

Recherche

**Faits marquants
2024**



Édito

“ Chaque année, nous publions nos « Faits marquants Recherche », un panorama des avancées scientifiques majeures réalisées par nos équipes. Ce document vise à rendre compte de la richesse, de la diversité et de la qualité de nos travaux de recherche, qui s'inscrivent pleinement dans la réponse aux défis contemporains liés aux transitions agroécologiques et sociétales.

En tant qu'acteur clé de la recherche agronomique et agroalimentaire, mais aussi des sciences du paysage, de l'environnement et des sciences humaines et sociales appliquées, nos unités de recherche développent des approches innovantes, interdisciplinaires et systémiques pour répondre aux enjeux économiques, environnementaux et territoriaux des filières agricoles et alimentaires.

Ce recueil des « Faits marquants » illustre non seulement l'excellence scientifique de nos laboratoires, mais également l'intensité de nos collaborations nationales et internationales avec les partenaires académiques, industriels et institutionnels. Ces partenariats renforcent l'impact de nos recherches et leur capacité à constituer des solutions concrètes, au service des territoires, des professionnels et de la société.

Dans un contexte géopolitique où la diffusion et la valorisation des connaissances scientifiques voient leur rôle fondamental requestionné, nous avons fait le choix dans cette édition 2024 de mettre en lumière nos projets les plus significatifs : des innovations biotechnologiques à la gestion durable des paysages, en passant par les dynamiques sociales et environnementales qui façonnent nos territoires.

S'inscrivant dans les objectifs du plan stratégique 2030 de l'Institut Agro, ce document porte notre engagement à faire de la recherche un levier puissant au service des transitions, en encourageant la pluridisciplinarité, l'ouverture et la coopération.

Nous vous invitons à parcourir cette brochure pour mieux comprendre la diversité, la portée et l'ambition collective de nos travaux : construire ensemble les solutions de demain.

Bonne lecture ! ”

Romain Jeantet,
directeur de l'Institut Agro Rennes-Angers

Sommaire

p. 4

1. Transitions des systèmes agricoles : produire autrement

- Production végétale : s'engager vers des pratiques zéro-pesticides et optimisées
- Production animale : œuvrer pour des systèmes de productions efficaces et durables
- Mobiliser les leviers agronomiques pour une gestion durable des agrosystèmes
- Développer les compétences pour des systèmes agricoles résilients

p. 20

2. Transitions alimentaires : favoriser des choix alimentaires durables

- Garantir une alimentation saine et durable
- Renforcer l'efficacité des systèmes de production alimentaire

p. 28

3. Préservation des écosystèmes et de la biodiversité

- Étudier et protéger les populations marines
- Conduire la transition écologique à l'échelle des territoires
- Gérer durablement les ressources en eau

p. 34

4. Le végétal en ville : de nouvelles perspectives nationales et internationales

- Revégétaliser les espaces urbains pour des villes durables
- Le végétal comme levier face aux défis climatiques
- Paysages en transition, territoires en débat

1.

Transitions des systèmes agricoles : produire autrement

Les enjeux des transitions imposent de repenser les modes de production des systèmes agricoles.

Dans le secteur des productions végétales et animales, les avancées scientifiques mettent en évidence le rôle central de la génétique.

Les recherches sur les cultures portent sur la résistance à la hernie du chou, la stabilité du rendement et la capacité de germination du colza grâce à des méthodes de prédiction génomique, ainsi que sur la réponse de la vigne au stress thermique.

Du côté animal, les travaux visent à développer des outils web innovants pour explorer le génome de la poule et de nouvelles méthodes de contrôle qualité pour identifier ses variations génétiques.

Les travaux interdisciplinaires sont également mobilisés pour identifier les principaux freins et leviers au développement du porc en production biologique, dont le développement reste marginal bien que présentant bien des atouts en soi et pour inspirer d'autres filières.

Les transitions des systèmes agricoles ne peuvent se limiter aux leviers génétiques ou organisationnels : elles doivent aussi répondre aux défis posés par le changement climatique.

À ce titre, un service d'estimation de la teneur en eau des sols, co-construit pour la région Bretagne avec une très haute résolution spatiale et temporelle, constitue un outil prometteur. Par ailleurs, deux leviers agronomiques sont particulièrement étudiés : la valorisation des digestats issus de la méthanisation, qui constituent un fertilisant organique durable, et l'utilisation des couverts végétaux, afin de mieux comprendre les mécanismes de transfert du carbone organique dissout vers les horizons minéraux profonds des sols.

Dans ce contexte, renforcer les compétences des acteurs agricoles et repenser les cadres de formation s'imposent comme des leviers essentiels pour accompagner ces transitions. Une enquête approfondie menée dans plus de vingt pays européens a permis d'identifier et de prioriser les compétences jugées indispensables à la gestion durable des sols. Ces enjeux liés à la résilience des systèmes agricoles, en lien avec les défis environnementaux et sociétaux, ont constitué le fil rouge du congrès 2024 de la Société Européenne d'Agronomie (ESA), qui s'est tenu à Rennes du 26 au 30 août.

Production végétale : s'engager vers des pratiques zéro-pesticides et optimisées

■ Hernie des crucifères : des pistes épigénétiques pour des plantes plus résilientes

Chez les plantes, certains caractères complexes, comme la résistance aux maladies, varient souvent d'un individu à l'autre. Cette diversité est généralement expliquée par des différences dans l'ADN (mutations) et leur interaction avec l'environnement. Mais d'autres mécanismes peuvent aussi jouer un rôle : c'est le cas des épimutations, des modifications héréditaires de l'expression des gènes sans changement dans la séquence de l'ADN.

La hernie des crucifères, causée par un micro-organisme présent dans le sol (*Plasmodiophora brassicae*), est une maladie grave qui touche notamment les choux et d'autres plantes apparentées, ainsi qu'*Arabidopsis thaliana*, une plante souvent utilisée comme modèle en recherche.

Des recherches récentes ont permis d'identifier, chez *Arabidopsis*, à la fois une épimutation naturelle et plusieurs épimutations induites qui influencent la résistance partielle à cette maladie. Deux gènes voisins, impliqués dans les défenses des plantes, jouent un rôle clé : leur activité est régulée par des mécanismes épigénétiques héréditaires, ce qui contribue à une meilleure résistance.

D'autre part, l'analyse d'une population de plantes présentant une forte diversité épigénétique, mais très peu de différences dans leur ADN, a révélé 31 régions du génome associées à la résistance à la hernie. Certaines de ces régions sont actives dans une condition précise de stress (sécheresse, froid, chaleur, salinité...), tandis que d'autres le sont dans plusieurs environnements.

Ces résultats montrent que les épimutations peuvent renforcer les défenses naturelles des plantes et s'adapter aux conditions environnementales. Ils ouvrent de nouvelles pistes pour développer des variétés agricoles plus résistantes aux maladies et mieux armées face au changement climatique.

.....
Mélanie Jubault

Unité mixte de recherche
Institut de génétique,
environnement
et protection
des plantes (IGEPP)



■ Vers un colza plus robuste : l'apport de la génétique face aux aléas climatiques

Dans un contexte de changement climatique et de réduction des intrants chimiques, l'un des grands enjeux de l'agriculture est de maintenir des rendements élevés, tout en s'adaptant à un environnement plus contraint. Le colza, première culture oléagineuse en France et en Europe, est particulièrement sensible aux aléas climatiques et aux carences nutritionnelles qui peuvent survenir à différents moments de son développement, affectant fortement la production de graines. Dans ce contexte, la sélection de variétés mieux adaptées à leur environnement apparaît comme un levier essentiel pour faire face à ces contraintes.

Pour mieux sélectionner des variétés capables de s'adapter à leur environnement, un réseau de 22 essais en plein champ, conduits dans différents lieux et sur plusieurs années, a été étudié. Ce travail a combiné des données sur le climat et les sols (79 indicateurs au total) avec une observation détaillée des stades de développement du colza. Cette méthode a permis de regrouper les différents essais en quatre grands types d'environnements, appelés envirotypes. L'un d'eux se distingue par des conditions particulièrement défavorables : un froid hivernal insuffisant, un manque d'azote, des températures basses et peu de lumière au moment de la floraison et du remplissage des graines. Ces facteurs combinés affectent fortement le rendement.

Des analyses génétiques ont ensuite été réalisées pour identifier les régions du génome associées au rendement en graines, en tenant compte de l'ensemble du

réseau, des envirotypes, ou de chaque environnement pris individuellement. Certains gènes se sont révélés stables dans tous les cas de figure, tandis que d'autres n'étaient activés que dans un ou deux contextes bien précis. Un gène, en particulier, s'est distingué comme spécifique de l'envirotipe le plus difficile. Il est localisé dans une région du génome où la diversité génétique est aujourd'hui réduite dans les variétés modernes, par rapport aux colzas anciens.

Ces résultats offrent des pistes prometteuses pour valoriser la diversité génétique existante et améliorer la capacité du colza à résister aux contraintes environnementales, tout en maintenant des rendements stables sur le long terme.

.....
Anne Laperche

Unité mixte de recherche
Institut de génétique,
environnement
et protection
des plantes (IGEPP)



Des outils de prédiction innovants pour une meilleure germination du colza

La culture du colza est soumise à de fortes contraintes dès les premières étapes de son développement. Une germination et une levée rapides et homogènes sont essentielles pour assurer une implantation efficace, limiter la concurrence des mauvaises herbes et mieux tolérer les stress précoces. Mieux comprendre ce caractère complexe et contrôlé par de nombreux facteurs est crucial pour améliorer la productivité.

Dans une étude, plusieurs méthodes ont été mises en œuvre, combinant l'étude des gènes, l'observation des caractéristiques des plantes, ainsi que l'analyse de données issues de mesures spectrales afin de mieux comprendre les mécanismes qui influencent la germination.

Dix-sept régions du génome ont ainsi pu être associées aux traits de germination, dans une population de colza oléagineux présentant une forte diversité.

Si la plupart des gènes favorables à la germination sont déjà présents dans cette population, l'approche combinée a permis d'identifier des effets additifs faibles et non additifs, souvent inaccessibles via les méthodes classiques d'analyse génétique.

Par ailleurs, la méthode basée sur l'observation des caractéristiques visibles des plantes (appelée prédiction phénomique) s'est révélée particulièrement efficace pour estimer la qualité génétique des graines, indépendamment de leur origine génétique.

Appliquée pour la première fois au colza, cette méthode a montré une capacité prédictive supérieure à celle reposant uniquement sur les données génétiques.

Ces résultats ouvrent de nouvelles perspectives pour exploiter au mieux la diversité existante. Ils pourront notamment guider la création de groupes de plantes utilisés comme base pour sélectionner de futures variétés — une étape stratégique appelée pré-amélioration. L'objectif : identifier et développer des colzas capables de bien s'implanter dans des conditions de culture variées.

Anne Laperche

Unité mixte de recherche
Institut de génétique,
environnement
et protection
des plantes (IGEPP)



Retrouvez la publication

Conférence Décrypter les communautés pathogènes : un enjeu clé pour la santé des plantes

Les agents pathogènes des plantes n'agissent souvent pas seuls lorsqu'ils provoquent des maladies. Le processus d'infection est en effet influencé par les interactions entre plusieurs espèces qui composent une communauté parasitaire. Or, les stratégies de lutte actuelles sont généralement conçues pour cibler un seul agent pathogène à la fois, ce qui soulève des questions sur leur efficacité réelle face à ces infections complexes.

Grâce aux progrès des outils moléculaires à haut débit, il est maintenant possible de distinguer précisément les différentes espèces impliquées dans ces maladies, révélant que beaucoup d'entre elles sont causées par des complexes d'espèces pathogènes, et non par un seul organisme.

Cela pose plusieurs défis scientifiques : comment étudier ces complexes, identifier les associations récurrentes entre espèces et comprendre les interactions fonctionnelles entre leurs membres ? Quels outils et méthodes sont nécessaires pour les caractériser ? Comment comprendre la dynamique de ces coinfections dans des conditions naturelles, sur le terrain, et mieux les maîtriser ?

Un article paru dans la revue Crop Protection, ainsi qu'une communication lors d'un congrès international de mycologie, ont synthétisé ces questionnements. Ils montrent que les connaissances sur la diversité, la dynamique et le fonctionnement de ces complexes de maladies fongiques restent insuffisantes, voire inexistantes. Ils alertent aussi sur les risques liés à des stratégies de gestion inadaptées, qui ne prennent en compte qu'un seul membre dominant du complexe.

Pour répondre à ces défis, il est essentiel d'intégrer différentes approches et échelles d'analyse, et de fédérer une communauté scientifique interdisciplinaire. Ce partage de connaissances, de méthodes et d'outils est indispensable pour étudier en profondeur les complexes de maladies des plantes, mieux comprendre leurs mécanismes, et développer des stratégies de lutte plus efficaces et durables.

Christophe Le May

Unité mixte de recherche
Institut de génétique,
environnement
et protection
des plantes (IGEPP)



Retrouvez
la publication

■ Vigne et canicule : exploration de la résistance des cépages aux extrêmes climatiques

Le 28 juin 2019, une température record de 46,0 °C à l'ombre a été enregistrée à Vérargues, dans l'Hérault. Cette chaleur exceptionnelle, provoquée par une masse d'air brûlant venue du Sahara, a touché une expérimentation menée à quelques kilomètres de là, sur le vignoble expérimental Pierre Galet à Montpellier. Plus de 250 cépages de vigne y étaient cultivés en pot par des scientifiques de l'Institut Agro et d'INRAE.

Cette situation extrême a offert une occasion unique d'évaluer « grandeur nature » comment les différents cépages réagissent à des températures très élevées. Quelques heures après le pic de chaleur, les chercheurs ont constaté que certaines feuilles de vigne avaient littéralement brûlé. D'après leurs simulations, la température de surface des feuilles les plus exposées avait atteint près de 54 °C, soit bien au-delà de la limite thermique viable pour de nombreuses plantes.

Mais tous les cépages n'ont pas réagi de la même manière : certains ont été gravement atteints, tandis que d'autres sont restés indemnes. Pour comprendre ces différences, les chercheurs ont croisé les symptômes observés avec les données génétiques disponibles sur les cépages.

Cette approche, appelée « génétique d'association », leur a permis d'identifier six régions du génome impliquées dans la réponse au stress thermique.

Ces régions contiennent notamment des gènes liés à la gestion du stress oxydatif et à la réponse interne de la plante à la chaleur. En revanche, les gènes liés à la transpiration, qui pourrait avoir abaissé la température de surface des feuilles, de près de 5 °C n'ont étonnamment pas été mis en évidence.

Cette absence pourrait s'expliquer par un compromis entre le besoin en eau pour refroidir la plante et la faible disponibilité en eau dans le sol lors des canicules. En effet, ces événements extrêmes sont souvent associés à des périodes de sécheresse, ce qui rend la gestion de l'eau tout aussi cruciale que le contrôle de la température pour protéger la plante.

Avec le changement climatique, les vagues de chaleur vont devenir plus fréquentes et plus intenses. Cette expérimentation a permis d'explorer le potentiel génétique de la vigne pour y faire face. Ces résultats ouvrent la voie à des progrès majeurs dans l'amélioration variétale de la vigne, à combiner avec d'autres leviers agronomiques (gestion de l'irrigation, mode de conduite, enherbement) pour mieux adapter les cultures aux conditions climatiques futures.

.....
Florent Pantin

Unité mixte de recherche
Institut de recherche
en horticulture
et semences (IRHS)



Production animale :

œuvrer pour des systèmes de productions
efficaces et durables

Mieux sélectionner les reproducteurs pour une aviculture durable

La sélection génomique repose sur l'analyse de l'ADN pour repérer les meilleurs individus d'une population sur des caractères d'intérêt. Elle représente un levier stratégique pour accélérer et fiabiliser la sélection des reproducteurs en filière poule pondeuse.

L'un des principaux défis réside dans la capacité à lire correctement l'ADN afin d'identifier et de caractériser les variations génétiques entre individus. Jusqu'à présent, la méthode la plus complète — le séquençage du génome entier — restait trop coûteuse pour une utilisation à grande échelle dans cette filière. Une solution alternative, moins onéreuse, consiste à recourir au ddRAD-seq (double digest restriction site associated DNA sequencing), qui cible certaines régions spécifiques du génome.

L'objectif de l'étude était d'évaluer la fiabilité du ddRAD-seq pour détecter et caractériser les variations de l'ADN chez la poule pondeuse. Pour cela, 50 coqs issus d'une même lignée ont été séquencés à la fois par génome entier (référence) et par ddRAD-seq. Les résultats obtenus avec les deux méthodes ont été comparés.

Les premiers résultats montrent que le ddRAD-seq identifie les positions des variations de l'ADN avec une précision de 96 %, ce qui en fait une méthode fiable pour localiser les différences entre individus. Concernant la caractérisation de ces variations, 82 % des cas analysés via ddRAD-seq correspondent à la nature identifiée par le séquençage complet.

En affinant l'analyse — en ne conservant que les variations présentes chez au moins 80 % des individus, avec un minimum de 5 lectures indépendantes —, la précision atteint 95 %. Le ddRAD-seq, associé à une stratégie de filtrage rigoureuse, se révèle donc performant pour identifier et caractériser les variations génétiques à un coût réduit.

Cette approche peut être utilisée de manière fiable en recherche, comme en sélection animale, pour renforcer la précision, la rapidité et l'efficacité des évaluations génétiques en filière poule pondeuse. Elle constitue ainsi un outil utile pour accompagner les transitions en élevage, en conciliant innovation, performance et durabilité.

Frédéric Lecerf

Unité mixte de recherche
Physiologie, environnement
et génétique pour
l'animal et les systèmes
d'élevage (Pegase)



FOCUS

GEGA
GALLUS ENRICHED
GENE ANNOTATION



Comprendre pour mieux adapter :

GEGA, un nouvel outil au service
des transitions en élevage

Une bonne connaissance du génome est essentielle pour comprendre le fonctionnement des êtres vivants. Les gènes jouent un rôle central dans la façon dont les animaux adaptent leurs traits et comportements face aux changements environnementaux — un enjeu majeur dans le contexte d'un élevage en transition agroécologique.

Chez les espèces d'élevage, la connaissance des gènes et de leur expression reste inégale, notamment pour les gènes régulateurs de type ARN longs non codants (ARNlnc), encore peu documentés. Un travail d'enrichissement du catalogue génétique et de caractérisation fonctionnelle a été mené chez la poule, une espèce clé à la fois source de protéines à l'échelle mondiale et modèle précieux pour comprendre la biologie fondamentale et évolutive des vertébrés.

Ce travail a abouti à la création de GEGA, une application web conviviale permettant d'explorer un large ensemble de données génomiques et fonctionnelles relatives au génome de la poule.

L'outil repose sur un atlas unifié de 78 323 gènes, dont 24 102 codants et 44 428 ARNlnc, représentant la couverture génétique la plus complète à ce jour pour cette espèce.

GEGA permet ainsi l'analyse fine des profils d'expression et de co-expression de ces gènes dans 47 tissus, à partir du séquençage du transcriptome de 1 400 échantillons issus de 36 projets. L'outil autorise également l'exploration des variations d'expression entre tissus, ainsi que selon le sexe ou l'âge dans certains cas. Des données fonctionnelles complémentaires issues de bases externes sont également intégrées.

Proposant une vision unifiée et enrichie du génome de la poule, GEGA s'impose comme un outil de référence pour la communauté scientifique, favorisant l'émission d'hypothèses biologiques sur la fonction des gènes.

Sandrine Lagarrigue

Unité mixte de recherche
Physiologie, environnement
et génétique pour
l'animal et les systèmes
d'élevage (Pegase)



Accédez
à l'outil

Développement de la filère porcine bio en France

Freins, leviers et orientations

La production porcine en Agriculture Biologique (AB) reste encore marginale en France, surtout en comparaison d'autres filières. Pourtant, elle offre un potentiel inspirant pour accompagner la transition des élevages porcins vers des systèmes plus durables, à la fois agroécologiques et alimentaires.

Le projet ORIGAMI (ORganic pIG fArMing), porté par un collectif de chercheurs de différentes disciplines et financé par INRAE, a cherché à mieux comprendre les freins et les leviers au développement du porc en AB. Il repose sur une approche croisée entre les regards d'acteurs de terrain, de la recherche et du développement.

Des entretiens approfondis menés auprès de 21 porteurs de projets ont permis d'identifier 164 freins et 231 leviers. L'analyse statistique de ces données a fait émerger sept grands types de freins et six grands types de leviers, en lien avec différents niveaux d'organisation (de l'animal au territoire) et les maillons de la filière (de la production à la consommation).

Ces typologies font ressortir plusieurs leviers d'action prioritaires :

- développer des références techniques adaptées à l'AB,
- renforcer les liens entre filières et territoires,
- améliorer les débouchés commerciaux,
- former les acteurs actuels et futurs,
- mieux communiquer auprès du grand public.

Ces éléments alimentent la réflexion pour construire de nouveaux projets de recherche, ou des démarches de recherche-action en lien avec les acteurs de terrain. Le lien entre filière et territoire fera d'ailleurs l'objet d'un approfondissement spécifique dans le cadre du projet PLIAGES (Pour La clrcularité et l'Ancrage territorial des Elevages porcins biologiqueS, également financé par INRAE).



Retrouvez
la publication

Justine Faure et Lucile Montagne

Unité mixte de recherche
Physiologie, environnement
et génétique pour
l'animal et les systèmes
d'élevage (Pegase)

Mobiliser les leviers agronomiques pour une gestion durable des agrosystèmes

■ Digestats et couverts hivernaux : des leviers complémentaires pour des sols vivants et fertiles

L'utilisation de digestats issus de la méthanisation du lisier et l'implantation de cultures hivernales constituent deux leviers complémentaires pour mieux recycler le carbone et l'azote dans les sols.

Comparé au lisier brut, le digestat contient une matière organique plus stable et des composés appelés biostimulants, qui peuvent encourager les plantes à libérer davantage de substances par leurs racines.

Une étude a cherché à mesurer l'effet de l'apport de digestat sur le transport du carbone organique dissous (COD) depuis la surface du sol vers les couches plus profondes. Pendant 9 ans, des analyses ont été menées grâce à un dispositif expérimental du SOERE PRO EFELE (Système d'Observation et d'Expérimentation, sur le long terme, pour la Recherche en Environnement sur les Produits Résiduaires Organiques), sur deux types de cultures d'hiver : le blé et une culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN), ici de la moutarde.

Les résultats montrent que, dans la couche supérieure du sol, les teneurs en carbone organique dissous sont plus élevées avec le digestat qu'avec le lisier, avec une modulation selon le développement des cultures. Le transfert de ce carbone vers les horizons plus profonds est également plus important avec le digestat, notamment sous CIPAN. Les flux mesurés avec le lisier et l'engrais minéral sont similaires.

Cette dynamique pourrait s'expliquer par une action conjointe du digestat, qui favorise l'activité des racines et la libération de composés dans le sol, et de la CIPAN, dont l'absorption des nitrates pourrait modifier localement le pH du sol et permettre la remise en circulation de molécules organiques jusque-là peu disponibles.

En s'appuyant sur un dispositif de référence et un suivi à long terme, cette étude confirme l'intérêt agronomique du couplage digestats/cultures intermédiaires. Elle s'inscrit pleinement dans les objectifs de la transition agroécologique, en favorisant des systèmes agricoles autonomes, durables et résilients.

Anne Jaffrezic

Unité mixte de recherche
Sol, agro et hydrosystème,
spatialisation (SAS)



FOCUS

PROJET BOSCO
HUMIDITÉ DES SOLS DE SURFACE
PAR SATELLITE



Observer l'eau dans les sols bretons

Un levier agronomique pour
anticiper sécheresses et adapter
les pratiques

L'eau est indispensable à la vie : elle alimente les humains, les plantes et les rivières, et circule à travers les nappes souterraines. En Bretagne, les trois quarts de l'eau que nous utilisons proviennent des rivières, elles-mêmes soutenues par de petites nappes situées dans les roches du sous-sol.

Depuis les années 2000, l'allongement des périodes sans précipitations entraîne des sécheresses agricoles et hydrologiques, y compris en hiver, ce qui met sous pression l'approvisionnement en eau, l'agriculture et la qualité des milieux aquatiques. Dans ce contexte, il est devenu indispensable de mesurer précisément l'humidité des sols, c'est-à-dire la quantité d'eau disponible dans la zone racinaire.

C'est l'objectif du projet BOSCO, mené en Bretagne par trois laboratoires de recherche, dont l'UMR SAS INRAE–L'Institut Agro, et financé par le CNES et le Space for Climate Observatory (SCO).

BOSCO vise à construire un outil à très haute résolution spatiale et temporelle pour estimer la teneur en eau des sols bretons. Grâce aux satellites Sentinel-1 et Sentinel-2 du programme européen Copernicus, il est possible de mesurer l'humidité de surface sur l'ensemble du territoire.

L'équipe a développé une chaîne de traitement des données en trois étapes :

- Estimer l'humidité des sols à partir d'images satellites radar et optiques,
- Relier ces données aux parcelles agricoles de toute la Bretagne (environ 440 000), sur une période allant de 2017 à 2022,
- Mettre à disposition ces informations, ouvertes à tous, sur le portail cartographique GéoSAS.

En fournissant ces données, le projet BOSCO apporte ainsi un appui concret aux agriculteurs, aux collectivités et aux décideurs publics pour mieux gérer l'eau, adapter les pratiques agricoles et contribuer à préserver les ressources dans un contexte de changement climatique.

Hervé Squidant

Unité mixte de recherche
Sol, agro et hydrosystème,
spatialisation (SAS)



Accédez
à l'outil



Développer les compétences pour des systèmes agricoles résilients

Quelles compétences en sciences du sol pour le futur de l'agriculture en Europe ?

La gestion durable des sols agricoles joue un rôle clé face aux grands défis alimentaires et environnementaux à venir. Elle repose sur une diversité d'acteurs – agriculteurs, conseillers, décideurs politiques – dont les compétences sur les sols doivent souvent être renforcées ou adaptées.

Pour mieux cerner les compétences nécessaires à ces acteurs, une grande enquête a été menée dans 24 pays européens, dans le cadre du programme EJP Soil. Au total, 669 questionnaires ont été analysés. Les résultats montrent que, pour gérer durablement les sols, il est certes essentiel d'en maîtriser le fonctionnement biologique et écologique mais il faut aussi des bases solides en science du sol et une capacité à adopter une approche globale tenant compte de l'ensemble des enjeux agricoles et environnementaux.

L'étude a également permis d'identifier dix groupes de profils professionnels aux besoins de compétences similaires. Certains de ces profils correspondent à de nouveaux métiers pour lesquels les formations actuelles ne sont pas encore adaptées.

Les résultats peuvent servir à deux niveaux. D'une part, pour établir un cadre permettant d'évaluer les formations existantes. D'autre part, pour faire évoluer les programmes pédagogiques ou en créer de nouveaux. En s'appuyant sur les compétences jugées prioritaires par les acteurs européens, les équipes pédagogiques peuvent mieux cibler les compétences à transmettre et veiller à ce que leur acquisition puisse être validée.

Enfin, les données brutes et analysées de cette enquête sont mises à disposition afin de permettre une lecture détaillée des besoins en compétences, métier par métier.

Christian Walter

Unité mixte de recherche Sol, agro et hydrosystème, spatialisation (SAS)



Synergies pour un futur résilient

De la connaissance à l'action

Face à des changements à la fois lents et prévisibles, mais aussi rapides et imprévisibles, les systèmes agricoles doivent gagner en résilience : c'est-à-dire être capables d'apprendre et de se transformer. Un contrôle accru des systèmes peut sembler une solution, mais il risque d'en accentuer la rigidité. C'est dans ce contexte que la Société européenne d'agronomie (ESA) a organisé son congrès biennal à Rennes, du 26 au 30 août 2024, réunissant 310 participant-es venus de 30 pays, dont 9 hors Europe.

Sous le thème des synergies à développer pour renforcer la résilience, le congrès a illustré la diversité des approches existantes. Parmi les grands enseignements :

- l'articulation entre technologies lentes et technologies avancées,
- les croisements entre disciplines (agronomie, sociologie, écologie),
- la prise en compte de différentes échelles temporelles (temps court / temps long),
- ou encore la coopération entre acteurs des territoires.

Des pistes innovantes ont été discutées, comme l'identification de trajectoires de résilience dans des expérimentations à la ferme, ou l'intégration renforcée de la modélisation pour concevoir des systèmes de culture à forte biodiversité.

Pour l'Institut Agro, cet événement a représenté un moment fort : il a renforcé sa visibilité internationale et souligné la forte mobilisation des jeunes chercheurs et chercheuses, dont 20 % de doctorants et doctorantes. Leur engagement invite à mieux articuler leurs sujets de recherche avec les formations proposées par nos écoles.

Le bilan carbone du congrès a confirmé l'importance de l'impact des transports, malgré les efforts sur d'autres postes (alimentation, déchets). Cela appelle à une réflexion collective sur les modèles et formats futurs des rencontres scientifiques.

La prochaine édition du congrès ESA se tiendra en Estonie en 2026 et fera l'objet d'une « special issue » dans la revue *European Journal of Agronomy*.

Edith Le Cadre

Unité mixte de recherche Sol, agro et hydrosystème, spatialisation (SAS)



Retrouvez la publication

2.

Transitions alimentaires: favoriser des choix alimentaires durables

Dans un contexte de transition alimentaire, favoriser des choix durables ne peut se réduire à la substitution d'ingrédients ou à l'évolution des comportements individuels. Il s'agit de repenser en profondeur la façon dont les aliments sont conçus, produits et valorisés, en revisitant à la fois le rôle des nutriments dans l'organisme et les procédés industriels, pour répondre aux exigences d'une alimentation plus saine et durable.

Une approche transdisciplinaire croisant sciences des aliments et analyses statistiques a ainsi permis de mieux comprendre l'action d'une enzyme gastrique : la dynamique de digestion des protéines influe sur la disponibilité des acides aminés, avec des implications pour la formulation de produits adaptés aux besoins nutritionnels.

Dans le même esprit, il a été montré que l'association de protéines végétales et animales constitue un vecteur efficace pour la microencapsulation d'huiles essentielles bénéfiques à la santé, ouvrant des perspectives pour le développement d'aliments fonctionnels. Côté lipides, des recherches ont mis en évidence les effets d'un régime riche en graisses sur le fonctionnement des mitochondries des cellules intestinales. Le recours à des composés nutraceutiques innovants pour restaurer cette fonction ouvre une voie prometteuse pour prévenir certaines complications de l'obésité.

Au-delà de la composition des aliments, la durabilité des systèmes alimentaires passe aussi par l'optimisation des procédés. Des travaux appliqués ont ainsi permis de mieux comprendre la formation des dépôts dans les évaporateurs de l'industrie laitière, en vue d'améliorer leur efficacité énergétique et opérationnelle.

Garantir une alimentation saine et durable

Mieux comprendre la digestion des protéines pour renforcer l'impact nutritionnel des aliments

La manière dont les protéines sont digérées peut avoir des effets directs sur le fonctionnement de notre corps, notamment par son influence sur la vitesse de libération des acides aminés ou sur la production de peptides bioactifs. Ce processus dépend à la fois des propriétés propres aux protéines, du contexte alimentaire dans lequel elles s'insèrent et de la spécificité des enzymes digestives qui agissent successivement.

Parmi celles-ci, la pepsine, active dès la phase gastrique, joue un rôle central dans les premières étapes de déconstruction des protéines. Une approche transdisciplinaire a permis de réinterroger la spécificité de cette enzyme, en mobilisant des outils analytiques et méthodes statistiques innovantes appliqués aux séquences peptidiques libérées lors de digestions *in vitro* de différentes protéines.

Les modèles développés mettent en évidence l'influence des acides aminés situés de part et d'autre de la liaison peptidique ciblée, jusqu'au septième résidu en amont et en aval. Les caractéristiques physico-chimiques locales modulent également l'action de la pepsine : les structures secondaires flexibles (« coils ») exercent un effet favorable, tandis qu'une hydrophobie ou la présence de charges positives tendent à limiter l'hydrolyse.

Cette diversité de facteurs pourrait expliquer pourquoi la pepsine est souvent décrite comme une protéase à spécificité variable.

Dans le cas particulier de l'ovalbumine, la principale protéine contenue dans le blanc d'œuf, l'état d'agrégation des protéines a modifié non seulement la cinétique de digestion, mais aussi la nature des liaisons hydrolysées. Certaines coupures semblent même caractéristiques de formes d'agrégation spécifiques, qu'elles soient particulières ou fibrillaires.

Ces travaux contribuent à une compréhension plus fine des règles gouvernant l'action de la pepsine. À terme, cette connaissance pourrait permettre de mieux orienter la libération de peptides lors de la digestion, en jouant sur certains procédés capables de modifier les propriétés physico-chimiques des protéines, comme l'agrégation.

Françoise Nau

Unité mixte de recherche
Science et technologie
du lait et de l'œuf
(STLO)



Protéines mixtes et encapsulation : une innovation au service des produits nutraceutiques

Face à la demande croissante pour des produits alimentaires et nutraceutiques plus sains et respectueux de l'environnement, l'intérêt pour les protéines, qu'elles soient végétales ou animales, ne cesse de grandir. Les protéines végétales, comme celles issues du pois ou du lupin, sont appréciées pour leur valeur nutritionnelle et leur faible impact écologique. Cependant, elles présentent certaines limites, notamment en termes de solubilité et de propriétés technologiques. À l'inverse, les protéines animales, comme celles du lactosérum (issu du lait), sont très fonctionnelles, mais leur utilisation soulève de plus en plus de questions éthiques et environnementales.

Une solution prometteuse consiste à combiner ces deux types de protéines pour créer des mélanges équilibrés. Ces systèmes mixtes permettraient de réduire l'empreinte environnementale des produits tout en conservant de bonnes qualités nutritionnelles et gustatives.

Dans une étude, ces mélanges de protéines végétales et animales ont été explorés comme matériau 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 résultats sont prometteurs : les microcapsules obtenues présentent une faible teneur en humidité et une faible activité hydrique, deux facteurs favorables à leur stabilité. Le taux d'encapsulation atteint 90 %, grâce à la bonne solubilité des mélanges protéiques. Ces microcapsules conservent bien les propriétés antioxydantes de l'huile et permettent une libération contrôlée, en fonction du type et de la concentration de protéines utilisées. Ces résultats laissent entrevoir un

bon potentiel d'application pour ces systèmes d'encapsulation.

Les perspectives ouvertes par ces travaux sont nombreuses : tester la stabilité des capsules sur le long terme (face à la chaleur, l'humidité ou la lumière), évaluer leur efficacité dans l'organisme (*in vivo*), et envisager une production à plus grande échelle. Ces recherches pourraient déboucher sur des applications concrètes dans le domaine des aliments fonctionnels et des produits nutraceutiques.

Valérie Lechevalier

Unité mixte de recherche
Science et technologie
du lait et de l'œuf
(STLO)



Obésité et déséquilibre intestinal

Thomas Guerbette, docteur de
l'Institut Agro Rennes-Angers
récompensé pour sa contribution
à la compréhension des liens alimentation-santé

Thomas Guerbette a obtenu le prix de thèse 2024, attribué conjointement par le Groupe d'Etude et de Recherche sur les Lipides (GERLI) et la Société Française de Nutrition (SFN). Son travail avait pour but de comprendre le lien entre alimentation riche en graisses, déséquilibre intestinal et obésité.

Chaque année, l'obésité et le surpoids sont responsables de la mort de 4 millions de personnes, en raison des complications qu'ils entraînent. Parmi ces complications, on retrouve des troubles du métabolisme souvent liés à une inflammation, elle-même influencée par des changements dans le microbiote intestinal (la flore intestinale) et le fonctionnement de l'intestin.

Or ce bon fonctionnement dépend notamment de l'état des mitochondries — les « centrales énergétiques » des cellules — présentes dans les cellules qui tapissent la paroi intestinale. Ces mitochondries pourraient être perturbées par une alimentation trop riche en graisses, qui modifie le métabolisme des lipides et favorise la production de substances nuisibles par certaines bactéries intestinales.

Les recherches de Thomas Guerbette, menées chez la souris, montrent que ce type de régime modifie le fonctionnement mitochondrial et rend la barrière intestinale plus perméable, c'est-à-dire moins efficace pour protéger l'organisme. Ces effets varient selon les parties de l'intestin.

Dans la partie haute (le jéjunum), l'accumulation de graisses dans les cellules perturbe l'équilibre des mitochondries, qui deviennent moins nombreuses.

Dans la partie basse (le côlon), les cellules n'absorbent pas les graisses du régime. Cependant, l'environnement devient plus riche en sulfures — des composés toxiques produits par certaines bactéries — ce qui contribue à augmenter la perméabilité du côlon.

Ces travaux suggèrent qu'il serait possible de restaurer le bon fonctionnement intestinal, en ciblant les mitochondries avec des composés nutraceutiques innovants, c'est-à-dire des substances d'origine naturelle qui ont des effets bénéfiques sur la santé. Cela permettrait de rétablir l'équilibre et la bonne fonction de la barrière et du microbiote intestinal, essentiel pour limiter les complications liées à l'obésité.

Vincent Rioux

Unité mixte de recherche
Nutrition, métabolismes et cancer (NuMeCan)



Retrouvez
la thèse



Renforcer l'efficacité des systèmes de production alimentaire

■ Réduire l'encrassement protéique dans l'industrie laitière : vers des procédés thermiques plus sobres

Dans l'industrie laitière, les échangeurs de chaleur sont essentiels au bon fonctionnement des procédés thermiques. Pourtant, ils s'encrassent au fil du temps, notamment en raison des dépôts de protéines qui adhèrent à leurs parois. Ce phénomène nuit à leur efficacité et impose des opérations de nettoyage coûteuses en eau, en énergie et en produits détergents.

Un type d'échangeur reste encore peu étudié : l'évaporateur à film tombant. Dans ce système, le liquide s'écoule en mince couche le long d'une paroi chaude. La température reste constante, mais la concentration en protéines augmente au fil de l'évaporation. Des dépôts sont observés même à des températures inférieures à celles provoquant la dénaturation des protéines de lactosérum (60 à 70 °C), ce qui suggère que la température n'est pas le seul facteur impliqué.

Pour mieux comprendre ces mécanismes complexes, une approche expérimentale innovante a été développée. Elle consiste à soumettre des solutions de protéines de lactosérum (5 à 10 %) à différents taux de cisaillement (jusqu'à 200 s⁻¹), à une température contrôlée de 65 °C. L'expérience est menée avec un rhéomètre équipé d'un disque en verre transparent, permettant d'observer directement la formation des dépôts grâce à différentes techniques de microscopie.

L'originalité de la méthode repose sur plusieurs points : la possibilité de tester une large gamme de taux de cisaillement en une seule expérience, le contrôle et la reproductibilité des conditions opératoires, et l'observation visuelle des dépôts facilitée.

Les observations montrent que le cisaillement joue un rôle important. À faible concentration (5 %), il favorise l'apparition de dépôts primaires (environ 10 µm). À plus forte concentration (10 %), il conduit à la formation de structures ramifiées plus complexes (jusqu'à 50 µm), notamment à des taux de cisaillement élevés (140-200 s⁻¹). Trois types de dépôts ont été identifiés, suggérant un processus en trois étapes : apparition de points d'ancrage à la surface, formation de dépôts primaires, puis développement de structures ramifiées plus épaisses, sous l'effet d'interactions non chimiques.

La comparaison entre la stabilité des protéines dans la solution et celles fixées à la surface permettra de mieux comprendre la vitesse de formation des dépôts. Ces avancées ouvriront la voie à une meilleure maîtrise de l'encrassement, avec des bénéfices à long terme en matière d'efficacité énergétique, de réduction de l'empreinte environnementale et de durabilité des procédés industriels.

Jeehyun Lee

Unité mixte de recherche
Science et technologie
du lait et de l'œuf
(STLO)



3.

Préservation des écosystèmes et de la biodiversité

La préservation des écosystèmes repose sur le développement de nouveaux outils pour mieux comprendre la dynamique des populations animales et anticiper les effets des changements globaux.

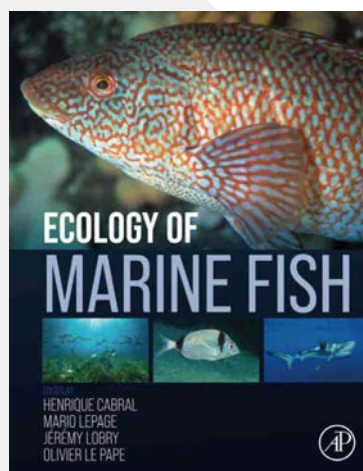
Dans cette perspective, des chercheurs de l'UMR DECOD ont coordonné un ouvrage de référence sur l'écologie des poissons marins. Cette synthèse internationale explore leur cycle de vie, leur rôle dans les réseaux alimentaires marins et côtiers, ainsi que les pressions exercées par l'environnement et les activités humaines. Elle traite également des grands enjeux de conservation.

C'est également l'objectif d'un modèle appliqué au saumon atlantique, conçu pour prédire les impacts du climat et des scénarios de pêche, en s'appuyant sur plus de 50 ans de données.

Enfin, un ouvrage collectif de grande ampleur, impliquant fortement notre établissement, met en lumière le rôle du projet de paysage dans la transition écologique. Pensé à l'échelle des territoires, il offre une approche concrète, sensible et opérationnelle pour accompagner les mutations environnementales.

Étudier et protéger les populations marines

OUVRAGE



Ecology of Marine Fish

Un ouvrage de référence sur la diversité, les dynamiques et la conservation des poissons marins, indispensable aux scientifiques, gestionnaires, étudiants et enseignants en écologie marine

Fin 2024 est paru chez Academic Press/Elsevier un ouvrage international majeur intitulé Ecology of Marine Fish.

Réunissant les contributions de près de 100 experts issus de plus de 15 pays, ce livre rassemble 21 chapitres synthétisant les connaissances actuelles sur l'écologie des poissons marins.

Il couvre plusieurs thèmes essentiels :

- le cycle de vie et la diversité des poissons marins,
- leur comportement et leur rôle dans les chaînes alimentaires et les écosystèmes marins et côtiers,
- les menaces humaines et environnementales telles que la pollution, la pêche et le changement climatique,
- ainsi que les questions de gestion et de conservation de cette partie importante de la biodiversité marine.

Chaque chapitre propose un bilan scientifique approfondi et présente les outils méthodologiques pour étudier ces poissons.

L'unité mixte de recherche DECOD (l'Institut Agro, Ifremer, INRAE), avec plusieurs membres de l'Institut Agro, a contribué à 10 des chapitres.

Olivier Le Pape

Unité mixte de recherche
Dynamique et durabilité des écosystèmes : de la source à l'océan (Decod)



FOCUS

PROJET SALMOGLOB



Amélioration de l'évaluation des populations de saumons atlantiques

Le projet SalmoGlob, mené par l'unité mixte de recherche DECOD (INRAE-IFREMER-l'Institut Agro) et le pôle MIAME (OFB, INRAE, l'Institut Agro, UPPA), en collaboration avec le groupe de travail saumon Atlantique Nord du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM), a renforcé les bases scientifiques pour mieux évaluer les stocks de saumon atlantique dans l'Atlantique Nord.

Un nouveau modèle a été développé pour analyser la dynamique des populations de saumons dans 25 zones de gestion, réparties en trois grandes régions : sud de l'Europe, nord de l'Europe et Amérique du Nord. Il exploite des données hétérogènes collectées depuis 1971 et peut être enrichi avec de nouvelles sources de données et de connaissances scientifiques.

Le modèle décrit la population en fonction de l'âge et du stade de vie des saumons. Cela permet de prendre en compte la biologie et l'écologie de l'espèce, ainsi que les effets des facteurs environnementaux à différentes étapes de sa vie.

Il aide à mieux comprendre et prédire comment les changements globaux (comme le climat) influencent ces populations, et à évaluer différents scénarios de gestion de la pêche dans un cadre probabiliste, intégrant l'ensemble des sources d'incertitude.

Une application web et une suite logicielle ont été développées pour fiabiliser et simplifier le traitement des données jusqu'aux résultats. Ce nouveau modèle représente un saut qualitatif majeur par rapport aux outils précédents. En 2024, le CIEM l'a officiellement adopté pour ses évaluations internationales. En 2025, l'Institut Agro Rennes-Angers accueillera à Rennes le groupe d'experts internationaux du CIEM.

Etienne Rivot

Unité mixte de recherche
Dynamique et durabilité des écosystèmes :
de la source à l'océan (Decod)



+ d'info sur
le projet

Conduire la transition écologique à l'échelle des territoires

OUVRAGE



Le paysage est un projet – Tome 1 : Ménager les territoires

Premier volume de la nouvelle encyclopédie du paysage, cet ouvrage collectif explore le projet de paysage à grande échelle, dans une perspective de planification territoriale et de démarche collective.

Conçu comme un art de planifier, d'aménager et de jardiner les territoires urbains, périurbains et ruraux, le projet de paysage vise à créer des espaces vivants, ouverts à tous, dans un équilibre des formes, des horizons et des milieux hérités d'une histoire et d'une géographie chaque fois singulières.

Malgré leur rôle déterminant dans nos vies quotidiennes, les paysagistes restent peu nombreux et peu écoutés. Pourtant, l'examen de plus d'un siècle de leurs réalisations met en évidence un bilan qui résonne pleinement avec les enjeux écologiques et sociétaux de notre époque. Ancrée dans les perceptions, les pratiques et le vécu des populations, la démarche paysagère apparaît, à bien des égards, comme l'une des voies les plus efficaces pour une transition écologique concrète.

C'est pour répondre à ce rendez-vous de notre époque que plus de 80 contributeurs – paysagistes, praticiens, chercheurs, enseignants, observateurs critiques – ont uni leurs voix pour proposer cette nouvelle encyclopédie du paysage rassemblant la somme la plus complète sur la théorie et la pratique du projet de paysage.

.....

**Hervé Davodeau et
Fanny Romain**

Unité mixte de recherche
Espaces et sociétés (ESO)



4.

Le végétal en ville : de nouvelles perspectives nationales et internationales

Le végétal en ville constitue un objet d'étude riche et transversal, mobilisant des disciplines variées telles que l'écologie, la pédologie, l'éco-physiologie végétale ou encore la géographie. Ces travaux s'inscrivent dans des contextes urbains contrastés, en France comme aux États-Unis, où la place accordée aux recherches sur le changement climatique est fortement questionnée voire remise en cause.

En France, plusieurs recherches récentes se sont intéressées au rôle paradoxal des infrastructures linéaires de transport (ILT). Bien qu'elles fragmentent les milieux naturels, ces infrastructures peuvent aussi contribuer à maintenir des continuités écologiques et à préserver certains espaces de nature en ville. Elles offrent ainsi des opportunités pour retisser des liens sociaux et écologiques, en réintégrant le végétal dans les trames urbaines.

Les ILT, comme d'autres composantes urbaines, invitent à repenser l'aménagement de la ville en lien avec les fonctions écologiques des sols. La désimperméabilisation s'impose ainsi comme un levier d'action majeur. Un guide opérationnel, conçu pour les collectivités, propose des outils

pour accompagner cette transition : mieux gérer les eaux pluviales, réduire les îlots de chaleur urbains et reconquérir écologiquement certains espaces.

Aux États-Unis, les recherches conduites dans le cadre de séjours scientifiques ont apporté des perspectives complémentaires. En Arizona, des travaux ont porté sur la sélection d'essences arborées capables de limiter la surchauffe urbaine tout en s'adaptant aux conditions climatiques locales. D'autres recherches se sont intéressées à l'impact paysager, social et environnemental de l'exploitation minière dans des territoires marqués par de forts enjeux culturels et écologiques, interrogeant les mutations du paysage et les conflits d'usage qu'elles génèrent.

À travers ces différentes approches, le végétal apparaît non seulement comme un marqueur de transformation des territoires, mais aussi comme un levier d'adaptation et un vecteur de débat sur les futurs possibles de la ville.

Revégétaliser les espaces urbains pour des villes durables

Peut-on faire des abords des routes et voies ferrées des espaces de nature en ville ?

Les infrastructures linéaires de transport (routes, voies ferrées, périphériques) ont profondément marqué le paysage des métropoles. Elles morcellent les territoires, créent des coupures urbaines et favorisent souvent une urbanisation continue le long de leur tracé. Les terrains situés à leurs abords sont souvent laissés en marge : non constructibles, sans usage et gérés à minima. Néanmoins, ces espaces ne peuvent être réduits à des bordures qui séparent. Ils peuvent aussi apporter des co-bénéfices écologiques et sociaux aux habitants et milieux riverains.

C'est ce que montre le projet T'ILT, mené avec le Centre Scientifique et Technique du bâtiment (CSTB) dans le cadre du programme ITTECOP, qui a exploré les abords du périphérique nantais. L'étude a cherché à comprendre comment ces lieux sont vécus et perçus, s'ils peuvent créer du lien entre et avec les quartiers, et en quoi ils peuvent soutenir la biodiversité urbaine.

Les résultats montrent que :

- À l'échelle métropolitaine, même si ces infrastructures fragmentent les territoires, elles permettent paradoxalement de préserver des milieux naturels en marge de l'urbanisation.
- À une échelle locale, sur deux sites étudiés, les abords des infrastructures apparaissent comme des lieux appropriés, qui conservent des formes de nature et offrent des connexions avec d'autres espaces urbains ou naturels.

Ils favorisent en particulier :

- Des lieux de nature ressources pour habiter dans un espace contraint, le mettre à distance et l'intégrer dans un paysage plus vaste, valorisant une diversité d'expériences sensibles de voisinage.
- Des milieux moins transformés, plus favorables à la biodiversité et à une nature plus sauvage, avec des ambiances végétales diversifiées renforçant le lien entre habitants et vivant.
- Des liens (connectivité, riveraineté, maillage d'espaces communs) avec les territoires adjacents, contribuant à la biodiversité et à la qualité de vie.

Ces lieux-lisières forment des espaces communs de nature d'un nouveau genre, à mi-chemin entre espace public et privé. Ils sont composés de lieux (proches des habitations), de milieux (aux abords des infrastructures) et de liens écologiques, paysagers et urbains, contribuant à mettre à distance — voire compenser — la présence des infrastructures.

Valoriser et requalifier ces espaces améliorerait la qualité de vie dans les quartiers riverains tout en favorisant la biodiversité et en renforçant les connexions écologiques, paysagères et sociales à l'échelle métropolitaine.

Hervé Daniel

Unité mixte de recherche Biodiversité, agroécologie et paysage (BAGAP)



OUVRAGE



Désimperméabiliser les villes

Un guide pratique pour valoriser la recherche au service de villes durables, capables de mieux intégrer les sols dans leur fonctionnement écologique

Le programme DESSERT (2020-2024) a réuni pendant quatre ans des chercheurs en pédologie, agronomie, écologie, des professionnels de l'aménagement urbain (Groupe Luc Durand, SCE, Wagon Landscaping) et un centre technique (Plante & Cité). Ensemble, ils ont imaginé, expérimenté et évalué des solutions pour retirer les surfaces imperméables (béton, enrobé) afin de redonner aux sols leur rôle naturel et leurs fonctions écologiques.

Face à la densification urbaine et au changement climatique, cette démarche vise à rendre les villes plus résilientes, tout en limitant la perte de biodiversité. Les sols urbains représentent un levier majeur car ils assurent de nombreuses fonctions écologiques et rendent des services écosystémiques essentiels (infiltration de l'eau, stockage du carbone, support de la végétation, etc.). Si l'impact négatif de l'imperméabilisation sur les sols est bien connu, leur capacité à retrouver ces fonctions après désimperméabilisation reste encore peu explorée.

Le projet DESSERT s'est structuré en plusieurs étapes :

- un état de l'art sur les sols urbains,
- un inventaire des modalités de désimperméabilisation,
- et une analyse approfondie des effets de ces opérations sur l'état, le fonctionnement et la capacité

des sols à rendre des services écosystémiques, basée sur des retours d'expériences de chantiers, des essais en sites pilotes et des expérimentations en laboratoire.

Les retours d'expérience montrent que, même si chaque projet de désimperméabilisation est unique — avec des modalités adaptées au site, aux objectifs et aux ressources disponibles —, des étapes clés peuvent être dégagées, depuis la phase d'étude jusqu'à la gestion du site après travaux.

Enfin, les partenaires ont publié un guide pour accompagner les acteurs de l'aménagement urbain dans la conception et la mise en œuvre de projets de désimperméabilisation. Ce guide met en lumière le rôle fondamental des acquis scientifiques du projet pour faire des sols un levier essentiel des fonctions écologiques et des services écosystémiques dans les villes. En dernier lieu, soulignons qu'il a également contribué à la reconnaissance du projet DESSERT, distingué par le 1^{er} prix Recherche du Palmarès du Paysage 2025 de la Fédération Française du Paysage.

Laure Vidal-Beaudet

Unité de recherche Environnement physique de la plante horticole (EPHOr)

Le végétal

comme levier face aux défis climatiques

FOCUS

MISSION FULBRIGHT À L'ARIZONA STATE UNIVERSITY
JANVIER-JUILLET 2024



Des arbres pour rafraîchir la ville

En 2024, un séjour de 7 mois aux États-Unis a été réalisé grâce à une bourse Fulbright, au sein de l'Arizona State University (School of Geographical Sciences and Urban Planning, Phoenix). L'objectif principal était d'identifier les critères guidant le choix des essences d'arbres plantées en ville pour atténuer la surchauffe urbaine, en tenant compte des conditions climatiques locales et des ressources en eau disponibles.

Ce travail s'est appuyé sur les approches interdisciplinaires, les dispositifs expérimentaux et les outils numériques développés par le Centre de Recherche sur le Climat Urbain de l'université. De nombreux échanges avec des chercheurs, la participation à divers séminaires – en tant qu'auditeur et intervenant – ont enrichi cette expérience scientifique.

Ce séjour a également permis de rejoindre le projet SW-IFL (South West Integrated Field Laboratory), un programme de recherche ambitieux doté de 25 millions de dollars, coordonné par le Pr Sailor. Il vise à concevoir des solutions résilientes face aux vagues de chaleur dans le sud-ouest des États-Unis. Deux groupes de travail ont particulièrement mobilisé l'expertise apportée : « résilience » et « observations », avec une implication active sur le terrain lors des grandes campagnes de mesures climatiques menées en juin et juillet à Phoenix et Tempe.

Une collègue technicienne de l'Institut Agro a également participé aux expérimentations dans le cadre d'une mobilité Erasmus+.

Le séjour s'est étendu à d'autres centres de recherche, notamment à l'Université d'État du Colorado (Fort Collins) et à l'Université d'Arizona (Tucson), au sein du Controlled Environment Agriculture Center.

Ces travaux ont abouti à la rédaction d'une revue de la littérature sur les services climatiques rendus par les arbres en période de fortes chaleurs et de sécheresse, en collaboration avec D. Sailor. Au-delà des apports scientifiques, cette immersion a été l'occasion unique d'observer, de l'intérieur, les pratiques de recherche et les enjeux sociétaux propres au contexte nord-américain.

Pierre-Emmanuel Bournet

Unité de recherche
Environnement physique
de la plante horticole
(EPHor)



Paysages en transition

Territoires en débat

Regards croisés sur l'impact paysager de l'extraction minière en Arizona

Les États-Unis figurent parmi les principaux producteurs mondiaux de cuivre, avec les plus grandes mines du continent américain situées en Arizona. Dans le cadre d'un Fellowship Program associant l'Institut Agro Rennes-Angers, l'Université d'Arizona et le CNRS international (IRL I-Globe UMI 3157), un séjour de recherche a eu lieu au printemps 2024 à la School of Geography, Development & Environment de l'Université d'Arizona, à Tucson.

Les travaux ont porté sur le vécu, les ressentis et les perceptions des habitants face aux transformations paysagères provoquées par l'extraction des ressources minières. Le projet Rosemont-Copper World, source de controverses depuis 1996, prévoit la création d'une mine de cuivre à ciel ouvert aux alentours de Tucson, dans les Santa Rita Mountains, un massif riche en biodiversité, prisé des randonneurs et ornithologues. Ce territoire est également culturellement important pour la Nation autochtone Tohono O'odham, qui y entretient une relation ancestrale et spirituelle.

Un article publié en 2024 dans la revue Projets de Paysage présente les premiers résultats de cette recherche de terrain, centrée sur la relation au paysage des Tohono O'odham dans le contexte du projet minier.

L'enquête s'appuie sur une méthodologie combinant arpentage des sites miniers, analyse de corpus textuels et iconographiques, observations participantes et entretiens semi-directifs. Elle met en lumière la diversité des perceptions et réactions face aux bouleversements annoncés de l'environnement local.

Dans un contexte de relance de l'exploitation minière aux États-Unis, la mise en activité potentielle de cette mine pourrait transformer durablement les paysages de Tucson et impacter le quotidien de ses habitants.

Fabienne Joliet et Emma Wolton
Unité mixte de recherche
Espaces et sociétés (ESO)



Former la nouvelle génération d'ingénieurs et d'experts des problématiques environnementales et alimentaires

3 MISSIONS

- 1 **Formation**
- 2 **Recherche**
- 3 **Innovation**

3 AXES THÉMATIQUES



**Gouvernance des communs
et transitions des systèmes
agri-alimentaires**



Manger demain



**Territoires et paysages
nourriciers-multifonctionnels**

Des spécificités locales
sur chaque territoire et
des liens étroits noués avec
les collectivités territoriales,
les centres de recherche INRAE
et les pôles de compétitivité
Valorial, VEGEPOLYS VALLEY
et Mer Bretagne Atlantique

📍 **Campus d'Angers**

Un campus durable dédié
au végétal situé dans l'un
des principaux bassins
européens de productions
horticole et semencière au
cœur des paysages Val de
Loire UNESCO

📍 **Campus de Rennes**

Un campus éco-responsable
avec 80 % d'espaces verts
au cœur du 1^{er} bassin agricole,
agroalimentaire et maritime
d'Europe

CHIFFRES CLÉS

1 800
étudiants

130
doctorants

10%
d'étudiants
internationaux

495
personnels dont

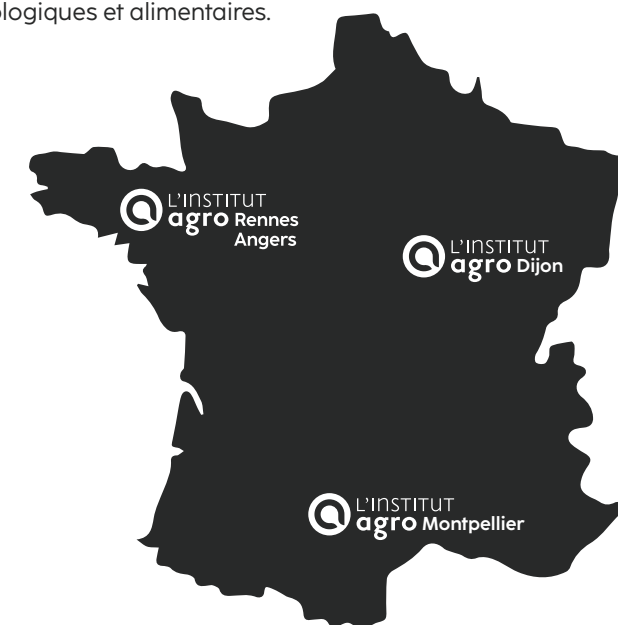
130
enseignants-chercheurs

6
départements
d'enseignement
et recherche

13
unités de recherche
labellisées

Une école de l'Institut Agro

L'Institut Agro est un établissement public d'enseignement supérieur et de recherche dans les domaines de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement qui regroupe 3 écoles : l'Institut Agro Dijon, l'Institut Agro Montpellier et l'Institut Agro Rennes-Angers. Il propose des formations initiales (ingénieurs, masters, doctorats) et continues et a pour ambition de préparer les nouvelles générations de femmes et d'hommes responsables, engagés, créatifs et entrepreneurs, et de leur donner les clés pour réussir les transitions climatiques, écologiques et alimentaires.





Directeur de la publication : Romain Jeantet, directeur par intérim de l'Institut Agro Rennes-Angers

Responsable de la publication : direction de la communication

Conception graphique : Pollen Studio – mise à jour 2025 : direction de la communication

Crédits photos : L'Institut Agro Rennes-Angers, ©Adobe Stock

Juin 2025