



Centre
Bretagne-Normandie

INRAE



Rapport d'activité 2022



Directrice de la publication : **Hélène Lucas**

Rédactrice en chef : **Patricia Marhin**

Rédaction : **Marion Lepec, Patricia Marhin**

Crédits photos : **INRAE / Adobe Stock**

Conception graphique et réalisation : **Éric Beaumont**

Communication INRAE Bretagne-Normandie

Imprimerie : **TPI, Betton (35)**

INRAE Bretagne-Normandie

Domaine de La Motte – BP 35327 – 35653 Le Rheu cedex



Photo couverture

Serre UMR IGEP, Le Rheu
© INRAE, E. Beaumont

> Mot de la présidente



© Alexis Chézière

Hélène Lucas

Présidente du centre INRAE
Bretagne-Normandie

SOMMAIRE

03	Mot de la présidente
04	Chiffres clés
05	Carte des implantations et partenaires
06	Temps forts
08	Les activités scientifiques
28	Partenariat et appui aux politiques publiques
32	Engagements RSE et dialogue science-société
38	Annexes

Le centre INRAE Bretagne-Normandie est caractérisé par son grand nombre d'unités de recherche et expérimentales implantées en Bretagne et en Normandie, et par la diversité des recherches qui y sont conduites pour répondre aux défis des transitions de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement. Nos recherches répondent aux orientations stratégiques nationales d'INRAE, mais s'inscrivent également dans les enjeux des territoires bretons et normands, avec le soutien des collectivités territoriales.

Ce rapport d'activité illustre la diversité de nos travaux à l'aide de témoignages de scientifiques et de quelques exemples de résultats de recherche obtenus en 2022. Ceux-ci résultent le plus souvent de collaborations avec des partenaires publics ou privés à l'échelle régionale, nationale ou internationale. Ils ont été acquis grâce à l'engagement des personnels scientifiques, techniciens et d'appui d'INRAE et de nos partenaires des unités mixtes de recherche. Nos équipes sont mobilisées au quotidien afin de comprendre les processus biologiques, physiologiques, physico-chimiques, écologiques, sociologiques ou économiques qu'ils étudient et proposer des innovations pour accompagner les transitions.

Ce rapport donne aussi à voir l'investissement des équipes en appui aux politiques publiques et leur contribution au dialogue science-société pour partager les avancées de la recherche, faire connaître la démarche scientifique et y associer la société civile dans certains cas.

Enfin, ce rapport témoigne du volontarisme historique des unités du centre en matière de responsabilité sociale et environnementale. L'année 2022 a été notamment marquée par la mise en place de Fresques du climat et par l'élaboration de stratégies collectives pour réduire la consommation énergétique.

Ce rapport annuel 2022 n'a pas pour ambition de donner une vision exhaustive des travaux et de la vie des 13 unités de recherche, des 7 unités expérimentales et de service et des 2 unités d'appui à la recherche du centre INRAE Bretagne-Normandie. J'espère que sa lecture vous permettra néanmoins de percevoir la diversité et la qualité des recherches qui y sont conduites et l'engagement de ses personnels.



> Chiffres clés 2022



17

sites en Bretagne
et Normandie



22

unités



131 400 m²

de bâtiments



857 ha

de surfaces
agricoles



86,5 M€

budget global



1181

chercheurs,
ingénieurs
et techniciens



690

agents titulaires



51%

Femmes



49%

Hommes



480

publications
dans des revues
à comité de lecture



25

brevets
en cours



72

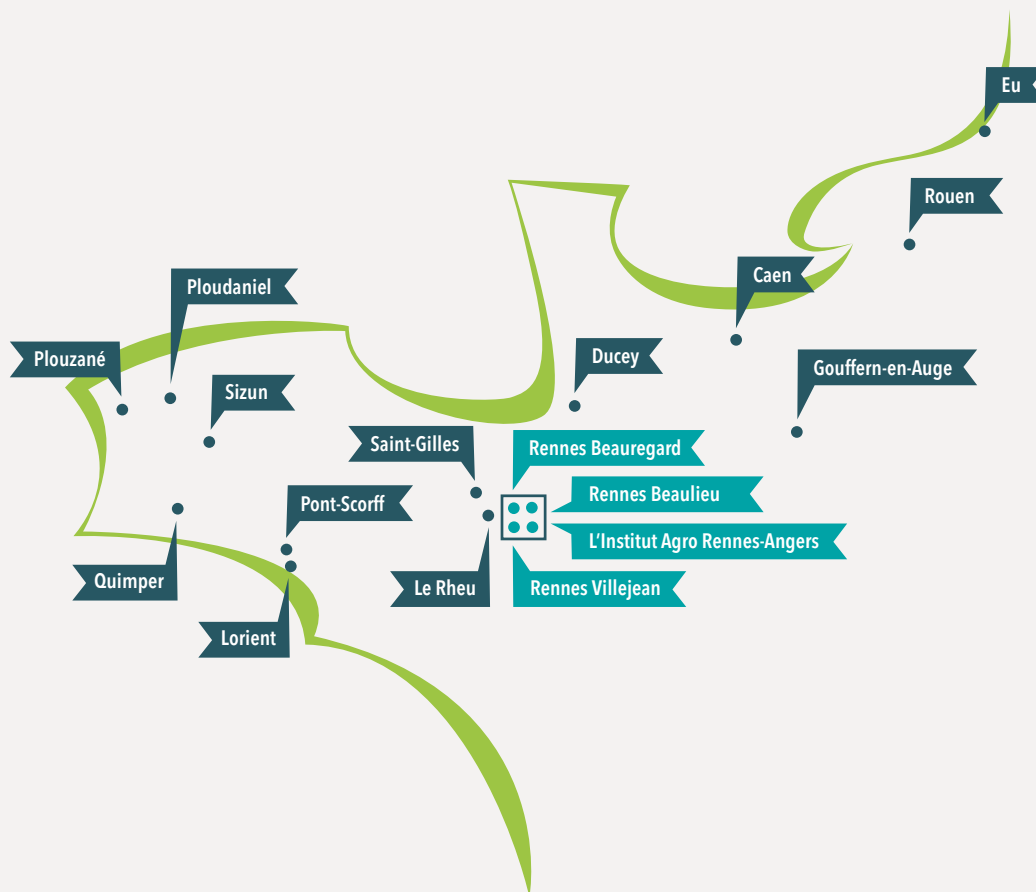
licences
en cours



40

contrats de recherche
signés avec un partenaire
socioéconomique

➤ Carte des implantations



➤ Principaux partenaires académiques et territoriaux



➤ Les temps forts 2022

JANVIER

Deux nouvelles unités mixtes de recherche

L'UMR DECOD pour « Dynamique et durabilité des écosystèmes : de la source à l'océan » associant INRAE, l'Ifremer et l'Institut Agro. Dirigée par Éric Petit, directeur de recherche INRAE, l'unité rassemble 140 chercheurs, ingénieurs et techniciens de laboratoire des 3 tutelles situés à Brest, Lorient, Nantes et Rennes. Elle est officiellement lancée en octobre 2022 en présence de Philippe Mauguin, PDG d'INRAE, François Houllier, PDG de l'Ifremer et Anne-Lucie Wack, Directrice générale de l'Institut Agro.



UMR DECOD en vidéo

L'Institut NuMeCan « Nutrition, métabolismes et cancer » INRAE, Inserm, Université de Rennes. Ce collectif de 75 personnes a pour ambition de clarifier le rôle des facteurs nutritionnels, génétiques et comportementaux potentiellement impliqués dans les maladies chroniques, dont celles liées au surpoids ou qui favorisent la survenue de cancers.

Lancement de deux projets ANR coordonnés par des scientifiques du centre

BioCyPlast, sur la compréhension de la dégradation des plastiques biodégradables dans les filières de valorisation des biodéchets, coordonné par Patrick Dabert, chercheur à l'unité de recherche OPAALE

MicroHippo, sur la régulation de la formation du micropyle de l'ovocyte de poisson par le microARN 202 via la voie Hippo, piloté par Julien Bobe, directeur de l'unité de recherche LPGP.

FÉVRIER

Rencontre sur les revenus des agriculteurs français organisée par la Société française d'économie rurale, INRAE Bretagne-Normandie et l'Institut Agro dans la continuité d'un rapport produit par INRAE pour le ministère de l'Agriculture.

MARS

1^{er} mars

Lancement du projet de recherche CPER 2021-2026 GLAZ sur l'environnement continental et littoral en Bretagne-Pays de Loire associant l'Institut universitaire européen de la Mer, les observatoires des sciences de l'Univers de Rennes et Nantes Atlantique, INRAE Bretagne-Normandie (UMR BAGAP, DECOD, IGEPP, SAS, UR OPAALE & U3E), la Maison de sciences de l'Homme de Bretagne et l'École nationale supérieure de chimie de Rennes.

24 mars

Inauguration de LA PEPITE R&D, le Laboratoire partenarial associé INRAE-Terres Inovia basé dans les locaux de l'UMR IGEPP sur le site INRAE du Rheu.



Vidéo présentation de LA PEPITE R&D

NOVEMBRE

29 novembre

Didier Azam, directeur de l'unité expérimentale d'Écologie et d'écotoxicologie aquatique (U3E) à Rennes reçoit le **Laurier INRAE « Innovation pour la recherche »**. Ses travaux sur les poissons sauvages et d'élevage ont contribué à définir des mesures de gestion des espèces aquatiques et de leurs milieux.



Portrait Didier Azam

Journée scientifique du groupement d'intérêt scientifique NAMS pour Nutrition, métabolisme, alimentation, sport et santé à Rennes et dont INRAE est membre.

OCTOBRE

13-14 octobre

2^e édition des **Journées LIT expert** du Laboratoire d'innovation territoriale Ouest territoires d'élevage sur le thème : les états mentaux des animaux, mieux les comprendre pour mieux les anticiper.



27 octobre

Festival de la fermentation des végétaux : de la science aux boccas co-organisé par INRAE dans le cadre du projet Flegme, projet de recherche participatif piloté par des scientifiques INRAE de l'UMR STLO et Végépolys Valley et financé par les régions Bretagne et Pays de la Loire.



MAI

13 mai

Inauguration de la plateforme APIVALE de méthanisation et gestion des digestats, pilotée par l'unité de recherche OPAALE, installée sur le site INRAE de Saint-Gilles et financée dans le cadre du CPER 2015-2020.



JUIN

2 & 3 juin

38^{es} journées de Microéconomie appliquée à Rennes, l'un des plus importants congrès des économistes francophones, co-organisé par l'UMR SMART.

26-30 juin

29^e assemblée générale de l'EGF (European Grassland Federation) co-organisée par INRAE et l'université de Caen-Normandie à Caen avec une visite de l'unité expérimentale du Pin, et dédiée à l'importance des herbages dans les systèmes alimentaires circulaires et durables.



2022

SEPTEMBRE

12 septembre

Un grand défi pour les « Ferments du futur ». L'UMR STLO est partie prenante de ce projet financé dans le cadre de France Relance et copiloté par INRAE et l'Ania. Son objectif : permettre de mobiliser les ferments comme leviers de l'alimentation de demain.

13-16 septembre

Participation du centre INRAE Bretagne-Normandie à la 36^e édition du **SPACE** à Rennes.



AOÛT

23-26 août

8^e colloque international sur les maladies racinaires des légumineuses organisé par l'UMR IGEPP.

JUILLET

13 juillet

Présentation de nos recherches sur le thème du « zéro pesticide » aux partenaires et représentants de l'État en région.



08





Les activités scientifiques



AXE 1

Agroécologie et gestion durable des agroécosystèmes terrestres et aquatiques

La transition agroécologique sur les territoires à forte densité de production, y compris en proximité de zones urbaines, suscite des questions de recherche sur les conditions de la durabilité environnementale, économique et sociale et sur la gestion des écosystèmes terrestres et aquatiques associés. Nos recherches concernent la transition agroécologique des systèmes d'élevage, des grandes cultures et des productions légumières, la gestion des agroécosystèmes, l'aménagement du paysage, l'écologie des écosystèmes aquatiques et l'économie circulaire avec la valorisation des biomasses et des déchets agricoles. Elles visent notamment à préserver et valoriser la biodiversité et les ressources naturelles, à adapter l'agriculture au changement climatique, limiter les intrants dans les cultures et les élevages et à intégrer les enjeux du bien-être animal. Tous les modèles d'agriculture sont pris en compte.





➤ Des paysages bocagers pour favoriser la diversité végétale dans les champs cultivés

Les paysages bocagers favorisent la diversité en adventices, ces « mauvaises herbes » souvent considérées comme indésirables, sans pour autant augmenter leur abondance dans les champs. Par leurs effets bénéfiques sur la diversité de la flore, les haies pourraient donc favoriser la gestion durable des adventices et la conservation de la biodiversité dans les champs.

Considérées comme une gêne pour les machines agricoles et une source potentielle de bio-agresseurs (plantes adventices, insectes ravageurs...), les haies ont été largement détruites pour faire place à d'immenses champs de monoculture dans les années 50. Combiné à l'arrivée des produits phytosanitaires, ce modèle agricole intensif très productif est remis en cause aujourd'hui du fait de ses impacts négatifs sur la biodiversité et la santé. Des scientifiques rennais d'INRAE (UMR BAGAP), en partenariat avec des équipes de l'Université de Rennes, du CNRS et de l'Anses, ont évalué l'impact des paysages bocagers sur la flore adventice de 74 parcelles cultivées en agriculture conventionnelle et en agriculture biologique dans des paysages plus ou moins denses en haies.

Leurs recherches ont montré que les paysages bocagers contenant des réseaux de haies denses et complexes favorisent la diversité des adventices sans augmenter leur abondance, indépendamment du mode de production (conventionnel ou biologique). Ces observations s'expliquent vraisemblablement par l'augmentation de l'hétérogénéité environnementale dans les paysages bocagers. La diversification de la flore adventice permet de limiter le développement des « mauvaises herbes » les plus compétitives. En outre, elle pourrait favoriser la biodiversité et les fonctions écologiques associées telles que la pollinisation, le contrôle biologique des bio-agresseurs, ou la décomposition de la matière organique. Ces résultats ouvrent des voies prometteuses pour une gestion durable des adventices qui préserve la biodiversité dans les champs.

Weed communities are more diverse, but not more abundant, in dense and complex bocage landscapes.
Journal of Applied Ecology.
doi.org/10.1111/1365-2664.14312

ZOOM SUR



Deux nouvelles variétés de blé tendre pour l'agriculture biologique (AB)

La demande de nouvelles variétés de blé tendre pour l'AB à la fois plus productives et de bonne valeur boulangère ou biscuitière est forte. Après 12 ans de sélection génétique, les variétés de blé d'hiver Glaz et Glenan ont été inscrites au catalogue français des variétés autorisées à la commercialisation. Ces deux nouvelles variétés de blés panifiables supérieurs (BPS) avec mention « agriculture biologique » sont le fruit d'une collaboration entre l'UMR IGEPP et deux unités INRAE en Auvergne et dans les Hauts de France. La première variété, courte et peu couvrante, est adaptée aux conduites culturales « interventionnistes » avec désherbage mécanique et écimage. La deuxième est compétitive vis-à-vis des adventices car haute et couvrante. Glaz et Glenan s'inscrivent dans une démarche d'amélioration des performances des variétés de blé pour répondre aux attentes de la filière AB.



➤ Réduire l'impact environnemental des élevages

Nouveaux aliments écoresponsables pour les poissons, systèmes fourragers en élevage bovin laitier, les travaux des chercheurs du centre INRAE Bretagne-Normandie illustrent différentes stratégies pour réduire l'empreinte environnementale des élevages.

Aquaculture : des écoaliments à faible impact environnemental

L'utilisation de farines et huiles de poisson, mais aussi de soja, dans les aliments proposés aux poissons d'élevage contribue aux impacts négatifs de l'aquaculture sur l'environnement.

Dans le cadre du projet ECOALIM cofinancé par le CASDAR et l'Ademe, les chercheurs ont développé une méthode de formulation qui permet de fabriquer des écoaliments à faible impact environnemental tout en sauvegardant les besoins nutritionnels des poissons et en maîtrisant le coût des ingrédients.

Des truites arc-en-ciel ont été nourries pendant 12 semaines avec un écoaliment 8% moins cher que l'aliment traditionnel, dans lequel l'absence de soja et la réduction de 50% de farine et d'huile de poisson sont compensées par des coproduits de volailles et du blé. Les performances de croissance des poissons ont été mesurées et une analyse du cycle de vie (ACV) a évalué l'impact environnemental des truites nourries avec ce nouvel aliment. Les truites grandissent aussi bien que celles nourries avec l'aliment traditionnel, sans être plus grasses. L'analyse des courbes de croissance des poissons indique cependant que l'utilisation de cet aliment pourrait entraîner une croissance plus faible à long terme. Après 12 semaines d'élevage, une réduction des impacts environnementaux est observée dans plusieurs catégories d'impact prises en compte dans l'ACV : le changement climatique, la consommation d'énergie non renouvelable, l'acidification des milieux, l'eutrophisation de l'eau, l'occupation des sols, la consommation de phosphore, la demande en ressources biologiques naturelles et la demande en eau.

L'impact des systèmes fourragers sur la production de gaz à effet de serre (GES) des vaches laitières

En élevage bovin laitier, la production de fourrages et la stratégie d'alimentation ont des conséquences sur la productivité laitière et les émissions de GES. En évaluant la productivité laitière et les émissions de GES d'exploitations ayant plus ou moins recours au pâturage et à l'ensilage de maïs dans 3 régions françaises, les chercheurs de l'UMR SAS ont démontré que la quantité de lait produite par vache est liée positivement aux émissions de GES et non à la quantité d'herbe dans la ration. Les éleveurs de bovins laitiers ayant recours à une forte proportion d'herbe dans les rations produisent moins de lait mais également moins de gaz à effet de serre. Les performances économiques de ces élevages et leur vulnérabilité aux aléas restent à évaluer.

A step towards sustainable aquaculture: Multiobjective feed formulation reduces environmental impacts at feed and farm levels for rainbow trout. Aquaculture. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738826

Analysis of milk production and greenhouse gas emissions as a function of extreme variations in forage production among French dairy farms. Journal of Environmental Management. doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114537

➤ Des avancées pour le bien-être animal

Le respect du bien-être animal est un aspect important de la transition agroécologique. Pour le mesurer et proposer des pistes d'évolution des conditions d'élevage, l'UMR PEGASE étudie différents mécanismes physiologiques et comportementaux des porcs.

La vocalisation des porcs

Les porcs expriment leurs émotions notamment par des vocalisations comme des grognements, des cris ou des couinements. Reconnaître ces sons et les variations de chaque type de son aiderait les éleveurs à mieux comprendre les émotions exprimées par leurs animaux et donc à améliorer leur bien-être. INRAE, l'École polytechnique fédérale de Zürich et l'université de Copenhague ont coordonné le développement d'un algorithme de reconnaissance automatique des émotions exprimées dans les vocalisations. L'enjeu est de développer un système de reconnaissance des émotions des porcs voire même de la situation qui les a générées, afin de guider les éleveurs dans leurs prises de décisions pour le bien-être de leurs animaux.

Des comportements sociaux variés

Les porcs sont des animaux sociaux. Leur bien-être en élevage repose en partie sur la possibilité qu'ils ont d'exprimer l'ensemble de leurs comportements sociaux naturels. Des travaux sur les porcelets suggèrent l'existence de styles sociaux transitoires qui semblent dépendre du sexe et de l'état de santé des animaux. Trois styles sociaux ont pu ainsi être identifiés : les animaux à l'origine de la majorité des interactions, les animaux socialement inactifs et faiblement sollicités, et les « éviteurs » répondant aux sollicitations par des comportements d'évitement.

L'impact du bien-être de la truie gestante sur la survie des porcelets

L'enrichissement de l'environnement des truies gestantes (taille de l'enclos, litière de paille profonde, distribution de granulés...) peut-il avoir un impact sur la survie de leurs porcelets ? Trois niveaux d'enrichissement progressifs ont été utilisés, et les résultats sont probants : pour les mères, une diminution des stéréotypies (la répétition fréquente et incontrôlée d'actes sans but apparent) et du cortisol salivaire (un indicateur de stress) et pour leur progéniture, une légère diminution du taux de mortalité néonatale ont été observées.

La gradation des effets observés entre les trois niveaux d'enrichissement a renforcé l'hypothèse d'un lien entre le niveau d'enrichissement environnemental maternel, le bien-être des truies et la survie néonatale précoce de leurs porcelets.



Classification of pig calls produced from birth to slaughter according to their emotional valence and context of production. Scientific Reports. doi.org/10.1038/s41598-022-07174-8

Exploration of early social behaviors and social styles in relation to individual characteristics in suckling piglets. Scientific Reports. doi.org/10.1038/s41598-022-06354

Improving maternal welfare during gestation has positive outcomes on neonatal survival and modulates offspring immune response in pigs. Physiology & Behavior. doi.org/10.1016/j.physbeh.2022.113751

OUVRAGE



Le bien-être des animaux d'élevage

Cet ouvrage présente des pistes pour améliorer le bien-être des animaux d'élevage, focalisées sur l'environnement physique et social des animaux, la relation humain-animal, la prise en charge de la douleur, ainsi que la bientraitance dans le transport et l'abattage. Certains leviers d'amélioration sont particulièrement mis en évidence, comme la création de relations positives, fondées sur une meilleure compréhension des animaux, la gestion intégrée de leur santé et la valorisation de solutions pour supprimer, substituer ou soulager des pratiques douloureuses. La mise en place d'actions doit être adaptée à chaque élevage et respecter également le bien-être de l'éleveur. Cette démarche s'inscrit dans le concept de « One Welfare » où les bénéfices pour l'animal, pour l'humain et pour l'environnement sont étroitement liés.

Cet ouvrage, auquel a contribué Marie-Christine Meunier-Salaün, chercheuse à l'UMR PEGASE appartenant au collectif INRAE « Bien-être animal », s'adresse aux étudiants et aux professionnels des filières agricole et vétérinaire, ainsi qu'à tout citoyen s'intéressant au bien-être des animaux d'élevage.



*Le bien-être des animaux d'élevage
Améliorer le bien-être animal
Luc Mounier (coordination scientifique)
Éditions Quae
ISBN : 978-2-7592-3460-8*



TROIS QUESTIONS À

Marie-Line Daumer

Un nouveau procédé pour recycler le phosphore



Marie-Line Daumer est ingénieure de recherche à l'unité de recherche OPAALE. Elle travaille notamment sur la bio-acidification et la valorisation des nutriments dont le phosphore.

Comment est traité le phosphore qui se trouve dans les eaux usées ? Pourquoi est-il nécessaire de le recycler ?

Les eaux usées passant par la station d'épuration sont divisées en deux : l'eau propre à rejeter en rivière d'un côté et les boues regroupant les éléments indésirables, dont le phosphore, de l'autre.

60% de ces boues sont épandues sur les terres agricoles et la partie restante est incinérée. Suivant les conditions, une partie du phosphore des boues épandues est réutilisée par les plantes, tandis que l'incinération est suivie de l'enfouissement en décharge du phosphore qui n'est donc pas récupéré.

Et pourtant, il est nécessaire de recycler le phosphore pour deux raisons. Tout d'abord, il s'agit d'une ressource limitée qu'il est important de sauvegarder car elle est indispensable à notre alimentation. De plus, lorsque cet élément rejeté par l'organisme se retrouve en excès dans l'environnement, il provoque une prolifération d'algues dans les cours d'eau.

Quel était l'objectif de vos recherches ?

Notre objectif était de développer un procédé permettant de recycler le phosphore pour économiser cette ressource, tout en réduisant les fuites dans l'environnement.

Pour cela, nous avons commencé par identifier les différentes formes de phosphates obtenues en fonction des technologies employées pour l'épuration des eaux usées. Nous avons ensuite déterminé les mécanismes mis à l'œuvre lors de la dissolution du phosphore. À partir de ces recherches, nous avons développé un nouveau procédé : l'acidification biologique.

Quel est le principe de ce procédé ?

L'acidification biologique favorise la croissance de bactéries capables de dissoudre jusqu'à 75% du phosphore des boues, sans réactifs chimiques. Cette solution va faciliter sa dissolution sans nuire à l'efficacité de l'épuration des eaux usées. Elle va également permettre la récupération ultérieure du phosphore pour fabriquer des engrais substituables aux engrais minéraux.

Au-delà des boues de station d'épuration, la bio-acidification est un procédé prometteur pour valoriser le phosphore d'autres effluents tels que les boues piscicoles ou les effluents d'élevage, et réduire l'impact environnemental des filières associées. Nous sommes également en train de tester ce procédé pour recycler d'autres éléments minéraux des boues, comme le fer.



Mechanisms governing the dissolution of phosphorus and iron in sewage sludge by the bioacidification process and its correlation with iron phosphate speciation Chemosphere. doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135704

ZOOM SUR



**Didier Azam,
Laurier INRAE 2022**



Pendant 40 ans, Didier Azam, directeur de l'unité expérimentale d'Écologie et d'écotoxicologie aquatique (U3E), s'est engagé dans la compréhension des écosystèmes aquatiques avec pour objectif d'améliorer les outils de gestion des populations de poissons migrateurs et des milieux aquatiques au niveau régional, national et international. Un parcours récompensé par le Laurier INRAE 2022 Innovation pour la recherche.

Au fil des années, Didier Azam a structuré un dispositif expérimental dédié aux recherches en écologie et écotoxicologie des milieux d'eau douce. Les observations réalisées dans 3 rivières : l'Oir, le Scorff et la Bresle sur la qualité de l'eau et sur les populations de poissons migrateurs (truites, saumons, anguilles) depuis 17 ans contribuent aux politiques publiques européennes en fournissant des données aux organismes en charge d'émettre des recommandations de gestion internationale de ces espèces (quotas, protection...). Les mésocosmes de Rennes-Le Rheu, ouverts aux partenaires de l'infrastructure européenne Aquacosc+, permettent d'aborder le fonctionnement des écosystèmes aquatiques et d'évaluer l'impact des activités humaines sur ces milieux (pollution, perte de biodiversité, changement climatique).

OUVRAGE



L'Écotoxicologie en questions

Cet ouvrage aborde les grandes approches actuelles en écotoxicologie par le biais de questions ouvertes que peuvent se poser les lecteurs curieux de mieux connaître cette discipline ou, plus généralement, soucieux des problématiques environnementales. Les réponses à ces questions offrent un panorama des grandes notions de l'écotoxicologie, des principaux concepts associés et expliquent les ruptures ayant transformé les approches traditionnelles de cette science en une démarche plus holistique intégrant la complexité des conditions réelles.

S'intéresser aux processus et mécanismes écotoxicologiques permet de traiter les relations causales entre présence et écotoxicité des contaminants, aussi bien en milieu terrestre qu'aquatique.

La poursuite des progrès de la science écotoxicologique représente aujourd'hui un enjeu majeur pour rendre compte des relations entre santé et environnement (concept d'Ecohealth).



*L'écotoxicologie en questions,
Édition Quae. Avec la participation de
Marie-Agnès Coutellec, UMR DECOD.
ISBN : 978-2-7592-3454-7*



AXE 2

Biologie intégrative des animaux d'élevage, des plantes cultivées et de leurs organismes associés

Connaître, comprendre et prédire le fonctionnement des organismes vivants (animaux, plantes, insectes, microorganismes) et leurs interactions est un enjeu central pour faire évoluer nos systèmes de production vers plus d'efficacité et de flexibilité, et vers l'agroécologie. Nos recherches concernent la biologie intégrative des plantes et de leurs organismes associés, des animaux d'élevage et de la faune non domestique. Elles s'appuient sur un rapprochement entre biologistes, modélisateurs et bioinformaticiens.



➤ FishmiRNA : une base de données internationale pour recenser et étudier les microARN de poisson

FishmiRNA propose une caractérisation systématique et une annotation des microARN basée sur l'histoire évolutive des gènes dont ils sont issus, ainsi que des données d'expression dans différents tissus facilement consultables via une interface web.

Les microARN (miARN) sont des ARN non codant de petite taille (environ 22 nucléotides) régulant l'expression des gènes. Des chercheurs de l'unité de recherche LPGP, en collaboration avec des équipes toulousaines d'INRAE et de l'université d'Oregon (USA), ont développé une base de données libre d'accès recensant les miARN

de poisson en s'appuyant sur les résultats obtenus dans leurs laboratoires.

FishmiRNA contient actuellement les répertoires annotés et des données d'expression pour une dizaine d'espèces de poissons dont des espèces modèles et des espèces d'intérêt patrimonial ou agronomique. Cette base de données sera mise à jour régulièrement pour y intégrer de nouvelles espèces afin de

bénéficier à l'ensemble de la communauté internationale, répondant ainsi aux principes de l'open science.

FishmiRNA : An evolutionarily supported microRNA annotation and expression database for ray-finned fishes. Molecular Biology and Evolution. doi.org/10.1093/molbev/msac004

Staphylococcus aureus : comprendre ce pathogène agressif pour le contrôler

Staphylococcus aureus est un agent pathogène opportuniste qui provoque de multiples maladies chez l'être humain et l'animal, allant d'infections bénignes de la peau à des intoxications alimentaires sévères. Les chercheurs de l'UMR STLO ont simulé une infection cellulaire persistante in vitro pour identifier les processus biologiques impliqués dans la réponse des cellules à *S. aureus* et comprendre les mécanismes liés à l'infection chronique.

Longtemps considéré comme un pathogène extracellulaire, *S.aureus* a été récemment détecté à l'intérieur de différents types cellulaires. Cette internalisation semble influencer la persistance de ce pathogène et l'issue de l'infection, notamment dans le cas de l'ostéomyélite humaine. Les scientifiques ont simulé in vitro une infection longue durée en isolant spécifiquement par cytométrie de flux des cellules osseuses humaines dans lesquelles la bactérie est internalisée. L'analyse du transcriptome

des cellules infectées a révélé des réponses immunitaires et inflammatoires exacerbées, ainsi que la dérégulation de voies métaboliques et de gènes impliqués dans les régulations épigénétiques, l'adhésion cellulaire ou la neurotransmission. Ces résultats suggèrent que l'infection intracellulaire par *S. aureus* a un impact à long terme sur le génome et l'épigénome des cellules hôtes qui pourrait conduire à des dysfonctionnements physiopathologiques. Cette étude améliore la compréhension des processus biologiques impliqués dans les infections chroniques par *S. aureus* et identifie des candidats potentiels

pour de nouvelles approches prophylactiques et thérapeutiques.



Front Cell Infect Microbiol. eCollection. doi.org/10.3389/fcimb.2022.854242



> Des poules pondeuses plus résilientes ?

Dans un contexte de changement climatique et de diversification des modes d'élevage, les animaux seront davantage exposés à des perturbations de leur environnement. La sélection génétique d'animaux plus résilients, à même de faire face à ces aléas et de récupérer rapidement apparaît donc comme une nécessité.

En analysant les données de ponte de plus de 60 000 poules pondeuses, des scientifiques de l'UMR PEGASE, en collaboration avec l'université de Wageningen et l'entreprise Hendrix Genetics ont établi trois indicateurs de résilience face à des perturbations de leur environnement : l'asymétrie, c'est-à-dire la sensibilité aux perturbations, l'autocorrélation soit la vitesse de récupération après perturbation, et la variance, qui prend en compte le lien entre les deux premiers indicateurs. Ils ont démontré qu'environ 10% de la variabilité interindividuelle de ces trois indicateurs sont d'origine génétique et héréditaires, ouvrant la possibilité d'inclure l'amélioration de la résilience dans les programmes de sélection des poules pondeuses.



Interview de Nicolas Bédère,
chercheur INRAE en génétique animale

Using egg production longitudinal recording to study the genetic background of resilience in purebred and crossbred laying hens. *Genetics Selection Evolution*.
doi.org/10.1186/s12711-022-00716-8

Deux bourses ERC au service de la santé des plantes

Le programme du Conseil européen de la recherche (ERC) finance la recherche exploratoire avec, pour unique critère, l'excellence scientifique. En 2022, il a accordé des financements à Jean-Christophe Simon et Claudia Bartoli de l'UMR IGEPP.

Un financement « Advanced Grant » a été accordé à **Jean-Christophe Simon** pour le projet ALTEREVO qui porte sur la compréhension de la plasticité phénotypique des insectes et plus particulièrement le polyphénisme, c'est-à-dire leur capacité à produire des formes très différentes selon les conditions environnementales. ALTEREVO explore plus particulièrement le polyphénisme nutritionnel du puceron, sa régulation et sa mise en place au cours de l'évolution.

Claudia Bartoli a reçu un financement « Starting Grant » pour le projet HoloE2Plant dont l'objectif est d'étudier expérimentalement les processus de co-évolution de la plante *Arabidopsis thaliana*, de son microbiote et du champignon pathogène *Rhizoctonia solani*, et d'identifier les bases génétiques des interactions entre ces trois partenaires. HoloE2Plant vise à valider le concept de l'hologobionte en identifiant l'influence du microbiote sur l'évolution des plantes.

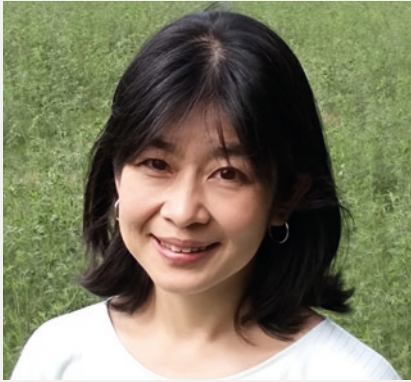




TROIS QUESTIONS À

Akiko Sugio

Comprendre les interactions entre les plantes et les pucerons



Akiko Sugio est chercheuse à l'UMR IGEPP. Elle s'intéresse aux interactions entre les pucerons et leurs plantes hôtes.

Pourquoi est-il nécessaire de comprendre les interactions moléculaires entre les plantes et les pucerons ?

Les pucerons sont des ravageurs majeurs de cultures qui sont actuellement principalement régulés par les insecticides. L'utilisation de plantes résistantes est une stratégie pertinente pour réduire l'utilisation des produits phytosanitaires. Cependant, cela nécessite

de comprendre les interactions moléculaires entre les plantes cultivées comme le pois (*Pisum sativum*), et les pucerons afin d'identifier des sources de résistance et ainsi mettre en œuvre une sélection végétale adaptée.

Comment avez-vous identifié la résistance génétique du pois aux pucerons ?

Le puceron vert du pois (*Acyrtosiphon pisum*) est un insecte ravageur formant un complexe de biotypes, chacun étant adapté pour se nourrir d'une ou plusieurs espèces de légumineuses apparentées. Pour identifier la résistance au puceron du pois et le déterminisme génétique sous-jacent, nous avons examiné une collection de 240 génotypes de pois chacun infesté par un biotype de pucerons adaptés et un biotype de pucerons non-adaptés au pois.

Notre étude a révélé une large gamme de niveaux de résistance à ces deux biotypes. Une étude d'association à l'échelle du génome a identifié un locus majeur, nommé ApRVII, qui contribue à la résistance du pois aux deux biotypes.

Comment fonctionne cette résistance ?

Pour comprendre les phénomènes impliqués dans la résistance conférée par ApRVII, nous avons observé le comportement alimentaire des deux biotypes de pucerons sur des pois, et notamment leur capacité à atteindre le phloème, le tissu vasculaire permettant la circulation des nutriments dans les plantes. Le biotype non adapté au pois a eu des difficultés à atteindre le phloème des pois résistants, suggérant l'implication de barrières physiques ou chimiques entre la plante et le puceron. Le biotype adapté au pois n'a quant à lui pas montré de différence dans son comportement alimentaire entre génotypes sensibles et résistants, ce qui suggère que les facteurs de résistance pourraient être liés à la qualité du phloème. Nous menons actuellement des travaux de transcriptomique et de métabolomique pour comprendre les mécanismes de la résistance au niveau moléculaire.



A major-effect genetic locus, ApRVII, controlling resistance against both adapted and non-adapted aphid biotypes in pea. *Theor Appl Genet*. doi.org/10.1007/s00122-022-04050-x





AXE 3

Aliment, nutrition et santé humaine

L'élaboration, la compréhension et la maîtrise des qualités (technologique, sensorielle, nutritionnelle, sanitaire) des produits et des aliments se déclinent de l'amont à l'aval de la chaîne alimentaire. Nos recherches concernent l'élaboration in vivo de la qualité des aliments, les technologies et innovations alimentaires et les procédés agroalimentaires (produits laitiers, œuf, viande de porc, chair de truite, cidre, colza, produits céréaliers). Des travaux sont réalisés sur la mécanique des fluides appliquée à l'aérodynamique des technologies pour l'alimentation, la transformation microbienne et la sécurité sanitaire des produits, ainsi que sur les interactions nutrition/santé sur des modèles animaux et chez l'être humain. Nous travaillons à promouvoir la conception de procédés de transformation des produits respectueux des principes du développement durable et de l'environnement.



**Le lait,
un concentré de bienfaits ?
50 clés pour comprendre
les produits laitiers**

Le lait n'est pas un aliment comme les autres. Consommé depuis le Néolithique et la domestication des ruminants, il est décliné en mille et un produits différents, est intégré à mille et une recettes de cuisine, et suscite des passions et des débats agités plus que jamais d'actualité... Aliment exclusif du nourrisson, sa place dans la diète à l'âge adulte dépend des cultures. Inépuisable source d'innovations, c'est un objet d'étude fascinant par sa complexité biochimique et nutritionnelle, optimisée par les mammifères depuis 310 millions d'années. Par un jeu de questions-réponses, les auteurs donnent les clés de toutes les facettes du lait et des produits laitiers en termes de nutrition, santé, économie, symbolique, histoire, culture... À travers 50 questions des plus insolites – Les hommes peuvent-ils allaiter ? ou Peut-on faire de l'alcool avec du lait ? –, des plus sérieuses – Y a-t-il des utilisations non alimentaires du lait ? Est-ce « durable » de consommer des produits laitiers ? Tous les laits sont-ils fromageables ? – aux plus anecdotiques – C'est quoi les dents de lait ? Le lait de jabot : vrai ou faux lait ? –, vous comprendrez qu'il reste encore beaucoup à découvrir sur les effets du lait (fermenté ou non) sur la santé, sa composition, ses impacts sur l'environnement, sa transformation... De quoi animer vos repas de famille autour du plateau de fromages !



Le lait, un concentré de bienfaits ? Éditions Quae
Auteurs : Joëlle Léonil,
Yves Le Loir (UMR STLO),
Sylvie Lortal.
ISBN : 978-2-7592-3479-0

➤ **Fermentation : le rôle
des microorganismes**

Un intérêt croissant est porté aux aliments fermentés et à leur impact sur la santé. L'UMR STLO a travaillé sur la fermentation des olives de Nyons et du lait de soja.

La typicité des olives de Nyons

Les olives de Nyons sont des olives de table AOP produites dans le sud de la France, qui se distinguent par une fermentation naturelle dans une saumure à fort taux de sel (10%) sans aucun ajout de levain ou additif. Durant cette longue fermentation pouvant atteindre 18 mois, les olives perdent progressivement leur amertume et développent leurs arômes caractéristiques sous l'action de microorganismes.

Les scientifiques ont identifié les microorganismes qui font leur typicité. Il s'avère que, contrairement aux autres types d'olives de table fermentées, les flores microbiennes de ces olives sont majoritairement constituées de levures. Les microorganismes habituellement présents sur les fruits et dans le sol, présents en début de fermentation, sont remplacés par d'autres espèces qui se succèdent selon un ordre bien précis. Grâce à cette étude, le rôle de certains microorganismes dans la formation de composés aromatiques a été décrypté. Des essais ont également permis de prouver qu'il était possible de réduire le taux de sel des olives sans altérer les qualités organoleptiques et sanitaires, répondant ainsi aux attentes des consommateurs.

L'adaptation des bactéries lactiques au lait de soja

La connaissance des mécanismes d'adaptation des microorganismes aux aliments d'origine végétale constitue un enjeu de taille pour le développement d'aliments fermentés innovants. *Lactobacillus bulgaricus* est une bactérie lactique bénéfique aux propriétés probiotiques reconnues, largement utilisée comme ferment lactique. Les scientifiques ont montré que *L. bulgaricus* subissait un stress majeur dans le lait de soja et ne s'y développait pas correctement. L'utilisation d'autres souches ou d'autres espèces plus adaptées constitue donc un enjeu de taille.

Brine salt concentration reduction and inoculation with autochthonous consortia: Impact on Protected Designation of Origin Nyons black table olive fermentations. Food Research International. doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111069

The stressing life of Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus in soy milk. Food Microbiology. doi.org/10.1016/j.fm.2022.104042



➤ Un modèle préclinique pour analyser la dénutrition

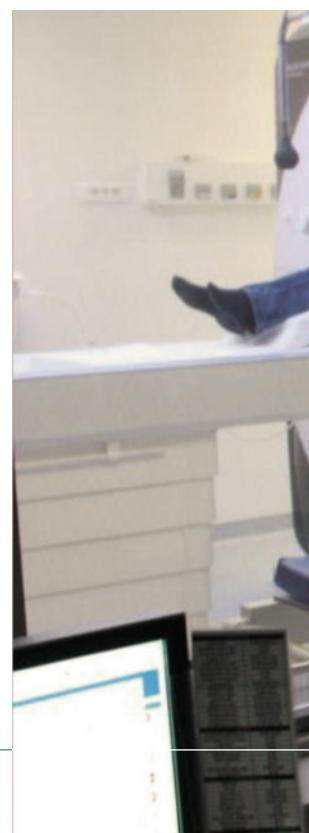
La dénutrition augmente le taux de mortalité lié aux maladies, notamment à cause de l'insuffisance de masse musculaire. Afin de caractériser ses effets et les mécanismes mis en jeu, les scientifiques INRAE de l'UMR NuMeCan ont mis en place, pour la première fois, un modèle préclinique de dénutrition chez le mini-porc Yucatan. Ce nouveau modèle expérimental contribuera à une meilleure compréhension de la physiopathologie de la dénutrition chez l'être humain.

L'UMR NuMeCan étudie la physiologie de la dénutrition chez les personnes obèses souffrant de maladies aiguës et chroniques pour identifier des biomarqueurs prédisposant à une morbi-mortalité (mortalité due à des maladies) accrue. Les chercheurs ont mis au point un modèle de dénutrition chez des mini-porcs obèses et non-obèses en reproduisant le phénotype clinique et l'atrophie musculaire, imitant ainsi la forme marasmique de dénutrition (forme de malnutrition grave) chez l'humain.

Vers des études précliniques pour lutter contre la sarcopénie

Après huit semaines d'un régime pauvre en énergie et en protéines, une réduction significative du poids corporel et de la richesse du microbiote intestinal des mini-porcs, ainsi qu'une altération de leur phénotype et du métabolisme des fibres musculaires, sont constatées. Ce modèle préclinique unique de dénutrition constitue une base solide pour la mise en place d'études afin de mieux comprendre la physiopathologie de la dénutrition et les communications entre organes. Il va également permettre de mener des études précliniques sur des médicaments ou autres interventions contre la sarcopénie (correspondant à une perte progressive de masse, de force et de fonction musculaires, notamment liée à l'âge), pour améliorer le diagnostic et le traitement de la dénutrition.

The Yucatan minipig model: A new preclinical model of malnutrition induced by a low-calorie/low-protein diet. Clinical Nutrition. doi.org/10.1016/j.clnu.2022.08.002





TROIS QUESTIONS À

David Val-Laillet

L'impact des habitudes alimentaires sur le cerveau



David Val-Laillet est neurobiologiste INRAE à l'UMR NuMeCan.

Pourquoi vous êtes-vous intéressé aux liens entre habitudes alimentaires et fonctionnement du cerveau ?

La prise de poids peut être associée à des anomalies cérébrales. Nous sommes partis de ce constat pour découvrir comment les habitudes alimentaires influencent le fonctionnement du cerveau lorsqu'il doit prendre une décision alimentaire. Nous avons ainsi comparé des étudiantes entre 18 et 24 ans en parfaite santé mais ayant des habitudes alimentaires différentes. L'étude a impliqué une session d'imagerie cérébrale (IRMf), où chaque personne devait choisir parmi diffé-

rentes paires d'images de plats (dont l'un plus calorique que l'autre) celui qu'elle préférerait manger à midi. L'idée était de soumettre les participantes à un conflit entre leur envie de se faire plaisir et leur envie de manger sain ou équilibré, dans le but d'étudier la manière dont le cerveau répond à ce conflit de motivation.

Quelles conclusions en tirez-vous ?

Deux principaux profils psychologiques ressortent de cette étude : un profil hédonique, correspondant aux personnes se basant sur leur plaisir pour choisir ce qu'elles mangent, et un profil plus restrictif correspondant aux personnes qui choisissent plutôt ce qu'elles estiment être bon pour leur santé.

Une fréquence plus ou moins élevée de consommation d'aliments gras, sucrés, salés et/ou transformés est associée à des fonctionnements cérébraux différents. La zone du contrôle cognitif et la zone du plaisir s'activent différemment en fonction des habitudes et préférences individuelles, et surtout la communication entre ces zones diminue chez les fortes consommatrices d'aliments occidentaux. Cela signifie que, chez des personnes de poids normal et en bonne santé, le seul fait d'avoir des habitudes alimentaires différentes

implique des fonctionnements cérébraux différents. Une habitude ancrée conditionnerait le cerveau en favorisant une consommation encore plus importante d'aliments occidentaux : ce serait un cercle vicieux !

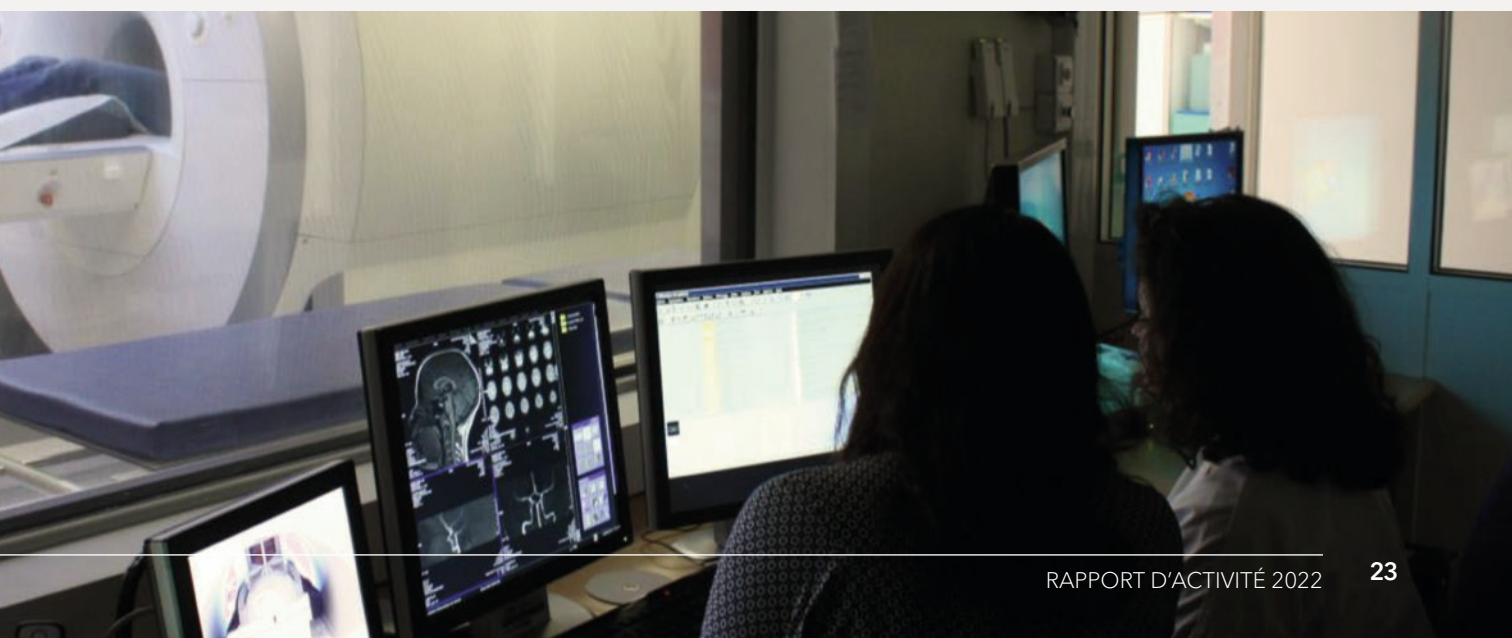
Quelles sont les perspectives ?

À présent, l'objectif est d'obtenir des marqueurs d'imagerie et de biologie qui soient corrélés au comportement alimentaire des personnes et qui nous permettent d'estimer un risque ultérieur en termes de prise de poids ou de maladie. Détecter une susceptibilité de déclarer des troubles alimentaires permettrait d'adapter en conséquence les parcours de prévention et de soins.

Nous partons également de l'hypothèse que cette susceptibilité vient du fait qu'une zone du cerveau au niveau du cortex préfrontal perd son rôle de contrôle sur la prise alimentaire. En corrigeant ce déficit, il serait possible d'aider les personnes à mieux gérer leurs pulsions alimentaires.



Brain responses to food choices and decisions depend on individual hedonic profiles and eating habits in healthy young women. *Frontiers in Nutrition*. doi.org/10.3389/fnut.2022.920170





Axe 4

Économie des exploitations et des industries agroalimentaires, politiques publiques de l'agriculture et de l'environnement

Le contexte actuel est caractérisé par l'évolution des stratégies des acteurs et des politiques publiques sur les marchés agricoles et agroalimentaires. Face aux enjeux sociétaux, le secteur évolue vers des modes de production et de consommation plus durables, mais il est soumis à une plus grande volatilité des prix. Nos recherches portent sur l'économie internationale, industrielle, géographique et de la consommation appliquée aux filières agricoles et agroalimentaires et au secteur de la distribution. Pour éclairer la décision publique, nous analysons les choix des agriculteurs et des acteurs sur les marchés agricoles, et évaluons les effets des politiques publiques dont la Politique agricole commune.



TROIS QUESTIONS À

Alexandre Gohin

Comment améliorer l'autonomie protéique des élevages français ?



Alexandre Gohin est chercheur INRAE en économie à l'UMR SMART. Il travaille notamment sur l'analyse du risque en agriculture, la modélisation des marchés et politiques agricoles, et les modèles d'équilibre général calculable.

Quel est le contexte actuel de la production de protéines en France ?

Depuis près de 50 ans, la France souffre d'un déficit en matières riches en protéines. De nombreux plans protéines soutenant l'offre de légumineuses se sont donc succédés pour favoriser la production et limiter les importations de MRP (matières riches en protéines) d'origine végétale. Malgré tout, notre pays

demeure largement dépendant de leur importation, et notamment du tourteau de soja pour l'alimentation animale. Nous nous sommes donc concentrés sur les protéines utilisées pour nourrir les animaux d'élevage.

Quels scénarios avez-vous simulé ?

Il faut savoir que les MRP importées, dont le soja, sont majoritairement issues de cultures génétiquement modifiées, en incohérence avec les nouvelles demandes des consommateurs. Nous avons donc développé un modèle d'équilibre général calculable (EGC) séparant les filières OGM et les filières dites conventionnelles qui prend en compte les consommateurs, les producteurs, mais aussi les transformateurs et les distributeurs.

À partir de ce modèle, nous avons simulé trois scénarios contrastés. Le scénario n°1 mentionnait une subvention à l'hectare pour le pois, la féverole et le soja non OGM, le scénario n°2 faisait appel à une amélioration variétale de ces mêmes végétaux, et le scénario n°3 mettait en avant une augmentation de la demande des consommateurs pour des produits non OGM. L'objectif était de mesurer les différents impacts de ces leviers d'amélioration pour une indépendance protéique.

L'un des scénarios conduit-il à une amélioration notable de l'autonomie protéique française ?

Les résultats de nos simulations montrent que le scénario n°3 propose un levier beaucoup plus puissant que les autres pour réduire les importations de tourteau de soja. En revanche, il ne conduit pas à une amélioration significative de l'autonomie protéique car les importations des autres tourteaux augmentent. Le scénario n°1 conduit à des effets faibles sur les marchés des produits végétaux et nuls sur les marchés des produits animaux. À l'inverse, le scénario n°2 prouve que de réels progrès pourraient être obtenus par une amélioration végétale des légumineuses fourragères et à graines.

Ce travail montre que plusieurs leviers sont nécessaires pour réduire le déficit protéique français.



Protein Deficit in France – A Prospective Analysis.
Économie et Statistique/Economics and Statistics.
doi.org/10.24187/ecostat.2022.536.2083





OUVRAGE



L'avenir de la politique agricole commune (version en anglais)

Comment faciliter la nécessaire transition agroécologique des systèmes agricoles et agroalimentaires européens ? La Politique agricole commune (PAC) doit être un vecteur puissant de cette transition. L'ouvrage « *Quelle politique agricole commune demain ?* », coordonné par Cécile Détang-Dessendre et Hervé Guyomard d'INRAE, dessine les contours d'une PAC ambitieuse, en termes d'objectifs et d'instruments.

En plaçant la lutte contre le changement climatique au cœur de l'action de la nouvelle Commission européenne via la mise en place d'un « pacte vert pour l'Europe », la présidente Ursula von der Leyen veut donner un nouveau souffle au projet européen. Cette ambition se décline en 8 grands objectifs, dont l'un cible explicitement les questions agricoles et alimentaires dans le cadre de la stratégie « de la ferme à la table : un système alimentaire juste, sain et respectueux de l'environnement ». La PAC constitue un outil puissant au service de cette stratégie.

En s'appuyant sur des travaux de recherche INRAE et de partenaires scientifiques relevant de plusieurs disciplines, cet ouvrage fournit une analyse des principaux enjeux que doivent relever l'agriculture européenne et les politiques publiques qui la gouvernent, une grille de lecture des forces et des faiblesses des mesures actuelles et propose des mesures d'économie publique qu'il serait souhaitable de mettre en œuvre.



Evolving the Common Agricultural Policy for Tomorrow's Challenges. Éditions Quae. Contributions de Alexandre Gohin, Vincent Chatellier, Laurent Piet, Stéphane Turolla, Pierre Dupraz (UMR SMART), Luc Delaby (UMR PEGASE). ISBN : 978-2-7592-3715-9

> Le commerce agricole et agroalimentaire au XXI^e siècle

Carl Gagné, chercheur en économie à l'UMR SMART et Christophe Gouel de l'UMR PSAE à Paris-Saclay sont les auteurs d'un chapitre sur le commerce agricole pour le 6^e volume du « Handbook of Agricultural Economics ». Ils examinent comment la littérature économique sur le commerce agricole s'est développée au cours des 20 dernières années suite à l'évolution des relations internationales, la disponibilité croissante des données et l'émergence de nouvelles théories du commerce.

Les auteurs proposent un cadre d'analyse unifié permettant d'avoir une vue d'ensemble des déterminants du commerce et qui présente de bonnes capacités prédictives pour les études théoriques et empiriques dans les secteurs agricoles et alimentaires.

Ils soulignent notamment comment l'hétérogénéité de la productivité des terres et du travail, les relations verticales dans la chaîne alimentaire et la qualité des produits affectent le commerce agroalimentaire. Ils mentionnent de nouvelles questions politiques émergentes qui impactent ce domaine comme le changement climatique, les normes de qualité, la sécurité alimentaire, la volatilité des marchés et la transition nutritionnelle.

Les auteurs identifient les développements futurs possibles des recherches portant sur le commerce agricole avec un accent particulier sur les préférences des consommateurs, les coûts cachés du commerce et les technologies de production.

doi.org/10.1016/bs.hesagr.2022.03.004

ZOOM SUR



Une base de données sur les exploitations en agriculture biologique

INRAE et l'Agence Bio ont renforcé leur partenariat en proposant aux scientifiques une base de données exhaustive sur les opérateurs français engagés en agriculture biologique.

Dans le cadre de ses missions, l'Agence bio a développé « l'Observatoire national de l'agriculture biologique » (ONAB), une base de données exhaustive depuis 2007 des opérateurs français certifiés en AB ou en conversion (fermes, transformateurs, distributeurs...). Elle contient notamment des informations sur les surfaces des cultures et les effectifs d'animaux des exploitations agricoles engagées en AB. De son côté, INRAE développe depuis plusieurs années des recherches visant à mieux comprendre les déterminants et les impacts du développement de l'AB en France. Dans le cadre du métaprogramme METABIO, INRAE et l'Agence Bio ont ainsi organisé la mise à disposition des données de l'ONAB auprès des scientifiques d'INRAE à travers la plateforme ODR. Une première valorisation de cette base de données a permis de décrire les exploitations françaises certifiées 100% en AB en 2021 et d'en fournir une typologie par filière et toutes spécialisations confondues.

Régulièrement actualisé, cet outil est à disposition des scientifiques INRAE et des institutions associées à ses unités de recherche. Il permet de caractériser les fermes en agriculture biologique et d'étudier leur dynamique de développement, ainsi que celle des transformateurs, distributeurs et exportateurs de produits certifiés AB. Avec ce nouvel outil sans équivalent au niveau national, les chercheurs vont pouvoir impulser une nouvelle génération de travaux et projets pluridisciplinaires mobilisant de nouvelles communautés d'experts.

*metabio.hub.inrae.fr/actualites/onab-typobio
avec la contribution de
Laurent Piet (UMR SMART).*



28





Partenariat et appui aux politiques publiques





> La plateforme de méthanisation et gestion des digestats

La nouvelle plateforme expérimentale de méthanisation et de traitement des digestats est l'un des dispositifs expérimentaux phares du Groupement d'intérêt scientifique (GIS) APIVALE qui rassemble 7 établissements de recherche et d'enseignement du Grand Ouest : INRAE, Anses, UBS, l'Institut Agro Rennes-Angers, Université de Rennes, ENSCR et CNRS.

La plateforme de taille semi-industrielle installée sur le site INRAE de Saint-Gilles (35) et pilotée par l'unité de recherche OPAALE est dédiée à l'étude des traitements et à la valorisation agronomique des digestats issus de la méthanisation des effluents d'élevage. Elle s'inscrit dans un ensemble d'équipements expérimentaux dont la vocation est d'évaluer de façon globale, dans des situations proches de celles du terrain, les impacts de la

valorisation des effluents organiques issus de l'élevage sur la qualité des sols, de l'eau et de l'air. La plateforme, inaugurée en mai 2022, a été financée dans le cadre du contrat de Plan État-Région 2015-2020 et a bénéficié du soutien financier d'INRAE, du Feder, de la région Bretagne, du Conseil départemental 35 et de Rennes Métropole.

LA PEPITE R&D, le laboratoire partenarial associé INRAE-Terres Inovia

À l'heure où les enjeux de souveraineté alimentaire et de transition agroécologique sont plus essentiels que jamais, Terres Inovia, l'institut technique de la filière des huiles et protéines végétales, et INRAE mettent en commun leurs savoir-faire dans un laboratoire partenarial associé

dédié à la recherche et au développement des systèmes de cultures performants, innovants et économes en intrants. Les deux entités, très complémentaires, ont pour mission de couvrir toute la chaîne de la protection des cultures, de la recherche jusqu'au champ de l'agriculteur. En associant sur un même site, au Rheu (35), les compétences de 60 collaborateurs en génétique, pathologie, entomologie et écologie, LA PEPITE R&D a pour objectif d'améliorer la régularité de rendement du colza et des légumineuses et de réduire le recours

aux produits phytosanitaires. Le laboratoire partenarial associé a été officiellement lancé en mars 2022.



Vidéo de présentation



LA PEPITE R&D

Protection intégrée du colza et des légumineuses

FOCUS

Contrats actifs impliquant
le centre en 2022

490

Contrats en cours
en 2022

46



51



27

ZOOM SUR



L'expertise scientifique collective INRAE-Ifremer « Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques »

Dans le cadre du programme Ecophyto II+, les ministères en charge de la Transition écologique, de l'Agriculture et de la Recherche ont confié en 2020 à INRAE et l'Ifremer le pilotage d'une expertise scientifique collective sur les impacts de ces produits sur la biodiversité et les services écosystémiques, depuis leurs zones d'épandage jusqu'au milieu marin, en France métropolitaine et en outre-mer. Les conclusions de cette expertise, présentées le 5 mai lors d'un colloque public, confirment que l'ensemble des milieux terrestres, aquatiques et marins, notamment côtiers, sont

contaminés par les produits phytopharmaceutiques. Des impacts directs et indirects de ces substances sont également avérés sur les écosystèmes et les populations d'organismes terrestres, aquatiques et marins. La contamination tend néanmoins à diminuer pour les substances interdites depuis plusieurs années. Ces travaux mettent aussi en avant des besoins de recherche complémentaires pour mieux quantifier l'impact de ces produits sur l'environnement. Ils soulignent par ailleurs l'existence de plusieurs leviers, liés à la réglementation, aux pratiques d'utilisation

des produits et à la structure des paysages agricoles, efficaces pour limiter cette contamination et ses impacts, tout en garantissant la protection des récoltes, alors même que les systèmes de production agricole ne recourant pas aux produits phytopharmaceutiques sont encore trop limités. Cette expertise collective a mobilisé des scientifiques des unités rennaises DECOD et BAGAP.



32





Engagements RSE et dialogue science-société

Responsabilité sociale et environnementale, tous mobilisés !



> Un plan de sobriété énergétique

Le plan de sobriété énergétique élaboré par INRAE en 2022 pour réduire de 10% sa consommation énergétique dès 2023 mobilise trois leviers : optimiser l'exploitation technique des bâtiments, rationaliser l'utilisation des locaux et des dispositifs dans le respect du maintien des activités, sensibiliser les occupants à l'usage de l'énergie. Sous l'impulsion d'un groupe de travail, le centre Bretagne-Normandie a proposé à l'ensemble de ses unités d'explorer des mesures favorables à la sobriété énergétique dans sept grands domaines : la conservation au froid, la climatisation, la production de chaleur

incluant les appareillages, la ventilation, les compresseurs, l'éclairage, les postes informatiques. Grâce à la mobilisation des collectifs de travail, les premiers résultats ont permis d'aller au-delà des objectifs de réduction de consommation énergétique fixés : des baisses de 13% de la consommation d'électricité et de 18% de la consommation de gaz ont été enregistrés au premier semestre 2023.

Préservation de la biodiversité et qualité de vie au travail

Comment penser l'aménagement des sites INRAE pour favoriser la biodiversité et la qualité de vie au travail ? En 2022, plusieurs initiatives ont vu le jour, notamment éco-pâturage, aménagement de patios végétalisés et mise en place d'un refuge de la Ligue pour la protection des oiseaux (LPO) sur le site du Rheu (35). Dans le cadre de ce refuge, la LPO Bretagne propose une démarche active et structurante autour de la biodiversité avec un diagnostic patrimonial intégrant des inventaires faune-flore, des recommandations pour une gestion écologique du site avec en particulier une gestion différenciée des espaces verts, ainsi que des actions de sensibilisation. Un indicateur de qualité écologique sera également calculé.



ZOOM SUR



Dix ans de compostage des déchets ménagers du restaurant d'entreprise

Installé en 2012 sur le site INRAE du Rheu, le site de compostage collectif a fêté ses 10 ans. C'est l'une des premières actions phares initiées en matière de RSE sur le centre Bretagne-Normandie. Trier ses déchets est une habitude bien installée au restaurant d'entreprise INRAE du Rheu, que ce soit pour les agents de la restauration ou pour les convives. Les déchets organiques, soit environ 4,5 tonnes par an, sont ensuite compostés par des volontaires pour produire un compost utilisé pour fertiliser les sols du jardin partagé situé à proximité.

➤ Tous Mobil'acteurs

Pour sa deuxième participation, le centre Bretagne-Normandie s'est classé second parmi près de 350 établissements publics et entreprises privées participant au défi organisé par Rennes Métropole en 2022 avec 18 équipes, 83 participants, 20 911 kms accumulés et surtout près de 2,6 T de CO2 évitées ! Et autant de plaisir que l'année passée pour tester pendant 14 jours des alternatives au déplacement en voiture solo.



Mobiliser sur les enjeux climatiques grâce à la Fresque du climat

La Fresque du climat, un atelier collaboratif basé sur les données du GIEC, est devenu l'outil de référence pour comprendre l'essentiel des enjeux climatiques et pour passer à l'action. Dans le centre Bretagne-Normandie, 15 volontaires ont été formés en 2022 et animent des ateliers qui ont mobilisé près de 300 salariés.

FOCUS

Diversité, égalité professionnelle et lutte contre les discriminations

En 2022, INRAE est le 1^{er} établissement public de recherche reconnu par la double labellisation Égalité-Diversité. La démarche est basée sur des objectifs de partage de valeurs, d'accueil, d'intégration, d'attractivité et d'efficacité au sein de notre communauté de travail. Les collectifs de travail du centre Bretagne-Normandie ont été sensibilisés à ces enjeux lors d'une journée de convivialité en juin 2022 avec une conférence sur le thème « Diversité et égalité professionnelle : mieux comprendre pour mieux agir au quotidien », et des ateliers interactifs et ludiques pour identifier et comprendre les situations discriminantes autour de l'âge, du sexe, de l'origine et du handicap.



À la rencontre de tous les publics



➤ Fête de la science : ateliers pour les scolaires, conférences et animations grand public

La Fête de la science célèbre chaque année sur l'ensemble du territoire les sciences, les techniques et les innovations. Sur le centre Bretagne-Normandie, elle prend de multiples facettes et se décline auprès de publics variés : rencontres et conférences avec le public dans les bibliothèques ou centres culturels des communes ; ateliers et rencontres dans les établissements scolaires de Rennes Métropole ; stands aux villages des sciences de Rennes et Brest. Une occasion unique pour les équipes de recherche de partager leur passion de la science.

Soif de science !

Depuis 6 ans, le centre Bretagne-Normandie est partenaire de Pint of science, un festival international présent dans plus de 30 villes françaises dont Rennes, Lorient, Vannes. Démystifier la recherche scientifique et la faire découvrir au grand public dans un cadre détendu, telle est la philosophie de ce festival. En 2022, des scientifiques du centre INRAE Bretagne-Normandie ont échangé avec le public rennais autour de sujets comme le recyclage des déchets, les produits alimentaires ou encore l'environnement.



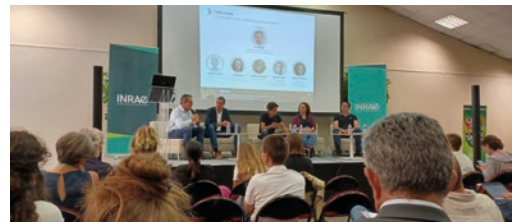
➤ Faire connaître les métiers de la recherche

Depuis de nombreuses années, INRAE Bretagne-Normandie est engagé aux côtés du rectorat de Rennes et de partenaires académiques du site rennais dans une opération pour mieux appréhender la démarche scientifique mais aussi le parcours et le quotidien des équipes de recherche. « À la découverte de la recherche » s'adresse aux jeunes scolarisés en collèges et lycées pour leur faire connaître les métiers de la recherche. Un objectif qui se décline

aussi auprès des étudiants avec la participation des équipes de recherche à la semaine Pro'fil dédiée à l'insertion professionnelle des étudiant(e)s de master de l'université de Rennes et au Forum de l'Institut Agro Rennes-Angers.

Promouvoir nos résultats et innovations au SPACE

Rendez-vous incontournable des éleveurs du Grand-Ouest, le salon international de l'élevage accueille chaque année à Rennes plus de 90 000 visiteurs sur 3 jours. Le centre Bretagne-Normandie y représente INRAE avec un stand commun avec l'Institut Agro et des conférences sur les résultats des travaux de recherche. En 2022, des sujets comme les cultures intermédiaires à vocation énergétique, les technologies numériques ou encore le bien-être animal ont suscité de nombreux échanges avec les professionnels agricoles.



> Les unités du centre

UNITÉS MIXTES DE RECHERCHE (UMR)

BAGAP

INRAE/L'Institut Agro/ESA Angers
Biodiversité, agroécologie et aménagement du paysage

DECOD

INRAE/L'Institut Agro/Ifremer
Dynamique et durabilité des écosystèmes : de la source à l'océan

EVA

INRAE/Université de Caen-Normandie
Écophysiologie végétale, agronomie et nutriments

IGEPP

INRAE/L'Institut Agro/Université de Rennes
Institut de génétique, environnement et protection des plantes

NuMeCan

INRAE/Inserm/Université de Rennes
Nutrition, métabolismes et cancer

PEGASE

INRAE/L'Institut Agro
Physiologie, environnement et génétique pour l'animal et les systèmes d'élevage

SAS

INRAE/L'Institut Agro
Sol, agro et hydrosystème, spatialisation

SMART

INRAE/L'Institut Agro
Structures et marchés agricoles, ressources et territoires

STLO

INRAE/L'Institut Agro
Science et technologie du lait et de l'œuf

UNITÉS PROPRES DE RECHERCHE (UR)

LPGP

Laboratoire de physiologie et génomique des poissons

OPAALÉ

Optimisation des procédés en agriculture, agroalimentaire et environnement

ÉQUIPE DE RECHERCHE

PRP (Unité BIA Nantes)

Équipe de recherche polyphénols, réactivité et procédés

UNITÉS EXPÉRIMENTALES (UE)

UEP

Unité expérimentale du Pin

U3E

Unité expérimentale d'écologie et d'écotoxicologie aquatique

LA MOTTE

Unité expérimentale de la Motte

PEIMA

Unité expérimentale sur les systèmes d'élevages aquacoles

UE3P

Unité expérimentale physiologie et phénotypage des porcs

RGCO

Unité expérimentale ressources génétiques végétales en conditions océaniques

UNITÉ DE SERVICE (US)

ANI-SCAN

Plateau d'imagerie multi-modalité dédié au modèle porcin

UNITÉS SOUS CONTRAT (USC)

ECODIV-Rouen

Laboratoire d'étude et compréhension de la biodiversité

LUBEM

Laboratoire universitaire de biodiversité et d'écologie microbienne

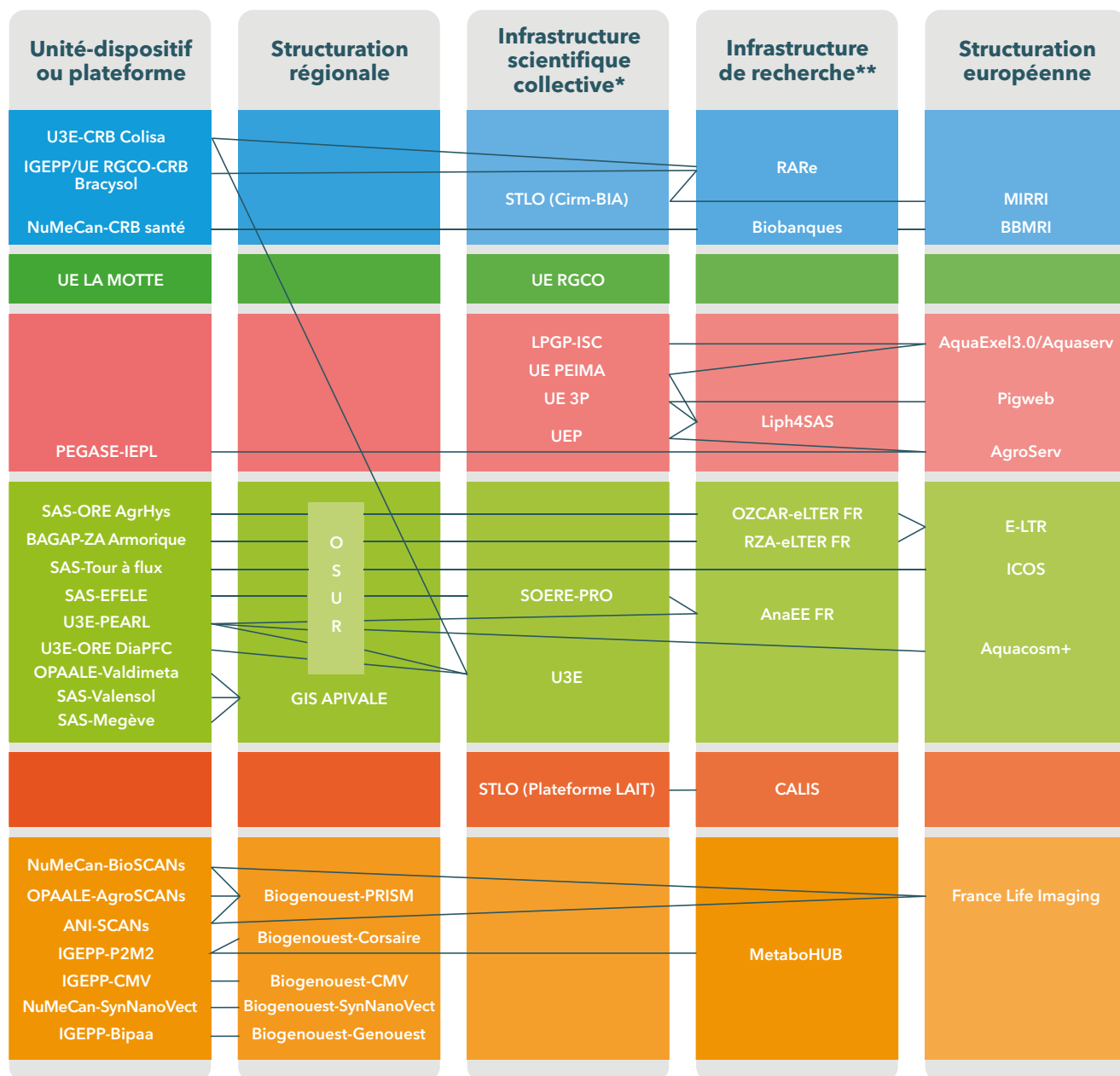
UNITÉ D'APPUI (UA)

SDAR

Services déconcentrés d'appui à la recherche



> Les infrastructures de recherche du centre



RESSOURCES BIOLOGIQUES

EXPÉRIMENTATION VÉGÉTALE

EXPÉRIMENTATION ET PHÉNOTYPAGE ANIMAL

ENVIRONNEMENT

ALIMENTATION SANTÉ

GÉNOMIQUE, IMAGERIE ET POST-GÉNOMIQUE

*ISC labellisée par INRAE
 **IR de la feuille de route nationale

— représentent l'intégration des dispositifs et des plateformes dans des structures régionales, INRAE, nationales ou européennes.



Centre Bretagne-Normandie
Domaine de La Motte — BP 35327
35653 Le Rheu cedex
Tél : 02 23 48 51 00

Rejoignez-nous sur :



www.inrae.fr/centres/bretagne-normandie

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



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE