



Centre
Bretagne-Normandie

INRAE



Rapport d'activité 2024



Directeur de la publication : **Florent Guhl**
Rédactrice en chef : **Patricia Marhin**
Rédaction : **Patricia Marhin, Clémence Lommert**
Crédits photos : **INRAE / Adobe Stock**
Conception graphique et réalisation : **Éric Beaumont**
Communication INRAE Bretagne-Normandie
Imprimerie : **TPI, La Chapelle des Fougeretz (35)**

INRAE Bretagne-Normandie
66 route du Bois de La Motte – BP 35327 – 35653 Le Rheu cedex



Photo couverture
Vallée du Scorff, Morbihan
© INRAE, E. Beaumont

> Mot du président



© INRAE, E. Beaumont



Florent Guhl

Président du centre INRAE
Bretagne-Normandie

SOMMAIRE

03	Mot du président
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

Face au changement climatique, à l'érosion de la biodiversité, aux enjeux de qualité nutritionnelle des aliments ou encore de transformation des systèmes agricoles, nos chercheurs.euses innovent, accompagnent les politiques publiques et collaborent étroitement avec les acteurs économiques.

Ce rapport d'activité illustre, cette année encore, l'engagement des équipes INRAE Bretagne-Normandie pour relever les grands défis d'aujourd'hui et de demain.

Qu'il s'agisse de limiter l'usage des intrants chimiques, de mieux comprendre les procédés de transformation des aliments et le fonctionnement des organismes vivants ou de développer des outils ou des solutions pour les agriculteurs, nos projets illustrent la diversité et la portée de nos recherches.

Ce rapport d'activité reflète également notre engagement en matière de responsabilité sociétale et environnementale. En 2024, nous avons notamment intensifié nos actions en faveur de la mobilité responsable avec un plan d'actions pour les sites de la métropole rennaise.

Enfin en 2024, comme elle le fait depuis de nombreuses années, notre communauté scientifique s'est largement mobilisée pour partager ses avancées avec le grand public, promouvoir la culture scientifique auprès des plus jeunes et renforcer le dialogue science-société.

Bonne lecture !



> Chiffres clés 2024



17
sites en Bretagne
et Normandie



22
unités
1
équipe de recherche



143 600 m²
de bâtiments



681 ha
de surface
agricole utile



1 138
chercheurs,
ingénieurs
et techniciens INRAE



684
agents titulaires



52%
Femmes



48%
Hommes



417
publications par an
dans des revues
à comité de lecture



21
familles de brevets
en cours

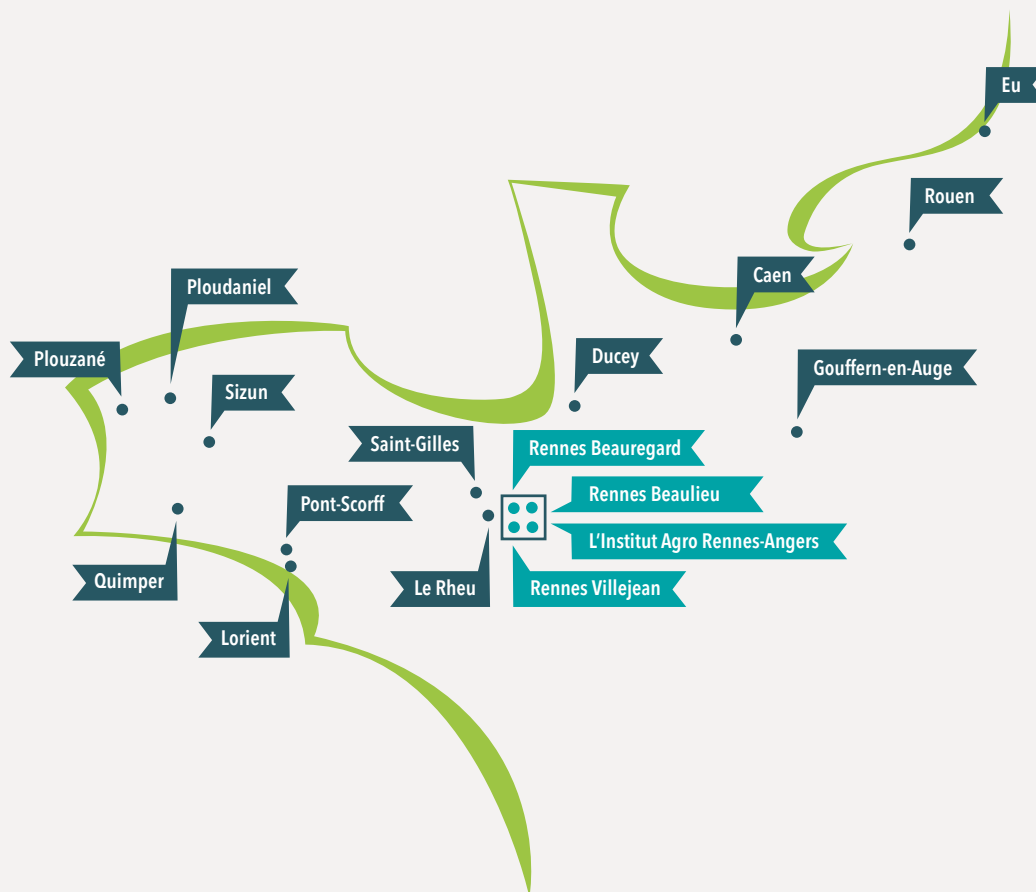


160
licences
en cours



50
contrats de recherche
signés avec au moins
un partenaire
socioéconomique

➤ Carte des implantations



➤ Principaux partenaires académiques et territoriaux



➤ Les temps forts 2024

JANVIER

IRIS-E

Les premiers projets financés

Parmi les 3 premiers projets de recherche à fort impact financés dans le cadre de la transition environnementale, deux impliquent des équipes INRAE. Le premier sur la fabrication d'informations publiques locales sur les algues vertes ; le second sur paysage 3D et biodiversité.



FÉVRIER

6-7 février

56^{es} journées de la recherche porcine

Chaque année à Saint-Malo, plus de 400 professionnels de la filière porcine se retrouvent pour échanger sur les dernières avancées de la recherche et les solutions pouvant être mises en œuvre en élevage.



MARS

14 mars

L'UMR SAS fête ses 25 ans

Cette journée a été l'occasion de se remémorer l'histoire de l'unité à travers les travaux réalisés au cours des dernières décennies mais aussi d'explorer de nouvelles perspectives de recherche en environnement et agroécologie.



NOVEMBRE

12 novembre

L'UMR STLO fête ses 20 ans

Forte de plus de 20 ans d'expérience dans le secteur des produits laitiers, l'UMR STLO étend désormais ses recherches aux aliments d'origine végétale. Deux décennies marquées par des avancées significatives sur l'alimentation et la santé qui font écho aux enjeux socio-écologiques actuels.



OCTOBRE

4-14 octobre

Fête de la science

Comme chaque année, nos équipes se mobilisent pour rencontrer et échanger avec le grand public et les scolaires autour de conférences, d'ateliers et d'animations ludiques.



2024

SEPTEMBRE

13-16 septembre

Participation d'INRAE

à la 38^e édition du SPACE à Rennes.



18 novembre

Jaap van Milgen, ingénieur de recherche à l'UMR PEGASE reçoit le Laurier INRAE de l'innovation pour la recherche. Ce prix récompense le parcours d'un modélisateur, spécialiste de la nutrition des animaux d'élevage monogastriques.



22-23 octobre

Journées LIT expert

du Laboratoire d'innovation territorial Ouest Territoires d'Élevage sur le thème du bien-être animal, sa place et sa valorisation : moteur d'un sens renouvelé au travail ?



AVRIL

Florent Guhl

Nommé président du centre INRAE Bretagne-Normandie

Directeur régional de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF) de la région Occitanie depuis 2020, après avoir occupé différents postes en administration centrale au ministère de l'agriculture, Florent Guhl est nommé pour 4 ans à la tête du centre.



MAI

13-15 mai

Pint of science

Comme chaque année, des scientifiques du centre INRAE Bretagne-Normandie ont échangé avec le grand public, lors de ce festival international, sur des sujets comme les organoïdes, les protéines et mousses alimentaires ou encore le cerveau.



AOÛT

26-30 août

Organisé par l'Institut Agro Rennes-Angers en collaboration avec INRAE, ce congrès a réuni plus de 300 participants de 28 pays autour de la résilience des systèmes agricoles face aux phénomènes climatiques extrêmes.



JUILLET

5-7 juillet

Festival Saumon à Pont-Scorff (56)

INRAE est partenaire de ce festival qui réunit chaque année scientifiques, scolaires et grand public pour célébrer le saumon, emblème de la rivière Le Scorff.



JUIN

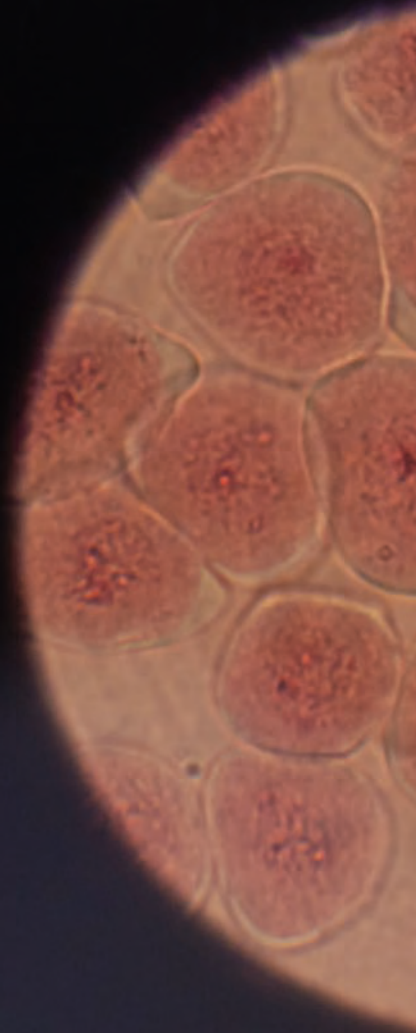
10-11 juin

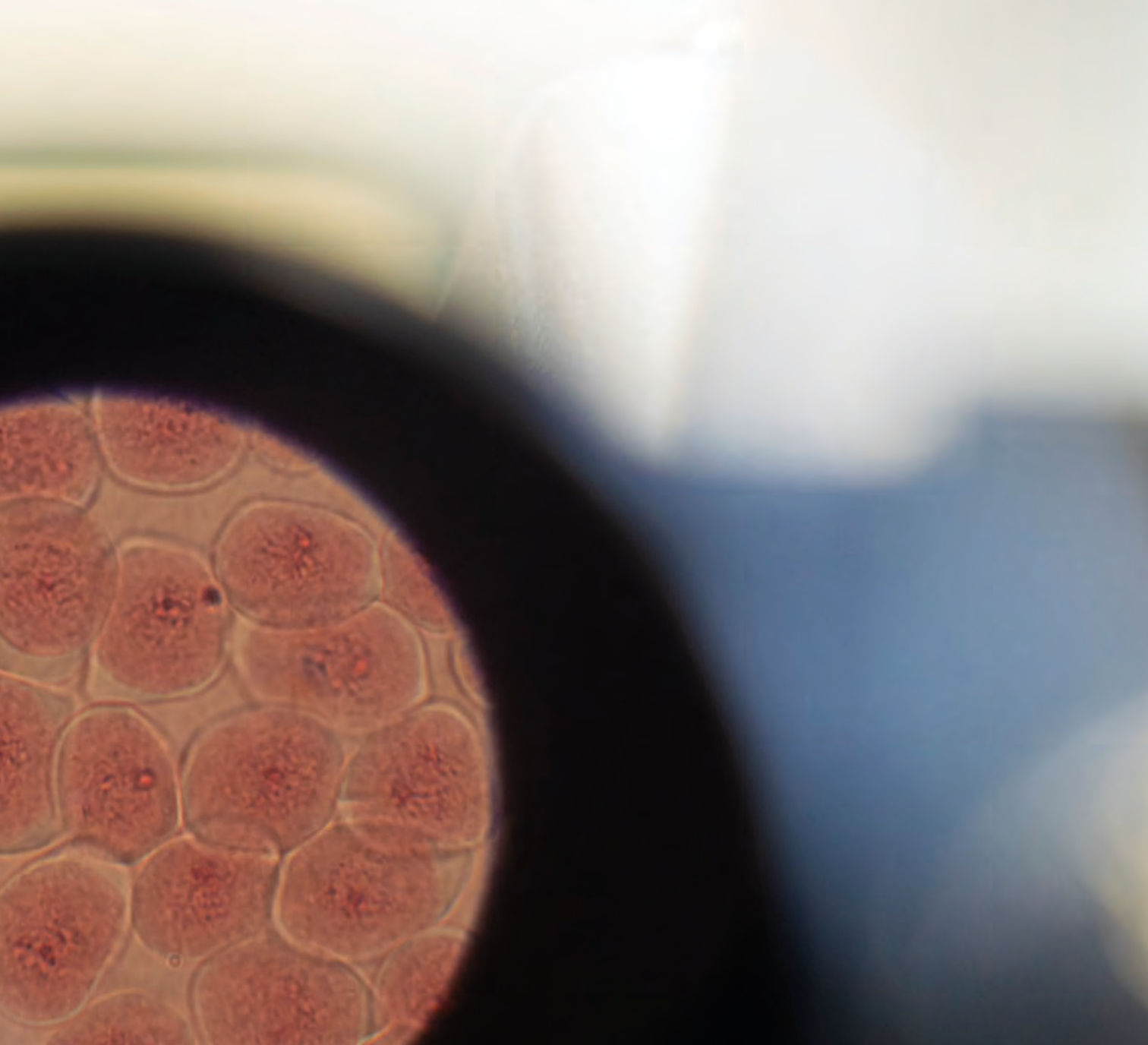
Meeting annuel du projet FAST à Saint-Malo

Le projet FAST a réuni ses membres pour ce 4^e séminaire annuel organisé par l'UMR SMART. Financé par le Programme prioritaire de recherche « Cultiver et protéger autrement », le projet vise à évaluer les impacts socio-économiques d'une transition à grande échelle vers une agriculture sans pesticides.



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.



© INRAE, B. Nicolas

➤ Des extraits de plantes pour prévenir les mammites des vaches laitières

Les mammites, infections courantes des mamelles chez les vaches laitières, nécessitent souvent un traitement antibiotique. Des chercheurs ont démontré que des extraits de plantes riches en antioxydants pourraient aider à les prévenir.

La prévention des mammites est un enjeu majeur, tant pour limiter l'utilisation d'antibiotiques, que pour le bien-être des animaux. Les chercheurs de l'UMR PEGASE ont montré que l'intégration d'extraits de plantes (sureau noir, saule blanc, laurier, harpagophyton, chardon-marie ou grande bardane) et de vitamine E dans la ration aidaient à diminuer la réponse inflammatoire et à prévenir les mammites. En début de lactation, les vaches sont soumises à un stress oxydant intense,

qui peut interférer avec leur système de défense immunitaire et provoquer des dommages tissulaires au niveau de la mamelle. Les extraits de plantes, riches en antioxydants, et la vitamine E, agissent positivement sur le système immunitaire. Lors d'essais, les chercheurs ont montré que la réponse inflammatoire chez les vaches supplémentées diminue ; ce qui pourrait éviter l'hyper inflammation en début de lactation. Lors d'épisode inflammatoire, les vaches supplémentées ont

montré des capacités immunitaires plus élevées et une meilleure préservation de l'intégrité de l'épithélium mammaire. La supplémentation en extraits de plantes et en vitamine E est donc intéressante pour la prévention des mammites. Il reste à en confirmer l'intérêt en conditions d'élevage.

Journal of Dairy Science
doi.org/10.3168/jds.2024

Des fermes d'élevage au service de la biodiversité

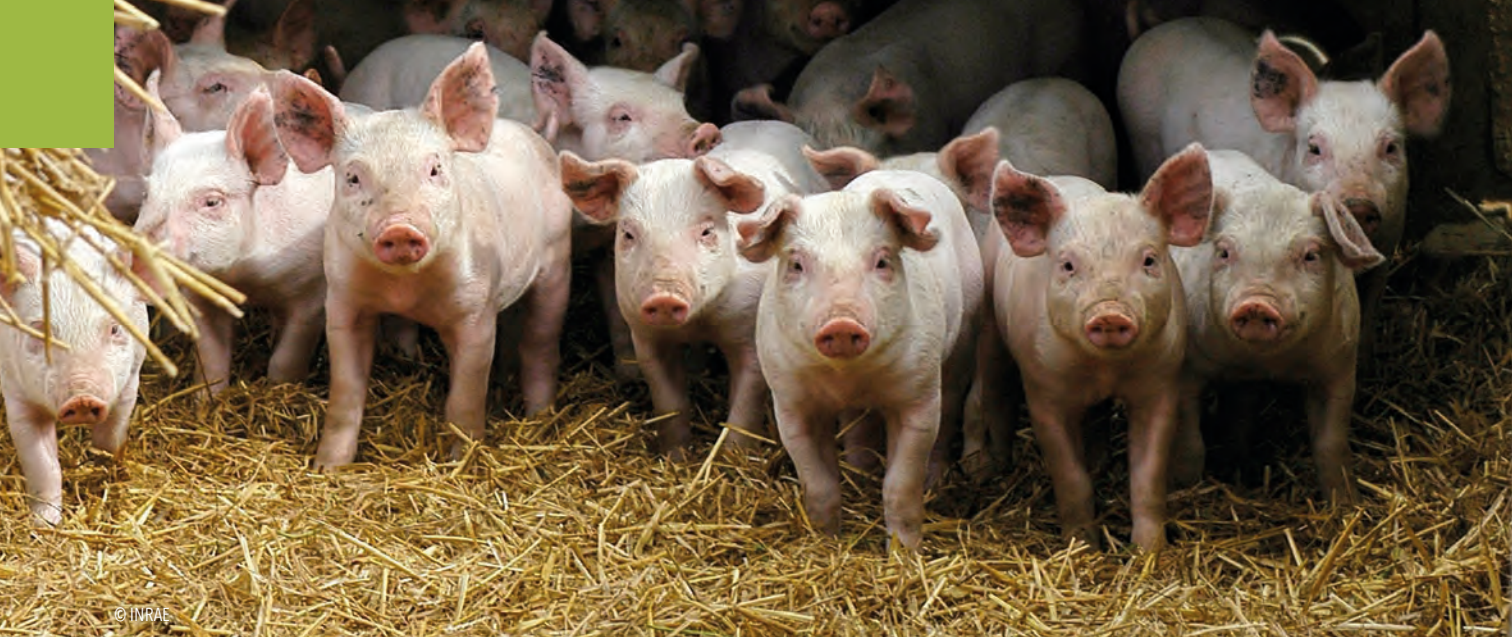
Avec peu d'animaux par surface et moins d'intrants, l'élevage extensif favorise la biodiversité et répond aux enjeux écologiques actuels. Les scientifiques se sont penchés sur sa productivité et ses performances environnementales.

Les chercheurs de l'UMR SAS ont réalisé une étude exploratoire sur 7 fermes d'élevage herbivore en France et en Angleterre. Les résultats montrent que les systèmes les plus extensifs, favorables à la biodiversité, présentent une empreinte environnementale réduite : moins de gaz à effet de serre, d'acidification et d'eutrophisation, ainsi qu'une meilleure efficacité énergétique. En revanche, leur production est largement inférieure à celle des fermes inten-

sives. Par exemple, une ferme anglaise pratiquant le ré-ensauvagement avec des animaux rustiques émet peu de gaz à effet de serre et stocke beaucoup de carbone, mais sa production est très faible. En comparaison, une ferme française du réseau Paysans de nature produit et pollue deux fois moins qu'une ferme bio classique. L'étude met en lumière la nécessité d'une cohabitation entre élevage et biodiversité. Pour développer ces systèmes agricoles

alternatifs, tels que les systèmes extensifs, une réduction du cheptel de ruminants et de la consommation de produits animaux est indispensable. Cette évolution s'inscrit dans les objectifs du Pacte vert européen favorable à la restauration des prairies, la baisse des intrants et la promotion de l'agriculture biologique.

Agricultural Systems
doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103798



© INRAE

➤ Limiter les rejets de cuivre et zinc dans les déjections porcines

Le cuivre et le zinc sont des oligo-éléments métalliques dont l'accumulation dans les sols peut présenter un risque environnemental. Mais ce sont aussi des minéraux essentiels en nutrition porcine. Les chercheurs ont étudié l'alimentation comme levier pour ajuster les apports et réduire l'impact environnemental.

Plus de 90% de la quantité ingérée par les animaux est excrétée dans leurs déjections et se retrouve dans les sols, après fertilisation des cultures par ces effluents. Les quantités de cuivre et de zinc seront d'autant plus concentrées que les déjections auront été traitées par méthanisation ou compostage.

Pour réduire l'impact environnemental de ces minéraux, les chercheurs de l'UMR PEGASE ont étudié différents leviers pour en limiter les rejets sans affecter les performances de croissance. Le principal levier est l'alimentation. Le type de supplémentation, sulfate ou oxyde de cuivre et de zinc, et même l'absence de supplémentation n'ont pas affecté les performances techniques. Ce qui montre qu'il est envisageable de réduire la supplémentation des porcs en engraissement de 25 à 5 mg/kg d'aliment pour le cuivre et de 120 à 30 mg/kg aliment pour le zinc.

Ces résultats prometteurs sur le maintien des performances avec une supplémentation réduite restent à confirmer en élevages commerciaux, dans lesquels des situations sanitaires plus variées pourraient exiger un accroissement des besoins minéraux des animaux.

Journal of Environmental Management
doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120299



© DR

ZOOM SUR



**Jaap van Milgen,
Laurier INRAE 2024**

Spécialiste de la nutrition des animaux d'élevage monogastriques, Jaap van Milgen travaille depuis 30 ans à INRAE sur la modélisation mathématique de la croissance animale à l'UMR PEGASE. Un parcours récompensé par le Laurier INRAE 2024 de l'innovation pour la recherche.

Dès les années 1990, Jaap van Milgen participe au développement d'InraPorc, un outil d'aide à la décision qui simule la croissance du porc en fonction de ses besoins nutritionnels afin d'améliorer l'efficacité alimentaire et réduire les coûts et les impacts environnementaux. Simple d'utilisation, il s'impose aujourd'hui comme une référence internationale dans la formation des étudiants et des nutritionnistes. Coordinateur du projet européen Feed-a-Gene (2015-2020), Jaap van Milgen a contribué à améliorer l'efficacité et la durabilité des systèmes d'élevage des porcs, volailles et lapins. Il pilote actuellement le projet européen PIGWEB, qui vise à faciliter l'accès aux infrastructures de recherche, tout en favorisant la coopération entre les chercheurs et les parties prenantes industrielles et sociétales.



TROIS QUESTIONS À

Joël Aubin

**Moins de protéines animales dans l'alimentation :
des compromis environnementaux à trouver**



Joël Aubin est chercheur INRAE,
spécialiste des analyses environnementales
des systèmes d'élevage à l'UMR SAS

**Quels sont les enjeux liés à la
diminution des protéines animales
dans l'alimentation française ?**

Dans les pays occidentaux, l'apport moyen en protéines dépasse la quantité minimale recommandée par les nutritionnistes et provient, entre 55 et 73%, de produits d'origine animale. Il existe aujourd'hui un consensus

sur la nécessité de réduire la part de protéines animales dans l'alimentation humaine afin qu'elle soit plus durable et saine. Néanmoins, il est nécessaire d'évaluer l'ensemble des conséquences associées à ce changement de régime alimentaire en quantifiant les effets nutritionnels, économiques et sur l'environnement.

**Comment avez-vous évalué l'impact
environnemental d'une alimentation
faible en protéines ?**

Nous avons basé notre étude sur la simulation d'un régime alimentaire moyen français, le plus bas possible en protéines et avec une part en protéines animales minimale, en respectant toutes les contraintes nutritionnelles et en restant proche du prix du régime moyen. Nous avons ensuite calculé l'empreinte environnementale de ce régime par analyse du cycle de vie en nous appuyant sur la base de données nationale Agribalyse qui rassemble les données d'impact environnemental des produits agricoles et alimentaires.

**Vous parlez d'effets contrastés sur
l'environnement, qu'en est-il ?**

Les résultats montrent qu'il est possible de réduire la part des protéines animales à 50% sans compromettre la qualité nutritionnelle des régimes ni leur accessibilité économique. Cependant, cette réduction a des effets contrastés sur l'environnement. Comparé au régime actuel, ce nouveau régime est susceptible de réduire l'impact sur le changement climatique, l'acidification et l'occupation des terres (d'environ 30%), la demande énergétique (de 23%) et l'eutrophisation marine (de 13%). À l'inverse, il engendrerait une hausse de l'eutrophisation des eaux douces, de la consommation d'eau (d'environ 40%) et des dommages à la biodiversité (de 66%). Ceci est la conséquence de la diminution des surfaces en prairies et de l'augmentation des surfaces en cultures intensives irriguées. Ces résultats montrent ainsi la nécessité d'accompagner la transition des régimes alimentaires par une transformation en profondeur des modes de production agricole.

Animal
doi.org/10.1016/j.animal.2024.101182





© INRAE, UMR SAS

ZOOM SUR

> De fortes pluies après une sécheresse : un risque pour la qualité des rivières

Le changement climatique, en modifiant le cycle de l'eau, soulève des interrogations sur ses effets sur la qualité des eaux de surface, notamment en zones agricoles. Pour apporter des éléments de réponse, des chercheurs ont mené une étude sur un bassin versant breton.

Entre 2016 et 2023, des chercheurs de l'UMR SAS ont analysé 200 crues du bassin versant de Kervidy-Naizin, dans le Morbihan. En utilisant les données de l'observatoire AgrHyS, ils ont analysé le lien entre conditions climatiques extrêmes et valeurs exceptionnelles de concentration en nitrate et phosphore.

Ils ont constaté qu'un épisode de sécheresse suivi de pluies intenses produisait des pics d'azote et de phosphore, néfastes aux rivières. La méthode d'identification des extrêmes statistiques, Extreme Value Theory (EVT), a permis d'identifier des crues avec des concentrations particulièrement hautes en phosphore, jusqu'à 1 400%, et particulièrement basses en nitrate, jusqu'à -41% de la valeur d'une crue moyenne. Ces épisodes se produisent lors de pluies intenses au printemps ou à l'automne, sur des sols déjà secs, favorisant le ruissellement et l'érosion. Cela entraîne du phosphore diffus depuis les parcelles, tandis que le nitrate provenant de la nappe souterraine est dilué par les eaux de ruissellement.

Cette analyse met ainsi en lumière la dynamique future des nutriments dans ces cours d'eau qui drainent les bassins versants agricoles. Les prochaines évaluations devront aussi prendre en compte d'autres aspects liés au changement climatique.

Water Research
doi.org/10.1016/j.watres.2024.122108

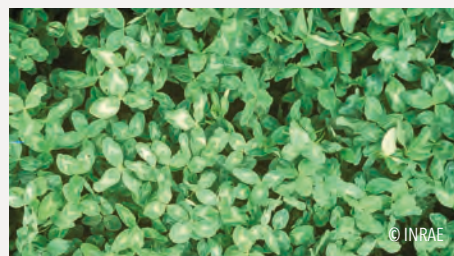
L'observatoire de recherche
en environnement AgrHyS



Des outils numériques pour suivre les couverts végétaux d'interculture

Les couverts végétaux en période d'interculture jouent un rôle essentiel dans la durabilité des systèmes agricoles avec des bénéfices agronomiques et environnementaux. Pour accompagner leur généralisation, des chercheurs ont développé deux web services fondés sur les données du satellite Sentinel-2.

Le premier outil conçu par des chercheurs de l'UMR SAS, WS-CI Territoire, est destiné aux conseillers agricoles et aux animateurs de bassins versants. Il permet d'analyser et de diagnostiquer la couverture des sols à l'échelle d'un territoire. Le second, WS-CI Agriculteur, s'adresse aux agriculteurs et à leurs conseillers et a été développé en partenariat avec les Chambres d'agriculture de Bretagne. Il sert à l'évaluation de la biomasse et de l'azote absorbé par les couverts végétaux d'interculture à l'échelle de la parcelle. Tous deux s'appuient sur la plateforme GeoSAS, développée par l'UMR SAS. Déjà déployés et opérationnels en Bretagne, ces web services sont destinés à être étendus à l'échelle nationale.



© INRAE

<https://geosas.fr/interculture/>
<https://geosas.fr/wsci>

➤ Des porcs dehors : freins et motivations des éleveurs

Une enquête qualitative réalisée auprès d'éleveurs de porcs français montre que la décision d'offrir un accès extérieur aux animaux dépend à la fois du contexte d'exploitation, des préférences et des valeurs individuelles.

Des chercheurs de l'UMR PEGASE ont interrogé 36 éleveurs, issus de systèmes variés, du bâtiment conventionnel aux parcours en plein air, afin de cerner leurs motivations et leurs freins.

L'élevage en plein air reflète des valeurs et une vision spécifique et distincte de celles de l'élevage en bâtiment. Les éleveurs évoquent des difficultés liées aux conditions de travail, aux intempéries, au manque d'automatisation et à la gestion des parcours. Ils soulignent également le manque de soutien financier et technique et souhaiteraient des guides pratiques et un accompagnement renforcé.

En contrepartie, le contact avec la nature et la satisfaction d'observer les animaux évoluer dans un environnement enrichi motive. La diversification des activités, avec par exemple la vente directe, est souvent nécessaire à la rentabilité mais est perçue soit comme une opportunité soit comme une contrainte. Enfin, les impacts sur la santé et le bien-être des porcs font débat : certains pointent les risques liés aux aléas climatiques et sanitaires, tandis que d'autres insistent sur les bénéfices d'un environnement plus stimulant qu'en bâtiment.

Les recherches se poursuivent pour tester les solutions proposées par les éleveurs, afin d'améliorer le bien-être animal. Les conditions de travail et la performance économique des exploitations sont aussi des sujets à explorer.

Animal
doi.org/10.1016/j.animal.2024.101138



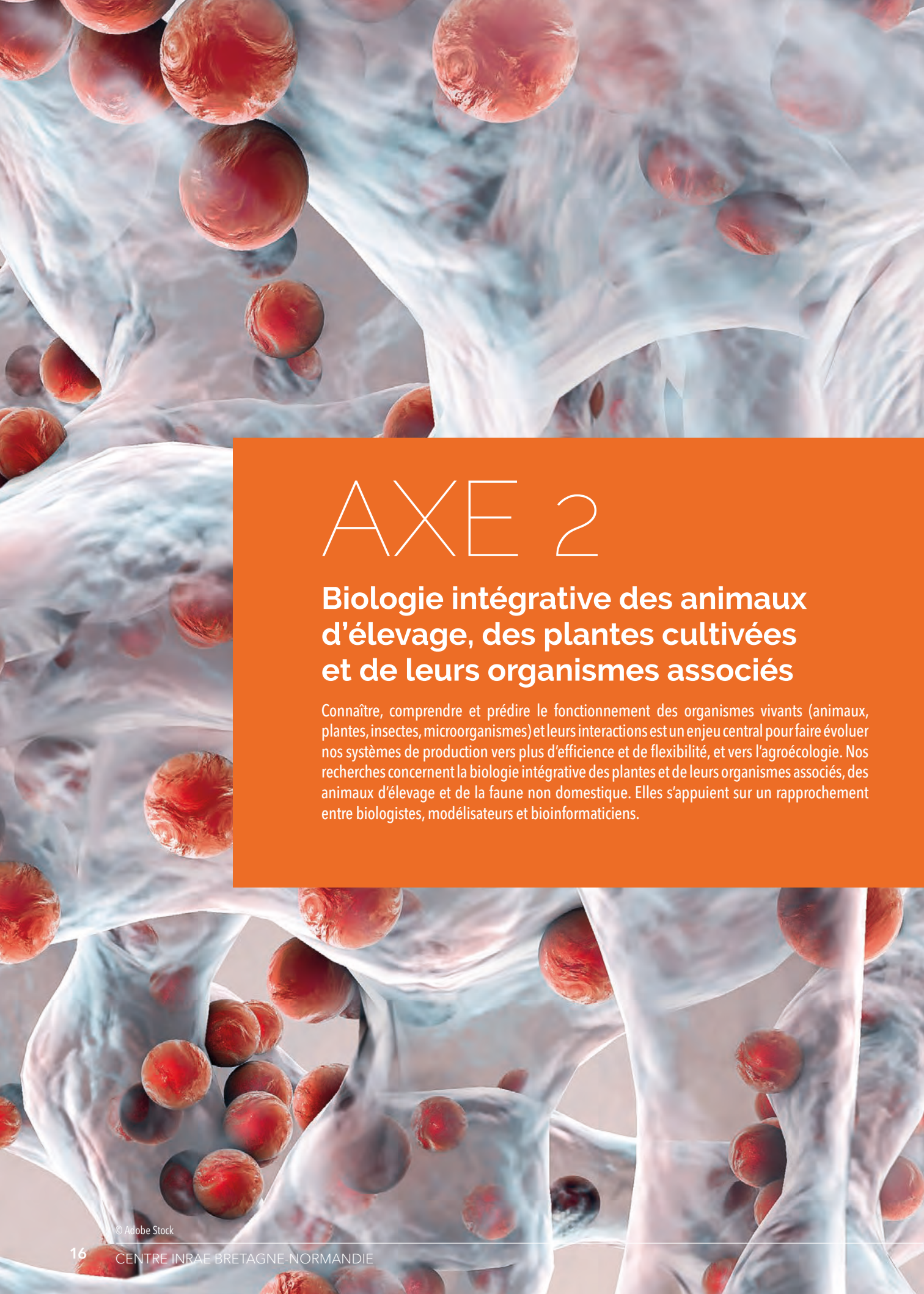
L'élevage biologique : conditions et potentiel de développement

Dans un contexte de ralentissement de la consommation, de réglementation plus exigeante et de développement des recherches, ce numéro spécial dresse un bilan de l'état des connaissances scientifiques sur l'élevage biologique.

Ce numéro s'ouvre sur 3 articles généraux sur la réglementation européenne, la typologie des productions animales bio en France, ainsi que le marché et la consommation. Les principaux défis de 3 filières : bovins laitiers, poulets plein air et porcs sont ensuite abordés. S'ensuivent des articles sur des thématiques génériques communes aux différentes espèces : génétique adaptée, reproduction sans hormones, agroforesterie, conseil sanitaire, qualité et commercialisation des produits. Enfin, une vision prospective sur le rôle de l'élevage dans le développement de l'agriculture biologique conclut l'ensemble.



L'élevage biologique : conditions et potentiel de développement
Volume 37, n°2 INRAE Productions Animales Éditions Quæ
Avec la contribution des UMR SMART, PEGASE, BAGAP, SAS et de l'UR LPGP
ISBN 978-2-7380-1467-2

The background of the entire page is an abstract, artistic rendering. It features thick, white, liquid-like flows that resemble milk or cream, cascading and swirling. Interspersed within these flows are numerous small, spherical objects. Some are a deep red color, while others are a lighter, translucent red. The overall effect is one of dynamic movement and organic complexity.

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.

➤ Ce que la génétique révèle des interactions entre plantes et microbes

Les interactions entre les plantes et leurs microbiotes, principalement composés de bactéries et champignons, constituent un des leviers de la transition agroécologique. Ces microbes aident les plantes à mieux se développer et à se défendre contre les maladies et favorisent une moindre utilisation d'engrais et de pesticides.

Pour comprendre les relations complexes entre plante et microbiote, des chercheurs de l'UMR IGEPP ont étudié une plante modèle, la légumineuse *Medicago truncatula*, en s'appuyant sur des approches d'écologie microbienne, d'écophysiologie et de génétique d'association. En analysant 155 génotypes différents, ils ont observé des variations dans leur croissance et leurs besoins

nutritionnels. Des différences en partie dues aux microbes qui vivent dans le sol autour de leurs racines. Les scientifiques ont découvert que certaines bactéries présentes dans ce microbiote pourraient influencer la nutrition et la croissance de la plante. Ils ont réussi à identifier des gènes dans les plantes qui contrôlèrent ces interactions. L'ensemble des résultats suggère que la génétique de la plante pourrait influencer sa croissance et sa stratégie nutritionnelle en modulant la

présence de bactéries clés situées au cœur du réseau bactérien. Ces travaux se poursuivent sur deux espèces d'intérêt agronomique, le blé et le colza. En associant des micro-organismes clés aux plantes, les scientifiques espèrent développer des variétés plus résistantes aux bioagresseurs et mieux adaptées au changement climatique.

New Phytologist
doi.org/10.1111/nph.20272

Faciliter l'amélioration génétique des espèces cultivées polyploïdes

Pour faire face à l'érosion de la diversité génétique chez les espèces cultivées et limiter l'utilisation d'intrants en agriculture, les scientifiques se sont intéressés à un verrou majeur : le contrôle strict de la recombinaison méiotique. Un phénomène qui limite le potentiel de ce mécanisme biologique clé, notamment en empêchant les échanges génétiques dans les régions centrales des chromosomes.

Les échanges d'ADN au cours de la recombinaison méiotique interviennent généralement aux extrémités des chromosomes, limitant la combinaison de gènes avantageux ou l'élimination de gènes indésirables présents dans les régions plus centrales (« régions froides »).

En étudiant des colzas à un niveau impair de ploïdie, des scientifiques de l'UMR IGEPP ont observé une augmentation importante de la fréquence des échanges entre chromosomes homologues, mais aussi

et surtout la présence d'échanges dans les régions froides. Ils ont aussi montré que cette dérégulation pouvait être maintenue ou supprimée naturellement dans la génération suivante en jouant sur le niveau de ploïdie (impair ou pair). Les chercheurs ont aussi commencé à explorer les bases moléculaires de cette dérégulation.

Ces travaux ouvrent ainsi des perspectives pour faciliter l'amélioration de la diversité génétique du colza ou encore pour introduire des caractères d'intérêt agronomique provenant de ses espèces parentales (chou et navet).

L'observation d'une même dérégulation de la recombinaison chez des blés à ploïdie impair indique que ce phénomène pourrait être commun aux espèces polyploïdes, et être utilisé pour de nombreuses autres espèces cultivées allopolyploïdes, comme le café, le coton ou encore la fraise.





© INRAE



> Un outil bio-informatique pour mieux comprendre l'évolution des espèces de poissons

Les chercheurs ont créé FEVER, une ressource en ligne qui combine données génomiques et transcriptomiques pour explorer l'évolution de l'expression des gènes chez les poissons téléostéens.

Les poissons téléostéens constituent l'un des groupes de vertébrés les plus vastes et diversifiés, ce qui en fait d'excellents modèles dans des domaines de recherche comme l'écologie et l'évolution, d'où l'intérêt de disposer d'outils de référence.

Les efforts récents de séquençage ont fourni des génomes de haute qualité pour plusieurs centaines d'espèces de poissons, ouvrant la voie à des études de génomique comparative à grande échelle. Cependant, les données transcriptomiques, informations sur l'expression des gènes, jusqu'à présent produites à partir de divers tissus et espèces étaient hétérogènes et n'avaient pas été associées aux nouveaux génomes séquencés, rendant la quantification de l'expression des gènes et les analyses comparatives particulièrement complexes. Des ressources permettant l'intégration de telles données étaient jusqu'alors manquantes. L'étude de l'évolution de l'expression des gènes constitue, en effet, un outil puissant pour mieux comprendre les différences entre espèces et leur adaptation aux divers contextes écologiques.

Les chercheurs de l'unité de recherche INRAE LPGP ont créé FEVER, une ressource en ligne qui associe les données génomiques et transcriptomiques disponibles. Cet outil permet notamment l'exploration rapide des dynamiques évolutives de gènes d'intérêt et de leur expression pour 13 espèces et 11 organes. Cette ressource sera enrichie progressivement par l'ajout d'autres types de données et de nouvelles espèces.

FEVER est librement accessible à l'adresse : <https://fever.sk8.inrae.fr/>

Nucleic Acids Research
doi.org/10.1093/nar/gkae264

Génome de la poule : un nouvel outil web

Une bonne connaissance du génome est essentielle pour comprendre les mécanismes d'adaptation des organismes vivants. Or chez la poule, les annotations génomiques fournies par les bases de référence européennes et américaines restent partielles. Les équipes de l'UMR PEGASE ont donc développé un outil web : GEGA. Les travaux de recherche ont enrichi le catalogue de gènes et l'atlas d'expression de la poule, grâce à l'analyse des séquences de 1400 échantillons issus de 47 tissus. Ces données ont été intégrées dans GEGA, une application web intuitive rassemblant plus de 78 000 gènes, avec des informations sur leur expression, co-expression et fonctions biologiques. En facilitant la navigation entre ces ressources, GEGA constitue un outil puissant pour formuler des hypothèses sur la fonction des gènes, au service des recherches en génomique fonctionnelle. L'outil sera régulièrement mis à jour pour suivre l'évolution des annotations de référence.



© Adobe Stock

NAR Genomics and Bioinformatics
doi.org/10.1093/nargab/lqae101



TROIS QUESTIONS À

Marie-Agnès Coutellec

Le séquençage du génome de la grande limnée des étangs



Marie-Agnès Coutellec est chercheuse INRAE en écotoxicologie à l'UMR DECOD

Pourquoi les scientifiques s'intéressent-ils à la grande limnée ?

Depuis près d'un siècle, la grande limnée des étangs, un escargot d'eau douce, est un organisme modèle utilisé dans de nombreuses études scientifiques pour notamment explorer les fonctions biologiques clés. Ce mollusque aquatique sert également d'outil d'évaluation réglementaire des effets de la pollution dans les milieux aquatiques. Dans le cadre d'un consortium international piloté

par INRAE et le Génomoscope, nous avons étudié le génome de la grande limnée, que nous avons assemblé et annoté. Ce travail visait à consolider l'usage de cette espèce comme modèle biologique et à ouvrir de nouvelles perspectives de recherche.

Que révèle le séquençage sur le lien entre certains récepteurs et l'évolution de la reproduction chez les gastéropodes ?

Les animaux survivent et évoluent grâce à leur capacité à percevoir et réagir à leur environnement. Cette aptitude repose sur une grande diversité de récepteurs moléculaires, dont les récepteurs couplés aux protéines G (GPCR). Pourtant, les molécules qui activent ces récepteurs, qu'elles soient endogènes ou exogènes, restent en grande partie méconnues. En séquençant le génome de la grande limnée, nous avons identifié une expansion significative d'une sous-famille de GPCR. Cette expansion semble liée à l'évolution de l'hermaphrodisme chez les gastéropodes. L'analyse de ces récepteurs montre que cette expansion coïncide avec l'apparition de ce

mode de reproduction chez les gastéropodes euthyneures. Par ailleurs, l'expression de certains récepteurs diffère selon qu'ils se trouvent dans des organes mâles ou femelles. Ceci suggère qu'ils pourraient jouer un rôle dans la régulation des fonctions reproductrices, facilitant ainsi la transition évolutive du gonochorisme (séparation des sexes) vers l'hermaphrodisme.

Et en matière d'écotoxicologie, quels sont les enseignements de cette étude ?

Ces découvertes offrent des perspectives nouvelles pour comprendre comment la pollution affecte les fonctions biologiques des organismes aquatiques comme la reproduction, le développement ou encore la régulation hormonale. La limnée des étangs devient ainsi un modèle de recherche encore plus utile pour évaluer les impacts environnementaux des polluants et contribuer à la préservation des écosystèmes aquatiques.



Scientific Reports
doi.org/10.1038/s41598-024-78520-1





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.



© Adobe Stock

> Le neurofeedback pour prévenir les troubles alimentaires

Les troubles hyperphagiques favorisent l'apparition de l'obésité et de comorbidités. Leur prévention et leur traitement demandent de nouvelles stratégies de soins non invasives. Le neurofeedback est une approche prometteuse pour leur prise en charge.

Le neurofeedback est une technique qui permet de montrer à une personne son activité cérébrale en temps réel et de lui apprendre à moduler cette activité par ses propres moyens mentaux.

En collaboration avec le CHU de Rennes et l'INRIA, les chercheurs de l'UMR NUMECAN ont conçu une méthode de neurofeedback pour aider les personnes présentant une hyperphagie à réguler leur cortex dorsolatéral préfrontal, la zone de leur cerveau impliquée dans le contrôle de la prise alimentaire. Cette méthode s'appuie sur la spectroscopie proche infra-rouge fonctionnelle, qui est peu coûteuse et facile à utiliser en routine clinique.

Deux études cliniques, sur des personnes de poids normal mais présentant une hyperphagie émotionnelle et d'autres souffrant d'obésité et d'addiction alimentaire, sont actuellement en cours afin de valider les effets de cette méthode pour contrôler l'activité du cortex dorsolatéral préfrontal.

Les chercheurs poursuivent leurs travaux sur l'acquisition des signaux en prenant en compte la variabilité entre individus pour concevoir un dispositif de suivi médical personnalisé.

Scientific Reports
doi.org/10.1038/s41598-024-69863-w



© INRAE, E. Beaumont

ZOOM SUR



Un nouvel outil pour mieux comprendre la digestion

Des chercheurs de l'UMR STLO utilisent le NEar Real Digestive Tract (NERDT), un estomac artificiel biomimétique nouvelle génération, pour mieux comprendre la digestion d'aliments complexes comme le lait. Cet outil simule des conditions proches de celles du système digestif humain.

Les chercheurs ont validé son efficacité en étudiant la digestion du lait écrémé. Contrairement aux digesteurs classiques utilisant des pompes, le NERDT imite l'écoulement naturel des aliments. Il reproduit fidèlement la coagulation des caséines (protéines du lait), leur rétention gastrique, puis leur dégradation progressive par la pepsine et les contractions mécaniques simulées. Les protéines sont ensuite libérées vers l'intestin de façon contrôlée, comme dans l'organisme humain.

Food Research International
doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114898



© INRAE

➤ Des mélanges de protéines animales et végétales pour l'encapsulation

L'utilisation combinée de protéines végétales et animales pour des applications alimentaires et nutraceutiques suscite un intérêt croissant. Ils contribuent à réduire l'empreinte écologique des aliments tout en offrant un profil nutritionnel et des qualités organoleptiques et gustatives intéressants pour le consommateur.

Dans ce contexte, les chercheurs de l'UMR STLO, en collaboration avec l'UR BIA de Nantes, ont exploré l'utilisation de mélanges de protéines végétales (pois, lupin) et animales (lactosérum) comme matériaux pour encapsuler un composé bioactif : l'huile essentielle de mānuka, reconnue pour ses propriétés antimicrobiennes et antioxydantes. L'encapsulation a pour but de protéger cette huile, d'en améliorer la stabilité, et de contrôler sa libération dans le temps. Les microcapsules obtenues présentent une faible humidité et une activité hydrique réduite, gages d'une bonne stabilité. Le taux d'encapsulation atteint 90%, avec une bonne solubilité. En plus de ces performances techniques, les capsules présentent une

activité antioxydante et une excellente stabilité oxydative de l'huile encapsulée. La libération contrôlée du bioactif dépend du type et de la concentration des protéines utilisées.

Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives de recherche pour évaluer la stabilité des microcapsules sur le long terme sous diverses conditions de stockage et étudier la libération in vivo de l'huile essentielle encapsulée pour envisager le passage à une production à l'échelle industrielle.

Food Research International
doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114419

Vers une meilleure évaluation environnementale des aliments transformés

Dans la plupart des procédés de transformation alimentaire, plusieurs coproduits sont générés à partir d'une même matière première. Répartir équitablement leur impact environnemental est un enjeu dont se sont saisis les scientifiques.

Les scientifiques des UMR STLO, SAS et SayFood ont étudié la transformation du lait en 5 coproduits afin d'harmoniser les pratiques d'évaluation environnementale par analyse du cycle de vie (ACV). Selon la méthode utilisée, les impacts environnementaux attribués aux coproduits peuvent varier de 1 à 7 pour la crème voire de 1 à 10 pour le lactose, rendant les résultats confus. En tenant compte explicitement de chaque étape de la transformation, la répartition des impacts environnementaux entre les coproduits est justifiée et précise. Cette approche met en lumière les étapes et intrants les plus polluants, vers lesquels concentrer les efforts de réduction des impacts. Pour l'industrie laitière, les priorités identifiées

concernent la substitution des énergies fossiles, l'amélioration de l'efficacité énergétique et la dépollution des eaux de nettoyage.

Cette étude souligne aussi l'importance d'une bonne connaissance technique des procédés et de la transparence des données pour des évaluations pertinentes. Ces dernières sont donc mises à disposition des industriels et des chercheurs via le site « Recherche.data.gouv » pour qu'ils aient accès à des données représentatives de l'industrie laitière.

Journal of Food Engineering
doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112147



© INRAE, N. Leconte



TROIS QUESTIONS À

Tiphaine Lucas

Un mystère de moins dans la cuisson du pain



Tiphaine Lucas est chercheuse INRAE en génie des procédés à l'unité de recherche OPAALE

Pourquoi est-il important de comprendre le rôle de l'eau dans la cuisson du pain ?

Nous savons de manière empirique qu'un bon pain repose sur un bon dosage d'eau et une cuisson maîtrisée. Mais jusqu'à présent, la dynamique des molécules d'eau dans la pâte à pain lors de la cuisson n'avait pas été explorée avec précision. Nous avons donc développé une méthodologie pour observer en temps réel, sans altération des échantillons, le transfert de l'eau à l'intérieur de la pâte et ce tout au long d'un processus de cuisson à 100°C.

Quelle méthode avez-vous utilisé ?

Nous avons opté pour une approche novatrice en utilisant la technologie de la résonance magnétique nucléaire (RMN) à bas champ. C'est une technologie couramment appliquée dans l'industrie chimique pour caractériser la structure des molécules mais peu connue en agroalimentaire. Dans le cas présent, elle permet de quantifier l'eau à différentes profondeurs dans un échantillon de quelques centimètres avec une résolution allant d'une dizaine à plusieurs centaines de microns. Pour ce suivi, nous avons conçu un dispositif qui permet de contrôler la température sans perturber les mesures, le tout dans une enceinte hermétique. Grâce à ce dispositif et à la méthode de mesure, le mécanisme d'évaporation-condensation-diffusion a été isolé des autres transports d'eau.

Quels mécanismes moléculaires liés à la circulation de l'eau avez-vous mis en évidence ?

Nous avons observé que malgré la structure poreuse fermée de la pâte, une augmentation de la teneur en eau pouvait atteindre 10%. Cette variation s'explique par un gradient thermique d'environ 3°C par millimètre entre la surface chaude et le centre de la mie, plus froid. Bien sûr, une partie de l'eau contenue

dans la croûte s'évapore vers l'extérieur, ce qui rend le pain croustillant en surface. Mais l'eau s'évapore aussi vers l'intérieur du pain et permet de conserver à la mie toute son humidité. C'est ce qui lui donne son côté moelleux. L'expérience a aussi montré que les autres modifications moléculaires en cours de cuisson, comme celles de l'amidon, n'interféraient pas avec ce transport d'eau.

Décrire physiquement ces phénomènes et les formaliser est une étape indispensable pour optimiser les procédés de cuisson. Ces travaux ouvrent la voie à de nouvelles perspectives pour l'amélioration des pratiques boulangères, artisanales ou industrielles.



Journal of Food Engineering
doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.111969





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

Karine Latouche

Éclairer les politiques commerciales internationales dans les secteurs agricoles et alimentaires



Karine Latouche est chercheuse INRAE en économie à l'UMR SMART

Quel rôle jouent les accords commerciaux dans le secteur agroalimentaire ?

Face aux enjeux grandissants du commerce agroalimentaire transfrontalier, les accords commerciaux ont un rôle essentiel à jouer afin de garantir une répartition équitable des bénéfices, protéger les standards de qualité alimentaire européens et soutenir les objectifs de durabilité. En Europe, face à des consommateurs de plus en plus attentifs à la sécurité des aliments, à leur impact environnemental et aux conditions éthiques de

production, les décideurs doivent approfondir leur compréhension des effets de ces accords. D'autant que les accords commerciaux de « nouvelle génération », comme le CETA, accord signé entre l'Union européenne et le Canada, sont de plus en plus complexes et intègrent de nombreuses dimensions jusqu'ici négligées dans les modèles. Il était donc essentiel de disposer de nouveaux modèles capables de simuler plus finement les contenus des accords à venir.

Quelles limites présentaient les modèles utilisés jusqu'à présent ?

L'évaluation des politiques commerciales agroalimentaires reposait sur deux approches distinctes : l'une utilisant des modèles de simulation d'échanges entre les pays et l'autre une approche basée sur les échanges observés en y intégrant le comportement des entreprises. L'idée était de les combiner en créant de nouveaux types de modèles permettant de simuler et d'analyser plus finement les effets des accords pour mieux accompagner les parties prenantes comme les négociateurs de la Commission européenne ou même des entreprises. Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet européen BATModel que j'ai coordonné

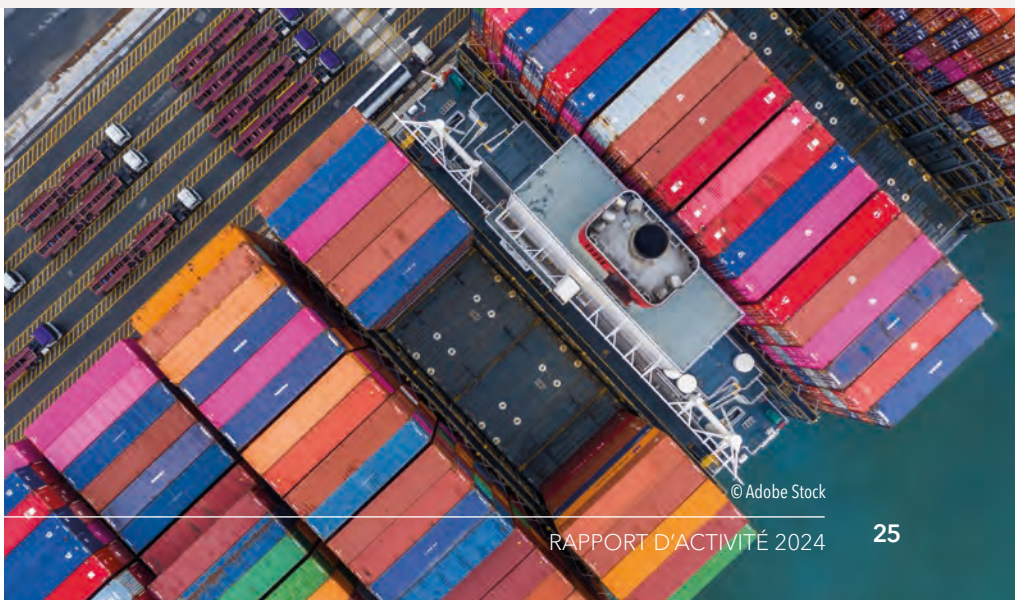
de 2020 à 2024 et qui associait 16 organismes de recherche de 11 pays.

Quels outils avez-vous proposé pour aider les décideurs ?

Nous avons fourni aux utilisateurs une nouvelle génération d'outils analytiques, sous forme de modules de modélisation du commerce, pour aider la Commission européenne, les décideurs et autres acteurs à concevoir et évaluer des politiques et accords commerciaux répondant aux défis actuels. Les experts en simulation, utilisant principalement des données agrégées, ont collaboré avec des économètres analysant des données plus détaillées et reflétant l'hétérogénéité des entreprises, des territoires, des producteurs et des consommateurs. Ensemble, et en concertation avec les utilisateurs finaux des modèles, nous avons élaboré un cadre méthodologique renouvelé, capable de capter les réalités du commerce agroalimentaire d'aujourd'hui.



Lien sur le site du projet



© Adobe Stock



© INRAE, E. Beaumont

➤ Mieux évaluer l'impact de la réduction d'usage des produits phytosanitaires

La Commission européenne annonçait à l'été 2023 que la réduction de l'usage des pesticides n'aurait pas d'effets sur la production agroalimentaire en Europe ni sur les prix. Une étude nuance ces conclusions.

En 2020, la Commission européenne a annoncé dans son Pacte vert son ambition de réduire significativement l'utilisation de produits phytosanitaires en agriculture. Dans le nouveau contexte des marchés mondiaux, suite au conflit russo-ukrainien, les gouvernements européens ont demandé une évaluation chiffrée des impacts de cette réduction. L'étude d'impact réalisée par des chercheurs de l'UMR SMART conclut à l'absence d'effets significatifs sur la production européenne comme sur les prix.

En utilisant un autre cadre d'analyse, le modèle d'équilibre général du Département de l'agriculture des Etats-Unis, qui intègre les alternatives de lutte intégrée contre les ravageurs, les chercheurs ont montré que les arguments avancés par la Commission euro-

péenne n'étaient pas robustes. Ils ont démontré que la réduction de la production agricole serait plus prononcée, de l'ordre de 25%, alors que le Pacte vert avançait une baisse de 15%. Les hausses des prix agricoles seraient également plus importantes, de l'ordre de 27%, et non 17% comme avancé par le Pacte vert. Ces résultats demanderaient à être complétés par une analyse intégrant tous les bénéfices et coûts, marchands et non marchands, liés à la réduction d'utilisation des produits phytosanitaires.

Q Open
doi.org/10.1093/qopen/qoae003

Le rendez-vous annuel du projet FAST à Saint-Malo

Le 4^e meeting annuel du projet FAST (Faciliter l'action publique pour sortir des pesticides), organisé par l'UMR SMART, s'est déroulé les 10 et 11 juin 2024 à Saint-Malo. Ce projet, qui a débuté en 2021 pour 6 ans, est financé par le programme prioritaire de recherche « Cultiver et protéger autrement ». Associant 70 chercheurs de 16 institutions,

FOCUS

il évalue les impacts socio-économiques d'une transition à grande échelle vers une agriculture sans pesticides et propose des solutions politiques et organisationnelles directement utilisables par les décideurs. Chaque année, une cinquantaine de chercheurs se réunissent pour partager les résultats de leurs recherches et dialoguer avec des acteurs du monde académique et de la société civile.



© INRAE, E. Beaumont

➤ L'impact du changement climatique sur les marchés fonciers

Le changement climatique est susceptible de modifier la productivité et l'usage des terres ; ce qui pourrait avoir des répercussions sur la structure et la dynamique des marchés fonciers agricoles.

Pour répondre aux besoins alimentaires d'une population mondiale en croissance, la FAO a calculé qu'il faudrait augmenter la surface des terres arables de 5% d'ici à 2050. Ce qui semble d'autant plus difficilement atteignable que le GIEC estime que 8% des surfaces agricoles deviendront impropres aux cultures ou à l'élevage d'ici 2100 en raison du changement climatique.

Au-delà des surfaces qui ne pourront plus être valorisées par l'agriculture, le changement climatique devrait avoir un impact sur la rentabilité des terres agricoles, entraînant des changements dans leur utilisation et la dynamique du marché foncier, à mesure que les agriculteurs s'adapteront.

Les chercheurs de l'UMR SMART ont analysé les effets du changement climatique sur la structure et le fonctionnement des marchés fonciers agricoles, dans un contexte de climat incertain. Ils ont

étudié la formation de la valeur du foncier agricole, en tenant compte, d'une part, du développement urbain et, d'autre part, des impacts du changement climatique sur la rentabilité des terres agricoles. S'appuyant sur un modèle théorique, ils ont montré que, selon le degré d'information et d'anticipation des agents, les changements de rentabilité future liés au climat pourraient être déjà partiellement capitalisés dans les prix actuels. Mais également que l'aversion au risque et l'hétérogénéité des agents contribuent à dissocier la valeur d'usage des terres agricoles de leur valeur d'échange sur le marché. Ces premiers résultats ouvrent la voie vers d'autres travaux pour approfondir la compréhension des mécanismes en jeu.

HAL theses

<https://theses.hal.science/tel-05017028v1>



© DR

28





Partenariat et appui aux politiques publiques





> Garantir des prix minimums agricoles : deux études éclairent le débat

En 2024, l'instauration d'un prix minimum garanti pour les produits agricoles a été proposée afin de soutenir les revenus des agriculteurs. Une proposition qui a alimenté le débat public. Des économistes INRAE de l'UMR SMART ont contribué à éclairer ce débat en réalisant deux études. La première étude quantifie les effets macroéconomiques de deux politiques différenciées : la mise en place de mesures commerciales aux frontières, inspirées par la Politique agricole commune (PAC) d'avant 1992, et le renforcement des lois Egalim. Les résultats des simulations montrent que la première politique est peu susceptible de soutenir les revenus des agriculteurs, d'autant plus si les pays tiers instaurent les mêmes politiques. À l'inverse, la deuxième politique semble plus prometteuse pour soutenir les revenus agricoles. Dans une seconde étude, les chercheurs ont analysé l'effet de la mise

en place de prix planchers dans l'industrie agroalimentaire. Ils montrent que ces prix minimums sont inefficaces sur un marché concurrentiel. Par contre, dans la situation où un petit nombre d'acheteurs domine le marché et impose des prix d'achat inférieurs à la valeur économique réelle des produits, le prix plancher s'avère efficace. Mais les chercheurs soulignent que le soutien aux revenus agricoles apporté par un prix plancher reste limité s'il est utilisé sans mesures de soutien de l'offre agricole (subventions ou politique commerciale adaptée) afin d'éviter que les bénéfices ne soient captés par les acteurs situés en aval des filières. En revanche, un prix minimum indexé sur les cours mondiaux ne permettrait pas de stabiliser les revenus agricoles ; objectif qui pourrait être atteint avec la mise en place d'un mécanisme assurantiel.

IRIS-E : deux projets INRAE labellisés

Lors du premier appel à projets, 3 initiatives à fort impact dédiés à la transition environnementale ont été financés par IRIS-E dès février 2024. Deux d'entre elles mobilisent des scientifiques INRAE. FIL-AV explore l'information locale sur les algues vertes en période de transition agricole. Son objectif est d'analyser la manière dont les informations publiques sur les algues vertes sont produites, diffusées et perçues en Bretagne. Porté par INRAE, le CNRS et les universités de Rennes, le projet s'appuie sur une approche interdisciplinaire pour étudier la circulation des discours

entre médias, institutions et acteurs locaux, et leur réception par les habitants et les agriculteurs. Le second projet, Bio3DiverCité explore l'utilisation de la technologie LiDAR pour modéliser en 3D les paysages urbains et identifier les continuités écologiques ou trames vertes, essentielles à la biodiversité en ville. Ce projet est porté par INRAE, le CNRS, l'Institut Agro Rennes-Angers et les universités de Rennes, en partenariat avec Rennes Métropole et l'association Bretagne Vivante.



ZOOM SUR



Flegme, un projet de science participative sur la fermentation des légumes

Piloté par le pôle de compétitivité Végépolys Valley, sous la coordination scientifique d'INRAE, le projet Flegme a rassemblé une grande diversité d'acteurs : citoyens fermenteurs, maraîchers et journalistes culinaires, PME, lycées agricoles et artisans producteurs au service d'un objectif commun : améliorer les connaissances sur les légumes fermentés, s'assurer de leur innocuité, et structurer un réseau d'acteurs autour de cette filière émergente.

Les chercheurs INRAE ont porté une attention particulière à la composition microbienne de ces légumes fermentés, en caractérisant à la fois des produits faits maison, fournis par les citoyens fermenteurs, issus de producteurs ainsi que des fabrications expérimentales réalisées au laboratoire. Cette étude, la première à décrire des légumes fermentés maison élaborés selon différentes recettes, n'a révélé la présence d'aucune bactérie pathogène. Elle a également mis en évidence que, malgré la variété des préparations, les produits obtenus présentaient des caractéristiques communes, notamment en termes de pH et de populations de bactéries lactiques dominantes. L'étude montre aussi les effets de la taille de découpe des légumes sur la vitesse d'acidification : elle est plus rapide pour les découpes fines que pour les découpes grossières. Grâce à ce projet, de nouvelles souches de bactéries alimentaires et de levures d'intérêt technologique ont pu être collectées et sont désormais conservées dans des centres de ressources biologiques INRAE pour être mis à disposition de la communauté scientifique.



32





Engagements RSE et dialogue science-société

Responsabilité sociale et environnementale, tous mobilisés !



© INRAE

➤ Aménagement paysager et biodiversité

Fin mai 2024 était inauguré sur le site INRAE de Saint-Gilles (35), un espace paysager alliant biodiversité, qualité de vie au travail et mobilité douce. Sur environ 2 ha à l'entrée du site, un autre mode de gestion des espaces verts a été imaginé, conciliant qualité paysagère et expression de la biodiversité. Le projet baptisé AREA s'est construit en mode participatif associant toutes les parties prenantes présentes sur le site. Pour ce projet, INRAE a noué un partenariat avec Dervenn, bureau d'études naturaliste du territoire qui accompagne des projets de génie écologique. Dervenn a réalisé un inventaire naturaliste et pédologique, accompagné et caractérisé les différentes propositions de scénarios et effectué la maîtrise d'œuvre des travaux d'aménagement paysager confiés à Jourdanère Nature.

FOCUS

Pour une collaboration interculturelle réussie !

Près d'une soixantaine de nationalités différentes sont représentées sur le centre rendant la compréhension interculturelle essentielle à la réussite des projets. L'atelier de sensibilisation organisé en octobre 2024 a aidé les participants à mieux appréhender les enjeux liés à la diversité culturelle dans un organisme de recherche comme INRAE et à découvrir les actions mises en place pour favoriser le dialogue entre les cultures. Une première étape pour une meilleure prise en compte de l'interculturalité dans les collectifs !

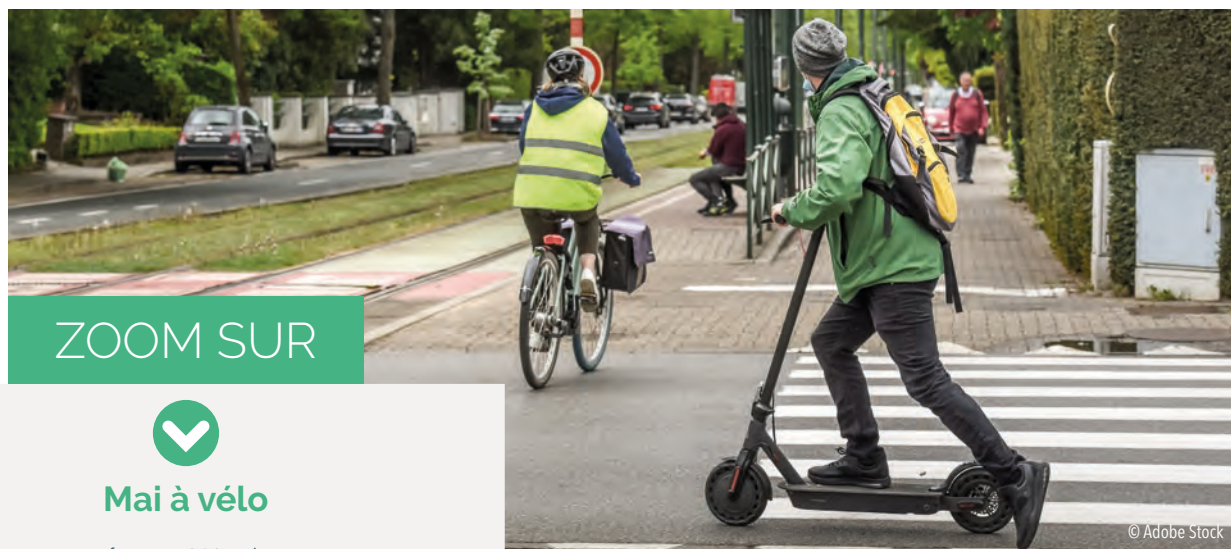


© Adobe Stock

➤ Un plan de mobilité pour les sites de l'agglomération rennaise

Depuis plusieurs années, le centre mène des actions en faveur de la mobilité responsable. Cet engagement se traduit par le développement de partenariats avec des acteurs du transport pour favoriser l'installation d'arrêts de transports en commun, la mise en place d'abris pour les vélos, la promotion de l'éco-conduite à travers des formations, ainsi que l'organisation d'actions de sensibilisation aux alternatives à la voiture individuelle. L'élaboration d'un plan de mobilité, à l'échelle des 5 sites de l'agglomération rennaise, a été l'occasion de dresser un bilan des actions réalisées et d'identifier, à partir d'un diagnostic, des actions complémentaires. Avec l'appui

de Rennes Métropole, ce travail de diagnostic s'est appuyé sur une enquête réalisée auprès des personnels suivie d'échanges autour des attentes en matière de mobilité et des actions à mettre en place. Ce travail de concertation a débouché sur le dépôt, en décembre 2024, d'un plan d'actions auprès de Rennes Métropole, autorité organisatrice de la mobilité. Si cette démarche a été initiée sur les sites de Rennes Métropole, qui regroupent 92% des effectifs du centre, elle a vocation à être étendue à toutes les implantations du centre. Ce seront autant de partenariats à établir avec les autorités de mobilité compétentes sur chaque site.



ZOOM SUR



Mai à vélo

Pour la première fois en 2024, le centre Bretagne-Normandie s'est engagé dans le challenge « Mai à vélo ». Cette initiative nationale née en 2020, vise à encourager la pratique et découvrir ou redécouvrir, de façon ludique, tous les avantages de la bicyclette. Trente-trois agents s'y sont inscrits parcourant plus de 6 600 km soit près de 1,4 T équivalent CO2 évités. Une très belle première participation !



©DR

Refuge LPO et diagnostic écologique

Le site INRAE du Rheu est refuge de la Ligue de protection des oiseaux (LPO) depuis 2022. Au vu des premiers inventaires réalisés, le site présente un fort potentiel de biodiversité. On y retrouve une grande diversité d'habitats favorables aux espèces, liée à la présence de prairies de fauche et de vieux boisements. La motte féodale et son souterrain, et de nombreux micro-habitats issus de pratiques comme le bois mort laissé au sol, la présence de tas de briques, de bûches percées...offrent un refuge pour la microfaune locale. Autre atout majeur : la proximité du Bois de la Motte, reconnu pour abriter des espèces patrimoniales d'oiseaux et de chauves-souris.



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
BRETAGNE

À la rencontre de tous les publics



Visite presse à l'unité expérimentale du Pin en Normandie avant le SPACE 2024

➤ Des solutions pour l'élevage

Sur le SPACE, salon international de l'élevage qui accueille à Rennes plus de 100 000 visiteurs, INRAE présente chaque année aux professionnels agricoles les résultats de ses recherches. Les questions autour de solutions pour concilier méthanisation et agroécologie, la santé et le bien-être des poulets et porcs en élevage bio et plein air ou encore les leviers d'action pour réduire les émissions de méthane des ruminants ont suscité de fructueux échanges avec les acteurs des filières. Un Innov'SPACE a également été décerné à MoSBReaL, un

dispositif automatisé de surveillance du comportement des truies en case de mise bas. Développé par INRAE en partenariat avec l'IFIP et Alliance R&D, MoSBReaL est basé sur l'analyse d'images et l'intelligence artificielle. Il permet de suivre et d'enregistrer des caractères comportementaux pour les inclure dans les schémas de sélection porcins.

Du labo à l'assiette

Dans le cadre du projet européen BrasExplor, de nombreuses variétés fermières ou de populations sauvages de navets et de choux ont été collectées dans 4 pays du bassin méditerranéen (Algérie, France, Italie et Slovénie). Ces variétés cultivées par les agriculteurs depuis des générations offrent une multitude de possibilités culinaires. Une sélection de recettes traditionnelles et originales a ainsi été regroupée dans un livre électronique, accessible en 4 langues.

FOCUS



➤ La rivière et le saumon

INRAE est partenaire du Festival saumon qui organise, chaque année, toute une semaine d'animations début juillet à Pont-Scorff (56). Au programme, explorations culturelles et scientifiques pour le grand public, journées d'activités pédagogiques pour les

scolaires avec des visites de la station de contrôle des poissons migrateurs de l'unité expérimentale INRAE d'Ecologie et d'écotoxicologie aquatique (U3E). Un temps fort annuel construit autour de la rivière Le Scorff et du saumon sauvage Atlantique.



ZOOM SUR



La station de contrôle des poissons migrateurs

Le Scorff est un petit fleuve breton qui se jette dans l'océan Atlantique au niveau de la rade de Lorient. C'est sur la partie basse de son cours principal, à la limite de l'estuaire et juste à la fin de la zone d'influence des marées, qu'est implantée la station de contrôle des poissons migrateurs (saumons, aloses, lamproies...). Leurs déplacements vers l'amont et l'aval sont suivis tout au long de l'année via les installations de piégeage du moulin des Princes. Le site est aménagé pour accueillir un large public de visiteurs.



> 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

OPAALE

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

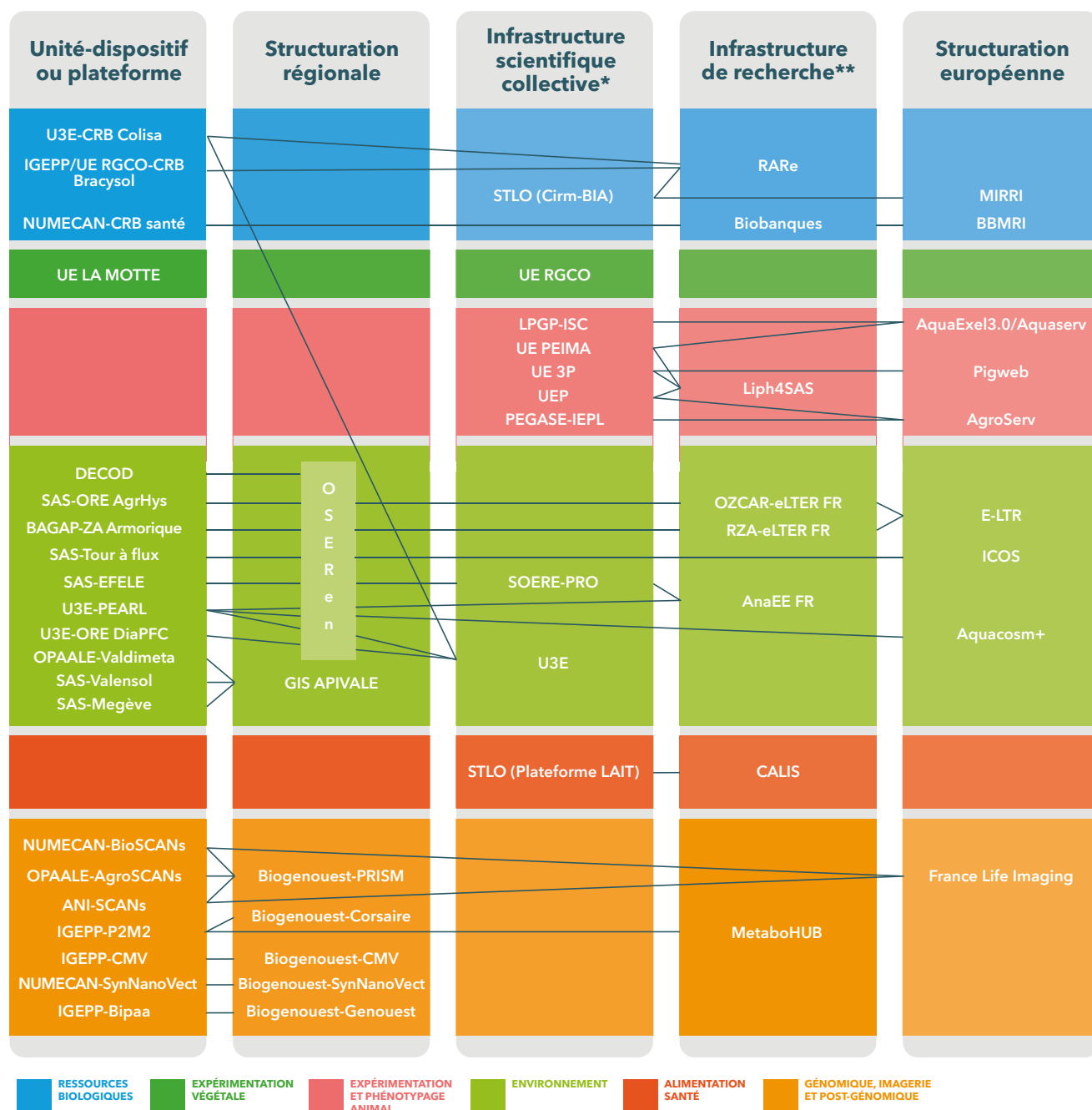
UNITÉ D'APPUI (UA)

SDAR

Services déconcentrés d'appui à la recherche



> Les infrastructures de recherche du centre



*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

66 route du Bois 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