

 Centre
Val de Loire

INRAE



Rapport d'activité

Édition 2025
[Données 2024]

INRAE Val de Loire

Les chiffres clés

Avec un effectif de 945 agents INRAE, dont 585 titulaires et 360 contractuels, auxquels s'ajoutent 300 personnels de nos partenaires hébergés, soit un total de 1245 personnes accueillies, le centre INRAE Val de Loire développe des recherches génériques et des études intégrées et pluridisciplinaires, sources d'innovations pour une meilleure durabilité des ressources naturelles et des systèmes agricoles et forestiers ainsi que de la biodiversité qui leur est associée. Grâce à ses plateformes technologiques, les analyses peuvent se faire aux différentes échelles de la molécule, de l'individu, des populations et des écosystèmes. L'imagerie permet désormais de visualiser et de suivre dans le temps les mécanismes physiologiques et physiopathologiques. Répartis sur les 4 sites d'Indre-et-Loire, du Loiret et du Cher qui s'étendent sur 1 500 hectares, les dispositifs expérimentaux du centre permettent de développer de nouveaux modèles et d'étudier des ressources génétiques, animales, végétales ou microbiennes pour acquérir des données particulièrement originales. Ils ouvrent également la possibilité de tester de nouvelles démarches durables comme la méthanisation des effluents..

Les équipes



1245
personnes accueillies

585 agents titulaires

360 contractuels

255 personnels de nos partenaires
présents dans les unités du centre

Les unités



7 unités de recherche
dont **4** unités mixtes



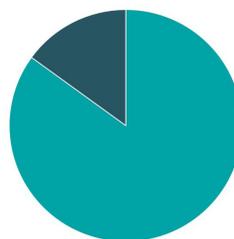
5 unités expérimentales



2 unités d'appui

Les moyens

70,2 M€
de ressources



59,9 M€
de budget (85 %)

10,3 M€
en ressources propres - contrats et recettes (15 %)

Les résultats en 2024



12 nouveaux contrats avec des partenaires privés

Coordination de **2** nouveaux projets européens

328 publications
dans des revues scientifiques à comité de lecture

Éditorial

2025 marque le soixantième anniversaire de la création du site de Nouzilly, première implantation significative de notre Institut national dans la région et, depuis 12 ans, siège d'un centre comportant également trois autres sites à Orléans, Nogent-sur-Vernisson et Bourges.

En région Centre-Val de Loire, notre Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement s'emploie depuis 60 ans à produire des connaissances et des réponses adaptées aux besoins des filières agricoles et de l'ensemble des citoyens, en actualisant en permanence ses questionnements, méthodes et équipements.

Complémentaire du rapport d'activité national, ce rapport régional n'a pas de vocation exhaustive mais seulement de faire part à nos partenaires techniques, économiques et administratifs d'une partie des faits marquants de l'année 2024 écoulée, tout d'abord en soulignant les avancées de la recherche dans les 4 domaines clés du centre :

- Dynamique des sols et gestion de l'environnement ;
- Biologie intégrative des arbres et organismes associés, valorisation des ressources génétiques forestières ;
- Biologie animale intégrative, durabilité des systèmes d'élevage ;
- Infectiologie et One Health.

Il s'agit également d'évoquer, en lien avec la stratégie nationale, les innovations et solutions innovantes et les actions d'appui aux politiques publiques.

L'ouverture internationale a été principalement marquée par le renouvellement du Laboratoire International Associé (LIA) franco-chinois sur l'étude des insectes xylophages invasifs.

Le dialogue Sciences/société s'est concrétisé en 2024 par une attention particulière accordée à l'accueil scolaire, avec l'accueil de plus d'une cinquantaine de stagiaires de 3^{ème} et une trentaine de stagiaires de l'enseignement technique agricole, puis l'organisation d'une journée d'animation scientifique dédiée à 100 élèves de cours moyen sur le site de Nouzilly et d'une quarantaine d'élèves de lycée sur le site d'Orléans.

Enfin, durant l'année 2024, confirmant son engagement, le centre a mené des actions en matière d'égalité/diversité, notamment en signant la convention pour la lutte contre les violences faites aux femmes, et dans le domaine de la responsabilité sociétale et environnementale, en particulier en ce qui concerne les économies d'énergie et la promotion des chaufferies biomasses.

Mes plus vifs remerciements vont aux personnels : chercheurs, ingénieurs, assistants ingénieurs, techniciens et adjoints techniques expérimentateurs comme administratifs qui ont permis de développer ces diverses activités et à celles et ceux qui ont participé à l'élaboration de ce rapport.



Marc Guérin
Président du centre INRAE Val de Loire



Sommaire

Les temps forts de l'année	4
Les avancées de la recherche	6
- Dynamique des sols et gestion de l'environnement	6
- Biologie intégrative des arbres et organismes associés - valorisation des ressources génétiques forestières	7
- Biologie animale intégrative, durabilité des systèmes d'élevage	10
- Infectiologie et One Health	14
Les innovations et solutions innovantes	16
L'éclairage des politiques publiques	19
L'ouverture internationale	21
Le dialogue science-société	23
Un acteur engagé	25

2024 Les temps forts



mars

La Ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche, Sylvie Retailleau, en visite sur le site de Nouzilly.



© V. Landais-Purnu - INRAE



mai

Le protocole départemental de prévention et de lutte contre les violences faites aux femmes est signé sur le site de Nouzilly.

© V. Landais-Purnu - INRAE

juin

Dans le cadre des Journées nationales de l'agriculture, des lycéens sont accueillis pour une visite immersive d'exploration scientifique au MOBE d'Orléans et sur le site d'Ardon.



© V. Landais-Purnu - INRAE



© A. Mychak - INRAE

septembre ▶

L'Académie d'agriculture de France (AAF) décerne une médaille d'or à Frédéric et Marion Gosselin, du site de Nogent-sur-Vernisson, pour leurs travaux sur la biodiversité en forêt.



© INRAE



© M. Steinmann - INRAE

◀ octobre

Les 4 sites du centre répondent présents pour participer à la Fête de la science.

novembre ▶

Le centre inaugure sa première chaufferie biomasse, sur le site de Nouzilly.

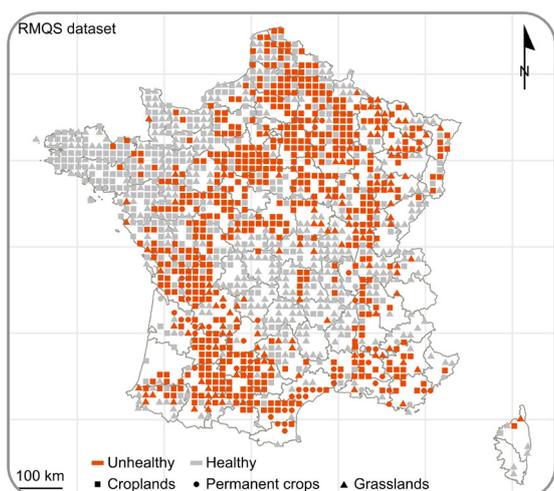


© J. Fraysse - INRAE



Les avancées de la recherche

AXE 1 - Dynamique des sols et gestion de l'environnement



Carte des sites RMQS classés comme en mauvaise santé du fait d'un rapport carbone organique/argile inférieur à 1/13 (Rabot et al., 2024).

La pertinence du rapport carbone organique/argile comme indicateur national de la santé des sols

La proposition de directive européenne sur la surveillance des sols, encore en discussion au niveau européen, vise à ce que tous les sols soient en bonne santé d'ici à 2050.

Pour que les États membres puissent rendre compte de l'état de santé de leurs sols, un certain nombre d'indicateurs y est proposé, dont le rapport carbone organique/argile pour qualifier le statut organique des sols. Cet indicateur a initialement été développé pour évaluer la qualité structurale des sols, dans une

étude locale en Suisse. Une évaluation de cet indicateur a été conduite à l'échelle nationale en France, afin de tester sa pertinence dans divers contextes de climats et de types de sols. Pour ce faire, le rapport carbone organique/argile a été confronté à 2 indicateurs de la structure du sol, la densité apparente et la stabilité des agrégats, et l'effet du type de sol a été testé. Les données du Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS), programme géré par l'UR Info&Sols dans le cadre du GIS Sol, ont été mobilisées.

L'unité a montré que le rapport carbone organique/argile était un moins bon indicateur de la densité apparente et de la stabilité des agrégats que la teneur en carbone organique seule. Il s'est avéré fortement affecté par le pH du sol, les sols acides étant systématiquement classés comme étant en bonne santé selon le seuil de 1/13 de la directive européenne, et les sols basiques étant souvent classés comme en mauvaise santé. Il souffre en conséquence d'un biais vis-à-vis du type de sol, car son domaine d'applicabilité exclut les sols impliquant d'autres mécanismes de stabilisation du carbone que les associations avec la fraction argileuse. Le climat affecte également fortement l'indicateur. La pertinence de l'utilisation du rapport carbone organique/argile et son seuil proposé de 1/13 pour l'ensemble du territoire européen est alors questionnée.



Pour en savoir plus :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706124000582?via%3Dihub>

AXE 2 - Biologie intégrative des arbres et organismes associés, valorisation des ressources génétiques forestières

Quand un pin maritime se souvient de la température alors qu'il n'était qu'un embryon

Les graines de pin maritime gardent en mémoire, pendant au moins deux ans après germination, la température à laquelle elles ont été exposées lors de la formation de l'embryon.

C'est ce que montrent pour la première fois des chercheurs de l'INRAE, des universités d'Orléans, Perpignan et Lisbonne, du CEA et de l'Institut technologique FCBA. Cette mémoire est d'origine épigénétique, c'est-à-dire des modifications induites par l'environnement qui n'affectent pas la séquence d'ADN des gènes mais leur activité. Les chercheurs ont identifié 10 gènes qui accumulent de telles marques épigénétiques et qui sont impliqués dans le développement de l'embryon à l'arbre, les mécanismes de défense et d'adaptation, ainsi que la régulation épigénétique.

Il s'agit du premier rapport chez les plantes pérennes qui démontre la transmission de marques de méthylation de l'ADN de la phase embryonnaire au développement post-embryonnaire. Au regard de l'importance des facteurs climatiques dans la reproduction des arbres forestiers, ces résultats ouvrent des perspectives pour la gestion adaptative des forêts dans le contexte du changement climatique.

Ces résultats ouvrent, en effet, la possibilité de conditionner très précocement (au stade graine) les plantes à long cycle de vie, comme les arbres, par la température ou d'autres facteurs environnementaux, pour induire de nouvelles caractéristiques déterminées par des marques de méthylation de l'ADN. Ces effets de mémoire épigénétique pourraient également être cruciaux pour permettre aux arbres de réagir à des stress récurrents (comme le stress thermique) et de s'adapter rapidement à un environnement changeant tout au long de leur cycle de vie.



© J.-F. Trontin - FCBA



Pour en savoir plus :

<https://academic.oup.com/plphys/article/197/2/kiae600/7885472>



Habitus de *Colydium noblecourti* sp. nov.
© G. Parmain - INRAE

Une espèce d'insecte nouvelle pour la science

Le Domaine des Barres, site de l'unité EFNO à Nogent-sur-Vernisson, est un centre d'étude des écosystèmes forestiers tempérés.

Une de ses équipes concentre ses recherches sur les coléoptères saproxyliques, essentiels au recyclage du bois mort et au maintien de la fertilité des sols forestiers.

Lors d'un test de nouveaux pièges à insectes, des spécimens d'une espèce inconnue ont été découverts. Des analyses génétiques ont confirmé qu'il s'agissait d'une nouvelle espèce de coléoptère appartenant au genre *Colydium* dans la famille des Zopheridae. Cette espèce, bien que récemment identifiée, possède une large répartition en Europe. Son mode de vie est associé aux insectes se nourrissant du bois mort, qu'elle chasse ou avec lesquels elle vit en commensalisme. Sa morphologie allongée lui permet d'explorer les galeries creusées par ces insectes.

Cette découverte illustre l'importance du Domaine des Barres pour la biodiversité : près de 1000 espèces de coléoptères y ont été recensées, soulignant l'intérêt du site pour la conservation. Ce territoire a également été le lieu de découverte d'une espèce rare de Raphidioptère.

Chaque année, 2000 nouvelles espèces de coléoptères sont décrites dans le monde, dont environ une par mois en France métropolitaine. Avec 80 % des espèces de scarabées encore inconnues, la recherche sur ces insectes représente un vaste chantier scientifique, crucial pour mieux comprendre et préserver les écosystèmes forestiers.



© N. Korboulewksy - INRAE

Comment la gestion de la forêt influence l'activité biologique du sol

Une étude menée par l'unité EFNO s'est intéressée à l'impact des pratiques de gestion forestière sur l'activité biologique des sols.

Les chercheurs ont mis en place un dispositif expérimental dans la forêt domaniale d'Orléans pour analyser l'effet de la diversité des essences et de la densité des peuplements sur la vie microbienne du sol.

Les résultats montrent que les forêts mixtes, composées à la fois de chênes et de pins, favorisent une activité microbienne plus intense que les peuplements monospécifiques. Cette diversité des essences améliore la qualité des sols, en stimulant la décomposition de la matière organique et en favorisant la biodiversité souterraine. En revanche, la diminution de la densité des arbres, une pratique souvent utilisée pour améliorer la croissance des arbres restants, n'a pas eu d'effet notable sur l'activité biologique du sol.

Ces résultats soulignent l'importance de la diversité des espèces pour préserver la fertilité des sols forestiers. Une meilleure compréhension de ces mécanismes peut aider à adapter les stratégies sylvicoles afin de renforcer la résilience des forêts face aux défis environnementaux, notamment le changement climatique. En favorisant des peuplements mixtes, la gestion forestière pourrait ainsi concilier production de bois et préservation des écosystèmes, contribuant ainsi à une exploitation plus durable des forêts.

Cette étude apporte donc des éléments concrets pour guider les choix des gestionnaires forestiers, en mettant en avant l'impact positif de la diversité végétale sur la santé des sols.



Pour en savoir plus :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S034181622300632X?via%3Dihub>

Les avantages environnementaux et sociaux d'une agriculture diversifiée

Monoculture, élevage, santé des sols... Et si on diversifiait l'agriculture ?

Un collectif de chercheurs s'est intéressé à des démarches de diversification dans 11 pays pour en étudier les résultats, les avantages et stratégies à mettre en place. Kevin Darras, de l'unité de recherche Écosystèmes Forestiers de Nogent-sur-Vernisson (EFNO) a notamment contribué à cette recherche publiée dans le média Science.

Les fermes ont tendance à être des écosystèmes simplifiés conçus pour produire efficacement une ou plusieurs cultures, ou du bétail. Des stratégies visant à diversifier ces systèmes en gérant plusieurs espèces, en incorporant des zones de végétation non cultivée ou en conservant le sol ou l'eau ont été proposées comme moyens de contrer les effets environnementaux négatifs d'une agriculture simplifiée tels que la perte de biodiversité et la pollution.

Rasmussen et coll. ont examiné les effets de telles pratiques sur les résultats environnementaux et sociaux en harmonisant les données de 24 études réalisées dans 11 pays. Ils ont constaté que la mise en œuvre de la diversification de l'élevage ou de la conservation des sols avait tendance à produire des résultats sociaux et environnementaux bénéfiques, en particulier pour la biodiversité. Les exploitations agricoles qui ont mis en œuvre plusieurs stratégies de diversification ont obtenu davantage de résultats gagnant-gagnant.



© M. Steinmann - INRAE

Pour en savoir plus :

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adj1914>

Anticiper les risques liés à la processionnaire du pin : une modélisation pour mieux prévoir les périodes d'urtication et de traitement

Le changement climatique affecte la distribution spatiale de la processionnaire du pin, et sa phénologie (i.e., date d'apparition des stades biologiques au cours de la saison).

Les périodes de risque d'urtication dû à la processionnaire du pin – essentiellement à la fin du développement des larves et au moment des processions –, et les périodes de traitement au Bacille de Thuringe (Bt) – efficace essentiellement sur les stades larvaires intermédiaires (L2-L4) – sont étroitement liées à la phénologie de l'insecte.

Auparavant, ces périodes étaient quasiment les mêmes chaque année. Avec la variabilité accrue des conditions climatiques d'une année à l'autre, il devient plus difficile de prévoir ces périodes. Des urtications à des périodes inhabituelles et des échecs de traitement au Bt sont observés.

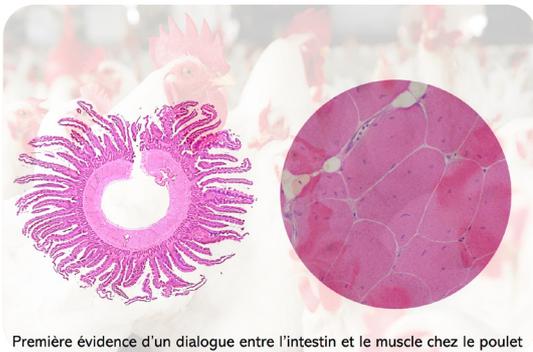
Sur la base d'un modèle phénologique récemment développé (Poitou et al. 2022), de données de vol théoriques des adultes pour initialiser le modèle, et des données météorologiques récupérées chaque jour auprès de Météo-France (données SAFRAN), des cartes prévisionnelles ont été produites pour la France métropolitaine (mises à jour chaque jour : <https://urtiquand.fr>). Il s'agit : d'une carte concernant le risque d'urtication dû à la processionnaire du pin jusqu'à J+7, et d'une carte pour les périodes d'utilisation du Bt. Les éléments permettant de produire ces cartes font l'objet de la DI-RV-24-0092 (2024).



Pour en savoir plus :

<https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2022.825875/full>

AXE 3 - Biologie animale intégrative, durabilité des systèmes d'élevage



Première évidence d'un dialogue entre l'intestin et le muscle chez le poulet

Un lien entre teneur en glycogène musculaire et physiologie digestive mis en évidence chez le poulet

En tant que principale source d'énergie dans le muscle, le glycogène est un déterminant majeur de la fonctionnalité musculaire et de la qualité de la viande.

Ainsi, la sélection génétique de deux lignées de poulet divergentes pour le pH ultime du filet, proxy des réserves en glycogène, a bien permis de montrer qu'un excès de glycogène conduit à l'apparition d'une viande acide. En revanche, un déficit en glycogène est associé à l'apparition de symptômes de type myopathique, caractérisés par de la dégénérescence et régénération des fibres musculaires et le développement de tissu adipeux. Au-delà des impacts sur le muscle, un affaiblissement des réserves en glycogène dégrade la qualité du poussin ainsi que les performances des poules reproductrices. En écho aux travaux déjà conduits chez la souris, le lien entre métabolisme musculaire et sphère digestive au sein des lignées divergentes de poulet pour le pH ultime a été étudié.

Les résultats indiquent des phénomènes d'adaptation digestive, avec des différences anatomiques et histologiques entre les deux lignées jouant sur la digestion et l'absorption des nutriments. Des modifications fines du microbiote caecal ont été observées en lien avec la fourniture d'énergie. Enfin, plusieurs gènes sont différenciellement exprimés entre lignées au niveau digestif, dont certains sont impliqués dans la réponse immunitaire, la régulation de l'appétit ou encore la morphogenèse du tissu.



Pour en savoir plus :

<https://www.nature.com/articles/s41598-024-74009-z>



La poule, l'œuf et le poussin dans les systèmes d'éclosion conventionnels et à la ferme

La période après l'éclosion des poussins en élevage reste critique pour leur bien-être et leur santé et elle peut impacter durablement ces états, ainsi que leurs performances zootechniques.

De nouvelles pratiques d'élevage comme l'éclosion à la ferme et la présence d'une poule adulte avec les poussins pourraient renforcer leur robustesse et diminuer l'utilisation des antibiotiques.

Les bénéfices/risques de ces pratiques ont été analysés dans cette étude.

Le poids des poussins était plus élevé lors d'une éclosion en bâtiment comparativement à une éclosion au couvoir mais cette différence n'était plus observée en fin d'élevage.

L'acceptation des poussins par les poules était très variable quelles que soient les conditions d'éclosion.

La présence de poule a eu des conséquences différentes sur la croissance des poulets jusqu'à l'âge d'abattage selon les conditions d'éclosion et le sexe : le poids des mâles éclos au couvoir était diminué alors que le poids des femelles écloses en bâtiment était augmenté.

Cette étude montre qu'un système d'éclosion en bâtiment est au moins équivalent au système d'éclosion en couvoir en termes de qualité des poussins et de performance.

Toutefois les effets différents de la présence d'une poule avec les poussins selon leur sexe requièrent de mieux comprendre les déterminants de leur capacité à partager un espace commun.



Pour en savoir plus :

<https://peercommunityjournal.org/articles/10.24072/pcjournal.382/>

La mise en place précoce de l'orientation du métabolisme chez des poulets dont les réserves énergétiques diffèrent

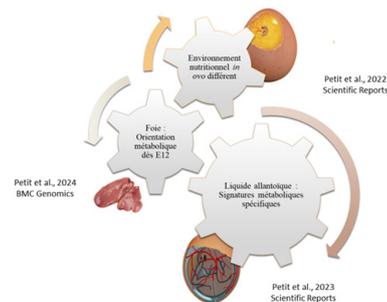
Les filières d'élevage de volailles doivent s'adapter aux nouvelles exigences sociétales, notamment en matière de durabilité, de respect de l'éthique animale et de qualité des produits.

Les animaux de demain devront être robustes, capables de s'adapter à des conditions d'élevage et alimentaires diversifiées et fluctuantes, et efficaces sur le plan métabolique. Il est alors essentiel de comprendre quand et comment l'orientation métabolique se met en place et comment la nutrition, y compris via la mère, peut influencer ce processus, et ainsi impacter le métabolisme des animaux et leur développement ultérieur.

L'étude de l'ontogénèse du métabolisme protéino-énergétique de deux lignées de poulets (pHu+ et pHu-) présentant à l'éclosion des orientations métaboliques différentes a permis d'identifier, dès le stade embryonnaire E12, 8 clusters correspondant à 8 profils d'expression moyens qui ne sont pas représentatifs d'une voie ou d'une fonction métabolique spécifique. A E12 et E14, la majorité des gènes différenciellement exprimés entre les deux lignées était surexprimée dans la lignée pHu+, alors qu'en fin d'incubation (à partir de E18) elle l'était dans la lignée pHu-.

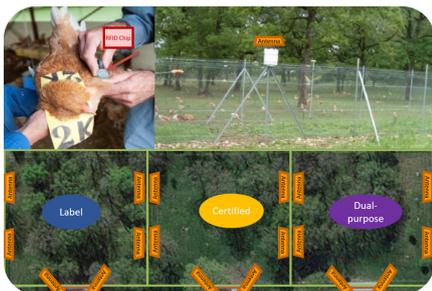
Des différences d'expression liées au sexe ont également été observées, ce qui renforce l'importance de considérer ce facteur dans les études en lien avec la mise en place de l'orientation métabolique précoce. Ces travaux ouvrent aujourd'hui la voie à des stratégies nutritionnelles précoces ou via la mère, visant à moduler les réserves énergétiques et à améliorer les capacités adaptatives des volailles.

Moduler l'orientation métabolique des animaux pour améliorer leur robustesse, favoriser leur développement ultérieur et augmenter leurs capacités adaptatives



Pour en savoir plus :

<https://bmcgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12864-024-10323-0>



Le dispositif expérimental.
 En haut à gauche : Puce RFID sur l'aile de poulet.
 En haut à droite : antenne placée sur le parcours.
 En bas : vue aérienne des parcours.

Phénotypage à haut débit pour identifier de nouveaux indicateurs de comportement d'utilisation du parcours chez le poulet

L'accès au plein air est une caractéristique clé de l'élevage des poulets fermiers ; c'est aussi une demande forte de la société, quel que soit le type de production.

La manière dont les poulets utilisent le parcours extérieur peut changer en fonction du climat, de l'aménagement des parcours et des caractéristiques individuelles des animaux en lien avec leur génétique. Cependant, mesurer cette utilisation de l'extérieur est souvent lourd à mettre en œuvre et donne des résultats peu précis.

Grâce à l'utilisation d'un système RFID (Radio Frequency Identification) de géolocalisation des poulets, les chercheurs ont développé une méthodologie non-invasive permettant de suivre en continu l'utilisation du parcours au niveau individuel.

À partir de ces localisations en temps réel, 2 indicateurs synthétiques ont été créés : le 1er dépend du temps passé dehors, de la sociabilité et de l'activité des poulets, le 2nd est associé à l'étendue de l'exploration du parcours. Ces 2 indicateurs sont cohérents avec des observations visuelles et répétables chez chaque individu, ce qui pourrait suggérer qu'il existe une influence génétique.

Les premières études menées sur 600 poulets de trois souches différentes montrent que les poulets passent plus de temps dehors avec l'âge, surtout quand il fait plus chaud au printemps, et qu'il n'y a pas de différence entre les mâles et les femelles. Ces nouveaux outils permettent de mieux comprendre et optimiser l'utilisation de l'extérieur dans les élevages avicoles en plein air.



Pour en savoir plus :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731124000302?via%3Dihub>



© L. Lansade - INRAE

Le bien-être des chevaux de haut-niveau au cœur d'un projet de recherche sur les émotions animales

Les questions autour du bien-être animal touchent toutes les filières. Les JO en ont été l'exemple cette année, avec des considérations grandissantes autour du bien-être des chevaux participant aux épreuves d'équitation à Versailles.

Consciente des enjeux forts qui se jouaient, la Fédération Française d'Équitation a sollicité l'INRAE pour lancer une thèse sur ce thème.

L'objectif est de trouver des indicateurs fiables et objectifs de l'état de bien-être des chevaux de haut-niveau ainsi que les facteurs le favorisant. Avec une approche originale basée sur le décryptage de leurs expressions faciales, les équipes cherchent à accéder au plus près de leurs émotions.

Des méthodes d'analyses innovantes (FACS network analyses) ont permis d'identifier des expressions typiques d'anticipation positive ou au contraire négative. Une preuve de concept basée sur l'intelligence artificielle explicative (XAI) a même ouvert de nouvelles perspectives pour automatiser leur détection. Concernant les facteurs qui favorisent un bon mental de ces chevaux, un mode de vie respectueux de leurs besoins fondamentaux (accès à la liberté, à des congénères et à du fourrage en continu) est le facteur clé. Et certains des cavaliers français médaillés à l'été 2024 ont démontré qu'il était possible d'allier ce mode de vie respectueux du bien-être à la compétition au plus haut-niveau.

Au-delà des JO, ces recherches ont une portée générale : elles contribuent à l'étude fondamentale des émotions animales grâce au déploiement de techniques innovantes, permettant de les décrypter et d'affiner leur interprétation.

Cette thèse est financée par le Fonds EquiAction, avec le soutien de l'IFCE pour son fonctionnement et menée au sein de l'équipe « Cognition, Ethologie, Bien-Être » de la PRC.



Pour en savoir plus :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159124001102>

Comment l'environnement social affecte les interactions sociales des souris

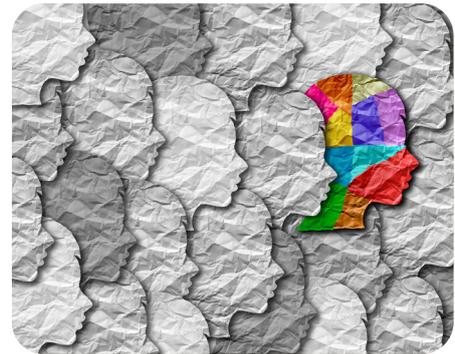
Les troubles du spectre de l'autisme (TSA) sont définis par des déficits d'interaction sociale et de communication, ainsi que les comportements stéréotypés ou restreints.

Les symptômes peuvent être influencés par des facteurs environnementaux, notamment l'expérience sociale durant la période postnatale critique du neurodéveloppement.

Dans cette étude, les chercheurs ont examiné comment l'environnement social affecte les interactions sociales des souris de type sauvage (WT) et les souris knock-out (KO) Shank3, un modèle présentant des déficits d'interaction sociale et des stéréotypies motrices.

Les résultats montrent que l'isolement social chronique augmente l'interaction sociale et la réponse des neurones olfactifs aux odeurs sociales chez les souris WT. Il restaure également les déficits de préférence pour la nouveauté et la motivation sociale, la fonction olfactive et les toilettages excessifs chez les souris KO Shank3. De plus, un environnement social enrichi accroît l'intérêt social pour de nouveaux congénères chez les souris WT, mais a l'effet inverse chez les souris KO Shank3. Enfin, les souris KO Shank3 présentent des réponses sociales distinctes selon qu'elles sont exposées à des souris WT ou KO.

Ces résultats ont des conséquences pour les élevages des lignées de souris et pour la mise en place d'interventions comportementales pour les enfants atteints de TSA.



Pour en savoir plus :

<https://www.nature.com/articles/s41398-024-03174-6>

Les poules aussi rougissent d'émotion

Une étude récente menée par des chercheurs d'INRAE a révélé que les poules expriment leurs émotions par des variations de la couleur de leur peau faciale.

En observant 6 poules Sussex âgées de 3 à 4 mois dans un verger de 363 m² en Val de Loire, les scientifiques ont analysé leur comportement et la teinte de leur peau dans diverses situations émotionnelles.

Les résultats indiquent que face à une nourriture appétente, comme des vers de farine, les poules présentent un rougissement modéré. Cependant, lors d'expériences négatives, telles que la capture, leur peau devient intensément rouge sur l'ensemble du visage. Alors que dans des moments de repos, la peau apparaît nettement plus claire.

L'étude a également exploré l'impact de l'habituation à la présence humaine. Un groupe de 13 poules Sussex a été exposé régulièrement à un expérimentateur pendant 5 semaines. Contrairement aux poules non habituées, ces sujets présentaient une peau faciale plus claire en présence de l'humain, suggérant un état émotionnel plus calme et une perception positive de cette interaction.

Ces découvertes offrent de nouvelles perspectives pour évaluer le bien-être des poules en utilisant la coloration de leur peau comme indicateur émotionnel. Les chercheurs envisagent d'approfondir ces travaux en étudiant d'autres expressions comportementales, telles que les mouvements des plumes de la tête, dans des contextes émotionnels variés, incluant des situations positives comme le jeu ou négatives comme la frustration.



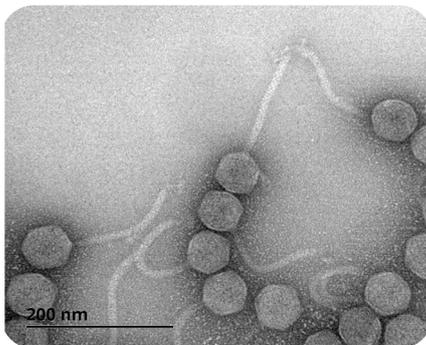
© A. Bertin et C. Arnould - INRAE



Pour en savoir plus :

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159124001163?via%3Dihub>

AXE 4 - Infectiologie et One Health



Phage vB_EcoS_ESCO41 du genre *Nouzillyvirus* observé en coloration négative par microscopie électronique © ISP - INRAE



Pour en savoir plus :

<https://journals.asm.org/doi/10.1128/spectrum.04296-22>

Le biocontrôle par les phages des entérobactéries pathogènes en filière avicole

Les entérobactéries pathogènes telles que *Salmonella enterica* et *Escherichia coli* ont un impact économique majeur sur la filière avicole.

Ainsi, *Salmonella*, bactérie zoonotique, infecte de façon asymptomatique les volailles. La présence de salmonelles dans les élevages est à déclaration obligatoire, entraînant le retrait des animaux, ceci afin de limiter l'entrée de produits contaminés dans la chaîne alimentaire humaine.

Les *Escherichia coli* pathogènes aviaires (APEC) provoquent la colibacillose, principale maladie bactérienne des volailles. Les animaux malades sont essentiellement traités par antibiothérapie, favorisant l'émergence de bactéries multirésistantes aux antibiotiques.

Afin de prévenir ces infections impactantes, l'utilisation de bactériophages peut s'avérer prometteuse. Il a été montré qu'un cocktail de phages commercial, administré avant l'infection dans l'eau de boisson, a permis de réduire la colonisation de *Salmonella* dans les caecums de 3 logs jusqu'à 4 jours après l'infection. En outre, le cocktail de phages n'a pas induit de dysbiose du microbiote. Une collection de phages actifs contre des souches APEC circulantes en élevage a été constituée et a conduit à la création d'un nouveau genre : les *Nouzillyvirus*.

L'administration de 4 phages de la collection in ovo s'est révélée très prometteuse pour protéger les poussins dans leur première semaine de vie, période d'élevage critique, et diminuer l'excrétion fécale des souches d'*E. coli* pathogènes, préservant ainsi la salubrité de l'environnement de l'élevage.

Des neutrophiles régulateurs de l'inflammation dans la tuberculose

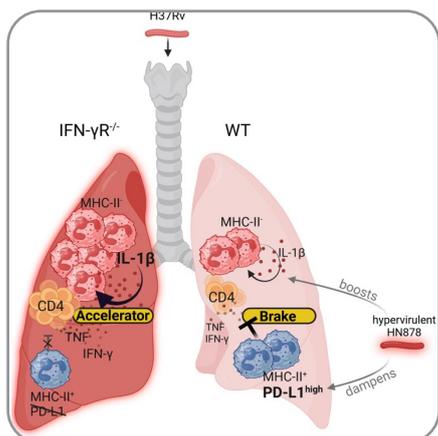
Les neutrophiles sont des armes à double tranchant, capables d'éliminer les pathogènes, mais aussi délétères pour les tissus dans lesquels ils sont recrutés par leur arsenal toxique.

En tuberculose, les neutrophiles sont associés à la phase active et contagieuse de la maladie et sont des cibles à éliminer par de nouvelles thérapies. Les travaux menés tendent à nuancer cette vision.

Il a été découvert que 2 sous-types distincts de neutrophiles pouvaient soit freiner - via la molécule de surface PD-L1 - soit accélérer - via la production d'IL-1 β , l'inflammation dans le poumon lors de la tuberculose. Il a aussi été observé que la modulation de la molécule PD-L1 sur les neutrophiles régulateurs était une nouvelle clé utilisée par les souches de *M. tuberculosis* hyper-virulentes pour amplifier à leur profil l'inflammation pulmonaire.

La France reste actuellement un pays officiellement exempt de tuberculose bovine (bTB) mais ce statut précieux pour les échanges commerciaux est en grand danger. Malgré tous les efforts, de nouveaux cas de bTB sont régulièrement déclarés, notamment dans les élevages où les cheptels entiers ont été abattus.

Ces travaux ouvrent la voie à un changement de paradigme : passer d'un objectif d'éradication de la bactérie par une surveillance des troupeaux et un abattage « de masse » à un objectif de contenir la



Pour en savoir plus :

<https://www.life-science-alliance.org/content/7/7/e202402623>

propagation de la tuberculose par la combinaison d'approches de sélection par la génétique, et d'une surveillance par la médecine vétérinaire personnalisée centrée sur l'individu « à risque », grâce au suivi des neutrophiles comme nouveaux biomarqueurs du statut clinique lors des campagnes de dépistage.

Dans une véritable perspective OneHealth, une approche similaire est proposée pour la tuberculose humaine, en lien avec les cliniciens.

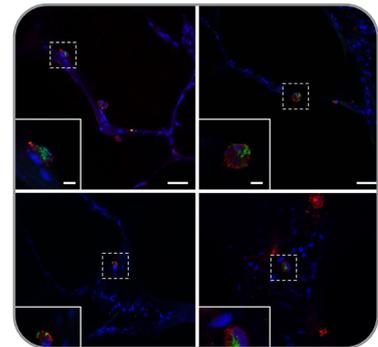
L'imagerie d'explants de poumon humains pour mieux comprendre les infections bactériennes

L'unité ISP a développé de nombreux modèles d'études pour les interactions Hôtes-Pathogènes, parmi lesquels les Precision Cut Lung Slices (PCLS).

Pour la tuberculose, en parallèle des recherches sur l'animal, les chercheurs collaborent avec le CHRU de Tours et une équipe de recherche INSERM pour étudier les interactions de *Mycobacterium bovis* et *tuberculosis* avec le tissu pulmonaire humain.

C'est dans ce contexte que l'équipe a publié un manuscrit décrivant l'obtention, l'infection et l'imagerie des PCLS humaines infectées par des mycobactéries. C'est la première publication de ce modèle chez l'homme, et l'équipe est d'ores et déjà sollicitée pour de nombreuses collaborations.

Comprendre les interactions des mycobactéries avec l'hôte peut contribuer au développement de nouvelles stratégies de traitement de la tuberculose et améliorer la prise en charge médicale des patients et la gestion de la tuberculose bovine. La validation du modèle PCLS chez l'homme ouvre des perspectives pour l'utiliser pour d'autres pathogènes bactériens, viraux ou fongiques infectant les poumons. Dans l'esprit du concept OneHealth, les équipes continuent à mener de front des recherches sur *Mycobacterium tuberculosis* et *bovis*, et essayent de trouver des biomarqueurs utiles en santé humaine et animale.



Localization in situ of *Mycobacterium tuberculosis* after the ex vivo infection of human PCLS.
© A. Remot & J. Pichon - INRAE



Pour en savoir plus :

<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2024.09.04.611185v1>

Le facteur de virulence PagN de Salmonella contribue à l'hyper réplication cytosolique de ce pathogène

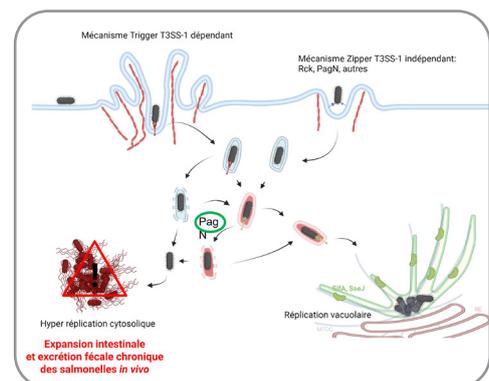
Les salmonelloses demeurent un enjeu majeur de santé publique, malgré des mesures de contrôle drastiques.

Les produits alimentaires issus des élevages avicoles et porcins sont encore souvent responsables d'infections humaines.

Salmonella est une bactérie intracellulaire facultative qui cible principalement le tissu intestinal. Après avoir envahi une cellule hôte, elle s'installe dans une vacuole d'endocytose qu'elle modifie à l'aide de ses facteurs de virulence, ce qui lui permet de survivre et de se multiplier, tout en échappant à la réponse immunitaire de l'hôte.

Des études récentes ont révélé que *Salmonella* peut s'échapper de cette vacuole vers le cytosol de la cellule. Cette évasion favorise une hyper-réplication bactérienne dans le cytosol, entraînant la mort cellulaire et facilitant ainsi l'expansion de la bactérie dans l'intestin et sa dissémination dans l'environnement.

Les travaux montrent que PagN, un facteur de virulence exprimé dans la vacuole, joue un rôle fondateur dans ce processus, car son absence réduit significativement la population bactérienne cytosolique. Le partenariat historique entre PagN et les protéoglycannes à héparane sulfate, décrit dans les mécanismes d'invasion cellulaire de *Salmonella*, suggère désormais un rôle d'évasine pour PagN. Cependant, le mécanisme exact par lequel ce partenariat contribue à l'échappement vacuolaire reste à élucider.



Pour en savoir plus :

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38804638/>



Les innovations et solutions innovantes



Site RMQS 2126 Aix-en-Provence, Fersialsol calcique superficiel issu de l'altération des calcaires du Réalton en forêt de pin d'Alep, campagne RMQS2, 13 avril 2016
© C. Jolivet - INRAE

RMQS : un suivi de la biodiversité et des pesticides et une nouvelle application

Le Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) est un programme du GIS Sol destiné à évaluer et suivre l'état des sols en France sur le long terme.

Il repose sur un maillage de 2200 sites répartis sur tout le territoire, avec des mesures réalisées tous les 15 ans. Après une première campagne entre 2000 et 2009, une seconde est en cours depuis 2016.

Pour assurer la fiabilité des données et leur intégration dans le Système d'information Sol (SI Sol), l'application DonesolNomade a été développée. Elle facilite la collecte et garantit la traçabilité des données dans une logique d'ouverture et de conformité aux principes FAIR.

Par ailleurs, en 2024, de nouveaux suivis ont été adossés au RMQS. D'une part, le suivi de la biodiversité des sols a été lancé après une phase test (2020-2022). En 2024, 69 sites ont été échantillonnés selon 4 protocoles portant sur les organismes du sol, leur activité enzymatique et l'ADN environnemental. 3 équipes ont effectué ces prélèvements entre mars et juin 2024. Ce suivi se poursuivra de 2025 à 2027 sur 210 sites avec le soutien de l'OFB et du GIS Sol, dans le cadre de la surveillance nationale de la biodiversité terrestre.

D'autre part, le suivi des pesticides fait suite au projet PHYTOSOL I (2019-2020), qui a mis en évidence la présence de 67 substances phytopharmaceutiques sur 98 % des sites étudiés. Le programme PHYTOSOL II, financé par l'OFB dans le cadre du plan ECOPHYTO II+, prévoit d'étendre cette surveillance à 540 sites entre 2024 et 2027. L'objectif est de mieux comprendre la contamination des sols et d'affiner les modèles prédictifs sur le transfert des pesticides dans l'environnement afin d'évaluer les risques pour les populations et les écosystèmes.



Microscope confocal AX R au sein de l'UMR ISP.
© J. Pichon - INRAE

Un microscope confocal de dernière génération pour percer les secrets du vivant

Le plateau d'imagerie « Imagerie et Infectiologie (IMI) » de l'UMR ISP vient de se doter d'un microscope confocal dernière génération AX R (Nikon).

Grâce au soutien de la région Centre-Val de Loire (APR IA), des départements Santé Animale (SA) et Microbiologie et Chaîne Alimentaire (MICA), cet outil révolutionnaire ouvre de nouvelles perspectives d'imagerie au sein du centre.

Cet équipement, unique dans la région et complémentaire de ce qui existe déjà, permet à la communauté scientifique de bénéficier d'une imagerie 2D/3D à très haute résolution sur un large panel d'échantillons (coupes histologiques, cellules, organoïdes, tissus épais). Equipé du scanner résonnant

le plus performant du marché, il rend possible des acquisitions ultra-rapides sur cellules vivantes pour suivre en direct des phénomènes biologiques très rapides. Il dispose aussi d'un logiciel pour la visualisation et l'analyse 3D des images acquises.

Installé dans un laboratoire de niveau de sécurité L2, il donne la possibilité d'observer des pathogènes vivants de classe 2, tout en offrant la flexibilité d'analyser des échantillons non infectieux. Sa chambre d'incubation intégrée permet de contrôler les conditions environnementales (CO₂, O₂, température, humidité), rendant possible des timelapses de longues durées en normoxie/hypoxie. Cette fonctionnalité ouvre la voie à des études sur la dynamique des infections et la réponse cellulaire en conditions physiologiques contrôlées.

Au-delà des nouvelles possibilités d'analyses, cet équipement permet de proposer à la communauté scientifique l'accès à des protocoles innovants de préparation d'échantillon et d'imagerie maîtrisés par l'équipe IMI (transparisation, microscopie d'expansion, multiplexing, etc.). Il profitera à l'ensemble des équipes scientifiques en région, en France et à l'international.

La valorisation d'un essai système en agroécologie et son transfert au monde agricole

Le projet SOBRIETE a pour objet l'étude de l'intérêt de l'association de l'élevage ovin aux grandes cultures, d'un point de vue technique, économique et environnemental.

La phase expérimentale s'est déroulée au sein de l'UE P3R de Bourges, où 180 brebis des races Romane et Berrichon de l'Indre et leurs agneaux nés en septembre 2021 ont été mis à pâturer sur les intercultures d'automne et d'hiver sur les campagnes 2022 et 2023. Les brebis en fin de gestation et en lactation, ainsi que les agneaux en phase d'engraissement, étaient complémentés avec du concentré.

Les performances de ce système de production ont été calculées avec l'outil Ostral, à partir des données de prolificité, de croissance et de consommation de concentré des animaux. Elles ont été comparées avec les résultats technico-économiques d'un groupe de fermes issu du réseau INOSYS. Cette étude révèle de bonnes performances économiques de ce système de production bas intrant (marge brute par brebis à 120 € contre 95 € en système conventionnel, marge à l'hectare de 700 €/ha, soit le double de la marge par ha en grandes cultures) mais également environnementales (réduction des émissions de GES avec 26 kg EqCO₂/kg carcasse contre 32 kg EqCO₂/kg carcasse en système conventionnel et réduction de 15 % de l'énergie utilisée pour la production) et une moindre concurrence feed-food (91 kg de concentré par brebis contre 235 kg en système conventionnel).

Cette expérimentation met en évidence l'intérêt de l'intégration de l'élevage ovin dans un système de grandes cultures agroécologiques. Cette étude a également permis de comparer les performances relatives des races Romane et Berrichon de l'Indre au sein de ce système à faible intrant. Les résultats de ce projet ont donné lieu à une restitution à un ensemble de 70 agriculteurs et professionnels, ainsi que deux communications dans des congrès à l'EAAP et au RMT SPICEE.

Ce projet a été financé par le FEADER et la région Centre-Val de Loire.



© INRAE

Pour en savoir plus :

<https://www.inrae.fr/actualites/sobriete-projet-innovant-melant-elevage-ovin-agro-ecologie-repenser-systemes-demain>



© P3R - INRAE

Un essai de recherche appliquée intégrant circularité et complémentarité entre grandes cultures et élevage

Le pâturage des couverts végétaux par les brebis est une technique qui se développe en Centre-Val de Loire.

Cependant, les références concernant les répercussions de ce mode de destruction sur la culture suivante par rapport à une suppression chimique (notamment par le glyphosate) ou mécanique sont inexistantes. Le projet Glyphovin a ainsi pour objectif de définir les conséquences agronomiques dans la rotation de la destruction du couvert par pâturage : implantation, levée, salissement, fertilisation, ravageurs, indices de fréquence de traitements phytosanitaires (IFT) et rendement.

Plusieurs essais en sites expérimentaux ont été menés, dont 2 campagnes (2024 et 2025) au sein de l'UE P3R à Bourges où plusieurs modalités de destruction de 2 couverts différents ont été comparées (pâturage seul, destruction mécanique seule et une combinaison des deux). Les équipes du P3R ont collecté des données sur les performances animales (évolution de la note d'état corporelle et santé) et agronomiques (qualité du couvert, et performances d'implantation, fertilisation et de rendement de la culture suivantes). Les analyses de données sont en cours.

Ce projet a été financé par le programme Herbe et Fourrages de la région Centre-Val de Loire.



Pour en savoir plus :

<http://bit.ly/458XT3s>



© M. Berhelot

L'effet de l'allaitement maternel sur le développement de la chevrette

En élevage caprin laitier, les chevreaux sont classiquement séparés des mères à la naissance et nourris par allaitement artificiel, pour des raisons sanitaires et économiques.

Cette pratique est questionnée, en raison de son impact sur le bien-être des jeunes. Le projet Cabriolait vise à étudier l'effet de l'allaitement maternel sur le développement comportemental, la croissance et la santé de la chevrette, la réactivité à l'humain et l'attachement à la mère. 2 lots d'une vingtaine de chevrettes ont été élevées à l'UE P3R, l'un par allaitement artificiel (AA) et l'autre par allaitement maternel (AM), avant d'être sevrées.

Les premiers résultats montrent que, bien que les chèvres n'aient jamais allaité ni été elles-mêmes maternées, un lien d'attachement se forme entre les chevrettes et leur mère. L'allaitement maternel réduit la recherche d'interaction des chevrettes envers les humains en pré-sevrage, mais cette différence s'estompe en post-sevrage. Il améliore la propreté des chevrettes, réduit les diarrhées les 3 premières semaines de vie et favorise la croissance avant sevrage.

Cependant, la croissance des AM ayant été moins forte que celles des AA le mois suivant le sevrage, le poids des chevrettes des 2 lots était équivalent à 4 mois. Enfin, quelques chevrettes séropositives au CAEV ont été détectées à 6 et 10 mois uniquement dans le lot materné.

Les résultats de Cabriolait montrent des effets plutôt positifs de l'allaitement maternel sur le comportement, la santé et la croissance des chevreaux en élevage caprin laitier, mais certains aspects sanitaires comme la transmission du CAEV sont impactés.

Ce projet a été financé par le métaprogramme SANBA et la région Nouvelle-Aquitaine.



Pour en savoir plus :

<https://sanba.hub.inrae.fr/content/download/3824/39649?version=1>



L'éclairage des politiques publiques

La dynamique partenariale de l'ARD Sycomore : une journée entre chercheurs et gestionnaires forestiers en région

Dans le cadre de l'ARD Sycomore, INRAE et Fibois Centre-Val de Loire, avec le soutien de la Région Centre-Val de Loire, ont organisé au Domaine de Chambord la première journée annuelle de valorisation socio-économique de la recherche sur l'adaptation des forêts au changement climatique.

Plus de 60 personnes, chercheurs, acteurs de la région, de la filière bois et gestionnaires forestiers ont échangé sur la thématique des facteurs de réussite des plantations.

Les présentations ont abordé :

- la politique incitative de l'Etat
- le contexte réglementaire
- un état des lieux de la réussite des plantations en Centre-Val de Loire
- le retour d'expérience de pépiniériste et de gestionnaires forestiers sur la gestion de la demande en plants et la diversification des essences
- les regards multiples portés sur les plantations par les acteurs de la filière et le grand public
- la préparation du sol, la protection des plants, la gestion de la végétation
- l'enrichissement-diversification
- le choix des ressources génétiques

Des visites de trois sites de plantations expérimentales dans le domaine forestier de Chambord ont également eu lieu.



© Fibois Centre-Val de Loire



© B. Nicolas - INRAE

Préserver la qualité des sols : vers un référentiel d'indicateurs

INRAE a restitué une étude collective sur la préservation de la qualité des sols, impliquant 19 chercheurs de 10 organismes français et canadiens, visant à établir un référentiel d'indicateurs pour évaluer la qualité et la santé des sols.

L'étude a identifié une cinquantaine d'indicateurs permettant d'évaluer les différentes fonctions des sols. Environ la moitié est considéré comme mature, avec des indicateurs souvent intégrés dans des bases de données et éprouvés depuis près de 20 ans. Un quart est en phase de maturation, nécessitant encore une standardisation des méthodes, tandis que le dernier quart est en développement, relevant encore de la recherche.

La mesure d'un indicateur seul ne suffit pas pour évaluer la qualité d'un sol. Il est essentiel de positionner la valeur obtenue dans un référentiel d'interprétation, basé sur des bases de données consolidées issues de programmes de mesure et de suivi déployés sur le territoire. La France dispose d'un système national de surveillance qui confère aux indicateurs sélectionnés une bonne opérationnalité technique.

L'évaluation de la qualité des sols nécessite également de comprendre les interrelations entre différents indicateurs pour analyser les déterminants de la situation observée et envisager des mesures correctrices. Une stratégie adéquate doit être établie en fonction de la finalité de l'évaluation, concernant notamment la complémentarité entre les indicateurs utilisés, leur éventuelle pondération, les protocoles d'échantillonnage et de mesure, ainsi que le traitement statistique et/ou cartographique des résultats.

L'étude souligne l'importance d'associer les usagers des sols et les scientifiques dans l'évaluation de la qualité des sols, tout en clarifiant les objectifs d'une telle évaluation. L'inclusion des acteurs dans l'élaboration, la réalisation et l'interprétation du suivi favorise une perception partagée de la qualité et de la santé des sols.



Pour en savoir plus :

<https://hal.inrae.fr/hal-04934694>



Des sols sains pour l'Europe : Contribution de l'EJP SOIL à l'interface sciences/politiques publiques

L'EJP SOIL (European Joint Programming Cofund on Agricultural Soil Management) est un ambitieux programme de recherche et d'appui aux politiques publiques européennes sur la gestion durable et climato-intelligente des sols agricoles.

En effet, deux nouvelles orientations ont été proposées pendant le programme : une réglementation sur les absorptions carbone et le carbone farming, et une proposition de directive cadre sur les sols.

L'EJP SOIL a été invité à des événements significatifs pour présenter sa contribution à l'interface science-politiques publiques et a organisé, le 18 novembre, un Forum politique européen à Bruxelles. Cet événement a rassemblé des décideurs politiques à l'échelle nationale comme européenne et des chercheurs, pour discuter des défis liés aux politiques sur les sols.

Sur trois thématiques : les données sol et la proposition de directive cadre européenne sur la surveillance des sols, la séquestration de carbone et la proposition de réglementation européenne sur le carbon farming et la gestion durable des sols agricoles et la Politique Agricole Commune (PAC), des chercheurs ont présenté des résultats émergents du programme de recherche et les porteurs de politiques publiques ont fait part de leurs avancées et défis.

L'événement a permis de renforcer les liens entre recherche et politiques publiques, en soulignant l'importance de l'engagement des parties prenantes pour des politiques efficaces.



L'ouverture internationale

Le Laboratoire International Associé (LIA) franco-chinois IFOPE renouvelé



On observe, en particulier depuis quelques décennies, une accélération des introductions d'insectes exotiques et de leur vitesse d'expansion, et l'Asie est désormais la source dominante des espèces envahissantes d'insectes.

Dans ce contexte, l'Unité de Recherche de Zoologie Forestière s'est associée en 2018 avec le Beijing Key Laboratory of Forest Pest Control de l'Université Forestière de Beijing (BFU) en Chine, pour créer le LIA IFOPE (Joint laboratory on Invasive FOrest Pests in Eurasia). Cette structure internationale permet de formaliser les collaborations franco-chinoises de l'unité sur l'étude conjointe des mécanismes sous-tendant la survenue accélérée des invasions d'insectes en Europe et en Asie, leur détection précoce et leur contrôle. Plusieurs autres structures chinoises, dont l'Institut de Zoologie de Beijing de l'Académie des sciences, et d'autres unités INRAE étaient associées aux projets et activités.

Un bilan très positif a été dressé à la fin de la première période (2018-2023) : les activités de recherches conjointes ont été soutenues et diversifiées, avec la mise en place de dispositifs de recherche (plantation et surveillance d'arbres sentinelles en Chine et en France, et identification des insectes indigènes les colonisant) et des visites croisées de personnels et d'étudiants. En termes de publications scientifiques, IFOPE a également fait preuve d'une excellente valorisation.

Aussi, le renouvellement du LIA a été demandé et le laboratoire P2E (Physiologie, Écologie et Environnement) de l'université d'Orléans a rejoint les partenaires de cette nouvelle mouture intitulée IFOPE2. L'amendement reconduisant ce LIA sur la période 2023-2028 a été acté début 2024. Le document signé par les partenaires chinois a été remis à la direction URZF de IFOPE2 lors d'un symposium sur les ravageurs dans le contexte du changement global qui s'est tenu en septembre à la Beijing Forest University (BFU) de Pékin et qui était coorganisé à l'initiative de IFOPE2 par 3 laboratoires de recherche internationaux franco-chinois (2 LIA INRAE et un IRP CNRS) dans le domaine de la prévention et du contrôle des ravageurs forestiers et agricoles.



Agroécologie et bien-être animal : innovations européennes pour des élevages bio et plein air

Le bien-être et la santé des animaux sont des enjeux majeurs de la transition vers des systèmes d'élevages agroécologiques, pour laquelle l'accès au plein air est une demande sociétale majeure.

Si le parcours extérieur offre aux animaux la possibilité d'exprimer les comportements de leur espèce, il présente également des risques pour leur santé et leur bien-être. Dans le cadre du projet européen PPILOW (Poultry and Pig Low-input and Organic production system's Welfare ; 2019-2024 ; #816172) coordonné par INRAE, les chercheurs se sont alliés aux professionnels des filières biologiques et plein air et aux citoyens, pour proposer des innovations permettant d'améliorer la robustesse et la santé, et de favoriser les comportements positifs de ces animaux. Ils ont également répondu aux enjeux éthiques limitant les atteintes à l'intégrité physique des animaux dans ces systèmes.

Aussi ont-ils mis en place des stratégies biotechnologiques, de sélection et d'élevage pour éviter l'élimination des poussins mâles de souches ponte (souches génétiques à double-fin et ovosexage), le picage chez les poules au bec non épointé, et pour limiter les comportements agressifs des porcs mâles non castrés, tout en garantissant la qualité de leur viande. Les solutions de PPILOW visent également à co-adapter le poulet de chair et son environnement en parcours plein air, à augmenter sa résilience thermique, à améliorer la santé du poussin par l'éclosion à la ferme et celle des poules et porcs plein air grâce à des plantes médicinales. Elles tendent, en outre, à favoriser la survie des porcelets et le bien-être des truies en élevages biologiques et de plein air.



Pour en savoir plus :

<https://zenodo.org/communities/ppilow/records?q=&l=list&p=1&s=10&sort=newest>



Le dialogue science-société

Projet Sycomore : des mallettes pédagogiques développées

Dans le cadre du projet Sycomore, deux mallettes pédagogiques ont été développées et/ou finalisées durant cette année 2024.

La mallette « Apprentis forestiers »

En collaboration avec Centre.Sciences, les chercheurs ont développé 8 fiches pédagogiques destinées aux collégiens, qui proposent des activités à réaliser en classe et en forêt, visant à mieux comprendre la forêt, son écosystème, et les services qu'elle rend à la société. Pour garantir leur pertinence et leur adéquation avec les programmes pédagogiques, Centre.Sciences a travaillé en étroite collaboration avec une enseignante de science de la vie et de la terre en collège.

Comme de véritables forestiers, les élèves pourront étudier les arbres, la forêt et leur santé : calculer, mesurer, identifier, récolter des données, les interpréter et permettre ainsi de recenser et suivre la santé d'une placette forestière. Comme de véritables scientifiques, ils pourront aussi mettre en place un protocole expérimental pour suivre le développement de semis et observer leur évolution en fonction de variables climatiques.

La mallette « Arbothèque »

En collaboration avec Fibois et Centre.Sciences, les chercheurs ont développé une mallette pédagogique innovante, qui a pour objectif de stimuler la réflexion, éveiller la curiosité et favoriser les échanges parmi les élèves du primaire.

La mallette, disponible gratuitement en prêt, est composée de 9 ateliers interactifs sur les arbres, la forêt et le changement climatique. Elle est conçue pour aider les enfants à explorer les thèmes suivants : la reconnaissance des espèces d'arbres, l'estimation de l'âge des arbres, les principales forêts du monde, l'anatomie des arbres, la densité des arbres, les observations au microscope, la biodiversité forestière et les métiers et loisirs liés à la forêt.



Mallette pédagogique
« Apprentis forestiers »
© Centre.Sciences



Mallette pédagogique
« Arbothèque »
© Centre.Sciences



Pour en savoir plus :

<https://www.sycomore-cvl.fr/cpt-actions/mallettes-pedagogiques/>

Participation au projet TEEPE de sciences avec et pour la société

Porté par l'université de Tours, le Projet TEEPE a été labellisé en juin 2024, à l'issue de la 3^{ème} vague de l'appel à projets de labellisation SAPS, dans la préparation duquel INRAE s'est fortement impliqué.

Parmi les quatre groupes de tâches (work packages), deux sont portés par des chercheuses d'INRAE, membres respectivement des UMR BOA et PRC :

- l'un sur les sciences participatives, ;
- l'autre sur le renforcement du maillage territorial des actions des Sciences avec et pour la société (SAPS) et le développement de l'essai régional

Le projet doit permettre, en plus, de mieux coordonner les actions avec les partenaires académiques, de financer un poste de médiation scientifique et d'étudier la manière d'aménager un lieu totem (espace d'accueil, notamment du public scolaire) pour promouvoir les sciences participatives, en particulier en ce qui concerne le comportement animal.





Un acteur engagé

Responsabilité sociale et environnementale

Développer des canopées en milieu ouvert : la stratégie des micro-bosquets à faible coût sur deux sites INRAE

Le projet MicroBosquets vise à multiplier les canopées dans les pelouses avec un coût beaucoup plus faible qu'avec les méthodes traditionnelles, dans 2 implantations du centre, et en collaboration avec la mairie de Saint-Jean-le-Blanc (45), représentatives d'une diversité pédologique.

L'objectif est de tester la preuve de concept suivante : peut-on, de manière participative (habitants, salariés), concevoir, planter, entretenir, évaluer (survie, croissance, stockage de CO₂) des micro-bosquets ligneux composés de très jeunes plants, dans le but de créer rapidement une canopée et des îlots de fraîcheur très diversifiée dans les espaces herbacés de collectivités et d'entreprises ?

Ce projet permettra de créer des canopées peu coûteuses telles que celles théorisées récemment, testées par simulation et rendues faciles à concevoir grâce à un outil web "MicroBosquets", développé par l'unité BioForA. Ce modèle de science participative pourrait ensuite être étendu à la France entière.

L'objectif scientifique principal est de tester plusieurs modalités de la méthode, d'observer la participation et l'implication de salariés d'une entreprise, dans le but de suivre annuellement la diversité, la croissance et le stockage de CO₂ d'arbres plantés par leurs soins. La mise en place, les difficultés, leurs résolutions et les résultats permettront de proposer un protocole généralisable pour tous types d'entreprises disposant d'une pelouse proche de bâtiments.

L'enjeu est important, car de très nombreuses pelouses d'entreprises péri-urbaines sont actuellement vides et pauvres en biodiversité. De plus, implanter sur nos sites, souvent visités par un public scolaire, permettra une large communication et facilitera la diffusion de cette technique.



*Plantation participative de micro-bosquets à Saint Jean le Blanc
© F. Santi - INRAE*

L'unité GBFor accueille le séminaire national du SME

Tous les 18 mois, le Pôle Prévention du département Sécurité au travail, environnement et politique sociale (STEPS) d'INRAE rassemble sur un même lieu les entités de l'Institut engagées dans le Système de management environnemental (SME) pour un séminaire d'échanges.

Le SME est une démarche collective de certification lancée par INRAE en 2013, qui vise des objectifs d'exemplarité en matière de protection de l'environnement. Toutes les unités expérimentales du centre, à



des étapes différentes de la certification, s'y sont engagées. GBFOr s'est engagée en 2015 et est certifiée depuis 2017.

Les objectifs du SME sont doubles : d'une part, limiter l'impact négatif des activités de l'établissement sur l'environnement, d'autre part augmenter ses impacts positifs. Ce sont ces deux axes qui ont structuré les visites organisées pour une centaine de collègues venus sur le site d'Ardon le 28 juin, agents d'entités engagées dans le SME, porteurs institutionnels du SME ou responsables de directions INRAE.

Ainsi, la visite a permis d'illustrer sur le terrain trois thématiques :

- La gestion des déchets, avec la mise en place par l'UE d'une filière spécifique
- Le remplacement des paillages plastiques agricoles, source importante de pollution rémanente des sols, par du chanvre
- La gestion de la biodiversité à différents niveaux, avec des actions d'inventaires puis de protection des milieux, d'espèces et d'individus remarquables.

Tous les agents de l'UE se sont impliqués dans ce parcours ponctué de discussions riches entre les participants et notamment d'échange de pratiques que les uns et les autres pourront mettre en œuvre dans leur collectif.

Égalité, diversité et inclusion



© V.Landais-Purnu - INRAE

Signature du protocole départemental de prévention et de lutte contre les violences faites aux femmes

En France, environ 244 000 femmes subissent chaque année des violences conjugales, et une femme meurt tous les trois jours sous les coups de son conjoint.

La lutte contre ces violences est une priorité du Gouvernement, avec notamment le Grenelle des violences conjugales lancé en 2019, qui a conduit à de nombreuses mesures de prévention et d'accompagnement des victimes.

Dans ce cadre, le centre INRAE Val de Loire s'engage activement en faveur de l'égalité et de la diversité. Depuis 2021, il a structuré une organisation et des plans d'action pour déployer cette démarche. Le 14 mai 2024, il a signé le protocole départemental de prévention et de lutte contre les violences faites aux femmes, devenant ainsi le 75^{ème} membre de ce dispositif piloté par la préfecture d'Indre-et-Loire.

Ce protocole vise à renforcer l'action collective des structures partenaires du département pour améliorer la prévention, la répression et la prise en charge des violences faites aux femmes. Il prévoit notamment la formation de personnes ressources au sein du centre, capables d'identifier des comportements problématiques, d'informer les victimes sur les dispositifs d'aide et d'urgence, et de contribuer à la prise en charge des auteurs de violences.

Grâce à cette signature, le centre réaffirme son engagement en faveur de l'égalité et de la lutte contre les violences faites aux femmes, en intégrant pleinement cette démarche dans son cadre professionnel et institutionnel.

Plan de maîtrise énergétique et investissements associés

L'inauguration de la première chaufferie biomasse du centre

Le 15 novembre, le centre a inauguré une nouvelle chaufferie biomasse sur son site de Nouzilly. Ce nouvel équipement s'intègre dans un ambitieux plan d'action de maîtrise énergétique.

Une nouvelle chaufferie biomasse (fonctionnant au bois) d'une puissance de 330 kW a été mise en place, en remplacement d'une chaudière à gaz. Elle est couplée à une chaudière gaz qui fonctionne quelques semaines par an, en périodes de pointe et transition. Le montant de cet investissement est de plus d'1 million d'euros, financé en totalité dans le cadre de l'AAP national concernant les investissements énergétiques des administrations et opérateurs de l'Etat « Résilience 2 ».



© INRAE

Fin 2022, à travers le plan d'actions RSE porté au niveau national et dans le cadre de la politique de sobriété énergétique d'INRAE, le centre a élaboré son plan de maîtrise de l'énergie.

En région, le centre a réussi à réduire de 40 % sa consommation de chauffage, en 3 ans, et de 18 % sa consommation électrique.

Reposant en grande partie sur les efforts des agents et des unités, parallèlement à ce plan, le centre a établi une ambitieuse programmation d'investissements, afin de rendre ses sites durablement plus économes et autonomes en énergie.

Au total, ce sont plus de 6 millions d'€ qui ont été investis dans la maîtrise énergétique, auxquels s'ajoutent plus de 500.000 € des budgets 2023 et 2024 « Gros Entretien Réparation » priorisés sur les économies d'énergie.



© L. Menneteau - INRAE

En 2024, de nouvelles actions ont été déployées ou programmées, plus orientées vers l'investissement : isolation par l'extérieur, construction de 3 nouvelles chaufferies biomasse dont deux à Nouzilly et une à Nogent-sur-Vernisson.

En agissant à la fois sur la performance du bâti, la qualité de l'exploitation technique et la maîtrise de l'usage par une sensibilisation régulière des collectifs, le plan pérennise les conditions pour contenir les effets de l'inflation des tarifs de l'énergie. Parallèlement, il agit durablement sur la maîtrise et l'autonomie énergétiques.

Ces actions concrètes pour réduire sa consommation ont été mises en œuvre avec la préoccupation partagée par tous les centres d'INRAE : ne renoncer à aucun projet de recherche et maintenir de bonnes conditions de travail pour toutes et tous.



Centre Val de Loire
37380 Nouzilly
Tél. : +33(0)2 47 42 77 00

Rejoignez-nous sur :



@INRAE_VDL

www.inrae.fr/centres/val-de-loire

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



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE