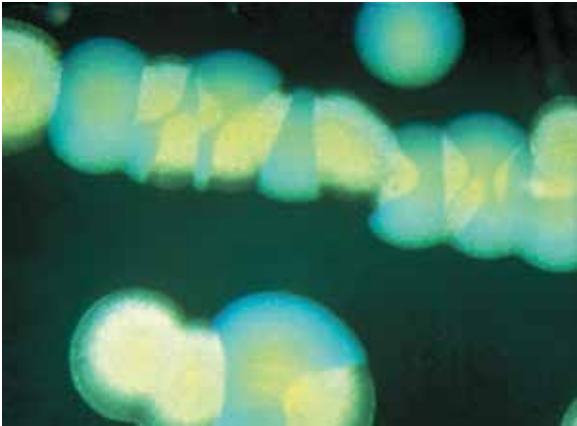
La digestion anaérobie ou méthanisation est un bioprocédé microbien utilisé de plus en plus largement à l'échelle industrielle pour convertir les déchets organiques en biogaz, riche en méthane, y compris sur les exploitations agricoles. Cependant, les interactions microbiennes qui la régissent demeurent sensibles à de nombreux inhibiteurs qui peuvent conduire à des dysfonctionnements importants. Un enjeu majeur pour les opérateurs consiste à anticiper ces dysfonctionnements afin de limiter leurs impacts économiques et environnementaux. Pour cela, d'importants efforts de recherche ont été fournis pour caractériser par séquençage la composition des écosystèmes microbiens de digesteurs anaérobies dans différentes conditions d'inhibition. Une méthode statistique originale d'intégration de données a permis d'exploiter ces résultats afin d'identifier une signature microbienne robuste de l'inhibition des digesteurs anaérobies. Son potentiel d'utilisation dans des modèles prédictifs afin de réaliser un diagnostic précoce du bon fonctionnement des bioprocédés a ensuite été validé avec un taux de succès supérieur à 90 %.

Bioresources Technology, doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123952

Explorer sans limite le potentiel fonctionnel des écosystèmes microbiens

Les communautés microbiennes jouent un rôle dans la santé humaine et animale, la qualité des aliments ou bien encore la bioremédiation des environnements pollués. Des chercheurs de *Toulouse Biotechnology Institute* (TBI) et de l'université de Cambridge ont développé une méthode de criblage à ultra-haut débit permettant d'explorer la diversité fonctionnelle de l'équivalent de milliers de génomes bactériens en seulement une heure de travail. La technologie microfluidique mise en place est dorénavant accessible à la communauté scientifique, via la plateforme PICT-ICEO de *Toulouse Biotechnology Institute* (infrastructure européenne Ibisba). ●

Microbiome, doi.org/10.1186/s40168-020-00911-z
Accès à PICT-ICEO



Colonies de bactéries lisses (bleues) et rugueuses (jaunes) de *Brucella*
© INRAE, G. Bezaud

Congrès ...

Premier congrès mondial sur l'agrivoltaïsme organisé par INRAE

Ce congrès, organisé par INRAE et initialement prévu à Perpignan, s'est tenu du 14 au 16 octobre en ligne en raison de la pandémie et a permis de réunir plus de 350 participants de 38 pays. Les discussions scientifiques ont porté sur les pratiques et les techniques compatibles avec la production agricole dans le respect de la qualité des sols, de leur potentiel de production et de la réversibilité intégrale des installations.

[Site du congrès](#)

Orientation scientifique

Favoriser une approche globale de la santé

En 2020, la crise sanitaire liée à la pandémie de SARS-CoV-2 a mis en lumière l'importance des interactions entre santé humaine, santé animale et santé de l'environnement. La prise en compte des santés animale, végétale et humaine dans le cadre du concept « Une seule santé » mobilise les scientifiques d'INRAE. L'intégration des trois dimensions reste néanmoins encore délicate à mettre en œuvre. Les recherches menées à INRAE portent par exemple sur la modélisation des épidémies animales ou végétales pour identifier les zones à risque d'émergence et en faciliter le contrôle, le traitement des maladies infectieuses et les éventuelles impasses thérapeutiques ou bien encore les risques associés aux pollutions de l'environnement. L'alimentation, véritable trait d'union entre la santé humaine et l'environnement, est explorée dans les travaux de recherche de l'institut, notamment au travers des recherches sur la nutrition préventive.

Émergence et réémergences de maladies transmissibles, au sein et entre les systèmes environnementaux, agricoles et alimentaires

La modélisation épidémiologique au service de la maîtrise des maladies animales

Les maladies endémiques circulent en permanence et peuvent générer de lourdes pertes en élevage à moyen ou long terme. Lutter contre ces maladies est essentiel pour une agriculture durable. Dans le cadre d'une collaboration scientifique interdisciplinaire entre biologistes, économistes et modélisateurs, les chercheurs ont mis en exergue la manière dont la modélisation mathématique en épidémiologie contribuait à mieux comprendre et prédire la circulation de ces maladies, ainsi qu'à guider leur maîtrise à toutes les échelles, depuis l'animal jusqu'aux territoires et aux filières de production. Les défis scientifiques et méthodologiques

qui persistent pour proposer des options de maîtrise ciblée et en évaluer l'impact ont été recensés. Par exemple, la prise de décision stratégique des éleveurs reste à inclure pour mieux appréhender le compromis entre gestion individuelle et gestion collective, et orienter ainsi au mieux les incitations.

Epidemics, doi.org/10.1016/j.epidem.2020.100398



Agneaux âgés d'environ une semaine nés sur le domaine expérimental de Brouëssy © INRAE

De nouvelles cibles pharmacologiques pour la prévention et le traitement de maladies parasitaires

La prévention et le traitement des maladies parasitaires dues à des vers, notamment des filaires, chez les animaux et les êtres humains constituent un enjeu de santé publique. L'émergence de pharmaco-résistance chez les parasites compromet le succès des traitements. Comprendre les mécanismes de développement du parasite permet de trouver des cibles originales pour des médicaments efficaces. En combinant des approches *in vitro*, *in vivo* chez le parasite et de modélisation *in silico*, les chercheurs ont identifié un point de contrôle du développement du stade infectieux pour *Dirofilaria immitis*, responsable de la dirofilariose cardipulmonaire chez les chiens et les chats. Ces résultats offrent des perspectives innovantes pour le développement de thérapies pour lutter contre ces infections.

Scientific Reports, doi.org/10.1038/s41598-020-67466-9

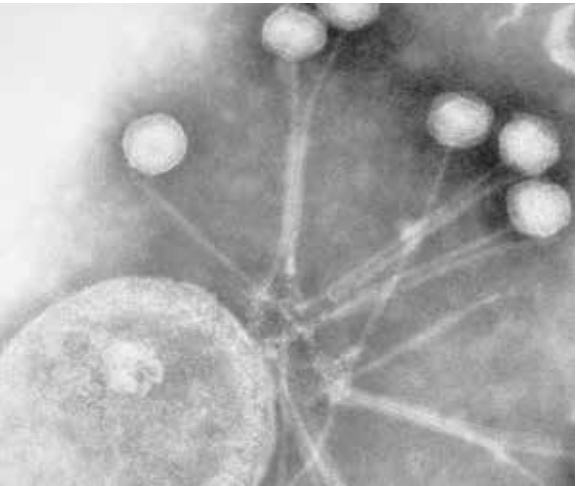
Le risque épidémique de la fièvre de la Vallée du Rift au Sénégal

La fièvre de la Vallée du Rift (FVR) est transmise par des moustiques, principalement au bétail, provoquant des vagues d'avortement et une mortalité élevée chez les animaux les plus jeunes. C'est une zoonose dont la forme grave peut être fatale pour l'être humain. La FVR fait partie de la liste des maladies émergentes prioritaires de l'OMS. Les localisations les plus à risque de constituer un foyer épidémique varient selon les années. Les auteurs de cette étude proposent une approche par modélisation pour cartographier ce risque à des échelles de temps et d'espace atteignables seulement grâce à la mobilisation de données satellitaires. Des travaux complémentaires chercheront à tester des scénarios climatiques en lien avec le risque épidémique et d'anticiper ce risque.

Epidemics, doi.org/10.1016/j.epidem.2020.100409



Moustique © AdobeStock



Bactériophages de bactéries lactiques accrochés à un débris organique non pathogène © INRAE, M. Rousseau

La mise en lumière de virus bactériens cachés au sein du microbiote : une piste pour lutter contre les bactéries résistantes aux antibiotiques

La composition du microbiote intestinal et le rôle de chacun des micro-organismes impliqués sont encore peu connus. On sait que le microbiote est composé de centaines d'espèces différentes de bactéries, chacune jouant un rôle sur le bon fonctionnement du tractus digestif et sur notre santé. D'autres protagonistes microbiens comme des champignons ou des virus humains et bactériens (bactériophages) y sont retrouvés mais ils sont moins bien connus. C'est pourquoi les chercheurs s'intéressent aux interactions entre chacun des acteurs, notamment entre les bactéries et les bactériophages. Une étude internationale de grande ampleur a permis d'identifier qu'au sein du microbiote intestinal, deux catégories de bactériophages émergent, lesquelles se distinguent par des capacités d'infection vis-à-vis des bactéries fortement contrastées. Les plus infectieux pourraient s'avérer utiles en phagothérapie, une alternative aux traitements antibiotiques.

Nature Communications, doi.org/10.1038/s41467-019-14042-z

Ouvrage



Les zoonoses : ces maladies qui nous lient aux animaux

Cet ouvrage proposé par des chercheurs d'INRAE, du CNRS et de l'Anses apporte un éclairage sur les zoonoses, maladies transmissibles entre les animaux et les humains. Après avoir défini ce que sont ces maladies, comment elles se transmettent et avoir présenté les zoonoses majeures, les auteurs s'attachent à comprendre ce qui favorise leur émergence. Enfin, ils exposent les différents moyens de nous en prémunir à l'échelle individuelle et collective et questionnent notre responsabilité collective à l'échelle planétaire.



Pollutions, contaminants et exposome

Pollution des eaux, quels impacts sur la santé humaine et les milieux aquatiques, quelles méthodes pour surveiller ces pollutions ?

Les eaux usées sont susceptibles de contenir de très nombreux micropolluants organiques et inorganiques dont l'élimination par les procédés de traitement est incomplète ; certains restent de ce fait présents dans les eaux rejetées dans l'environnement après traitement. Des chercheurs d'INRAE, en collaboration avec le Syndicat national des entreprises de traitement de l'eau (Syn-teau) ont évalué, pour la première fois à l'échelle de la France, l'impact potentiel d'une centaine de ces micropolluants sur la santé humaine et les milieux aquatiques. Les substances les plus préoccupantes sont des hydrocarbures aromatiques polycycliques, des pesticides, des résidus de médicaments, ainsi que divers éléments comme des traces métalliques. La présence et la persistance de ces substances dans le milieu posent la question de la nécessité d'innover en matière de traitements dédiés dans les stations d'épuration des eaux usées en complément des actions nécessaires de réduction à la source. Identifier des moyens de surveillance de la pollution chimique est un enjeu crucial pour préserver les écosystèmes aquatiques et la qualité des eaux. Des chercheurs d'INRAE et de l'Office français de la biodiversité (OFB) ont développé et testé une démarche utilisant un crustacé – le gammare – pour prédire la contamination des poissons par un tensioactif, le perfluorooctane sulfonate (PFOS). L'étude de faisabilité montre que la mesure de la concentration de PFOS chez des gammares encagés permet de prédire le dépassement de la norme de qualité environnementale pour cette substance dans le milieu aquatique. [Water Research, doi.org/10.1016/j.watres.2020.116524](#)
[Environmental Sciences Europe, doi.org/10.1186/s12302-020-00416-4](#)

Contamination des aliments à base de céréales : un nouveau facteur de risque pour les maladies inflammatoires de l'intestin

Le nombre de personnes atteintes de maladies inflammatoires chroniques de l'intestin est en augmentation depuis plusieurs décennies, à la fois dans les pays développés et ceux en voie de développement. Ces maladies peuvent être provoquées par de multiples facteurs dont l'exposition à certains contaminants alimentaires. Une équipe de chercheurs d'INRAE et de l'École d'ingénieurs de Purpan montre pour la première fois que l'exposition à faible dose à la déoxynivalénol, l'une des mycotoxines que l'on retrouve le plus fréquemment dans les céréales et aliments à base de céréales, augmente le risque de maladies inflammatoires chroniques de l'intestin et en exacerbe les symptômes. ● [Archives of Toxicology, doi.org/10.1007/s00204-020-02817-z](#)



Nutrition préventive pour la santé publique et environnementale

Mieux comprendre l'origine de la satiété

Dans une perspective d'ajustement du comportement alimentaire quand cela se révèle nécessaire pour la santé ou en lien avec des conditions de vie particulières, les chercheurs ont exploré les mécanismes qui gouvernent les sensations de faim et de satiété dans notre cerveau. Leurs travaux, conduits chez la souris, ont montré qu'il s'agit d'une cascade de réactions déclenchées par l'élévation du taux de glucose dans le sang. Celle-ci entraîne une modification d'un type de cellules nerveuses (les astrocytes) liées à l'activité de neurones précédemment identifiés comme jouant un rôle dans la prise alimentaire. De manière étonnante, un repas riche en graisses n'induit pas ce remodelage. Est-ce à dire que les lipides sont moins efficaces pour couper la faim ? Les scientifiques cherchent à déterminer s'ils ne déclencheraient pas la satiété par un autre circuit. Il reste aussi à identifier si les édulcorants ont les mêmes effets ou s'ils sont de véritables leurres pour le cerveau, en ne procurant que la sensation sucrée addictive sans couper la faim. [Cell Reports, doi.org/10.1016/j.celrep.2020.02.029](#)

Suivi des recommandations nutritionnelles : un impact positif confirmé sur l'environnement

Les régimes alimentaires occidentaux sont caractérisés par des apports importants en sucre, sel, graisses saturées et viande, ainsi qu'une forte consommation d'aliments transformés. Au-delà des conséquences pour la santé, les systèmes alimentaires actuels sont responsables de près d'un tiers des émissions de GES et contribuent de façon importante à la pollution de l'eau et des sols et à la perte de biodiversité. Dans ce contexte, changer les habitudes de production et de consommation alimentaires est une nécessité. Les recommandations nutritionnelles françaises ont été mises à jour en 2017 et ont inclus, pour la première fois, la préservation de l'environnement. Des scientifiques d'INRAE, de l'Inserm, de l'université Sorbonne Paris Nord et de Solagro ont conduit une évaluation multicritère de ces recommandations nutritionnelles françaises en se basant sur les données de 28 340 participants de l'étude de cohorte NutriNet-Santé. Leurs résultats montrent que le suivi de ces nouvelles recommandations nutritionnelles a un impact positif tant sur la santé que sur l'environnement. [Nature Sustainability, doi.org/10.1038/s41893-020-0495-8](#)

De nouvelles perspectives dans la prévention et le traitement des maladies inflammatoires chroniques

La maladie coeliaque est une maladie immunitaire de l'intestin qui touche plus de 1 % de la population mondiale. Elle se caractérise par une intolérance au gluten qui provoque une

inflammation de l'intestin, des douleurs abdominales, une diarrhée et peut conduire à un amaigrissement et à des carences chez les patients. Ces affections chroniques sont, pour la grande majorité, associées à une perte de richesse et une altération du microbiote intestinal. Un dialogue équilibré entre l'être humain (l'hôte) et son microbiote intestinal est essentiel au maintien de la santé. À partir d'un modèle animal, les chercheurs apportent la preuve pour la première fois que l'inflammation intestinale et l'altération du microbiote qui l'accompagne peuvent s'entretenir mutuellement et générer un état stable de pré-maladie. Ils montrent également que l'apport alimentaire de tryptophane ou une supplémentation de probiotiques capables de métaboliser cet acide aminé diminuent les lésions intestinales de la maladie coeliaque chez l'animal et ouvrent de nouvelles perspectives thérapeutiques pour l'être humain, le seul traitement existant pour le moment étant un régime strict et contraignant sans gluten. Ces résultats, obtenus dans le cadre du projet européen Homo symbiosus soutenu par le Conseil européen de la recherche (ERC) et coordonné par INRAE, ouvrent de nouvelles voies de diagnostic, de nutrition préventive et de thérapie en médecine humaine. ●

[Science Translational Medicine, doi.org/10.1126/scitranslmed.aba0624](#)

Guide ●●●



Guide nutritionnel pour les personnes âgées

La dénutrition, qui touche en France plus de deux millions de personnes, est une situation pathologique qui menace la santé, l'autonomie et l'espérance de vie des personnes âgées. Chez la personne dénutrie, le risque de mortalité est ainsi multiplié par quatre. Fruit d'un travail collectif mené depuis plusieurs années, un guide d'information et de conseils pratiques à destination des personnes âgées et de leurs aidants familiaux et professionnels a été produit par des chercheurs d'INRAE et du CHU de Dijon. Accès au guide : <https://url.inrae.fr/3nrjLRo>



© AdobeStock

Orientation scientifique

Mobiliser la science des données et les technologies du numérique au service des transitions

Les enjeux des transitions multiples impliquent de considérer les systèmes agricoles, alimentaires, environnementaux ou territoriaux dans leur globalité et leur diversité. Les avancées scientifiques, technologiques et méthodologiques permises par le développement des sciences et technologies du numérique ouvrent de nouvelles voies pour explorer cette complexité. Ainsi, la modélisation et la simulation de systèmes dynamiques complexes constituent un domaine de recherche en expansion. Les capteurs d'informations implantés dans le milieu ou embarqués (drones, satellites) sont devenus incontournables pour explorer de nouvelles échelles de compréhension et d'action (spatiales, temporelles ou organisationnelles).

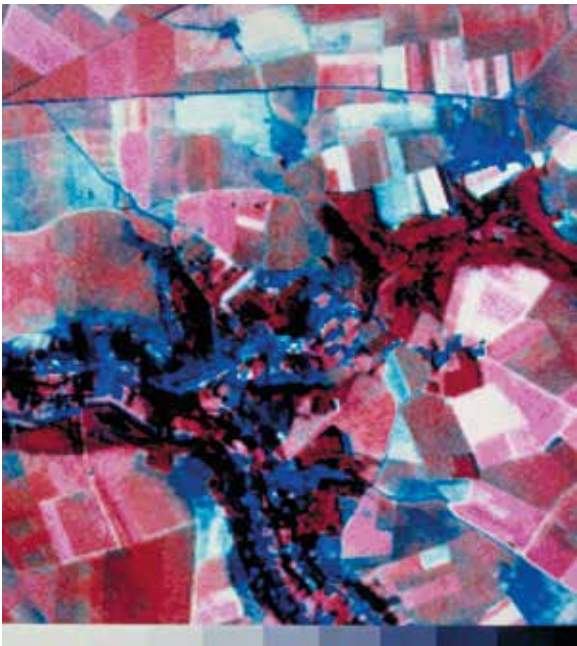
Systèmes complexes et évolutifs

Une méthode statistique originale pour identifier les réseaux de régulation de l'expression génique chez les bactéries

Les séquences génomiques et les données d'expression génique (transcriptomiques) sont de plus en plus faciles à obtenir. Par contraste, l'intégration de ces sources d'information pour améliorer la connaissance des réseaux de régulation génétique reste difficile et en grande partie manuelle, même pour des organismes *a priori* aussi simples que les bactéries. Pour répondre à ce défi, les chercheurs ont développé une nouvelle approche dédiée à l'identification des motifs régulateurs dans les séquences d'ADN. Celle-ci s'appuie sur un modèle statistique original qui permet un usage simultané

des propriétés de composition de l'ADN et de données sur le profil d'expression des gènes. Pour démontrer sa pertinence, la méthode a été appliquée à un grand jeu de données publiques agrégeant les résultats de nombreuses études sur la bactérie *Listeria monocytogenes*. Les résultats apportent un éclairage global sur les réseaux de régulation de cette bactérie qui est à la fois un pathogène modèle et l'agent responsable d'une des principales anthroponoses (listériose). Couplée à l'acquisition de données transcriptomiques, la méthode peut être appliquée à n'importe quelle bactérie.

Journal of the Royal Society Interface, doi.org/10.1098/rsif.2020.0600 ; Logiciel libre : forgemia.inra.fr/pierre.nicolas/multiple



Cartographie des rendements de cultures céréalières à partir de traitements d'images. Image satellite de base fournie par le société Spotimage © INRAE, P. Boissard

Capteurs et systèmes d'acquisition d'information

La télédétection, un changement d'échelle nécessaire pour le suivi de l'impact des pratiques agricoles ou de l'état de la végétation

Les technologies de proxi-détection et télédétection ne représentent qu'un aspect de l'agriculture de précision ou plus largement numérique. Elles n'en jouent pas moins un rôle-clé dans la connaissance des cultures et la modulation des pratiques. Des progrès sont nécessaires pour mieux quantifier le bilan car-

bone des écosystèmes cultivés et explorer l'intérêt de pratiques qui favorisent le stockage sur de grands territoires. Une nouvelle approche d'estimation des bilans de carbone à la parcelle combinant télédétection à haute résolution et modélisation agromonomique a été développée. Le modèle agro-météorologique est contraint jusqu'à reproduire fidèlement le développement de la végétation telle qu'elle est « vue » par le satellite, ce qui permet de prendre en compte implicitement l'effet des stress abiotiques et des pratiques sur la production de biomasse et les composantes du bilan de carbone (flux de CO₂, export de carbone à la récolte). Cette approche est particulièrement bien adaptée à la quantification de l'effet des cultures intermédiaires, un des principaux leviers d'atténuation en agriculture, sur le stockage de carbone dans les sols agricoles.

Le suivi de l'état, du fonctionnement et de la composition de la végétation en réponse à différents stress est également nécessaire à la compréhension des mécanismes d'adaptation. L'estimation de la chimie foliaire par télédétection y joue un rôle central, et le suivi de la teneur en azote foliaire est particulièrement important. Des travaux récents ont permis de combiner la modélisation et l'apprentissage automatique pour mesurer et suivre la teneur en azote de la végétation.

Geoderma, doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114428
Remote Sensing, doi.org/10.3390/rs12182967
Remote Sensing of Environment, doi.org/10.1016/j.rse.2020.112173

Un robot pour suivre et filmer le vol des insectes



Les insectes volants ont développé des stratégies efficaces pour se déplacer dans les environnements naturels. Mais l'étude expérimentale de ces stratégies est encore difficile en raison de leur petite taille et de leur grande vitesse de déplacement : seules sont possibles aujourd'hui les études d'insectes attachés (simulateurs de vol) ou en vol stationnaire.

Dans le cadre d'une collaboration INRAE-CNRS-Université de Lorraine, les chercheurs ont développé le premier robot guidé par des câbles, capable de suivre et d'interagir avec un insecte en vol totalement libre. Ces travaux ouvrent la possibilité de suivre divers insectes, comme les drosophiles ou les moustiques, et permettront de mieux comprendre leurs stratégies d'orientation en réponse à des stimulations olfactives. En effet, chez les insectes, la localisation de sources d'odeur joue un rôle majeur dans l'expression des comportements sexuels et alimentaires.

Science Robotics, doi.org/10.1126/scirobotics.abb2890 (robot en couverture de Science Robotics)

Un Carrefour de l'innovation agronomique (CIAg) dédié au spatial dans la transition écologique

Les gestionnaires et les agriculteurs doivent pouvoir disposer d'indicateurs agri-environnementaux et d'outils permettant un suivi de l'impact environnemental des activités agricoles à des échelles spatiales variées. Ce colloque Environnement 2020 du CIAg a permis de partager les nouveaux développements de solutions basées sur une imagerie haute résolution, de nouvelles possibilités pour caractériser les agro-écosystèmes et les paysages qui permettent d'éclairer la décision des acteurs œuvrant à la transition agroécologique.

Le CIAg s'adressait aux utilisateurs potentiels des résultats de la recherche spatiale : start-up (en particulier les entreprises en demande d'interaction avec la recherche pour identifier des débouchés dans la sphère agricole et/ou environnementale); acteurs intermédiaires du monde agricole (coopératives, conseil...) et de l'environnement; collectivités territoriales et gestionnaires des territoires, associations, enseignants et étudiants de ces filières.

https://url.inrae.fr/3oV0R6c

Brèves

Le portail Dinamis, un accès simplifié aux images spatiales

Ce dispositif national d'approvisionnement mutualisé en imagerie satellitaire, facilite l'accès aux images à très haute résolution spatiale et offre un relais à un bouquet d'images gratuites aux résolutions complémentaires pour de nombreux utilisateurs. L'utilisation plus simple des données issues des systèmes satellitaires permet de développer les usages à des fins de recherche, d'aménagement ou de planification territoriale, de suivi ou de gestion environnementale, d'innovation ou de création de valeur ajoutée (en sciences de la Terre, de l'environnement, en agronomie, en sciences sociales...). Ce dispositif a été créé sous l'impulsion de six organismes fondateurs : CNES, CNRS, IGN, INRAE, IRD et CIRAD.

dinamis.data-terra.org

Un ouvrage pour le smart farming

L'intégration des nouvelles technologies en agriculture, ou *smart farming*, permet de nouvelles approches pour l'aide à la décision. Le livre Internet des objets et aide à la décision pour une agriculture de précision intelligente auquel ont participé plusieurs chercheurs d'INRAE, traite des questions et des possibilités liées aux applications de l'Internet des objets (*Internet of things - IoT*) dans le domaine de la production agricole. Il répond aux besoins de connaissances et de références pour favoriser leur développement.

doi.org/10.1016/C2018-0-00051-1



Partenariats et impacts





Placer la science, l'innovation et l'expertise au cœur de nos relations avec la société pour renforcer notre culture de l'impact

INRAE est engagé sur des défis sociétaux majeurs de plus en plus complexes impliquant une grande diversité d'acteurs. Ces relations constituent un important moteur d'innovation et d'impact de toute nature. Dans ses domaines d'intervention et via des interfaces adaptées, INRAE mobilise les connaissances, le savoir-faire et l'expertise pour accélérer la conception et la mise en œuvre de politiques publiques et de solutions opérantes avec et pour les acteurs économiques et sociétaux. Il favorise la science ouverte, la transmission des connaissances et le débat scientifique avec la société.



Amplifier les partenariats pour favoriser l'innovation

La démarche partenariale est au cœur de l'activité de l'institut. Elle associe INRAE aux structures académiques, acteurs de la société civile, acteurs économiques publics et privés, instituts techniques et au-delà. Grâce aux instituts Carnot portés par INRAE et complétés par une structuration de l'offre en quatorze domaines d'innovations, cette démarche de partenariat tournée vers l'innovation est renforcée depuis quelques années. L'année 2020 en montre les fruits avec notamment **le renouvellement de la labellisation de quatre Carnot et la labellisation du Carnot « Eau et environnement »**, le soutien de projets afin d'accroître leur niveau de maturité technologique (trois à cinq, c'est-à-dire jusqu'à la phase de démonstration de faisabilité préindustrielle), le développement de partenariats plus collaboratifs dans des Laboratoires communs (LabCom), et la mise en place d'un nouveau dispositif de partenariat avec mutualisation des moyens, le Laboratoire partenarial associé (LPA).

Dynamisé par la fusion Inra-Irstea, le soutien à la création d'entreprises et la collaboration avec les start-up bénéficie d'une ac-

tion forte. **Un pôle Création d'entreprise** est créé au sein de la filiale INRAE Transfert avec un nouveau responsable et plusieurs collaborateurs (+ 2,5 équivalents temps pleins ETP). Ainsi, les scientifiques qui désirent s'engager dans cette voie accèdent à des formations et des conseils, un coaching à la création d'entreprise, une aide à la préparation de leur pitch de présentation, ainsi qu'à des mises en relation avec les investisseurs.

Pour les start-up extérieures à INRAE, l'institut s'engage à un cofinancement des recherches, un accès facilité à ses résultats et un accompagnement qui peut aller jusqu'à l'hébergement de ces entreprises en devenir. Preuve de ce succès, plus de dix entreprises ont été créées en deux ans (2019 et 2020), contre deux ou trois par an auparavant.

Aux côtés des traditionnelles licences, INRAE étudie également de nouveaux modes de transfert de ses résultats de recherche en 2020 avec **le développement de jeux sérieux**. Une plateforme d'accès aux outils d'accompagnement et de diffusion de jeux sérieux est en cours de réalisation pour favoriser le dialogue entre les chercheurs qui ont déjà l'expérience de cette forme de valorisation et les non-initiés. Un groupe de réflexion est mis en place pour envisager de nouvelles collaborations, avec en particulier les lycées agricoles, ministères, instituts techniques, bureaux d'études.



Discussion sur le terrain entre un agriculteur pratiquant l'ACS (Agriculture de conservation des sols) et un chercheur dans l'UMR Agroécologie © INRAE, B. Nicolas



Un cinquième Carnot pour INRAE

INRAE porte quatre Carnot : « France futur élevage », « Qualiment », « 3BCAR » et « Plant2Pro », dont la labellisation a été renouvelée en 2020. Ce label est attribué aux structures de recherche publique qui s'engagent dans une stratégie de développement de la recherche contractuelle et collaborative avec les acteurs socio-économiques, principalement des entreprises. Guichets thématiques pour les acteurs privés, les instituts Carnot favorisent le montage et la coconception de projets de recherche, de développement et d'innovation. Le cinquième Carnot « Eau et environnement », construit autour des activités d'Irstea et de l'Inra, a reçu une labellisation probatoire de 18 mois.

LPA, une nouvelle forme de partenariat

Fruit du travail mené en 2020, le 1^{er} Laboratoire partenarial associé (LPA) d'INRAE est créé avec l'entreprise Excilone. Sur la base d'une feuille de route commune pour cinq ans, INRAE et Excilone mutualisent leurs moyens matériels et humains autour d'un programme de recherche et technologique dans le domaine de la microgénomique. Ce dispositif est matérialisé par une convention spécifique. Il est souple à créer et à évaluer et peut se dissoudre ou se renouveler aisément. Cette forme de collaboration nouvelle est

vouée à s'étendre à d'autres thématiques de recherche au sein d'INRAE.

AlgaHealth labellisé LabCom

Avec la labellisation LabCom d'AlgaHealth par l'Agence nationale de la recherche (ANR), cette entité devient le dixième laboratoire commun d'INRAE. Des scientifiques de l'institut et de la société partenaire Olmix évaluent ensemble au sein d'AlgaHealth le potentiel des algues en santé anti-

infectieuse chez l'animal d'élevage. Cette évaluation d'extraits d'algues a déjà permis de montrer qu'ils pouvaient être utilisés pour stimuler la réponse immunitaire des animaux, protéger les muqueuses vis-à-vis d'agents pathogènes et réduire l'utilisation d'intrants médicamenteux dans les élevages. INRAE et Olmix ont signé un accord-cadre pour poursuivre leur collaboration.

INRAE s'engage auprès des start-up via AgriO

En février 2020, le consortium AgriO est labellisé Apporteur d'affaires par le fonds French Tech Seed, pour une durée de deux ans. INRAE, par sa filiale INRAE Transfert, est le chef de file de ce consortium qui rassemble AgroParisTech, l'Institut Agro via son école interne Montpellier SupAgro, AgrOnov, IAR, Vitagora et Agri Sud-Ouest innovation. Il a vocation à accompagner les start-up des secteurs de l'agriculture, de l'alimentation, des agro-industries et de l'environnement, dès l'identification des projets dans les laboratoires, et faciliter les premiers financements d'investisseurs par leur labellisation. Vingt-et une jeunes entreprises ont candidaté à AgriO, trois ont obtenu le label AgriO French Tech Seed et sollicité des obligations convertibles auprès de Bpifrance pour compléter leur levée de fonds d'amorçage. ●

En chiffres

La création d'entreprises en 2020

3
entreprises créées à partir de résultats INRAE

19
projets de création d'entreprises basés sur des résultats de recherche INRAE

20
scientifiques, porteurs de projets accompagnés (lors de sessions de coaching) par Vianeo



UMT RMT

INRAE consolide son partenariat scientifique et technique avec des équipes des instituts techniques autour de thématiques à forts enjeux socio-économiques et environnementaux. **Six nouvelles unités mixtes technologiques (UMT)** et **20 réseaux mixtes technologiques (RMT)** ont été labélisés par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation en 2020.

Unités mixtes technologiques	Partenaires
Géno-Vigne	IFV
PrADE – Protection des abeilles dans l'environnement	ACTA-ITSAP
Pilotage de la santé des ruminants	IDELE
SANIVOL – Santé et bien-être	ITAVI
FIORIMED – Multi-performance des systèmes agricoles	ASTREDHOR
PASTO – Ressources et transformation des élevages pastoraux en territoire méditerranéen	Institut de l'élevage

Abeille butinant une fleur dans la roseraie Loubert, Maine et Loire.
(Photo d'illustration)
© INRAE, B. Nicolas



RMT impliquant les réseaux de l'ACTA, de l'APCA et de l'ACTIA	Organisme porteur
FILARMONI – Économie des filières animales	IFIP
AL-CHIMIE – Contaminations chimiques des chaînes alimentaires	ACTA
Champs et territoires ateliers	Chambre d'agriculture de Bourgogne – Franche-Comté
Filières fromagères valorisant leur terroir	CNAOL
MAELE – Macro-élevage environnement	IFIP
SDDMA – Sciences des données et modélisation pour l'agriculture et l'agro-alimentaire	ACTA
Travail en agriculture	IDELE
SPICEE – Structurer et produire l'innovation dans les systèmes ayant des cultures et de l'élevage ensemble	IDELE
Sols et territoires	Chambre d'agriculture Grand Est
BOUCLAGE – Recyclage, fertilisation et impacts environnementaux	ACTA
BIOREG – Biodiversité pour la régulation naturelle des bioagresseurs	ASTREDHOR
CACP – Chaînes alimentaires courtes de proximité pour une alimentation durable	FR – CIVAM Bretagne
AFORCE – Adaptation des forêts au changement climatique	CNPPF
TRANSFOBIO – Préservation des qualités des produits bio	CRITT PACA
ECOVAL – Éco-conception et évaluation	ITERG
QUADIFERM – Qualité des produits fermentés et distillés	IFV
PROPACK-FOOD – Emballages durables, économie circulaire et gaspillage alimentaire	LNE
QUALIMA – Maîtrise de la qualité microbiologique des aliments	AERIAL
PROT&IN – Développement de l'offre en ingrédients protéiques et en aliments protéiques	ADIV – ITERG
ECOFLUIDES – De nouvelles solutions sobres en eau et en énergie (procédés, transformation)	CRITT Agro-alimentaire PACA
CHLEAN – Conception hygiénique des lignes et équipements et amélioration de la nettoyabilité	CTCPA
FLOREPRO – Place des cultures de préservation dans la durabilité des filières	ADIV



Anticiper les grands défis, éclairer les débats sociétaux et les politiques publiques par l'expertise scientifique

Parce que science et société sont intimement liées, l'expertise scientifique d'INRAE a pour vocation d'éclairer les défis actuels comme futurs et la prise de décision par les acteurs publics. En 2020, année de fusion de l'Inra et d'Irstea en une nouvelle entité, INRAE, les rôles et missions de l'Expertise et de l'appui aux politiques publiques (EAPP) se sont affirmés avec la création d'une direction générale déléguée dédiée.

Avec ses deux directions, la Direction de l'expertise scientifique collective, de la prospective et des études (DEPE) et la Direction de l'appui aux politiques publiques (DAPP), la nouvelle organisation anime l'interface avec les ministères, agences et collectivités territoriales. Ses agents construisent avec les acteurs scientifiques d'INRAE l'offre d'expertise et d'appui aux politiques publiques aux niveaux territorial, national et international : expertises collectives, prospectives, études, ou encore outils et indicateurs d'évaluation des politiques publiques.

INRAE veut ainsi consolider ses activités via un dialogue plus riche entre chercheurs et ingénieurs et décideurs publics. Une volonté qui se manifeste par exemple au travers de l'intégration de ces activités dans les principes de l'évaluation individuelle des chercheurs et des ingénieurs INRAE.

En 2020, INRAE a renforcé tout particulièrement ses liens avec trois ministères :

- Le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation : échanges sur les grands enjeux et sur les dispositifs pérennes d'appui aux politiques publiques partagés comme les trois plateformes d'épidémiologie-surveillance (animale, végétale et de la chaîne alimentaire), Infosol, ou encore le GIP GEVES (Groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences).
- Le ministère de la Transition écologique : accord-cadre signé en septembre 2020 pour structurer les thèmes prioritaires et les modalités de collaboration pour les cinq prochaines années.
- Le ministère des Solidarités et de la Santé : présentation de l'expertise pour favoriser les échanges sur des sujets complexes situés à l'interface alimentation-santé, agriculture-santé ou environnement-santé.



L'année 2020 a été rythmée par des rencontres avec les partenaires publics en vue du renouvellement de plus de la moitié des accords-cadres de l'institut (Office français de la biodiversité (OFB), Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Météo France, Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) ; et par des rencontres également au niveau européen dans le cadre par exemple d'un séminaire avec le réseau PEER (instituts de recherche européens dans le domaine de l'environnement) et des directeurs généraux de la Commission européenne autour des enjeux de la recherche environnementale et des besoins des politiques publiques européennes.

P. Mauguin et P. Flammarion présentent à la ministre E. Borne, les travaux d'INRAE sur « les risques naturels et ouvrages hydrauliques » au Salon de l'agriculture ©INRAE, B. Nicolas



Objectif : accompagner la sortie du glyphosate

À la suite des rapports sur la viticulture et l'arboriculture, les scientifiques INRAE ont évalué les alternatives au glyphosate en grandes cultures et les impacts économiques associés, à la demande du Premier ministre et des ministres chargés de l'Agriculture et de la Transition écologique, dans le cadre du plan français de sortie du glyphosate. Cette étude propose une estimation du surcoût occasionné par l'arrêt du glyphosate pour les agriculteurs en fonction de leurs pratiques culturales.

L'étude est consultable en ligne : <https://url.inrae.fr/3dVLYNe>

Pour une PAC ambitieuse et cohérente avec le Green Deal

L'Europe s'est dotée d'un Pacte vert ambitieux mais la future PAC permettra-t-elle d'atteindre ces objectifs ? Pour le garantir, le Parlement européen a commandé une étude aux experts d'INRAE et d'AgroParisTech. Il en ressort une série de recommandations parmi lesquelles figurent le renforcement des exigences minimales pour bénéficier des aides du premier pilier de la PAC, des éco-régimes ambitieux ciblant la réduction des émissions de GES et la préservation de la biodiversité, et la sanctuarisation de budgets alloués aux mesures climatiques et environnementales dans les deux piliers. Ce rapport a permis la réalisation d'un ouvrage édité chez Quae : *Quelle politique agricole commune demain ?* Ce livre dessine les contours d'une PAC ambitieuse, en matière d'objectifs et d'instruments, qui permettrait de faciliter la nécessaire transition agroécologique des systèmes agricoles et agroalimentaires européens.

<https://url.inrae.fr/2PSuCYe>
<https://url.inrae.fr/3i0qXRf>

Favoriser une approche globale de la qualité des produits animaux

INRAE coordonne une expertise scientifique sur la qualité des produits animaux à la demande du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation et de FranceAgriMer. Viande bovine, ovine, porcine, de volaille, chair de poisson, lait et aliments transformés sont décrits selon leurs propriétés organoleptiques, nutritionnelles, sanitaires, technologiques, commerciales, d'usage et d'image. Les conditions d'élevage et de transformation qui favorisent ou dégradent la qualité des produits sont ainsi révélées. Cette étude prend tout son sens alors qu'il est demandé aux professionnels des filières animales de mieux considérer les enjeux sociétaux et environnementaux et de promouvoir une montée en gamme des produits.

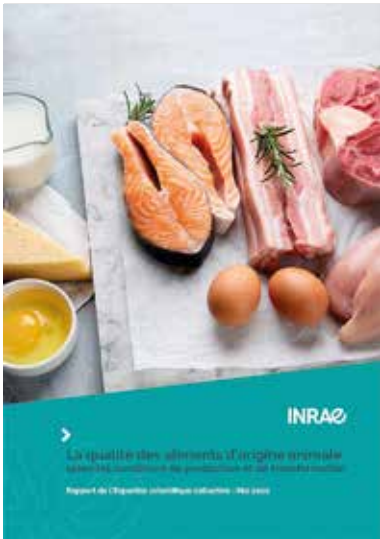
La synthèse est à retrouver en ligne : <https://url.inrae.fr/3tXRdS6>

Les agricultures européennes à l'horizon 2050

En 2050, quelles évolutions possibles des surfaces, des productions et des échanges mondiaux des produits agricoles ? Pour répondre à cette question soumise par l'association Pluriagri, INRAE étudie différentes composantes du système agricole et alimentaire pour vingt et une régions du monde, dont huit en Europe. Des tensions foncières importantes sont mises en évidence, notamment en Afrique et en Inde. Ces travaux suggèrent aussi que l'Europe de l'Est, la Pologne et l'Allemagne pourraient voir leurs besoins en terres diminuer par rapport à leur niveau actuel. Plusieurs stratégies d'allègement des tensions foncières sont explorées, en interrogeant pour chacune la contribution de l'Europe à cet objectif.

Pour en savoir plus : <https://url.inrae.fr/3835cKB>

Synthèse de restitution de l'étude sur la qualité des aliments © INRAE



Un plan pour remplacer les néonicotinoïdes dans la culture de la betterave à sucre

INRAE et l'Institut technique de la betterave (ITB) ont remis au ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation en septembre une proposition de plan national de Recherche et innovation d'un montant supérieur à 20 M€. Ce plan, qui bénéficie d'un soutien de 7 M€ du Casdar et du plan de Relance, vise à trouver des alternatives aux néonicotinoïdes opérationnelles contre la jaunisse de la betterave sucrière qui a causé des baisses de rendement significatives dans certaines régions en 2020.

Le plan comprend quatre axes :

- amélioration de la compréhension de la situation sanitaire ;
- identification et démonstration des solutions à l'échelle de la culture ;
- identification et démonstration des solutions de régulation à l'échelle de l'environnement des plantes, des cultures et des paysages ;
- transition vers un modèle économique durable. ●



Ouvrir la science et partager les connaissances

Les attentes de la société vis-à-vis de la science sont croissantes, en particulier dans les domaines d'expertise de l'institut que sont l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. Ils font écho à des enjeux sociétaux qui dépassent les périmètres nationaux et nécessitent une réponse collective et partenariale. Dans le même temps, le partage des résultats scientifiques est transformé par les outils numériques.

C'est dans ce contexte que la science ouverte (*open science*) se développe pour ouvrir à tous le processus de recherche et rendre accessibles et réutilisables les produits qui en sont issus, tels que les publications scientifiques, données et logiciels. Il s'agit pour la science d'être au plus près des attentes de la société, et pour la société de mieux appréhender la démarche scientifique, ses contraintes et sa rigueur.

INRAE a fait de la science ouverte un élément phare de son plan stratégique INRAE 2030. Cette stratégie offre aux chercheurs un cadre éthique de référence pour les guider vers de nouvelles pratiques plus partagées. L'objectif : avancer ensemble vers plus de connaissances et favoriser leur meilleure intégration dans l'innovation et les politiques publiques.

Création et mise en œuvre de la DipSO, Direction pour la science ouverte

INRAE est le premier institut de recherche français à s'être doté d'une Direction pour la science ouverte début 2020 pour accompagner les transformations des pratiques scientifiques liées au numérique et innover. Ses 57 agents répartis dans 16 centres ont la charge d'accompagner l'ouverture de la recherche et de ses résultats, la gouvernance des données et l'évolution des infrastructures numériques. Cela

se traduit notamment par la gestion du portail des publications (<https://hal.inrae.fr>) et du portail des données (<https://data.inrae.fr>) de l'institut. La direction est également impliquée dans des projets européens (EOSC Pillar) et des groupes de travail internationaux (*Research Data Alliance*) pour contribuer à rendre accessible et réutilisable les données scientifiques via des infrastructures numériques performantes.

Hadi Quesneville, nouvel administrateur des données INRAE

Directeur de recherche et ancien directeur d'unité, Hadi Quesneville a pris la responsabilité d'administrateur des données en mai 2020. Aux côtés de la DipSO, il veille à la gouvernance des données, c'est-à-dire aux bonnes pratiques de gestion et de partage et à leur valorisation auprès des différents usagers. L'acculturation des agents de l'institut à ces bonnes pratiques est essentielle. En contact au quotidien avec les chercheurs, Hadi Quesneville coordonne les actions pour les accompagner et répondre à leurs interrogations, en particulier «Peut-on ouvrir ces données, et comment?». Il s'appuie sur une cellule dédiée pour instruire les dossiers complexes de gouvernance.

Des connaissances ouvertes à tous

L'accès aux résultats de recherche est un élément essentiel de la science ouverte. Depuis mars 2020, le portail HAL INRAE (hal.inrae.fr) donne accès à l'intégralité de la production scientifique d'INRAE, intégrant les archives de l'Inra et d'Irstea.

→ Quatre chercheurs INRAE reçoivent le prix Liber de l'innovation remis par la Ligue des bibliothèques européennes de recherche pour leur initiative *Peer Community In* (PCI) qui promeut des pra-

tiques ouvertes, transparentes et gratuites de relecture et d'évaluation par les pairs. PCI est une alternative à l'édition scientifique classique, très coûteuse en matière d'abonnements ou de frais de publication reposant sur l'évaluation des articles au stade préprint par 11 communautés PCI spécialisées.

En ligne de mire : la qualité des données partagées

Les données sont un patrimoine qui doit être géré tout au long du cycle de vie d'un projet de recherche et après sa fin pour répondre à des problématiques de preuve ou de reproductibilité des résultats.

→ Huit ingénieurs issus de six laboratoires INRAE publient un article sur le thème de la recherche reproductible. Il présente trois principes simples : l'organisation des étapes du projet, l'écriture de programmes compréhensibles et l'automatisation des opérations jusqu'au document présentant les résultats. Ces principes sont illustrés par des bonnes pratiques, des plus simples au plus sophistiquées, avec un focus sur les fonctionnalités des logiciels les plus courants en économie (Stata, R, SAS, Matlab, Mathematica, Gams).

Science en société, de nouveaux engagements

Dans un contexte marqué par une certaine ambivalence des relations entre science et société, avec des questions, des attentes parfois fortes, mais aussi des incertitudes, du scepticisme, voire des critiques des citoyens, auxquels s'ajoute le phénomène des *fake news*, un rapprochement entre science et société est crucial.

→ En renouvelant sa signature de la charte d'ouverture à la société, partagée avec sept autres établissements publics,



La plateforme collaborative Pl@ntNet permet l'identification des plantes à partir de photos. ©<https://plantnet.org/>

INRAE confirme son engagement de transparence et d'ouverture de ses activités de recherche, d'expertise ou d'évaluation des risques sanitaires et environnementaux. Son ambition est d'apporter une meilleure compréhension de ces risques ainsi que des moyens de les prévenir et de les réduire, dans une perspective d'aide à la décision et de contribution au débat public.

→ Partenaires depuis 2015, INRAE et l'association ALLISS renouvellent la convention qui les lie pour la période 2021-2025. Objectif : structurer les partenariats et coopérations entre le tiers secteur de la recherche (associations, collectivités locales, coopératives...) et le système français de recherche et d'innovation.

→ La plateforme collaborative Pl@ntNet d'identification des plantes qui a soufflé ses dix bougies en 2020 est pérennisée par un consortium. Celui-ci réunit les quatre membres fondateurs : INRAE, l'IRD, le CIRAD et l'Inria. Il est ouvert à de nouveaux adhérents. ● <https://plantnet.org/>

Plateforme ●●●



Recolte, une plateforme collaborative pour préserver les terres agricoles

La gestion des terres agricoles est au cœur de l'adaptation de l'agriculture aux attentes de la société en matière d'environnement et d'alimentation. Il y a donc un enjeu majeur à outiller les acteurs locaux et les politiques publiques pour une gestion du foncier plus favorable à la transition agricole et alimentaire des territoires. INRAE et le mouvement citoyen Terre de Liens lancent Recolte, un projet de sciences participatives basé sur une plateforme web qui vise à :

- étudier et faire connaître les solutions pour agir sur le foncier agricole ;
- valoriser les actions des collectivités pour préserver des terres agricoles ;
- permettre le partage d'expériences entre acteurs de la gestion du foncier agricole : élus et techniciens des collectivités, services de l'État, bureaux d'étude, OPA (Organisations professionnelles agricoles), ONVAR (Organismes nationaux à vocation agricole et rurale), chercheurs, agriculteurs et porteurs de projets agricoles, et citoyens.

Ce projet permet la structuration d'un réseau d'acteurs français autour de la gestion durable du foncier agricole. <https://ressources.terredeliens.org/recolte>

Être un acteur engagé dans les sites universitaires en France et un leader dans les partenariats européens et internationaux

Face aux défis des changements globaux et des transitions à opérer dans les systèmes alimentaires et environnementaux, INRAE conduit une politique soutenue de coopération avec des acteurs de la recherche et de l'enseignement supérieur. La portée de son action passe par son implication dans la structuration en régions de grands sites universitaires nationaux et par son engagement dans des projets aux dimensions européennes et internationales.

Le 4^e Congrès mondial d'agroforesterie organisé par le CIRAD et INRAE, en partenariat avec World Agroforestry, Agropolis International et Montpellier Université d'excellence. 1 200 participants, en provenance de plus de 100 pays © INRAE, C. Maître



Des écosystèmes académiques régionaux aux dispositifs de coordination nationale

Signature de la première convention d'objectifs et de moyens d'INRAE avec une université

Philippe Mauguin, P.-D.G. d'INRAE et Jeanick Brisswalter, président d'Université Côte d'Azur (UCA) ont signé le 15 octobre 2020 une convention d'objectifs et de moyens. Cette convention marque la volonté de mettre en œuvre une politique stratégique de site partagée en matière de recherche et d'innovation. INRAE et l'UCA partagent des enjeux scientifiques autour de la protection des cultures, notamment le biocontrôle, la protection intégrée des cultures et le numérique appliqué à la protection des plantes. En renforçant leurs collaborations et partenariats, cette convention a pour objectif de promouvoir les activités de recherche et de formation aux plans national et international et d'accroître la coordination des établissements dans l'exercice de leurs missions sur le site azuréen.

Coopération renforcée avec l'ENS Paris-Saclay

Pierre-Paul Zalio, président de l'ENS Paris-Saclay et Philippe Mauguin, P.-D.G. d'INRAE ont signé le 17 juillet 2020 une convention de partenariat liant les deux organismes pour cinq ans. Cet accord définit les conditions d'une participation à l'enseignement de chercheurs INRAE qui, en tant que professeurs attachés apporteront leur expertise aux normaliens. Les professeurs attachés issus d'INRAE intégreront l'équipe enseignante de l'École, apportant connaissances et savoir-faire dans une discipline (économie, sciences de la vie, écologie,

génie des procédés...) ou dans un domaine thématique (agriculture, environnement, alimentation) complétant ceux déjà couverts par les enseignants-chercheurs de l'École.

INRAE et AgroParisTech signent un nouvel accord de partenariat

Face aux enjeux de sécurité alimentaire mondiale et à la raréfaction des ressources naturelles, les liens entre les deux établissements se fondent sur l'ambition de répondre au meilleur niveau scientifique à de nombreux défis. Ils se sont engagés depuis plusieurs années à répondre ensemble à des appels à projets, notamment ceux du Programme national investissement d'avenir (PIA). INRAE et AgroParisTech réaffirment également leur objectif d'agir conjointement à travers le développement de programmes de formation et de recherche ambitieux, implantés dans les régions. Ils sont ainsi pleinement investis dans le développement des sites académiques de Paris-Saclay, de Clermont-Ferrand, de Nancy, de Reims, de Montpellier et de la Guyane. Un 10^e titre de « professeur consultant » récemment délivré par AgroParisTech à une chercheuse INRAE illustre la place d'INRAE à ses côtés pour déployer une formation de haut niveau sur les thématiques qu'ils partagent.

Création de l'Alliance Agreenium : une nouvelle organisation pour une ambition collective renouvelée

INRAE et la majorité de ses partenaires agronomiques et vétérinaires, membres de l'établissement public Institut agrono-

mique, vétérinaire et forestier de France (IAVFF) dissout fin 2020 dans le cadre de la loi de Programmation de la recherche, ont souhaité poursuivre leur collaboration. Celle-ci s'inscrit dans le cadre d'une convention de coordination territoriale, dénommée Alliance Agreenium. Soutenue par les ministères chargés de l'Agriculture et de l'Alimentation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, cette nouvelle forme d'organisation appuyée par une cellule de coordination hébergée sous forme d'une unité de service par INRAE, permettra de poursuivre l'action du collectif Agreenium sous une forme plus agile et plus performante. ●

<https://www.agreenium.fr/>

Dans le cadre des actions structurantes soutenues par le programme d'investissement d'avenir (PIA3), INRAE renforce sa participation dans les dynamiques stratégiques de site.

INRAE a soutenu :

- 7 projets lauréats de l'appel à projet « Intégration et développement des IDEX et des I-Sites » (IDéES);
- 11 projets lauréats de l'appel à projet « Structuration de la formation par la recherche dans les initiatives d'excellence » (SFRI).



Une présence et une coopération européennes essentielles

Signature par 24 organismes de recherche représentant 16 pays européens d'un Memorandum of Understanding à l'occasion du Salon de l'agriculture 2020
© INRAE, C. Maître



Alternatives aux pesticides de synthèse : 24 organismes de recherche européens s'engagent sur une feuille de route ambitieuse

INRAE a poursuivi en 2020 l'une de ses priorités scientifiques *Towards chemical pesticide-free agriculture*. En effet, en 2018, l'Inra avait impulsé une initiative de recherche européenne sur cette priorité, en collaboration avec ses homologues allemands du ZALF (Centre de recherche sur le paysage agricole de Leibniz) et du JKI (*Institut Julius Kühn*). Cette initiative, a été formalisée lors de la signature d'un *Memorandum of Understanding* à l'occasion du Salon de l'agriculture 2020. Signé par 24 organismes de recherche représentant 16 pays européens, il officialise la mise en place de l'alliance européenne ERA *Pesticide Free*. Depuis, l'Alliance a été très active et compte 34 membres issus de 20 pays européens. En 2020, les membres de l'Alliance ont été impliqués dans la réponse à trois appels à projets européens dont un dans le cadre de l'appel *Green Deal*.

<https://www.era-pesticidefree.eu/>

Participation d'INRAE au programme Horizon 2020

INRAE est le 4^e bénéficiaire français du programme européen pour la recherche et l'innovation Horizon 2020, tous secteurs scientifiques confondus et le premier bénéficiaire européen du défi 2 « Sécurité alimentaire, agriculture et foresterie durables, recherches marines, maritimes et sur les eaux continentales, et bioéconomie ». Sur l'ensemble du programme, le taux de succès d'INRAE sur le défi sociétal 2 est de 22 % et s'élève à 39 % pour les propositions en coordination en 2020. Le taux de succès global H2020 pour le défi 2 est de 13 %.

La qualité et l'originalité des travaux de scientifiques (seuls ou en équipe) à INRAE, reconnues par le Conseil européen de la recherche

- **Julie Reveillaud**, lauréate d'une « Starting grant » avec le projet RosaLind sur les interactions entre les communautés bactériennes et

les agents pathogènes viraux chez le moustique, dans une perspective de santé publique (UMR Diversité, génomes et interactions micro-organismes-insectes).

- **Olivier Hamant**, lauréat d'une « Advanced grant » pour son projet MUSIX sur le rôle des signaux mécaniques chez les plantes (UMR Reproduction et développement des plantes).
- **Lisa Wingate** coordonne le projet Cosmyca, soutenu par une « Consolidator Grant », qui vise à mieux comprendre le cycle du carbone pour adapter nos écosystèmes et faire face au changement climatique (UMR Interactions sol plante atmosphère).
- **Olivier Berteau** est lauréat d'une bourse « Proof of concept » qui va lui permettre de développer de nouvelles applications basées sur les travaux de recherche de son équipe sur la biochimie du microbiote intestinal (UMR Microbiologie de l'alimentation au service de la santé). ●



Une recherche de référence à l'international

Dans un contexte marqué par la pandémie de Covid-19 INRAE a poursuivi en 2020 le déploiement de stratégies de coopération internationale.

Huit accords-cadres importants ont été signés avec des partenaires académiques de premier plan. Ils mettent en avant des thématiques de fort intérêt commun, appellent à renforcer des collaborations scientifiques prometteuses ou déjà en place et à favoriser le développement de projets communs à forte valeur ajoutée.

- Université de Californie, Davies, USA.
- Université Berkeley, USA.
- Université de Floride, USA.
- *Science*, New Zealand.
- Agricultural Research Council, Afrique du Sud (conjoint avec le CIRAD).
- Agriculture & Alimentation Canada (AAFC).
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australie.
- Institut international de recherche sur les politiques alimentaires (IFPRI, CGIAR).

Cinq nouveaux Laboratoires internationaux associés (LIA) sont venus compléter les LIA existant lancés en 2014

- **AAGD** : Agriculture, agroécologie et développement vert. Partenaire : Chinese Agricultural University.
- **C2Fruits** : Impact des changements climatiques sur les écosystèmes d'eau douce. Partenaire : Embrapa, Brésil.
- **IFCWS** : Science de l'eau. Partenaire : Indian Institute of Science. Porté par le CNRS.
- **DROUGHT** : Réponse à la sécheresse, changement climatique et imprédictibilité du climat. Partenaires : Université du Witwatersrand, Succulent Karoo Research Station et National Museum Bloemfontein, Afrique du Sud. Porté par le CNRS.
- **LMI IESOL** : Intensification écologique des sols cultivés en Afrique de l'Ouest. Partenaires : Université Cheikh Anta Diop, Dakar ; Université de Thiès et Institut de l'environnement et de recherches agricoles, Sénégal ; Université Ouaga, Burkina Faso. Porté par l'IRD.

Deux nouveaux appels conjoints à mobilité internationale croisée (JLC)

- Avec AgriFood Canada, sur deux thématiques phares : microbiome du sol et des végétaux, et l'innovation ouverte (*living labs*).
- Avec l'université de Californie, Davis, USA sur la thématique de la santé de la vigne.

Laboratoire international associé

Réseau international de recherche

Joint linkage call



←
ci-contre carte complète
du dispositif actuel



Conversation
avec...

↳
Sophie
LAYE

Directrice du Laboratoire international associé
OptiNutriBrain



INRAE a lancé, depuis 2014, plusieurs Laboratoires internationaux associés (LIA). Directrice de l'unité mixte de recherche UMR NutriNeuro, vous êtes à l'initiative du premier LIA à INRAE. Pouvez-vous nous rappeler les motivations pour ce dispositif de collaborations ?

Nous avons déjà des collaborations depuis quelques années avec plusieurs équipes de l'Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels (INAF) de l'université de Laval, à Québec (notamment avec les équipes de Frédéric Calon et de Yves Desjardin). Nous avons la volonté de mettre en place un cadre facilitant les échanges scientifiques et la mise en œuvre d'autres actions conjointes. Nous étions convaincus qu'il était possible ainsi de mieux valoriser la complémentarité de nos compétences dans le champ de la nutrition et de la santé du cerveau et d'acquérir une position internationale dans ce domaine novateur de recherche.

Le LIA OptiNutriBrain que je dirige conjointement avec Frédéric Calon s'est fixé comme objectif de conduire des recherches sur les bienfaits d'une nutrition optimisée sur le fonctionnement cérébral et le bien-être et sur ses effets protecteurs vis-à-vis du développement de pathologies neuropsychiatriques et neurodégénératives tout au long de la vie. Nous partageons également la volonté de favoriser le transfert des connaissances vers des utilisateurs et de former de jeunes chercheurs aux questions de la nutrition et de ses effets sur le cerveau.

Après six années, quel bilan tirez-vous de ce dispositif ?

Un bilan évidemment très positif. Je peux témoigner notamment de l'intensité des échanges et des séjours des scientifiques entre nos deux équipes, de la qualité des productions scientifiques et de leur visibilité, ainsi que de l'ob-

tention facilitée de financements d'envergure à composante internationale, comme pour le projet Neurophenol. Nos recherches, transdisciplinaires, sont associées à des essais cliniques et nous avons pu disposer facilement d'essais bicentriques, ce qui renforce la robustesse des résultats.

Sur le plan de la formation, nous avons créé un master conjoint de Nutrition et sciences des aliments, et Nutrition humaine et santé avec l'université de Bordeaux et l'Institut polytechnique de Bordeaux (Bordeaux INP), partenaires au sein de notre UMR. Et avec nos collègues de l'université de Laval, nous avons mis en place un master conjoint de Nutrition et sciences des aliments, et Nutrition humaine et santé. Cette double diplomation offre aux

étudiants une suite plus ouverte pour ceux qui souhaitent poursuivre leur cursus en recherche.

La comparaison de deux systèmes de recherche académique a été également riche en enseignements, en

particulier pour ce qui relève du transfert des connaissances vers des acteurs de la sphère socio-économique. Dans le modèle canadien, ces acteurs sont très proches des chercheurs sur les sites et nous avons pu mesurer l'efficacité de ce modèle. Nous avons mis en place avec l'université de Bordeaux une cellule de transfert dédiée aux interactions avec les industriels, pour développer des projets partenariaux, pouvant comprendre une composante internationale.

Ce bilan peut se résumer au fait que nos équipes respectives ont acquis un capital de confiance important, lequel contribue à développer leur attractivité et à maintenir leur belle dynamique.

Nous voulons favoriser le transfert des
connaissances vers des utilisateurs
et former de jeunes chercheurs aux
questions de la nutrition et
de ses effets sur le cerveau

Être un acteur engagé dans les sites universitaires en France et un leader
dans les partenariats européens et internationaux

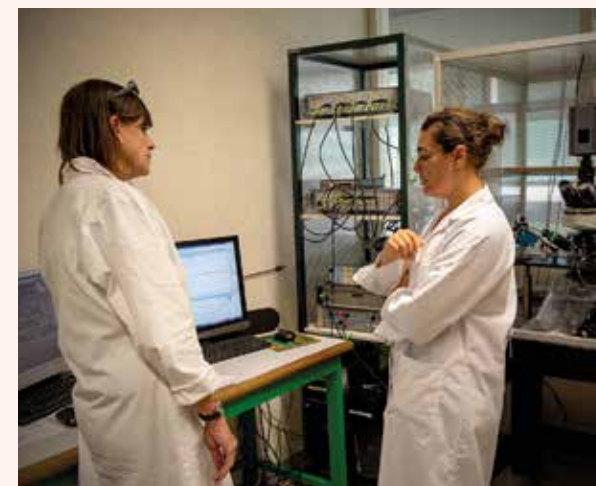
Quelles sont les évolutions prévues pour le LIA Nutri-Brain et les thématiques associées ?

Un LIA peut être reconduit après un premier cycle de cinq ans, c'est notre volonté. Actuellement il y a quelques retards dans le processus en raison de la pandémie mais les activités du LIA sont suivies et évaluées très régulièrement (annuellement) par un Comité institutionnel et scientifique.

Plus récemment, avec nos collègues canadiens, nous avons souhaité élargir la coopération scientifique que nous avons initiée avec le LIA afin de créer, au-delà de nos deux laboratoires, un réseau durable de scientifiques leaders en nutrition cérébrale en France et au Canada. Le développement de ces réseaux s'inscrit dans le renforcement de la politique INRAE à l'international. L'ambition de notre réseau, *Nutrition for brain health, from predictive biology to disease prevention and treatment* (Food4brainHealth, twitter@food4_brain) est de favoriser la mise en œuvre de projets multidisciplinaires et de promouvoir des programmes de recherche conjoints en complément des activités d'échanges, d'animation et de formation de jeunes chercheurs. Le périmètre s'est élargi à de nouvelles thématiques (sensorialité; comportement alimentaire; rôle du microbiote dans les fonctions cérébrales; métabolisme; effet signal des nutriments dans le cerveau) et s'est renforcé dans le domaine des pathologies neuropsychiatriques et neurodégénératives.

Grâce à ce réseau, nous avons intensifié nos activités et champs de recherche, notamment grâce à l'intégration de nouvelles équipes d'excellence dans le domaine.

Laboratoire INRAE NutriNeuro
(Nutrition et neurobiologie) intégré
à l'université Bordeaux II
© INRAE, C. Maître



Nous avons assis notre positionnement international dans le domaine et postulé à des appels d'offres internationaux d'envergure. Nous allons organiser des écoles d'été internationales en France et au Canada, intensifier les thèses en cotutelles et les échanges de scientifiques dès que le contexte sanitaire le permettra. ●



LIA

<https://www.optinutribrain.ulaval.ca/>

Master conjoint

<https://bit.ly/2OwNsDI>

Cellule de transfert NutriBrain

<http://www.nutribrain.fr/fr/>



Vie et chantiers des collectifs

INRAE – An 1

Alors que la crise sanitaire s'ajoutait à la mise en place du nouvel institut, INRAE a avancé en 2020 l'ensemble des chantiers prévus avec une stabilité et une continuité des systèmes d'information et des outils de fonctionnement internes et externes. Cela a été rendu possible par l'engagement de tous, une gestion des ressources humaines attentive et un dialogue social soutenu.

Les engagements sociaux du projet de fusion étaient importants. Ils ont été tenus. Les convergences entre les deux établissements ont abouti. Celles du système SI, du télétravail, de la communication interne permettent d'accompagner au mieux les agents dans le contexte de crise. La mise en place de la nouvelle organisation a été assurée dans un contexte de travail à distance. L'ensemble de ces chantiers a été réalisé avec le concours d'instances renouvelées. En effet, 86 scrutins d'élections professionnelles et le renouvellement général des représentants du personnel du Conseil d'administration, du Conseil scientifique, du Comité technique, des instances de consultation des centres, des départements de recherche ainsi que des Commissions scientifiques spécialisées et le Conseil national des services d'appui à la recherche ont été réalisés.

Un suivi de la fusion est assuré au sein du CCHSCT, en lien avec le groupe de pilotage des risques psycho-sociaux.

Ce comité de pilotage de suivi de la fusion assure une vigilance active sur les effets de celle-ci. Ainsi, un plan d'actions spécifiques est défini pour certains services mutualisés de gestion des unités. D'autre part, les analyses et les actions RH de terrain sont capitalisées : conseils en orientation professionnelle, analyse de la 2^e édition du baromètre Qualité de vie au travail (QVT), analyse sur le ressenti des agents dans le contexte post-fusion et confinement, en lien avec le CCHSCT, formation des nouveaux DU, ouverture de la mobilité aux agents concernés, sans condition d'ancienneté... Sur 64 actions d'accompagnement programmées, 44 actions ont pu être réalisées, 16 sont en cours.

Parallèlement, l'élaboration, selon un mode participatif, du projet stratégique INRAE 2030 a été réalisé avec une consultation interne, puis une consultation externe avant l'adoption du plan en Conseil d'administration en décembre.

Les créations de la nouvelle organisation

- 14 départements scientifiques dont 7 reconfigurés.
- Une Direction générale déléguée à l'expertise et à l'appui aux politiques publiques (DGDEAPP).
- Deux nouvelles directions : Direction pour la science ouverte (DipSO) et Direction de l'appui aux politiques publiques (DAPP).



© AdobeStock

- Le nom INRAE avec ses outils de communication dédiés en particulier un nouveau site Internet www.inrae.fr, des comptes sur les réseaux sociaux Twitter, Facebook, LinkedIn, Youtube.

Les engagements sociaux tenus

- Pas de modification du périmètre des unités.
- Pas de fermeture de site ; aucune mobilité fonctionnelle ou géographique imposée.
- Un siège bi-site Paris-Antony et création d'un nouveau centre Lyon-Grenoble-Auvergne-Rhône-Alpes.
- Convergence des socles indemnitaires par le haut, temps, cycles de travail et congés harmonisés, dispositif de télétravail harmonisé et ouvert à tous, offres complémentaires en matière de politique sociale...
- Harmonisation des dotations globales des unités.

Un ressenti général sur la QVT et les effets de la fusion encourageant

Mi-octobre 2020, un deuxième sondage du baromètre QVT initié lors de la fusion a été réalisé. Les résultats indiquent :

- le taux de participation définitif s'est établi à 41,4 % contre 48 % en 2019 ;
- 82 % des agents expriment une qualité de vie au travail favorable au sein de l'institut dans sa nouvelle configuration

(stable par rapport à 2019) ;

- l'absence de dégradation du niveau d'expression du stress lié au travail, malgré le contexte global de la fusion et de la crise sanitaire ;
- sur les 26 axes de travail strictement comparables par rapport au baromètre 2019, quatre sont au même niveau et 22 se sont améliorés.

Un système d'information à la hauteur de la crise

Fortement sollicitée pour la fusion, l'équipe de la Direction des systèmes d'information et son réseau de 170 agents sont le socle de la continuité de service dans la période de crise depuis le premier confinement. Malgré le télétravail généralisé, ils réalisent les chantiers attendus. La fusion exigeait une reconfiguration complète des systèmes d'informations, que ce soit pour la gestion des ressources humaines, la gestion financière ou tout simplement le système de communication (messagerie et outils collaboratifs). Tout ceci a été réalisé sans faille avec des salaires versés fin janvier au mois 1 du nouvel institut, aussi bien qu'en mars au mois 1 du confinement. Le télétravail peut être déployé pour l'ensemble des agents avec des outils collaboratifs adaptés à la circonstance et un système d'assistance renforcé (voir pages Covid-19/organisation). Parallèlement un système de stockage intégrant Next Cloud et Stratus, adapté au nouvel institut et à la diversité des équipements, est mis en place. Une belle réussite pour une direction qui avait profité de la fusion pour se réorganiser en profondeur !



La stratégie « Responsabilité sociale et environnementale » (RSE): une priorité collective

L'appui et le soutien à la recherche s'inscrivent au cœur du fonctionnement collectif d'INRAE. Le sens de l'action collective est donné par le service de la stratégie scientifique de l'institut, en orientant l'utilisation et la préservation des diverses ressources, en organisant les processus de décisions, en assumant le rapport aux tutelles et à l'univers réglementaire, juridique et budgétaire qui guide l'action publique. Notre stratégie RSE concerne pour sa part chaque agent quel que soit son métier, et chaque collectif quelle que soit sa mission.

La RSE comme priorité collective

Une nouvelle stratégie Développement durable et Responsabilité sociale et environnementale (DD-RSE) ambitieuse, placée sous le pilotage direct de la direction générale et portée par la Direction des ressources humaines et du développement durable (DRHDD), fait l'objet d'un plan d'action dédié. Elle doit permettre d'assumer pleinement notre responsabilité sociale en tant qu'acteur majeur de la recherche dans la préservation des ressources, autour des trois dimensions-clés : protection de l'environnement ; responsabilité employeur ; ouverture et transparence. Pour ce faire, le collègue de direction d'INRAE suivra l'avancée du plan d'action. Afin d'assurer le lien entre savoirs, pratiques de recherche et RSE, un comité d'orientation et de suivi rassemblant des parties prenantes internes et externes est mis en place.

1^{er} Bilan des émissions de gaz à effet de serre (BEGES)
Le premier BEGES de l'institut a été réalisé en 2020, à partir d'un ensemble de données collectées à l'échelle locale et nationale (émissions dues au cheptel, à la fabrication des matériels scientifiques utilisés, aux déplacements domicile-travail, etc.). Son périmètre est le plus large jamais pris en compte par un organisme de recherche public français de même taille. Il est le point de départ pour identifier les axes d'amélioration en matière d'impact carbone, sur l'ensemble des activités INRAE. À partir de ce bilan exhaustif, qui sera réitéré tous les trois ans, un plan d'action sera construit en 2021 pour réduire et compenser les émissions de GES, activité par activité, aussi bien recherche qu'appui.

Évolution dans les pratiques de recherche
Les unités peuvent bénéficier du réseau des chargés de mission développement durable (CMDD) de centre qui s'est développé en 2020, pour faire évoluer leur fonctionnement interne et leurs pratiques de recherche vers une sobriété carbone. Le Système de management environnemental (SME), approche collective visant des objectifs d'exemplarité en matière de protection de l'environnement, permet d'ores et déjà aux entités volontaires qui sont engagées dans la démarche, de monter en puissance sur la diminution de leurs impacts carbone (performance énergétique des installations, pratiques culturelles et d'élevage, valorisation des déchets, etc.). Sont concernées 40 unités ou installations expérimentales dont 20 déjà certifiées ISO 14001.

Politique de mobilité durable sur tout le territoire
La stratégie RSE prévoit la mise en place d'un plan de mobilité (PDM) sur chaque centre, en concertation avec les agents et les acteurs de son territoire. Sept centres sont déjà engagés dans la mise en place d'un PDM et plusieurs le font vivre au quotidien depuis plusieurs années. Des actions sont déployées à destination des agents pour faciliter les modes de transport alternatifs à la voiture : train, covoiturage, bus et cars, vélo, marche à pied. Il contribue également à un développement des infrastructures de mobilité (arrêts de bus, pistes cyclables, abris vélo), en concertation avec les territoires.



Accueil des nouveaux arrivants
ADN
© INRAE, C. Maître

Des actions pour la Qualité de vie au travail (QVT)
Convaincus que la réussite collective est le fruit d'un ensemble d'éléments reposant sur une qualité de vie au travail optimale de chaque agent, une étude QVT a été mise en œuvre dès le lancement de la fusion en 2019, sur le périmètre des deux instituts. Le second questionnaire lancé en octobre 2020 intègre des éléments liés à la crise sanitaire. Sur la base des écarts 2019/2020 et sur les axes d'améliorations identifiés, un plan d'action QVT intégré au plan des différentes fonctions RH sera construit. En 2020, en lien avec les résultats du premier baromètre, l'établissement a mis en œuvre plusieurs initiatives, que ce soit à travers le plan d'action d'accompagnement de la fusion, la consultation interne participative INRAE 2030, ou bien encore plus généralement la mise en place de la cellule d'écoute AlloDiscrim.

Investissements verts grâce à France Relance
D'ores et déjà grâce aux financements obtenus dans le cadre du plan France Relance, à hauteur de 13 M€, INRAE va réduire ses émissions de GES d'environ 475 tCO₂e (tonne d'équivalent CO₂), d'ici 2023. À titre d'exemple, 14 % des chaudières à fioul vont être remplacés par des chaudières à gaz et par des pompes à chaleur air-eau. Le passage du fioul au gaz naturel permet de réduire les émissions de GES de 30 % à la combustion.

Déontologie, intégrité scientifique et éthique des projets de recherche

INRAE produit, diffuse et mobilise des connaissances pour répondre aux enjeux de société au carrefour de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement. Toutes ces activités exigent, à chaque instant, de respecter des règles claires, de déployer une démarche scientifique rigoureuse et de s'interroger sur les enjeux éthiques des projets menés. En 2020, INRAE s'est doté d'une délégation à la déontologie, à l'intégrité scientifique et à l'éthique des projets de recherche, avec des référents dédiés sur chacune de ces dimensions. Françoise Simon-Plas en est la déléguée, placée auprès du P-D.G. d'INRAE. Elle explique cette organisation : « ces trois notions sont liées, elles portent en elles des enjeux convergents en termes de préservation de l'intérêt général et de bon fonctionnement de la démocratie. À vouloir les traiter de manière séparée, nous prendrions le risque d'introduire des formes d'incohérence dans la pensée comme dans l'action ».

Françoise Simon-Plas poursuit : « les valeurs de probité, intégrité,

dignité, mentionnées dans la loi de 2016 sur la déontologie des agents publics, visent à assurer une égale qualité du service apportée à l'ensemble des citoyens. L'éthique de la recherche interroge sur les conséquences des stratégies et des objectifs de la science, avec la préoccupation de garantir l'intérêt et la protection des citoyens qui sont appelés à en bénéficier ou à y contribuer. Enfin, la notion d'intégrité scientifique monte en puissance car la notion de transparence est plus que jamais nécessaire afin d'entretenir la confiance des citoyens envers la recherche ».

Les actions de la délégation s'appuient également sur un comité de déontologie et d'intégrité scientifique, composé d'une dizaine d'agents INRAE, qui a pour mission de conduire une réflexion de fond sur les sujets relatifs à la déontologie et l'intégrité scientifique et de proposer des actions favorisant leur diffusion au sein de l'institution.

<https://url.inrae.fr/2lahKck>



Axel Kahn © INRAE, C. Maître

Renouvellement du Comité consultatif commun d'éthique INRAE-CIRAD-Ifremer-IRD, et nouveau mandat d'Axel Kahn à sa présidence

Ce comité examine les questions éthiques que peuvent soulever les stratégies et les programmes de recherches menés par ces organismes, en France et à l'étranger. Il fonctionne sur saisine institutionnelle ou sur auto-saisine. Ses avis sont rendus publics pour éclairer la gouvernance de l'institution et nourrir une réflexion des collectifs de recherche des quatre organismes sur les objets de recherche. Il est composé de quinze personnalités externes et présidé par le généticien Axel Kahn, renouvelé en 2020 pour un nouveau mandat de quatre ans. Interviewé en mars 2021 dans AEF, A. Kahn a déclaré : « que l'on soit d'accord ou pas avec les recommandations formulées dans ces avis, nous nous attachons à ce qu'ils soient des constructions intellectuelles de qualité, donnant matière à penser ». En 2020, le comité s'est auto-saisi sur le thème « besoins humains, ressources naturelles et préservation de la biosphère ». « J'ai la conviction que l'on ne peut pas surmonter les controverses et les contradictions portées par ces trois éléments autrement que par une démarche philosophique et par la dialectique », soutient son président.

<https://url.inrae.fr/3oaSK4G>



LES PRIX & RÉCOMPENSES



Première édition des Lauriers INRAE

Cette première cérémonie INRAE a mis la lumière sur la richesse des collectifs et les recherches, inspirantes, ancrées dans les enjeux de société, qui caractérisent l'institut. Réalisée en distanciel, le 8 décembre 2020, avec la participation des ministres de la Recherche et de l'Agriculture, elle a réuni plus de 1 000 personnes et constitue un temps fort de l'année pour notre communauté.

Philippe Lemanceau, Grand Prix de la Recherche agronomique, étudie un monde invisible : la vie microbienne des sols et ses interactions avec les plantes. Il met au point de nouvelles méthodologies pour pouvoir les étudier, de nouvelles problématiques de recherche et d'organisation, de nouveaux collectifs de travail, jusqu'à proposer une innovation ouverte sur un territoire pour coconstruire avec la société civile... Son parcours illustre combien les sols peuvent être nourriciers ! Notre lauréat était directeur de l'unité Agroécologie, Centre Bourgogne-Franche-Comté jusqu'à son départ à la retraite en juin 2021.

Hervé Cochard, Laurier défi scientifique, sonde la détresse des arbres en situation de stress hydrique. Instigateur d'une nouvelle école - l'hydraulique des arbres -, il a également cofondé une revue qui partage les connaissances en mode « science ouverte ». Ses recherches sur le comportement des arbres et forêts soumis aux sécheresses sont porteuses de nouvelles connaissances pour faire face au changement climatique. Internationalement reconnu, il est directeur de recherche au Laboratoire de physique et physiologie intégratives de l'arbre en

environnement fluctuant du Centre INRAE Clermont-Ferrand - Auvergne-Rhône-Alpes.

Charlotte Sinding et **Thomas Opitz**, sont chacun distingués par un Laurier espoir scientifique. Charlotte Sinding est chargée de recherche au Centre des sciences du goût et de l'alimentation (CSGA), Centre Bourgogne-Franche-Comté, et Thomas Opitz est chargé de recherche à l'unité Biostatistiques et processus spatiaux, Centre Provence-Alpes-Côte d'Azur. Charlotte Sinding explore le rôle du cerveau dans l'odorat et le goût, des sens souvent considérés comme mineurs, mais ô combien essentiels. Dans une société préoccupée par la notion de risque, Thomas Opitz consacre quant à lui ses recherches aux risques extrêmes, rares et dévastateurs, et évalue comment ils pourraient s'amplifier sous l'action des changements globaux en cours.

Reine des fruits, la pomme, chargée d'histoire et de symbole, est le fruit le plus consommé en France et l'un de ceux nécessitant le plus de traitements phytosanitaires. **François Laurens** consacre sa carrière à créer de nouvelles variétés améliorées sur le plan qualitatif : goût, immunité, praticité pour le consommateur et pour

l'agriculteur. Visionnaire scientifiquement mais aussi par sa méthode, il associe très tôt ces deux aspects, ayant compris à quel point la part des professionnels est importante dans la reconnaissance d'une variété. Cet ingénieur de recherche de l'Institut de recherche en horticulture et semences (IRHS), Centre INRAE Pays de la Loire, a été distingué par un Laurier d'innovation.

Le prix collectif Impact de la recherche a récompensé l'équipe « Prévention et promotion de la cancérogénèse par les aliments » de l'unité Toxicologie alimentaire (Centre Occitanie-Toulouse) pour ses travaux sur le lien entre consommation de viande rouge, charcuteries et cancer du côlon. Cette équipe génère des données scientifiques et construit des stratégies préventives. Reconnue pour son expertise, elle éclaire le débat sur ces questions et les politiques publiques. Ses travaux bénéficient directement à notre santé comme à l'avenir du tissu économique de la filière viande et charcuterie.

Après une vie de chercheuse en environnement riche de vingt années, **Dominique Chêneby** se consacre à la prévention. Conseillère de prévention du Centre Bourgogne-Franche-Comté depuis dix ans, elle reçoit le prix appui à la recherche. Situations de crise, dangers, santé et environnement : elle gère, écoute, anticipe. Elle conjugue professionnalisme et rigueur avec une très grande humanité.

<https://url.inrae.fr/39dfcF6>



LES PRIX & RÉCOMPENSES

Nos scientifiques distingués



Académie d'agriculture de France

Dix-huit chercheuses et chercheurs INRAE lauréats des prix 2020 de l'Académie d'agriculture de France.

Parmi ces prix, **une médaille d'or** honore la carrière de **Denis Loustau**. Directeur de recherche de l'unité Interactions sol plante atmosphère, au Centre INRAE Nouvelle-Aquitaine – Bordeaux, ses travaux sur le bilan en carbone et en eau des forêts, et sa contribution décisive au développement d'infrastructures collectives de recherche en Aquitaine, en France et en Europe permettent d'éclairer et raisonner les choix de gestion forestière dans le contexte du changement climatique.

Le prix scientifique de la Fondation Xavier Bernard

a été remis à **Lionel Ranjard**, directeur de recherche de l'unité Agroécologie du Centre INRAE Bourgogne – Franche-Comté. Le prix récompense ses recherches sur les communautés microbiennes des sols et ses activités de transfert telles que la réalisation de l'*Atlas français des bactéries du sol* ou la conception de bio-indicateurs de la qualité des sols agricoles.

Quatre médailles vermeil de l'Académie

saluent des travaux à fort impact conduits par des ingénieurs et chargés de recherche INRAE : **Mélanie Blein-Nicolas** en génétique (unité Génétique quantitative et évolution), **Pascal Denoroy** (unité Interactions sol plante atmosphère) et **Folkert van Oort** (unité Écologie fonctionnelle et écotoxicologie des agro-écosystèmes), pour la fertilisation et l'impact des fertilisants, **Jean-Luc Le Quééré** (Centre des sciences du goût et de l'alimentation), en chimie des composés odorants des aliments.

Quatre médailles d'argent Dufrenoy

distinguent des travaux de thèse soutenus l'année précédente : **Candy Abboud** (unité Biostatistique et processus spatiaux), en mathématiques appliquées, **Élise Bordet** (unité

Virologie et immunologie moléculaires), sur l'immunité des porcs, **Anne-Sophie Lissy** (unité Environnement méditerranéen et modélisation des agrosystèmes), sur l'imagerie quantitative des macropores du sol, et **Mariam Omrani** (unité Génétique et amélioration des fruits et légumes), sur la résistance durable chez l'abricotier.

<https://url.inrae.fr/3iXavS6>

Prix Fondation pour la recherche sur la biodiversité

Trois prix « jeunes chercheurs » de la FRB.

Philippe Jansen a mené sa thèse au Laboratoire des écosystèmes et sociétés en montagne, Centre Lyon-Grenoble - Auvergne-Rhône-Alpes. Il a montré qu'une gestion forestière qui favorise une plus grande disponibilité d'arbres âgés et bois morts dans les peuplements améliore la conservation de la biodiversité.

Battle Karimi, au sein de l'UMR Agroécologie, Centre Bourgogne – Franche-Comté a contribué à la première étude de la biodiversité microbienne des sols conduite à l'échelle de la France entière, en caractérisant les réseaux sociaux microbiens et les différents habitats bactériens. Le premier *Atlas français des bactéries du sol*, rend ces connaissances accessibles à un large public.

Lors de son doctorat à l'Institut Sophia-Agrobiotech, Centre Provence-Alpes-Côte d'Azur, **Flora Aubree** a travaillé sur les déséquilibres induits dans les écosystèmes par la rapidité des changements amenés par l'homme. La diversité des espèces présentes joue un grand rôle pour minorer l'impact de ces perturbations.

<https://url.inrae.fr/33YsfqC>



Une communication renforcée malgré la crise

Avec la création du nouvel institut, INRAE s'engage plus loin dans la vulgarisation et la pédagogie des recherches, notamment vers les citoyens, et s'impose comme premier établissement de recherche sur le continuum agriculture, alimentation et environnement. Une activité intense, que la crise de la Covid-19 n'a pas freinée, a permis le déploiement du nouveau site Internet, l'animation des réseaux sociaux associés et le renforcement des relations avec la presse. Tout au long de l'année, le site Internet s'est enrichi de nouvelles fonctionnalités pour naviguer au gré des dossiers sur les recherches sur la Covid-19 ou encore sur le goût, l'eau, la sécheresse ou les tiques, fédérant jusqu'à 60 000 visiteurs uniques sur le dernier mois de l'année. Pas moins de 19 000 retombées presse ont parlé de l'institut et ses recherches en 2020, dont, à la fin de l'année, 8 sur 10 en utilisant le bon nom INRAE. Après le Salon de l'agriculture, l'institut a subi l'annulation de nombreux événements. Certains ont cependant réussi à se réinventer et ont permis de mettre en avant les recherches d'INRAE via des sessions digitales, des webconférences, des webinaires, et de nouveaux formats (webdocumentaires). Par ailleurs, le documentaire *Le Génie des arbres*, coproduit par Hauteville Productions et INRAE, a connu de beaux succès d'audience, que ce soit en media sur France 5 ou à l'occasion du festival Pariscience. Avec 1,3 M de téléspectateurs, sa diffusion en mai a compté parmi les records d'audience de la chaîne. Le prix Buffon du festival d'octobre lui a fait bénéficier d'une visibilité triplée grâce à l'édition digitale.

1,2,3 et 4 ! Du biocontrôle au concept *One Health*, quatre dossiers de synthèse à destination des médias

Avec une quarantaine de sujets par thématique, les dossiers de presse ont donné un aperçu de l'étendue des recherches de l'institut sur un sujet donné. Après le biocontrôle en février et les tiques en mai, deux dossiers de presse ont été réalisés autour du concept « une seule santé » : *One Health*. L'un présentait les recherches guidées par le principe selon lequel protection de la santé humaine animale et protection environnementale sont étroitement imbriquées. L'autre se concentrait sur les travaux d'INRAE pour accompagner la conception et l'adoption de systèmes alimentaires sains et durables. Conçus avec les chercheurs et chercheuses de l'institut, ces dossiers intégrant infographies et liens vers des articles en ligne sont rendus publics lors de conférences de presse, suscitant de nombreux échanges entre chercheurs et journalistes pour une meilleure diffusion des connaissances.

DP Biocontrôle : <https://url.inrae.fr/38p8Z5H>

DP Tiques : <https://url.inrae.fr/2Ti8BjY>

DP One Health : <https://url.inrae.fr/3fbl68Q>

DP Systèmes alimentaires : <https://url.inrae.fr/3eHJA1p>



...

Salon international de l'agriculture (SIA), première édition pour INRAE

Pour sa première participation, INRAE a reçu la visite sur son stand du président de la République, Emmanuel Macron, de Frédérique Vidal et Didier Guillaume, ministres de tutelle d'INRAE à l'occasion de l'inauguration du Salon de l'agriculture. Le nouvel institut a choisi de présenter les solutions de la recherche pour accompagner les transitions sur ses trois piliers : agriculture, alimentation et environnement. Plus de 350 chercheurs issus de 21 unités de recherche ont animé des ateliers sur les solutions qui permettront demain de limiter le recours aux pesticides de synthèse, comme par exemple le biocontrôle, les vignes résistantes au mildiou et à l'oïdium ou encore améliorer la gestion de la ressource en eau... Le public a pu également découvrir les dernières innovations d'INRAE, comprendre les projets de recherche participative, assister à des conférences-débats et apprécier le « goût de la science » en compagnie du chef étoilé Pierre Gagnaire. En parallèle, un colloque « Agricultures 2030 » et une dizaine de rencontres ont permis d'échanger avec les nombreux visiteurs professionnels. Le prix du design couronne le succès de cette première participation !



Le prix du design de stand, SIA 2020
© INRAE, B. Nicolas

Une année intense qui renforce la communication interne

À situation exceptionnelle, communication interne exceptionnelle. En lien avec la cellule de crise nationale, l'institut, par le biais de sa Direction de la communication, se mobilise afin de garder le contact entre toutes et tous dès le premier confinement. Un *Journal du confiné* est envoyé chaque semaine aux 12 000 agents, permettant de donner les dernières informations de prévention, organisationnelles, scientifiques, ou encore ludiques, en complément des informations et FAQ nationales et locales sur les sites Intranet. En parallèle, l'animation du réseau communication est renforcée, afin de toucher chaque maillon INRAE (directions, centres, départements, unités). Ce lien fort a été pérennisé tout au long de l'année 2020.

.1		.4
.2		
.3		

- 1. Rencontre entre le public et les chercheurs sur le stand INRAE au Salon international de l'agriculture à Paris, 2020
© INRAE, B. Nicolas
- 2. Pendant une conférence
© INRAE, B. Nicolas
- 3. Visite du président de la République E. Macron sur le stand INRAE
© INRAE, B. Nicolas
- 4. Logo INRAE décoré par les agrumes corses
© INRAE, B. Nicolas





Instances et chiffres-clés



Conseil d'administration

Composition au 31 décembre 2020

Président

Philippe MAUGUIN, président d'INRAE

Représentants de l'État

- Isabelle CHMITELIN, directrice générale de l'Enseignement et de la recherche, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation
- Bénédicte HERBINET, sous-directrice de la Recherche et de l'innovation et des coopérations internationales – DGER – MAA (suppléante)
- 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
- Lise FECHNER, service de la stratégie de la Recherche et de l'innovation, adjointe à la directrice scientifique du secteur Environnement, agronomie, écologie, sciences du système Terre et de l'Univers – DGRI – MESRI (suppléante)
- Diane SIMIU, directrice adjointe au commissaire général au développement durable, Commissariat général au développement durable
- Thierry COURTINE, chef du service de la Recherche et de l'innovation – MTE (suppléant)
- Colin THOMAS, chef du bureau de la Recherche et de l'enseignement supérieur, ministère de l'Action et des Comptes publics

Représentants d'établissements publics ayant une mission d'enseignement supérieur ou de recherche

- Elisabeth CLAVERIE DE SAINT-MARTIN, directrice générale déléguée à la Recherche et à la stratégie du CIRAD
- Gilles TRYSTRAM, directeur général d'AgroParisTech

Personnalités choisies en fonction de leurs compétences dans les secteurs de l'agriculture, de l'environnement et de l'alimentation

- Paul-Joël DERIAN, directeur général Innovation, recherche et développement durable
- François ENGUEHARD, directeur des centres de recherche à Véolia
- Anne-Claire VIAL, présidente de l'ACTA, instituts techniques agricoles

Au titre de la représentation du monde du travail et de l'économie

- Dominique CHARGE, président de la Coopération agricole
- Betty HERVE, secrétaire nationale FGTA-CFDT

Personnalités choisies parmi les représentants d'associations agréées de défense des consommateurs et d'associations agréées de protection de l'environnement

- Marie-Claude FOURRIER, responsable du bureau Consommation, Association nationale de défense des consommateurs et usagers
- François LETOURNEUX, président d'honneur du Comité français de l'union internationale pour la conservation de la nature

Représentants élus du personnel de l'établissement

Titulaires

- Dominique DESBOIS, CFDT
- Elisabeth TABONE, CFDT
- Pascale MAILLARD, CGT
- Éric LATRILLE, CGT
- Baptiste HAUTDIDIER, SUD Recherche EPST

Suppléants

- Anne DE LA FOYE, CFDT
- Jean-Marc BONNEFOND, CFDT
- Michel BERTRAND, CGT
- Laurence ARTIGE, CGT
- Fanny GUYOMARCH, SUD Recherche EPST



Conseil scientifique

Composition au 31 décembre 2020

Président

Philippe GILLET, professeur à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) - (Suisse)

Membres INRAE

- Philippe MAUGUIN, président d'INRAE
- Christine CHERBUT, directrice générale déléguée à la Science et l'innovation

Membres de droit

- Ministère en charge de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation
- Ministère en charge de l'Agriculture : Bénédicte HERBINET, sous-directrice de la Recherche, de l'innovation et de la coopération internationale, ou Marion BARDY, suppléante
- Ministère en charge de l'Environnement : Gwenaëlle HELLO, sous-direction de la Recherche, titulaire, ou Céline COUDERC-OBERT, suppléante

Membres nommés

Par arrêté en date du 9 novembre 2020, les ministres en charge de l'Agriculture et de la Recherche ont nommé les personnalités suivantes :

- Philippe GILLET, professeur à l'EPFL (Suisse), assure la présidence du Conseil scientifique ;
- Valérie ARCHAMBAULT, directrice adjointe de la Recherche, en charge des partenariats industriels à MINES ParisTech - PSL ;

- Sylvie BAUDINO-CAISSARD, directrice du Laboratoire biotechnologies végétales, université de Saint-Étienne ;
- Patrick CARON, vice-président délégué aux relations internationales de l'université de Montpellier ;
- Jérôme CHAVE, directeur adjoint de l'UMR Évolution et diversité biologique, CNRS/UPS de Toulouse ;
- Cécile CLAVEIROLE, responsable politique des questions agricoles de France Nature Environnement ;
- Anne-Charlotte DOCKES, responsable du département Métiers de l'élevage et société de l'institut de l'élevage ;
- Thierry DORE, responsable de la politique recherche de l'université Paris-Saclay ;
- Sophie DUBUISSON-QUELLIER, directrice de recherche CNRS, directrice adjointe du Centre de sociologie des organisations ;
- Teresa FERREIRA, professeur au département des ressources naturelles de l'université de Lisbonne, Portugal ;
- Elisabeth GRAF-PANNATIER, membre de l'État-major de la direction de l'Institut fédéral de recherche WSL de Birmensdorf, Suisse ;
- Sophien KAMOUN, professeur au Sainsbury Laboratory, université de Norwich, Royaume-Uni ;
- Thierry LEFRANCOIS, directeur du département Systèmes biologiques-BIOS du CIRAD ;
- Xavier LITRICO, directeur de recherche et scientifique du Groupe Suez ;
- Éveline VOLCKE, professeur en génie des procédés à l'université de Gand, Belgique.





Membres INRAE élus

Secteur 1 : Agroécosystèmes, mathématiques et numériques
Wolfram LIEBERMEISTER (titulaire)
Marie-Anne LAUNAY (suppléante)

Secteur 2 : Écologie et biodiversité, écosystèmes aquatiques, ressources en eau et risques
Philippe ROZENBERG (titulaire)
Christelle GRAMAGLIA (suppléante)

Secteur 3 : Biologie et amélioration des plantes, groupe d'étude et de contrôle des variétés et des semences
Juliette SALVAING (titulaire)
Denis Leclercq (suppléant)

Secteur 4 : Santé des plantes et environnement
Benoit FACON (titulaire)
Louise VAN OUDENHOVE (suppléante)

Secteur 5 : Aliments, produits biosourcés et déchets
Nathalie GONTARD (titulaire)
Thierry BENEZECH (suppléant)

Secteur 6 : Physiologie animale et systèmes d'élevage
Denise AUBERT (titulaire)
Christophe GAUTHIER (suppléant)

Secteur 7 : Génétique animale, santé animale
Claude CHARVET (titulaire)
Sandrine TRUCHET (suppléante)

Secteur 8 : Alimentation humaine, microbiologie et chaîne alimentaire
Jean-Paul LALLES (titulaire)
Emmanuelle MAGUIN (suppléante)

Secteur 9 : Économie et sciences sociales, action, transitions et territoires
Marie THIOLLET-SCHOLTUS (titulaire)
Vincent MARTINET (suppléant)

Secteur 10 : Appui à la recherche
Christine CHARLOT (titulaire)
Bruno COTTE (suppléant)

Observateurs syndicaux

- CFDT : Dominique DESBOIS
- CFTC : Bruno PONTOIRE
- CGT : Jean-Louis DURAND
- SUD : Cyril DUTECH



Les Commissions scientifiques spécialisées (CSS) et leurs présidents

CSS N° 1 – Agronomie, élevage, forêt
Éric MALEZIEUX (CIRAD)
CSS N° 2 – Biologie des interactions hôtes-agresseurs, symbiotes et commensaux
Daniel BARTHELEMY (CIRAD)
CSS N° 3 – Biologie intégrative des plantes
Emmanuel GUIDERDONI (CIRAD)
CSS N° 4 – Écologie, biologie des populations et dynamique des écosystèmes
Philippe USSEGLIO-POLATERA (Université de Lorraine)
CSS N° 5 – Génétique végétale et animale
Pierre BOUDRY (Ifremer)

CSS N° 6 – Mathématiques, informatique, sciences et technologies du numérique, intelligence artificielle et robotique
Étienne BIRMELE (Université de Paris)
CSS N° 7 – Microbiologie, écosystèmes microbiens, systèmes agro-alimentaires, biotechnologies
Christophe JUNOT (CEA)
CSS N° 8 – Nutrition et toxicologie
Christophe MAGNAN (Université de Paris)
CSS N° 9 – Biologie animale
Claude DUCHAMP (Université Claude Bernard Lyon 1)
CSS N° 10 – Sciences de l'environnement : terre, eau et atmosphère
Anne-Catherine FAVRE (Université Grenoble-Alpes)
CSS N° 11 – Sciences et ingénierie des aliments, des matériaux, produits biosourcés & ressources d'origine résiduaire
Étienne PAUL (INSA)
CSS N° 12 – Sciences économiques, sociales et de gestion
Jean-Philippe TROPEANO (Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne)
CSS N° 13 – Soutien et pilotage de la recherche
Philippe MAUGUIN (INRAE)



Comité d'éthique consultatif commun INRAE-CIRAD-Ifremer-IRD

Composition du Comité d'éthique

Axel KAHN, président du Comité d'éthique.
Docteur en médecine et docteur ès sciences, directeur de recherche à l'Inserm. Actuellement président de la Ligue nationale contre le cancer

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), ingénieur de l'École des mines de Paris et docteur en socio-économie de l'innovation

Bernadette BENSAUDE-VINCENT, professeur 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

Catherine BOYEN, directrice de recherche au CNRS, docteur en biologie végétale, directrice de la station biologique de Roscoff – Centre de recherche et d'enseignement en biologie et écologie marines, Sorbonne Université – CNRS (biologie marine, algues, génomique, évolution, microbiome, biodiversité marine et biotechnologie marine)

Céline BOUDET, Ineris, coordinatrice scientifique, spécialiste de l'analyse des risques dans le domaine santé & environnement (épidémiologie, toxicologie, bio-statistiques...)

Mireille DOSSO, directrice de l'Institut Pasteur de Côte d'Ivoire, professeur de microbiologie.

Françoise GAILL, directrice de recherche CNRS, chargée de mission auprès de la direction générale du CNRS. Biologiste, spécialiste des écosystèmes profonds océaniques

Stéphanie LACOUR, directrice de recherche CNRS, docteur en droit privé. Directrice adjointe de l'Institut des sciences sociales du politique, ENS Paris-Saclay. Directrice du GDR Normes, sciences et techniques du CNRS.

Marie-Geneviève PINSART, philosophe, professeure à l'université Libre de Bruxelles, pôle de recherche en éthique appliquée. Membre du Comité consultatif d'éthique pour la recherche en partenariat (CCERP) de l'IRD

Louis-Étienne PIGEON, philosophe en éthique environnementale, docteur en philosophie diplômé de la faculté de philosophie de l'université Laval (Québec, Canada) ; chargé d'enseignement à l'université Laval

Père PUIGDOMENECH, professeur de recherche au CSIC (Conseil supérieur de la recherche scientifique en Espagne) au sein de 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

INRAE : Christine CHARLOT, secrétaire générale, avec l'appui de Nathalie HERMET
CIRAD : Philippe FELDMANN, Marie DE LATTRE-GASQUET
IFREMER : Philippe GOULLETQUER, Marianne ALUNNO-BRUSCIA
IRD : Chloé DESMOTS



Effectifs RH

8 281

agents titulaires
(ETPT)*

Dont
4 162
femmes



51 %

4 119
hommes



49 %

Dont

1 997
chercheurs

3 188
ingénieurs et
assistants ingénieurs

3 096
techniciens

2 749

contractuels
(ETPT)*

Dont



718
doctorants
(dont 195 étrangers)



71
post-doctorants
(dont 45 étrangers)



2 029
stagiaires
(dont 335 étrangers)

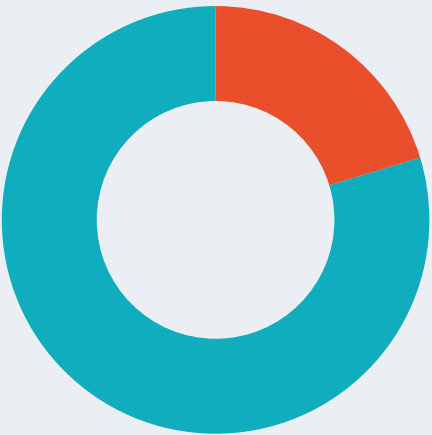
*ETPT : équivalent temps plein travaillé – prend en compte la quotité de temps (temps partiel ou pas) et la période de travail (une année ou moins)



Budget

Ressources 2020

999,1
M€



79,42 %
Subvention pour charge
de service public

20,48 %
Ressources propres

Subvention pour charge
de service public

794,5 M€



Ressources propres
204,6 M€

Dont
Ressources propres
contractuelles
137,4 M€

ANR	34,1
PIA	15,3
Autres établissements publics	10,4
Collectivités territoriales	18,9
Europe	20,5
Ministères	9,0
Orga. de rech. et d'enseignement sup.	5,3
Partenaires socio-économiques	23,9

Ressources propres
non contractuelles
67,2 M€

Subventions affectées	4,4
Dons et legs	0,1
Redevance pour brevets, licences	7,1
Prestations de service	15,5
Ventes de produits	16,7
Autres subventions	2,6
Autres produits de gestion courante	6,0
Produits financiers et exceptionnels	14,8



Partenariats et innovations

Partenariats socio-économiques	
Nouveaux contrats de partenariats avec des partenaires socio-économiques	380
Recettes de contrats de recherche avec les partenaires socio-économiques	24 M€
Nombre de dispositifs de partenariats avec des partenaires socio-économiques	28 Unités mixtes technologiques (UMT), 5 Carnot, 5 Labcom
Propriété intellectuelle	
Déclarations d'invention et de résultats valorisables	116
Demandes de brevets déposées	45
Familles de brevets en portefeuille	420
Demandes de certificats d'obtention végétale (COV)	10
Variétés inscrites à un catalogue officiel et/ou protégées en portefeuille	413
Valorisation	
Nouveaux accords de valorisation (licence, option...) sur brevet, savoir-faire, logiciel, marque, modèle	41
Licences en portefeuille	640
Nouvelles licences sur COV	28
Licences sur COV en portefeuille	829
Création d'entreprises	
Création d'entreprises à partir de résultats INRAE	3



Filiales



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 M€ 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 (réunis en INRAE). Avec un fonds de plus de 1 500 titres proposés en version papier et numérique, 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 l'environnement, la biodiversité et le changement climatique, la mer et les ressources aquatiques, l'alimentation, la santé. Actuellement, 170 ouvrages sont actuellement proposés en accès libre (quæ-open.com). Quæ répond ainsi dans le cadre de l'Open science 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 écotechnologies en créant une interface perméable entre les laboratoires de recherche publics et le monde économique.



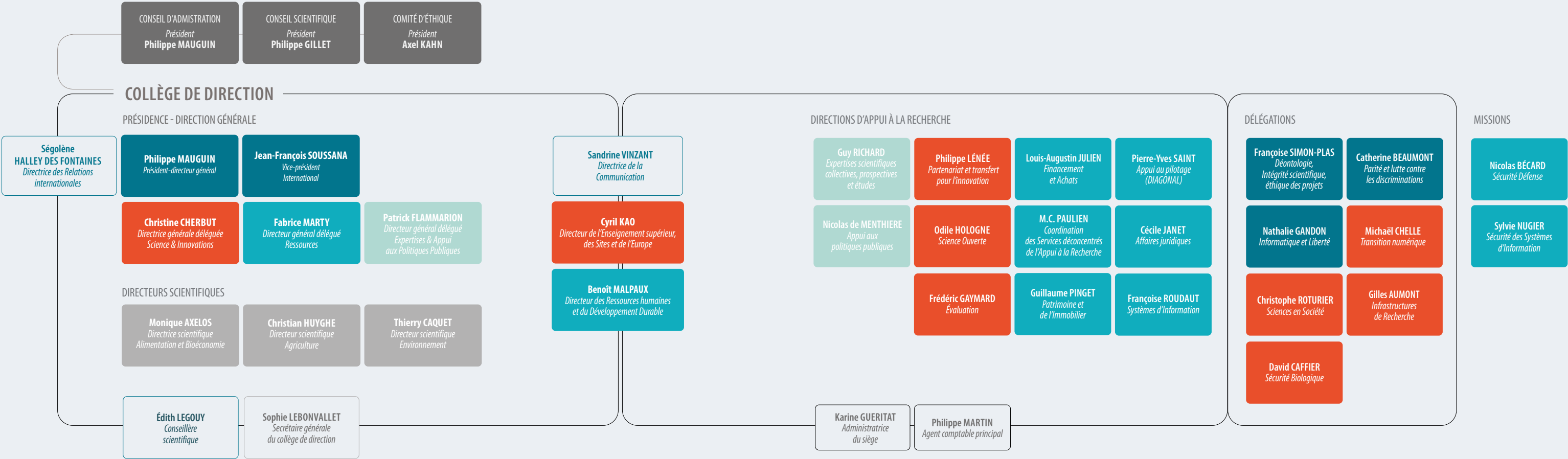
La SAS Château Couhins a été créée en 2018, à l'aube du 50^e millésime de ce cru classé de Graves produit sous l'égide de l'Inra. La SAS est pleinement intégrée dans le collectif professionnel des crus classés de Graves, tout en s'appuyant sur les forces de recherche de l'Inra. Le vignoble, de 25 ha 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 ;
- construire avec la profession les stratégies les plus prometteuses pour réduire les intrants, mettre en œuvre des pratiques de biocontrôle, déployer des pratiques agroécologiques en agroforesterie notamment, ou encore en matière de vinification.

Organisation INRAE

Organigramme

(Au 31 décembre 2020)



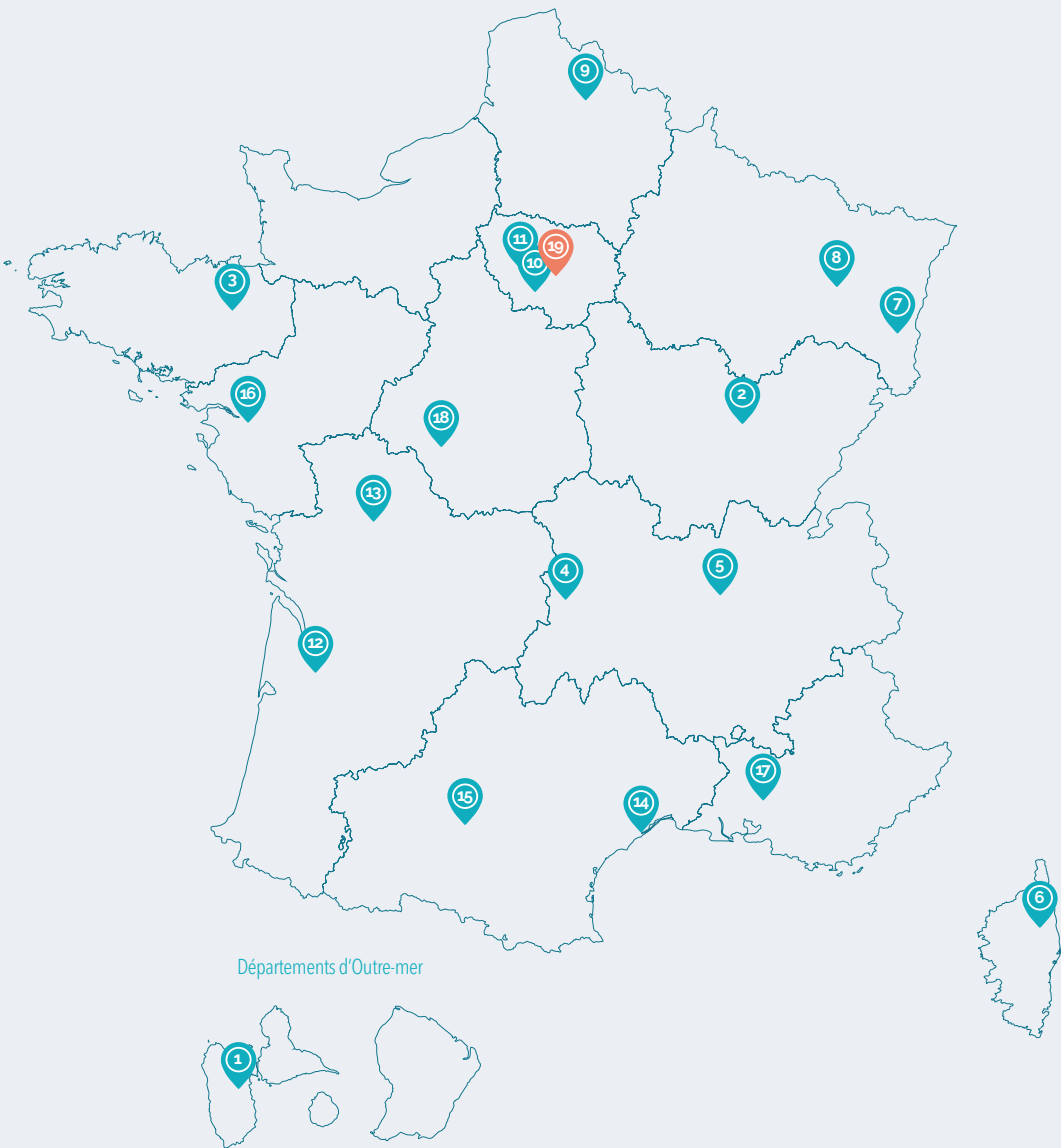


Organisation INRAE

Les 18 centres

(Au 31 décembre 2020)

18 centres de recherche traduisent l'implication d'INRAE au cœur des dynamiques régionales. Le centre siège bi-localisé complète le dispositif.



- 1 Antilles-Guyane
Président : Harry Ozier-Lafontaine
- 2 Bourgogne-Franche-Comté
Présidente : Nathalie Munier-Jolain
- 3 Bretagne-Normandie
Présidente : Hélène Lucas
- 4 Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes
Président : Emmanuel Hugo
- 5 Lyon-Grenoble-Auvergne-Rhône-Alpes
Président : Pascal Boistard
- 6 Corse
Président : François Casabianca
- 7 Grand Est-Colmar
Président : Serge Kauffmann
- 8 Grand Est-Nancy
Présidente : Meriem Fournier
- 9 Hauts-de-France
Président : Jean Tayeb
- 10 Île-de-France-Jouy-en-Josas-Antony
Président : Thierry Pineau
- 11 Île-de-France-Versailles-Grignon
Présidente : Camille Michon
- 12 Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux
Président : Olivier Lavialle
- 13 Nouvelle-Aquitaine-Poitiers
Président : Abraham Escobar-Gutierrez
- 14 Occitanie-Montpellier
Président : Sylvain Labbé
- 15 Occitanie-Toulouse
Président : Pierre-Benoit Joly
- 16 Pays de la Loire
Présidente : Emmanuelle Chevassus-Lozza
- 17 Provence-Alpes-Côte d'azur
Président : Jean-Philippe Nabot
- 18 Val de Loire
Présidente : Catherine Beaumont
- 19 Centre-siège Paris-Antony
Administratrice : Karine Gueritat

Les 14 départements de recherche

(Au 31 décembre 2020)

- | | |
|---|---|
|  Action, transitions et territoires
Christophe SOULARD |  Génétique animale
Edwige QUILLET |
|  Agroécosystèmes
Philippe HINSINGER |  Mathématiques et numérique
Hervé MONOD |
|  Alimentation humaine
Lionel BRETILLON |  Microbiologie et chaîne alimentaire
Sylvie DEQUIN |
|  Écosystèmes aquatiques, ressources en eau et risques
Mohamed NAAIM |  Physiologie animale et systèmes d'élevage
Françoise MEDALE |
|  Biologie et amélioration des plantes
Isabelle LITRICO-CHIARELLI |  Santé animale
Muriel VAYSSIER-TAUSSAT |
|  Écologie et biodiversité
Catherine BASTIEN |  Santé des plantes et environnement
Christian LANNOU |
|  Économie et sciences sociales
Alban THOMAS |  Aliments, produits biosourcés et déchets
Michael O'DONOHUE |

Structures


202
unités
de recherche


43
unités
expérimentales


22
unités
de service

Rapport d'activité 2020



147 rue de l'Université
75338 Paris Cedex 7
Tél. : +33 (0)1 42 75 90 00

Rejoignez-nous sur :



inrae.fr

**Institut national de recherche pour
l'agriculture, l'alimentation et l'environnement**



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE

