



Centre  
Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

**INRAE**



**Rapport d'activité 2024**



# SOMMAIRE



**ÉDITO** p.2

**AVANCÉES DE LA RECHERCHE** p.3

**DES SOLUTIONS ET DES OUTILS INNOVANTS** p.11

**RELATIONS SCIENCE-SOCIÉTÉ** p.15

**VIE DU CENTRE** p.16

**NOS PARTENARIATS** p.17

**PRIX ET DISTINCTIONS** p.19

**LE CENTRE ENGAGÉ POUR LA RSE** p.21

**LES ÉVÉNEMENTS 2024** p.23

**NOS SITES ET QUELQUES CHIFFRES** p.25

**Directeur de la publication :**

Emmanuel Hugo  
Président du Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

**Pilotage éditorial, rédaction et relecture :**

Service communication  
Comité communication  
Scientifiques

**Conception graphique et réalisation :**

Cassandra Blanleil  
Anaïs Rodrigues

**Crédits photos :**

INRAE  
iStock  
Éditions QUAE  
Université Clermont Auvergne

**Impression :**

Print Conseil, juillet 2025



Ressources génétiques gérées au sein du Centre de Ressources Biologiques (CRB) des céréales à paille de Clermont-Ferrand. Il y regroupe des espèces d'intérêt agronomique (blé, orge, seigle, triticale, avoine) et leurs ancêtres sauvages. Ces ressources constituent un réservoir précieux autant pour des approches fondamentales de génomique que pour des applications plus finalisées de sélection.

# LE MOT DU PRÉSIDENT



Il n'est jamais simple de résumer en quelques pages l'activité d'une année. C'est pourtant l'exercice exigeant de ce rapport, qui ambitionne de vous donner à voir ce qui anime le Centre INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes : une recherche dynamique, rigoureuse, mais avant tout tournée vers l'avenir et les solutions concrètes. Cet engagement est porté au quotidien par nos plus de 1 000 agents aux métiers et parcours variés. Je tiens à saluer ici leur expertise, leur créativité et leur sens du collectif qui font la richesse de notre Centre.

La période actuelle est marquée par de nombreux bouleversements. Dans ce contexte, notre rôle est clair : produire des connaissances qui éclairent et qui permettent d'agir, d'inventer d'autres manières de cultiver, de nourrir, de préserver. Bien qu'ils ne soient qu'un aperçu partiel des activités du Centre, les faits marquants rassemblés dans ces pages reflètent la diversité de nos actions : recherche fondamentale, expérimentations de terrain, partenariats structurants, innovation ou encore dialogue avec la société. Profondément ancré dans son territoire, le Centre accompagne les transitions vers un futur plus durable répondant aux attentes de la société.

Concevoir aujourd'hui les solutions de demain : cette ambition, réaffirmée par Philippe Mauguin lors de sa reconduction à la présidence d'INRAE en 2024, nous la portons sur le Centre et ce rapport est une occasion de le mettre en avant. La nouvelle variété de blé GEOPOLIS, résistante aux maladies et agroécologique, en est une parfaite illustration (voir page 5). Comme elle, bien d'autres résultats issus de nos laboratoires témoignent de notre capacité à innover dans divers domaines, de la nutrition à l'élevage en passant par les agroéquipements. Vous pourrez le constater au fil des pages.

Pour conduire ses activités scientifiques de la manière la plus vertueuse possible, le Centre accélère son engagement en matière de responsabilité sociétale et environnementale. Impulsés par un diagnostic RSE débuté en 2022, plusieurs projets que je vous invite à découvrir en pages 16, 21 et 22 de ce rapport ont pu débuter ou voir le jour en 2024 : rénovations d'infrastructures, plantation d'une micro-forêt ou encore promotion des mobilités douces. Cette dynamique a d'ailleurs été récompensée par l'obtention du label Employeur Pro-Vélo niveau argent en 2024.

Je vous souhaite une belle lecture.

**Emmanuel Hugo**  
Président du Centre  
Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

# AVANCÉES DE LA RECHERCHE



LA SCIENCE POUR LA VIE, L'HUMAIN ET LA TERRE : 20 FAITS MARQUANTS ISSUS DES RÉSULTATS DE L'ANNÉE 2024. ILS SONT POUR LA PLUPART OBTENUS DANS LE CADRE DE PROJETS PLURI OU INTERDISCIPLINAIRES CONDUITS EN PARTENARIAT ET S'INSCRIVENT DANS LES 5 THÉMATIQUES SUIVANTES :



> LA NUTRITION HUMAINE, LA COMPLEXITÉ ALIMENTAIRE ET LA SANTÉ



> LES RISQUES NATURELS, SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX



> LES TERRITOIRES ET LES SOCIO-ÉCOSYSTÈMES, LEURS QUALIFICATIONS, LEURS TRAJECTOIRES ET LEUR ACCOMPAGNEMENT



> L'AGRO-ÉCOLOGIE DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGE HERBAGERS, LA QUALITÉ DES PRODUITS QUI EN SONT ISSUS ET LA SANTÉ ANIMALE



> LA BIOLOGIE INTÉGRATIVE DES PLANTES MODÈLES ET CULTIVÉES ET L'ADAPTATION À LEUR ENVIRONNEMENT

## FROMAGES ET LAITS AOP : UN TRÉSOR MICROBIEN FAÇONNÉ PAR LES TERROIRS ET LES SAVOIR-FAIRE



Quels secrets microbiens se cachent-ils derrière la richesse des fromages d'Appellation d'Origine Protégée (AOP) ? C'est la question à laquelle s'est intéressé le projet MetaPDOcheese, piloté par INRAE dans le cadre du programme France Génomique, en analysant plus de 1 100 fromages et 370 laits issus de 44 AOP françaises. Ainsi, plus de 2500 espèces de microorganismes dans l'ensemble des laits et des fromages ont été identifiés ! Cette richesse microbienne reflète la diversité de nos terroirs et des pratiques qui font la renommée de nos fromages. **Chaque AOP possède ainsi sa propre « signature microbienne » qui la rend unique.** L'étude révèle également le rôle fondamental du lait cru dans cette diversité : bien qu'il n'apporte que 15 % des espèces microbiennes, ces dernières représentent plus de 60 % de la population totale dans le fromage final. Bien plus qu'un simple ingrédient, le lait est donc un véritable architecte du goût !

Un référentiel de données, créé à la suite de cette étude, est disponible en ligne pour aider les producteurs à mieux comprendre l'impact des pratiques sur la qualité microbiologique des fromages et à adapter leurs méthodes face aux défis du changement climatique, tout en préservant la typicité des AOP.

DOI : [10.1093/ismeco/ycae095](https://doi.org/10.1093/ismeco/ycae095)  
DOI : [10.57745/UCJG6S](https://doi.org/10.57745/UCJG6S)



## ACTIVITÉ PHYSIQUE ET CANCER : UN BÉNÉFICE ANNULÉ PAR UN RÉGIME GRAS DE LONGUE DURÉE



Une étude de l'unité de Nutrition humaine (UNH) révèle que la durée d'exposition à un régime riche en graisses compromet les bénéfices de l'activité physique contre le cancer du sein. Chez des souris ménopausées actives physiquement, les chercheurs ont observé un effet protecteur de l'activité physique spontanée contre la croissance tumorale après 44 jours de régime hyperlipidique. Cependant, après 88 jours, cet effet disparaît et n'est plus observable avec une augmentation d'activité physique imposée : **le régime riche en graisse sur le long terme modifie le microenvironnement tumoral en altérant la réponse immunitaire, rendant ainsi la tumeur plus résistante aux effets bénéfiques de l'activité physique.**

DOI : [10.1016/j.jisci.2023.107422](https://doi.org/10.1016/j.jisci.2023.107422)

## ANTICIPER LES IMPACTS DE L'ÉVOLUTION D'ANALYSE DES ALIMENTS SUR LE LOGICIEL INRATION®V5

INRAE s'inscrit pleinement dans la démarche des 3R (Remplacer, Réduire, Raffiner) visant à améliorer le bien-être animal et à promouvoir le développement de méthodes alternatives aux expérimentations invasives. Les mesures in situ dans le rumen et dans l'intestin, qui permettent de caractériser avec précision la valeur nutritive des aliments, sont pourtant essentielles au bon fonctionnement du système d'alimentation INRA 2018 et du logiciel INRATION®V5, largement utilisés pour élaborer les rations des ruminants et prédire les performances (production, efficacité, rejets...). Se pose donc aujourd'hui la question de l'évaluation de la valeur des aliments pour les filières d'élevage. En parallèle du développement de méthodes de laboratoire alternatives aux incubations in situ,

les scientifiques de l'unité mixte de recherche sur les Herbivores (UMRH) ont donc mené une analyse de sensibilité approfondie du modèle INRA 2018 pour anticiper l'impact de ces changements. Ils ont simulé des variations de  $\pm 10\%$  sur cinq paramètres clés (teneur en énergie brute, en matière azotée totale, dégradabilité théorique ruminale et digestibilité réelle intestinale des protéines, et digestibilité apparente de la matière organique). Cela a permis d'évaluer leur influence sur les prédictions du modèle. Les résultats montrent qu'en moyenne, pour la plupart des rations courantes, l'impact reste modéré. Les régimes pauvres en protéines sont toutefois plus sensibles aux incertitudes.

DOI : [10.3168/jds.2023-24361](https://doi.org/10.3168/jds.2023-24361)  
DOI : [10.3168/jds.2024-25297](https://doi.org/10.3168/jds.2024-25297)



## LE RÉGIME FLEXITARIEN FAVORABLE POUR LA SANTÉ CARDIOMÉTABOLIQUE ?

Des chercheurs de l'unité de Nutrition humaine (UNH) ont mené un essai clinique contrôlé pour comparer, chez 19 hommes en surpoids à risque cardiométabolique, les effets d'un régime flexitarien (correspondant à 2/3 de protéines végétales dans l'apport protéique total) à ceux d'un régime français standard (1/3 de protéines végétales). Une analyse approfondie du métabolome plasmatique a permis de révéler des changements induits par le régime flexitarien telles que la réduction des sous-produits provenant de certains

acides aminés et l'augmentation des composés bénéfiques générés par les bactéries intestinales à partir du tryptophane. Ces résultats suggèrent que **des ajustements métaboliques subtils se produisent lors d'une végétalisation, même partielle, des aliments sources de protéines** et offrent des premières explications concrètes aux bénéfices santé observés dans les populations adoptant des régimes plus végétalisés.

DOI : [10.1016/j.clnu.2024.10.009](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2024.10.009)



## L'élevage biologique : conditions et potentiel de développement

Aux éditions QUAE



Dans un contexte de ralentissement du marché biologique et face aux nouvelles exigences européennes, 80 scientifiques issus d'une vingtaine d'unités INRAE se sont mobilisés pour proposer un numéro spécial d'INRAE Productions Animales consacré à l'élevage biologique. L'occasion de dresser un état des lieux des connaissances sur les productions animales biologiques ainsi que sur leurs potentiels leviers et conditions de développement. Réglementation, dynamique de marché, défis et solutions... L'ouvrage offre une vision complète et actuelle de la thématique. Il est disponible à l'[achat en version papier](#) sur le site de QUAE ou [gratuitement au format numérique](#).

Les articles sont également disponibles en Open Access aux formats HTML et PDF sur le [site de la revue](#), en scannant le QR code ci-dessous :



## DES REPAS ENRICHIS EN PROTÉINES POUR MIEUX NOURRIR NOS AÎNÉS

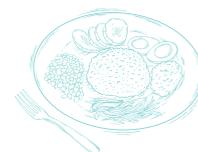


La dénutrition est l'un des facteurs majeurs de perte d'autonomie chez les personnes âgées. Pour y remédier, des chercheurs de l'unité Qualité des produits animaux (QuaPA) proposent une solution inédite : enrichir chaque composant du repas en protéines afin d'en maximiser la bio-disponibilité. En utilisant un digesteur dynamique in vitro, conçu pour simuler des conditions

digestives spécifiques aux personnes âgées, les chercheurs ont testé un repas complet enrichi en protéines. **Cette méthode novatrice a permis d'étudier les interactions entre les aliments pendant la digestion, aspect rarement étudié dans les études en nutrition.** Le repas enrichi a fourni plus de protéines ainsi qu'une meilleure digestibilité de celles-ci, avec une plus grande libération

d'acides aminés essentiels. Une étude clinique dans dix EHPAD est venue compléter cette étude in vitro et démontre que ces menus enrichis ont également augmenté l'apport alimentaire des résidents, offrant ainsi des voies pour améliorer leur qualité de vie et leur autonomie.

DOI : [10.1039/D3FO03659F](https://doi.org/10.1039/D3FO03659F)



## LES MICROARNS DU LAIT RÉSISTENT AUX TRANSFORMATIONS INDUSTRIELLES

Dans le lait se cache de minuscules molécules aux pouvoirs intéressants : les microARNs, qui régulent l'expression des gènes. Présentes en grande quantité dans le lait, ces molécules semblent influencer le développement du nouveau-né et assurer son bon fonctionnement cellulaire. Une équipe de l'unité mixte de recherche sur les Herbivores (UMRH) s'est penchée sur une question encore peu explorée :

ces microARNs survivent-ils aux traitements industriels du lait ? En analysant différents produits (beurre, lait en poudre, matière grasse) **les scientifiques ont démontré qu'une grande partie des microARNs résiste aux procédés utilisés en technologie laitière.** Dans le beurre, 526 ont été identifiés ; dans les poudres de lait caprin, plus de 350, dont près de 90 % sont également présents dans le lait frais. Des études

complémentaires concernant d'autres produits de l'industrie laitière permettront d'orienter la filière vers les procédés les plus favorables à la conservation des microARNs et permettront également d'évaluer précisément les effets potentiels de ces molécules sur la santé.

DOI : [10.1016/j.idairyj.2024.106095](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106095)

DOI : [10.1016/j.idairyj.2024.106104](https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2024.106104)

## UNE NOUVELLE VARIÉTÉ DE BLÉ TENDRE PERFORMANTE ET AGROÉCOLOGIQUE



Fruit de plus de dix années de sélection, **GEOPOLIS**, variété de blé tendre d'hiver alliant haut rendement, qualité technologique et bénéfices agroécologiques, a été inscrite au Catalogue officiel des espèces et variétés cultivées en France. Cette innovation variétale se distingue par une haute teneur en protéines, une forte résistance à plusieurs maladies

majeures (septoriose, piétin-verse, rouille brune) et une tolérance à la cécidomyie orange, ravageur important des céréales. Testée dans des conditions climatiques contrastées sur trois sites expérimentaux INRAE (Estrées-Mons, Le Rheu et Crouël), cette variété affiche d'excellents rendements (113 % par rapport aux témoins), y compris sans traitement

fongicide. **Elle s'inscrit donc parfaitement dans les objectifs du plan Écophyto II+ en permettant une réduction significative des intrants chimiques.** Les semis débiteront à l'automne 2025, avec une surface de culture potentielle estimée à 30 000 hectares dès la récolte 2026.

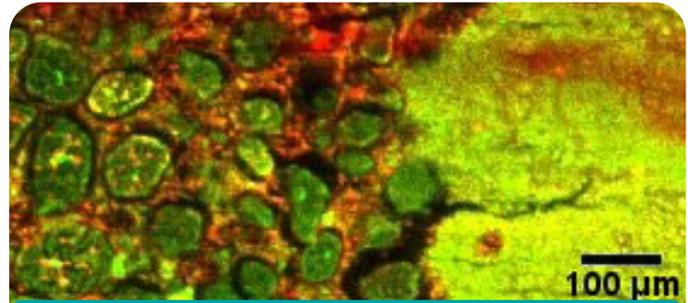


**LUTTER CONTRE L'ANÉMIE : QUAND LES PROTÉINES ANIMALES RENDENT LE FER VÉGÉTAL PLUS ASSIMILABLE**

L'anémie, qui touche 25 % de la population mondiale, est principalement causée par des carences en fer. Contenu à la fois dans les produits animaux et végétaux, le fer issu des plantes est cependant moins bien absorbé par l'organisme que celui d'origine animale. Dans un contexte de baisse de la consommation de viande rouge notamment, des chercheurs de l'unité Qualité des produits animaux (QuaPA) ont étudié un aliment imprimé en 3D associant foie et lentilles, afin de mieux comprendre l'effet de l'association des matrices animales et végétales sur les formes de fer et leur biodisponibilité. Grâce aux analyses menées au synchrotron SOLEIL, qui permet d'observer la distribution et la forme chimique du fer à l'échelle microscopique, **ils ont observé des phénomènes de migration du fer dans l'aliment ainsi qu'une évolution du fer végétal vers une forme plus réduite lorsqu'il est en contact de la matrice animale.** Ainsi, ce phénomène pourrait expliquer la meilleure assimilation du fer végétal lorsqu'il est consommé

avec des produits animaux. Ces résultats ouvrent des perspectives pour la conception d'aliments innovants permettant de lutter contre les carences nutritionnelles, notamment dans un contexte de transition alimentaire.

DOI : [10.1016/j.foodchem.2024.141058](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141058)



Cartographie d'une coupe d'aliment mixte avec la partie végétale (lentille) à gauche et la partie animale (foie) à droite obtenue par fluorescence X. Fer en rouge ; phosphore en vert.



**UN POSITIONNEMENT OPTIMAL POUR GARANTIR L'ÉTOURDISSEMENT EFFICACE DES BOVINS ?**

Des chercheurs de l'unité mixte de recherche sur les Herbivores (UMRH) se sont intéressés à la position idéale du pistolet à tige perforante afin d'assurer l'inconscience immédiate des animaux lors de l'abattage. Les travaux, mené sur 19 bovins de races allaitantes, ont démontré que l'utilisation de certains repères anatomiques de la tête, notamment le sommet et les angles intérieurs des yeux, permet d'atteindre la zone cible du cerveau dans 100% des cas.

Ces résultats, diffusés aux abattoirs français et au Centre de référence européen pour le bien-être animal (EURCAW), seront également intégrés prochainement aux recommandations officielles de la Direction générale de l'alimentation du ministère français chargé de l'agriculture.

DOI : [10.17180/ef3r-c660](https://doi.org/10.17180/ef3r-c660)  
 DOI : [10.17180/w7aa-7q65](https://doi.org/10.17180/w7aa-7q65)



**LE COUP DE DES INTERNAUTES LECTEURS DU SITE INRAE.FR, DANS LA THÉMATIQUE "CHANGEMENT CLIMATIQUE ET RISQUES" !**

**PRÉSERVER LES SYSTÈMES PASTORAUX POUR UN AVENIR DURABLE EN MONTAGNE**

Des chercheurs de l'unité mixte de recherche Écosystème prairial (UREP) ont participé au projet européen LIFE PASTORALP visant à préserver les systèmes pastoraux de montagne face au changement climatique. Un outil de cartographie en ligne permettant de suivre l'évolution des alpages en temps réel grâce à des capteurs et

images satellitaires a ainsi été créé en collaboration avec des partenaires italiens et français.



[Retrouvez l'article](#)



## RÉDUCTION DES NITRITES DANS LA CHARCUTERIE : QUELS EFFETS PENDANT LA DIGESTION ?



Pour répondre aux préoccupations grandissantes liées à l'utilisation des nitrites dans les charcuteries, des scientifiques de l'unité Qualité des produits animaux (QuaPA) ont étudié l'impact d'une diminution progressive de ces conservateurs dans le jambon. Des jambons cuits, avec ou sans ajout de différentes doses de nitrite, ont été analysés à l'aide d'un digesteur dynamique in vitro, permettant de reproduire le fonctionnement du système digestif humain. Cette étude démontre que **même sans nitrite ajouté, des composés nitrosés, considérés comme potentiellement nocifs, se forment naturellement lors de la digestion.**

Elle met également en lumière **l'importance des nitrites contre l'oxydation des lipides**, un processus qui est accentué au cours de la digestion. En l'absence de nitrite ajouté dans le jambon, l'oxydation est multipliée par deux et peut alors favoriser la formation de composés potentiellement dangereux pour la santé. Pour se passer définitivement des nitrites dans les charcuteries, des pistes alternatives sont en cours d'exploration, notamment par l'utilisation d'extraits végétaux antioxydants et antinitrosants.

DOI : [10.1016/j.foodres.2024.114969](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114969)



## UNE DOUBLE PERCÉE CONTRE LES BACTÉRIES IMPLIQUÉES DANS LA MALADIE DE CROHN

Chez les patients atteints de la maladie de Crohn, certaines souches des bactéries *Escherichia coli* adhérents et invasifs (AIEC) franchissent le tissu intestinal, entraînant ainsi une aggravation de l'inflammation. Des chercheurs de l'unité Microbes, intestin, inflammation et susceptibilité de l'hôte (M2iSH) ont démontré le rôle clé du gène bactérien ChiA dans ce processus, en dégradant le mucus pour faciliter l'invasion bactérienne. De plus, ChiA interagit avec la protéine CHI3L1 exprimée à la surface des

macrophages (des cellules du système immunitaire), facilitant ainsi l'entrée des AIEC. En parallèle, deux récepteurs, p62 et NDP52, ont également été identifiés comme capables de reconnaître les AIEC et de les orienter vers l'autophagie. Deux pistes prometteuses s'ouvrent donc pour les 200 000 patients français touchés par cette maladie chronique.

DOI : [10.3389/fcimb.2024.1268243](https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1268243)

DOI : [10.1080/19490976.2024.2412667](https://doi.org/10.1080/19490976.2024.2412667)

## LA SIGNATURE OPTIQUE DE LA VIANDE POUR AUTHENTIFIER UNE FINITION À L'HERBE CHEZ L'AGNEAU

Serait-il possible de savoir combien de temps un agneau a été nourri à l'herbe avant abattage grâce aux propriétés optiques de sa viande ? C'est la question posée par des scientifiques de l'unité mixte de recherche sur les Herbivores (UMRH), qui se sont intéressés pendant trois ans à quatre groupes d'agneaux finis au pâturage pendant respectivement 0, 21, 42 ou 63 jours. Leurs tissus adipeux et musculaires ont ensuite été analysés à l'aide de la spectroscopie dans le visible et le proche infrarouge. L'étude montre que si cette méthode ne permet pas de connaître avec précision la durée de la finition à l'herbe, elle permet en revanche de **distinguer de manière fiable les agneaux finis au pâturage de ceux élevés uniquement en bergerie** avec un taux d'erreur inférieur à 8 % pour les tissus adipeux et 15 % pour le tissu musculaire. La signature du pâturage apparaît entre 21 et 42

jours de finition à l'herbe dans les tissus adipeux. Des résultats d'autant plus importants que les attentes des consommateurs en matière de bien-être animal et de qualité des produits ne cessent de croître.

DOI : [10.1016/j.meatsci.2023.109377](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109377)



## DÉCRYPTAGE DE LA MANIÈRE DONT LE LABEL ROUGE CONSTRUIT LA QUALITÉ DE LA VIANDE D'AGNEAU

Gage de qualité sensorielle supérieure et bien connu des consommateurs, le Label Rouge concerne près de la moitié des agneaux commercialisés sous signe d'identification de la qualité et de l'origine (SIQO). Mais comment le Label Rouge construit-il la qualité de la viande d'agneau ? Pour le savoir, des chercheurs des Centres Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes et Occitanie-Montpellier ont analysé les 11 cahiers des charges Label Rouge concernant la viande issue d'agneaux lourds (troupeaux allaitant) ou d'agneaux légers (troupeaux laitiers). L'analyse montre que les qualités sensorielles (flaveur, tendreté et couleur de la viande) et commerciales (poids, conformation et état d'engraissement de la carcasse, fermeté et couleur du gras de couverture) sont au cœur des exigences. En effet, des engagements ont été pris à cet égard tout au long de la chaîne d'élaboration du produit, avec une obligation de résultats par rapport à un produit standard. Les dispositions de ces cahiers des charges favorisent donc les dimensions sensorielles et commerciales de la qualité : les agneaux lourds sont

finis en bergerie après un sevrage à 60 jours minimum et l'âge et le poids maximum des agneaux à l'abattage sont encadrés.

DOI : [10.1016/j.animal.2024.101312](https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101312)



## PRÉDIRE LA PROPAGATION PAR LES VENTS DES MOUCHERONS VECTEURS DE FIÈVRES HÉMORRAGIQUES CHEZ LES RUMINANTS

Face aux épizooties récurrentes de fièvre catarrhale ovine (FCO) et de maladie hémorragique épizootique (MHE) qui affectent l'élevage européen, les chercheurs de l'unité mixte de recherche Épidémiologie des maladies animales et zoonotiques (EPIA) ont développé un modèle novateur pour anticiper la dispersion à longue distance par le vent des moucheron *Culicoides*, principaux vecteurs de ces maladies. En adaptant le modèle atmosphérique HYSPLIT aux caractéristiques biologiques et en réalisant une analyse fine des trajectoires potentielles de ces insectes, **l'équipe a pu prédire les zones où apparaîtraient les foyers secondaires de MHE en France, dans les premières semaines de son introduction en 2023.**

L'outil a également permis l'identification de régions à risque d'introduction de la FCO en partant de foyers persistants en Sardaigne. Ces travaux répondent à un besoin crucial d'anticipation face à des épidémies qui s'avèrent coûteuses pour la filière élevage et pour lesquelles les options vaccinales restent limitées. Le modèle pourra bientôt être accessible via un site web afin de faciliter son utilisation par les acteurs de la filière. Pour aller plus loin, il inclura prochainement les mouvements commerciaux d'animaux pour une action préventive encore plus efficace.

DOI : [10.1155/2024/5571195](https://doi.org/10.1155/2024/5571195)

DOI : [10.1111/risa.14345](https://doi.org/10.1111/risa.14345)



## LE COUP DE DES INTERNAUTES LECTEURS DU SITE INRAE.FR, DANS LA THÉMATIQUE "AGROÉCOLOGIE"!

### LANCEMENT DU PROJET EUROPÉEN PRO-WILD : EXPLOITER LA DIVERSITÉ GÉNÉTIQUE SAUVAGE

Coordonné par INRAE, le projet PRO-WILD vise à protéger et valoriser les espèces sauvages apparentées aux plantes cultivées, cruciales pour l'agriculture de demain. En identifiant, caractérisant et conservant ces espèces dans différents territoires pilotes, le projet entend renforcer la résilience

des cultures face aux stress environnementaux. L'objectif est également d'encourager leur utilisation dans les programmes de sélection variétale, afin de mieux répondre aux enjeux du changement climatique et de la sécurité alimentaire.

[Retrouvez l'article](#)



## LES SAVOIRS DES ÉLEVEURS AU SERVICE D'UNE MEILLEURE GESTION DES ZOOSES

En matière de maladies zoonotiques comme la fièvre Q, les recommandations sanitaires officielles se heurtent souvent à des difficultés d'application sur le terrain. L'unité mixte de recherche Epidémiologie des maladies animales et zoonotiques (EPIA) a relevé le défi de la transdisciplinarité, en partenariat avec un designer de l'action publique et des chercheurs en socio-anthropologie et en microbiologie, en donnant la parole aux éleveurs de petits ruminants.

Parmi les résultats clés : **une vision des microbes comme éléments constitutifs, parfois bénéfiques, de l'écosystème agricole.** En proposant une co-construction des stratégies de prévention incluant les éleveurs, cette approche ouvre la voie à une gestion plus adaptée et durable des risques zoonotiques. Ces travaux ont déjà donné naissance à "ZOOJEU", un jeu sérieux désormais utilisé comme support pédagogique dans plusieurs formations et répertorié dans la ludothèque GAMAE.

DOI : [10.1007/s10460-024-10640-w](https://doi.org/10.1007/s10460-024-10640-w)



Le jeu sérieux ZOOJEU



## QUELLES DONNÉES ANALYSER POUR MIEUX DÉCODER LE COMPORTEMENT ANIMAL ?

Un projet porté par l'unité mixte de recherche sur les Herbivores (UMRH) vise à harmoniser les indicateurs permettant d'analyser le comportement animal à partir de données d'activités obtenues par observation ou à l'aide de capteurs comme les accéléromètres qui enregistrent les mouvements des animaux. Les scientifiques proposent quatre groupes d'indicateurs standardisés pour analyser le comportement :

- **L'activité moyenne** : durée de chaque activité (manger, marcher, ruminer, se reposer) et niveau d'activité ;
- **Les fluctuations de l'activité** ;
- **La cyclicité de l'activité** ;
- **La synchronisation de l'activité** entre individus d'un même troupeau.

Des scripts R (fichier texte écrit en langage de programmation pour l'analyse de données) et une application permettant l'extraction des données d'accéléromètres ont été développés afin de faciliter les calculs. Ces fichiers, disponibles en open source, favoriseront la reproductibilité et la standardisation des méthodes ainsi que la comparaison des résultats entre études.

DOI : [10.24072/pcjournal.489](https://doi.org/10.24072/pcjournal.489)



## UN PROJET PIONNIER POUR MIEUX COMPRENDRE LES TRANSITIONS SOCIO-ÉCOLOGIQUES



Le Laboratoire d'ingénierie pour les systèmes complexes (LISC) a obtenu en 2024 un projet de recherche mono-équipe, financé par l'Agence Nationale de la Recherche. Intitulé MATRES (MANaging sustainable TRansitions in social-Ecological Systems), ce projet pionnier a pour ambition de **créer des outils mathématiques pour accompagner et gérer de manière durable les**

**transitions socio-environnementales dans des systèmes complexes.** Trois terrains serviront de cas d'étude, notamment par la mise en place d'ateliers participatifs avec les parties prenantes : la gestion des biodéchets, les haies et la qualité de l'eau des lacs. Le projet prévoit l'élaboration d'un cadre de gestion des transitions, primordial notamment pour les décideurs publics.

Soumises à une pression croissante du fait du changement climatique et de l'intensification de l'agriculture, les prairies du Massif Central sont des écosystèmes essentiels pour la production agricole et la fourniture de services écosystémiques. Mais quelle est leur capacité à faire face au changement climatique ?

### LA BIODIVERSITÉ DES PRAIRIES SEMI-NATURELLES, UNE ALLIÉE DE TAILLE

L'analyse de 100 prairies du Massif Central sur un large gradient de climats démontre que la richesse spécifique en végétaux est le facteur clé de la multifonctionnalité des prairies, qui assurent une pluralité de services : production et qualité fourragère, stockage de carbone dans les sols, habitat pour les pollinisateurs... Cependant, l'étude suggère aussi que des niveaux de fertilisation élevés pourraient aggraver la diminution de la biodiversité et de la multifonctionnalité des prairies liée à l'élévation future des températures. Ainsi, limiter la fertilisation des prairies se révélerait nécessaire pour limiter les effets délétères du réchauffement climatique sur les écosystèmes prairiaux.

DOI : [10.1111/1365-2664.14627](https://doi.org/10.1111/1365-2664.14627)



### LA PAROLE AUX ÉLEVEURS

Au travers d'entretiens avec quinze éleveurs laitiers du Massif Central, les scientifiques ont mis en lumière l'importance de leur perception des prairies permanentes dans leur stratégie d'adaptation au changement climatique. Cette dernière est sous l'influence de divers facteurs :

- **La perception des services rendus par les prairies** : certains éleveurs en reconnaissent la diversité, tandis que d'autres se concentrent sur les pertes de production accrues lors d'aléas climatiques ;
- **La localisation** : les éleveurs situés au nord du Massif Central et en altitude perçoivent les prairies permanentes de manière plus positive et les intègrent volontiers dans leur stratégie d'adaptation. Au sud, les éleveurs déjà plus exposés aux sécheresses se tournent pour partie vers d'autres solutions tels que les mélanges fourragers ou l'agroforesterie ;
- **La perception de leur capacité d'adaptation au changement climatique** est souvent graduelle, mais certains éleveurs adoptent une attitude fataliste et renoncent à s'adapter.

Ces travaux montrent la **nécessité d'étudier conjointement les processus écologiques et les processus cognitifs de l'adaptation afin de pouvoir accompagner les transitions futures**. Diffusés auprès de différents publics, ils font désormais l'objet d'une communication ciblée auprès des éleveurs et des conseillers agricoles.

DOI : [10.1017/S1742170524000279](https://doi.org/10.1017/S1742170524000279)

### UNE INNOVATION POUR LA VALORISATION DES OS BOVINS



Chaque année, 63 millions de tonnes d'os bovins sont produits dans le monde. L'unité Qualité des produits animaux (QuaPA) applique pour la première fois au tissu osseux un procédé d'extraction breveté en 2021 et la spectroscopie térahertz, en collaboration avec trois laboratoires internationaux, afin de transformer ce sous-produit en ressources précieuses. La spectroscopie THz mesure deux propriétés optiques des os : leur capacité à dévier les ondes (réfraction) et à les absorber (coefficient d'absorption), qui varient selon l'âge de

l'animal et la partie de l'anatomie étudiée. Résultat : **un indice de réfraction élevé signale un potentiel pour un extrait d'os plus riche en minéraux, tandis qu'un fort coefficient d'absorption indique un potentiel pour un extrait plus riche en collagène**. Cette innovation fournit aux acteurs industriels un indicateur permettant de valoriser cette biomasse dans des applications à haute valeur ajoutée.

DOI : [10.1016/j.fbio.2024.103978](https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.103978)

# DES SOLUTIONS ET DES OUTILS INNOVANTS



ILS TÉMOIGNENT D'UN ENGAGEMENT FORT DES CHERCHEURS D'INRAE VERS L'INNOVATION ET LA RECHERCHE LIÉES À LA RÉOLUTION DE PROBLÉMATIQUES DE TERRAIN, QU'ELLES SOIENT PROFESSIONNELLES, SOCIÉTALES, ENVIRONNEMENTALES...

## DES BIOMARQUEURS POUR PRÉDIRE PRÉCOCEMENT L'EFFICIENCE ALIMENTAIRE DES BOVINS <

L'efficacité alimentaire désigne la capacité d'un animal à transformer les nutriments qu'il consomme en produits utiles (lait, viande). Chez les ruminants, cette efficacité a longtemps reposé sur l'ajout de concentrés (céréales, soja) qui, bien que performants, sont coûteux, génèrent une forte empreinte carbone, et entrent en concurrence avec l'alimentation humaine. Face aux enjeux climatiques et de sécurité alimentaire, il devient essentiel d'adapter leur utilisation au potentiel individuel des animaux afin de minimiser leur gaspillage. Dans ce contexte, des chercheurs de l'unité mixte de recherche sur les Herbivores (UMRH) ont validé un **modèle prédictif basé sur 7 biomarqueurs plasmatiques**, initialement identifiés à 17 mois, permettant d'identifier dès le début de

**l'engraissement (soit 6 mois plus tôt) l'efficacité alimentaire des animaux.** Testés sur une cohorte d'animaux indépendante, les modèles ont permis de prédire correctement la classe d'efficacité alimentaire de plus de 85 % des bovins, confirmant ainsi la robustesse du modèle. À terme, cette capacité de caractérisation précoce pourrait permettre d'ajuster plus finement les rations des animaux et de soutenir les stratégies de sélection, deux leviers majeurs pour réduire l'empreinte environnementale des élevages et préserver les ressources alimentaires destinées à l'homme.

DOI : [10.1016/j.animal.2024.101354](https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101354)



## UNE APPROCHE NON INVASIVE POUR EXPLORER LA DIGESTION DES PETITS RUMINANTS



Pour comprendre la digestion chez les ruminants et ainsi optimiser leur alimentation, il peut être nécessaire de connaître précisément le volume et la masse des contenus ruminiaux. Jusqu'alors, les recherches nécessitaient des interventions invasives comme la pose de canules. En accord avec les principes des 3R (remplacement, réduction et raffinement) de l'expérimentation animale, des chercheurs de l'unité mixte de recherche sur les Herbivores (UMRH) se sont intéressés à la technique de tomodensitométrie (scanner) pour créer des images détaillées en coupe transversale comme méthode non invasive d'analyse du rumen des chèvres et ainsi pour en calculer le volume. 20 chèvres alpines ont ainsi été scannées à l'aide de cet outil, en collaboration avec l'Institut du porc (IFIP). Les volumes des compartiments pré-gastriques (rumen, réticulum, omasum) de l'estomac mesurés à l'aide du scanner ont ensuite été comparés à la masse des contenus mesurés après abattage. Les résultats obtenus démontrent que l'imagerie est prometteuse tant pour mesurer les volumes que pour estimer les masses de digestat chez les petits ruminants. Cette technique pourrait en outre permettre d'étudier les effets des régimes alimentaires induisant des différences d'encombrement ruminal et d'explorer les associations entre les volumes du réticulo-rumen et des phénotypes d'intérêt, tels que la production

de méthane entérique, l'efficacité alimentaire et les réponses adaptatives face à des conditions d'élevage changeantes.

DOI : [10.3168/jdsc.2023-0519](https://doi.org/10.3168/jdsc.2023-0519)

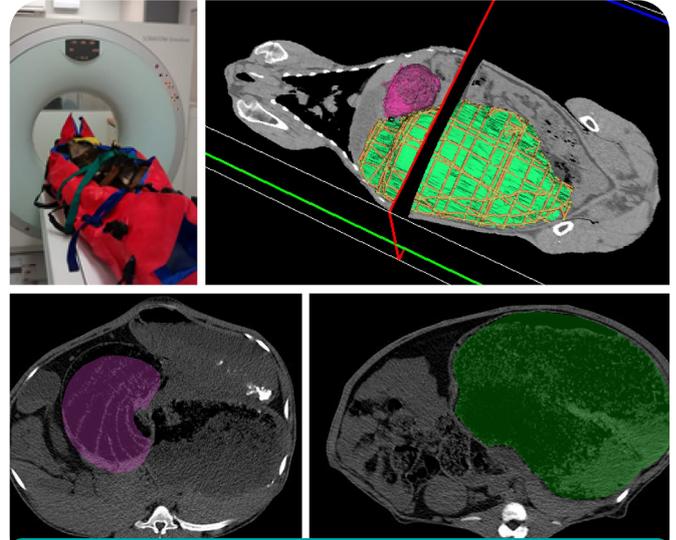


Illustration de l'immobilisation d'une chèvre alpine et de l'acquisition d'images scanner. Les volumes internes du réticulo-rumen (vert) et de l'omasum (violet) ont été mesurés par scanner et 150 à 200 images par chèvre ont été analysées de manière semi-automatique.



## PROJET VAACHERIN : PRÉPARER LA FILIÈRE ÉLEVAGE AUX CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Évaluer, anticiper, transformer. Tel est l'objectif du projet VAACHERIN (Vulnérabilité, Adaptation, Atténuation face au CHangement climatique de l'Élevage de Ruminants et de porcs) porté par l'unité mixte de recherche sur les Herbivores et qui s'attaque au défi climatique dans l'élevage français. À l'horizon 2050, comment les régions agricoles françaises pourront-elles s'adapter aux bouleversements climatiques tout en réduisant leur propre impact environnemental ? Grâce à une expertise interdisciplinaire, le projet a

pu définir en 2024 les scénarios climatiques et socio-économiques qui serviront de base aux travaux futurs. Pour maximiser son impact, le projet VAACHERIN compte sur des échanges et partenariats avec différents projets régionaux liés à l'agriculture et au changement climatique pour permettre de mutualiser ressources, méthodes et expertises. Cette approche permettra la création de synergies précieuses pour les travaux de terrain menés avec les acteurs de la filière élevage.



**UN OUTIL INNOVANT POUR REPENSER LES SYSTÈMES AGRICOLES**

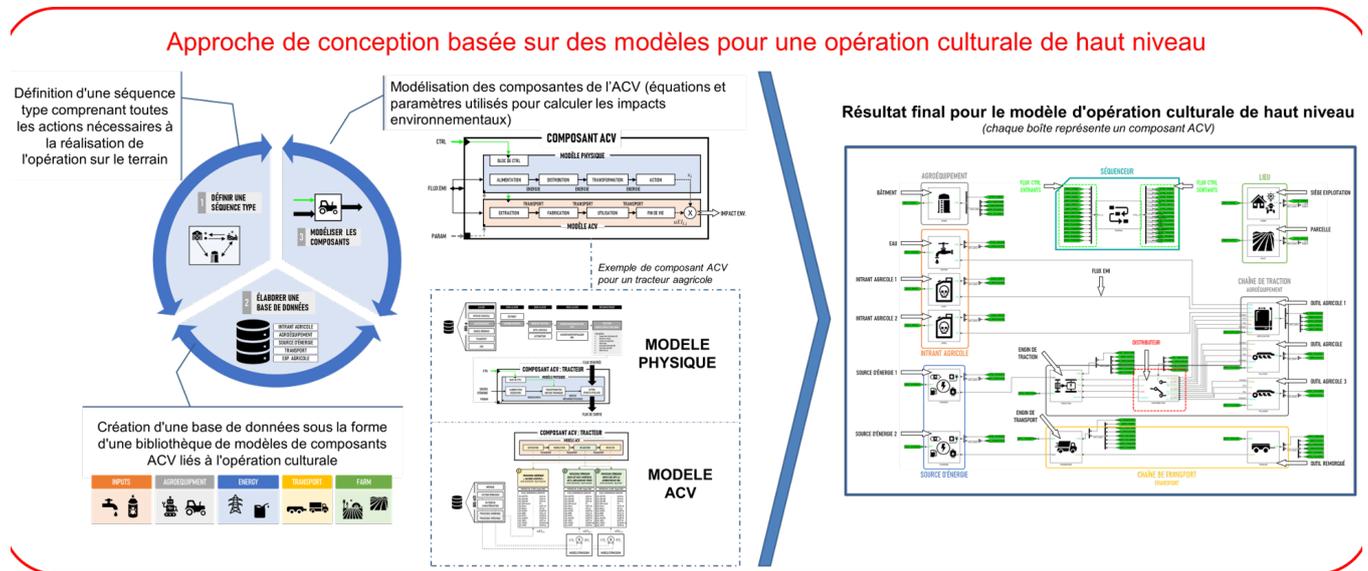


De par ses émissions (carbonées, phosphatées et azotées) et l'utilisation massive d'eau, l'agriculture est l'un des secteurs contribuant le plus au changement climatique et au dépassement des limites planétaires. Pour accompagner la transition du secteur, des chercheurs de l'unité de recherche Technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes (TSCF) ont développé O-AMIE (pour Outil d'Analyse et de Management des Impacts Environnementaux) avec l'entreprise Sherpa Engineering dans le cadre du Laboratoire Partenarial Associé I-SMART.

**L'objectif de cet outil innovant est triple : éco-conception des agroéquipements (tracteurs, robots, matériel agricole...), analyse des impacts environnementaux et optimisation des pratiques**

**qui les mobilisent.** O-AMIE se démarque par sa méthodologie innovante : sa conception, couplant l'ingénierie système basée sur des modèles et l'analyse du cycle de vie (ACV), permet une modélisation physique précise des flux pour une analyse plus fine et réaliste des systèmes étudiés, contrairement aux évaluations classiques fondées sur des données moyennes. Développé sous Matlab®, Simulink® et la plateforme PhiSim, O-AMIE permet aujourd'hui d'évaluer les impacts des pratiques de désherbage et de fertilisation. Les prochaines étapes de développement de l'outil permettront la modélisation d'autres opérations agricoles comme le semis ou la récolte.

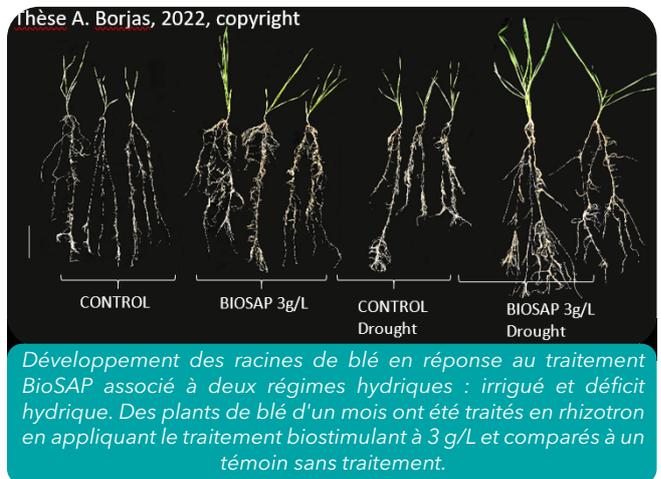
DOI : [10.1016/j.compag.2024.109558](https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109558)



**UNE INNOVATION NATURELLE POUR RENFORCER LA RÉSILIENCE DES CULTURES**



Bioformulation 100 % biodégradable brevetée, BiosSAP a été **conçue à partir de sucres de champignons et d'algues**. Les polysaccharides naturels qu'ils contiennent permettent de retenir l'eau au niveau des racines et de stimuler la croissance des plantes. Des tests menés en conditions réelles sur des plantules de blé démontrent que cette innovation leur permet de conserver jusqu'à 95 % de leur teneur en eau après 7 jours sous stress hydrique contre 65 % pour les plantes non traitées. Cette innovation est issue d'une collaboration entre l'unité mixte de recherche Génétique, diversité et écophysiologie des céréales (GDEC) et l'Institut Pascal.



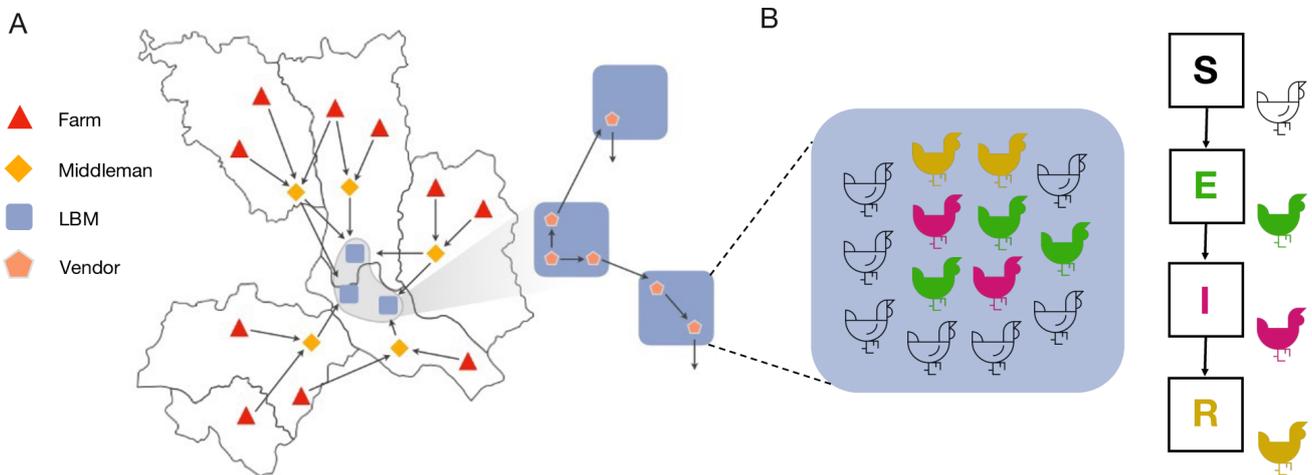
## EPINEST : UN OUTIL POUR SIMULER LA PROPAGATION DES PATHOGÈNES DANS LES RÉSEAUX D'ÉLEVAGE



L'intensification de la production avicole, notamment en Asie, soulève des préoccupations majeures concernant les risques de maladies zoonotiques, menaçant à la fois la santé animale et humaine. Pour mieux comprendre et gérer ces risques, des chercheurs de l'unité mixte de recherche Épidémiologie des maladies animales et zoonotiques (EPIA) ont développé EPINEST, un **outil de modélisation individu-centré permettant de simuler la diffusion de pathogènes dans des réseaux de production et de distribution avicoles** - depuis les fermes jusqu'à l'assiette du consommateur. **Sa force ? Une vision intégrée qui capture la complexité des interactions entre tous les acteurs de la filière.** L'outil intègre des données empiriques précises :

caractéristiques des élevages, déplacements des volailles, échanges commerciaux et brassage des animaux. Grâce à cette approche, les décideurs peuvent évaluer l'efficacité de leurs stratégies : vaccination ciblée, reconfiguration des réseaux commerciaux, nouvelles pratiques de marché... À long terme, EPINEST a le potentiel de s'étendre à d'autres espèces d'élevage pour anticiper et maîtriser les risques sanitaires émergents conformément à l'approche One Health.

DOI : [10.1371/journal.pcbi.1011375](https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1011375)



Le modèle simule le réseau synthétique de distribution de poulets, des fermes (en rouge, sur la carte) aux intermédiaires (en jaune) puis aux marchés (en bleu) où ils sont pris en charge par des vendeurs (en orange). Ces sites sont autant de contextes dans lesquels la transmission de pathogènes peut se produire. Le panneau de droite illustre ce processus dans un marché, où les poulets sont codés par couleur selon leur statut infectieux : sensibles (S), infecté et non-encore infectieux (E), infectieux (I) et rétablis (R).



## LA SPECTROMÉTRIE DE MASSE PAR IONISATION ET ÉVAPORATION RAPIDE RÉVÉLATRICE DE QUALITÉ DES VIANDES BOVINES

La spectrométrie de masse par ionisation et évaporation rapide (REIMS) est une technique émergente permettant l'analyse chimique d'échantillons, plus couramment utilisée dans le domaine de la santé humaine. Dans le cadre du projet européen INTAQT, l'unité mixte de recherche sur les Herbivores (UMRH), en partenariat avec l'université de Belfast, a mené une expérimentation pilote afin d'évaluer le potentiel de cette technique, rapide d'utilisation, pour discriminer la viande bovine selon sa qualité et sa composition. 116 échantillons de viande issus de trois muscles différents ont été prélevés et analysés. La capacité de

cette technologie pour différencier efficacement les viandes selon des caractéristiques sensorielles telles que la flaveur et la jutosité a été mise en lumière. Les viandes peuvent également être différenciées selon quatre classes de qualité : premium, meilleure que tous les jours, bon au quotidien et insatisfaisant. Ces résultats préliminaires encourageants ont permis de créer un Laboratoire International Associé (LIA) avec AgResearch (Nouvelle-Zélande).

DOI : [10.1016/j.foodchem.2024.139645](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139645)



# RELATIONS SCIENCE-SOCIÉTÉ



LES ATTENTES, INCERTITUDES ET QUESTIONS DE NOS CONCITOYENS APPELLENT INRAE À INTENSIFIER SON IMPLICATION EN FAVEUR DES RELATIONS SCIENCE-SOCIÉTÉ. INRAE SOUHAITE FAVORISER ET ENTRETENIR UN LIEN DE CONFIANCE AVEC LES DIFFÉRENTS ACTEURS ET CITOYENS.

## LA REVUE RESSOURCES À L'HONNEUR EN LIBRAIRIE

Dans le cadre de la valorisation de la revue Ressources d'INRAE, le Centre s'est associé en 2024 avec la Librairie des Volcans, à Clermont-Ferrand, pour mettre en lumière les travaux de ses scientifiques auprès d'un public plus large. La première conférence organisée dans ce cadre s'est tenue le 4 septembre 2024. Isabelle Veissier, directrice de recherche à l'Unité Mixte de Recherche sur les Herbivores (UMRH), est intervenue autour de la thématique : « *Bien-être animal, de l'absence de cruauté au bien-être positif et au-delà* ».

Ce sujet s'est inscrit dans une réflexion plus large au sein d'un dossier consacré aux défis pour des élevages durables dans le septième numéro de la revue. Cette rencontre a permis aux participants d'échanger autour des évolutions scientifiques, éthiques et sociétales de la question du bien-être animal. **L'initiative marque le début d'un cycle de conférences en librairie**, avec l'ambition de faire vivre le dialogue entre science et société autour d'un support riche et original.



## ENSEMBLE VOYONS LOIN : PORTES OUVERTES SUR LA SCIENCE !

Rendez-vous désormais bien ancré dans le paysage régional, les portes ouvertes du Centre ont une nouvelle fois suscité un vif engouement. Durant quatre jours, **près de 2 500 visiteurs**, dont environ 700 élèves du primaire et du secondaire, ont franchi les portes de notre site de Theix ! L'événement a permis au grand public, aux scolaires et aux passionnés de science de découvrir les dernières avancées des recherches menées sur le site, au travers d'ateliers, de démonstrations et d'échanges avec les scientifiques. La grande nouveauté de cette édition 2024 : **un temps fort dédié à la découverte des nombreux métiers qui font un institut de recherche**. Une manière de valoriser la diversité des expertises présentes sur le Centre. Cette immersion ludique et interactive a mis la science à portée de main, dans une ambiance conviviale et enrichissante.



## CLERMONT INNOVATION WEEK: QUAND LA SCIENCE SE JOUE ET SE PARTAGE

À l'occasion de la Clermont Innovation Week 2024, le Centre s'est mobilisé pour proposer trois événements ouverts au grand public, alliant recherche, innovation et échanges autour d'enjeux contemporains. Avec "**Les chercheurs jouent le jeu**", une trentaine de participants ont pu découvrir l'univers des jeux sérieux et la plateforme GAMAE de l'UMR Territoires. Démonstrations interactives et échanges ont permis de découvrir comment le jeu peut devenir un levier d'innovation sociale et de réflexion sur les grands enjeux de société ! Un événement plébiscité, qui a été renouvelé pour l'édition 2025.

Le second événement, en partenariat avec Vegepolys Valley et le Gérontopôle Auvergne Rhône-Alpes, a réuni plus de 80 participants autour de **l'alimentation et de la nutrition** à tous les stades de la vie. Ce moment a permis de croiser les regards entre chercheurs, professionnels et citoyens.

Enfin, "**Promène ta science**", organisé avec Astu'Sciences et le CNRS, a offert une expérience insolite : une balade en calèche pour discuter, en petit groupe, avec un ou une scientifique et découvrir les sciences autrement.



## VIE DU CENTRE



**CE SONT AUSSI LES MURS QUI RACONTENT LA VIE D'UN CENTRE. EN 2024, PLUSIEURS PROJETS D'ENVERGURE ONT PERMIS D'AMÉLIORER CONCRÈTEMENT LES CONDITIONS DE TRAVAIL, DE RECHERCHE ET DE COLLABORATION. MODERNES, FONCTIONNELLES ET DURABLES, CES NOUVELLES INFRASTRUCTURES TÉMOIGNENT D'UN ENGAGEMENT COLLECTIF POUR UN ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL À LA HAUTEUR DES AMBITIONS SCIENTIFIQUES.**

### DES INFRASTRUCTURES RENOUVÉES AU SERVICE DE LA SCIENCE ET DES TERRITOIRES

En 2024, le Centre a inauguré une série d'infrastructures rénovées ou créées, pensées pour répondre aux besoins de la recherche de demain. Ces espaces, à la pointe de la technologie, permettent de soutenir des travaux de haut niveau sur la nutrition, la santé et le bien-être animal. Laboratoires modernisés pour l'unité mixte de recherche sur les Herbivores, animalerie dédiée à la recherche en nutrition humaine, laboratoire de niveau 3 en biosécurité ou encore bâtiment expérimental pour les vaches laitières (en photo ci-dessous) : chaque site a été conçu pour allier performance scientifique, respect de l'animal et qualité de travail pour les équipes.



Le nouveau bâtiment d'accueil du site de Theix, véritable point névralgique du Centre, incarne notre engagement en faveur de la transition écologique : construit en ossature bois, isolé en paille, doté d'équipements d'efficacité énergétique et en partie réalisé avec des matériaux issus de la déconstruction, il conjugue innovation architecturale et sobriété environnementale.

Ce projet collectif, soutenu par l'État, la Région Auvergne-Rhône-Alpes et des fonds européens, représente un investissement global de 13 millions d'euros. Il témoigne d'un engagement fort en faveur d'une recherche publique d'excellence, durable et ancrée dans les territoires.



Le nouveau bâtiment d'accueil éco-conçu du site de Theix.

Du côté de l'Allier, c'est la plateforme AgroTechnoPôle qui a vu sa première tranche de travaux s'achever en 2024, permettant la réalisation des pistes d'évolution pour les machines, dont des pistes sécurisées pour les agroéquipements autonomes. Un banc pour la recherche de solutions de désherbage innovantes a également été mis en place. Pensée comme une plateforme de recherche partenariale pour la transition agroécologique, elle rassemble chercheurs, ingénieurs et techniciens du secteur public et privé pour la création et l'adoption de nouvelles pratiques agricoles plus durables.



Vue globale des travaux de l'AgroTechnoPôle sur le site de Montoldre (Allier).



Inauguration du patrimoine rénové du Centre, le 24 mai 2024. Sur la photo de gauche à droite : Emmanuel Ferrand (Conseiller régional), Charlotte Batifoulier (architecte), Arnaud Huart (conducteur d'opérations immobilières INRAE), Hélène Hartigai (sous-préfète d'Issoire), Christophe Vial (Maire de Saint-Genès-Champanelle), Emmanuel Hugo (Président du Centre INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes), Jean-Marc Morvan (vice-président Clermont-Auvergne Métropole), Jérôme Gaumet (vice-président du conseil départemental du Puy-de-Dôme).

# PARTENARIATS



EN 2024, NOS COLLABORATIONS AVEC DES PARTENAIRES PUBLICS ET PRIVÉS ONT CATALYSÉ DES AVANCÉES SCIENTIFIQUES MAJEURES. CES ALLIANCES, FONDÉES SUR LA CO-CONSTRUCTION, PERMETTENT À INRAE DE RÉPONDRE AUX ENJEUX SOCIÉTAUX MAJEURS AVEC DES SOLUTIONS DURABLES EN PARTAGEANT EXPERTISES ET RESSOURCES.

## CAP SUR L'AGRICULTURE DE DEMAIN... AVEC LE JAPON !

Population vieillissante, pression environnementale, sécurité alimentaire : face à ces défis partagés, l'unité de recherche Technologies et systèmes d'information pour les agro-systèmes (TSCF) s'associe avec l'organisation nationale de recherche agronomique et alimentaire (NARO) du Japon dans le cadre du Laboratoire International Associé (LIA) TREASUR. Cette coopération scientifique, lancée en 2024, s'engage à développer des solutions robotiques autonomes, efficaces et respectueuses des ressources naturelles. Les travaux se concentrent sur quatre axes : l'adaptation comportementale aux conditions du terrain, la sécurité de navigation autonome en environnements naturels, la gestion des outils agricoles et l'optimisation de la consommation énergétique. Chaque institut apporte son expertise et savoir-faire : INRAE en algorithmes de contrôle et en modélisation, NARO en détection d'obstacles. À terme, ce LIA vise

à développer des robots capables de s'adapter aux conditions variées des terrains agricoles et pouvant évoluer dans des environnements complexes (vergers, rizières...), tout en renforçant la visibilité des deux instituts à l'échelle internationale.



INRAE en visite à NARO, Japon - Implémentation des algorithmes INRAE sur le robot tracteur de NARO  
De gauche à droite : Cyrille Pierre (TSCF INRAE), Tom Montagnon (TSCF INRAE), Wonjae Cho (NARO).

## UN NOUVEAU LABORATOIRE INTERNATIONAL POUR MIEUX COMPRENDRE LE MICROBIOTE DE L'INTESTIN GRÊLE

Fruit de plus de dix ans de collaborations internationales fructueuses, le laboratoire international associé (LIA) HOMIGUT (HOst Microbes interactions in the human GUT) inauguré le 19 novembre 2024, officialise l'association entre l'unité Microbiologie, environnement digestif et santé (MEDiS) et le Centre d'Ecologie Microbienne et Technologies (CMET) de l'université de Gand en Belgique. L'objectif : étudier le microbiote de l'intestin grêle humain pour développer, en cas de situations pathologiques, des stratégies de restauration basées sur des extraits végétaux, des pré- ou probiotiques. Trois axes structurent les recherches menées par ce LIA qui implique déjà une quarantaine de personnes : le développement d'outils de digestion in vitro uniques intégrant le microbiote de l'intestin grêle humain, l'étude de pathogènes ciblant l'intestin grêle humain et les interactions avec le microbiote résident et l'étude de pathologies en lien avec ce microbiote (SIBO, maladies métaboliques...). Soutenu par les pôles de compétitivité Lyon Biopôle et Végépolys Valley, ce projet bénéficie de partenariats forts avec

des entreprises françaises et belges, comme Valbiotis, Limagrain, Lallemand, Pelican Health ou Prodigest.



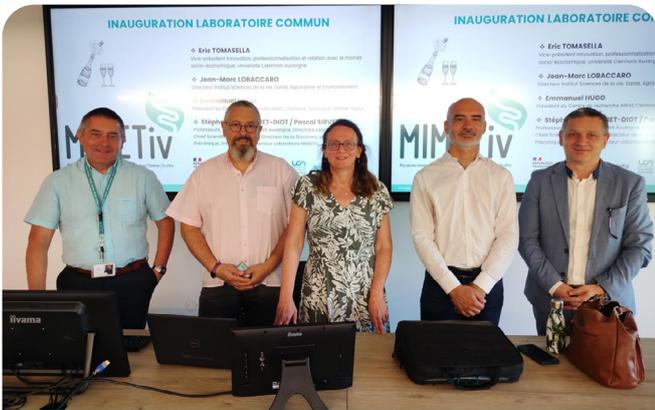
Jean-Marc Lobaccaro (Directeur de l'Institut des Sciences de la Vie, Santé, Agronomie, Environnement, Université Clermont Auvergne - UCA), Marie-Elisabeth Baudoin (Vice-présidente stratégie internationale et européenne, UCA), Tom Van de Wiele (Directeur du laboratoire CMET (Université de Gand), co-directeur du LIA HOMIGUT), Stéphanie Blanquet-Diot (Directrice-adjointe de l'UMR MEDiS, directrice du LIA HOMIGUT), Pierre Schiano (Vice-président rayonnement et attractivité, UCA), Mélanie Bourret (Chargée de mission "mobilité étudiante et partenariats internationaux", Région Auvergne-Rhône-Alpes), Frédéric Costes (Directeur du Centre International de Recherche "European Centre for Health and Human Mobility", UCA).

## DEUX NOUVEAUX LABORATOIRES COMMUNS AU SERVICE DE L'INNOVATION

Le Centre continue le renforcement de sa stratégie partenariale avec le secteur privé par la création en 2024 de deux laboratoires communs autour des enjeux de santé et d'environnement. MIMETiv, créé par l'unité mixte de recherche Microbiologie, environnement digestif et santé (MEDiS), en partenariat avec Valbiotis, a pour ambition le développement de stratégies nutritionnelles innovantes, notamment grâce à un modèle unique au monde de simulation in vitro d'un système digestif humain, « *qui permettra ensuite d'obtenir des données exclusives sur les effets et les modes d'action des substances actives végétales dans le cadre de stratégies non médicamenteuses de lutte*

*contre les maladies métaboliques* » précise Stéphanie Blanquet-Diot, directrice du LabCom.

L'internet des objets, aussi, a désormais son laboratoire commun, loTAE-Lab, porté par l'unité Technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes (TSCF), le Laboratoire de Physique de Clermont Auvergne (LPCA, UCA/CNRS) et l'entreprise Linxens. L'objectif : répondre aux enjeux du développement durable en fournissant des outils de mesure continue et à distance des données environnementales, via des capteurs. Cette collaboration a d'ailleurs déjà permis la conception d'une carte électronique adaptable en fonction des applications souhaitées.



De gauche à droite: Emmanuel Hugo (Président INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes), Jean-Marc Lobaccaro (Directeur de l'Institut des Sciences de la Vie, Santé, Agronomie, Environnement - UCA), Stéphanie Blanquet-Diot (Directrice du LabCom MIMETiv), Pascal Sirvent (Directeur recherche préclinique de Valbiotis), Eric Tomaseila (Vice-président UCA en charge de l'innovation).

“  
Ce qui est unique avec MIMETiv, c'est notre capacité à intégrer des données réelles du microbiote humain dans nos modèles, ce qui augmente considérablement la précision de nos recherches.  
”

**STÉPHANIE BLANQUET-DIOT**  
Directrice du LabCom MIMETiv

“  
Ce dispositif [IoTALab] s'inscrit totalement dans l'esprit de collaboration que nous cultivons sur le territoire.  
”

**EMMANUEL HUGO**  
Président du centre INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes



De gauche à droite : Laure Moiroux Arvis (Directrice adjointe du LabCom loTAE-Lab), Dominique Pallin (Directeur du LPCA), Arnaud Brunetière (Directeur général, Linxens), Mathias Bernard (Président Université Clermont Auvergne), Emmanuel Bergeret (Directeur du LabCom loTAE-Lab), Emmanuel Hugo (Président INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes), Emmanuel Ranc (Directeur technique, Linxens), Melchior Faure (chargé du développement des laboratoires communs, CNRS), Roland Lenain (Directeur de l'unité Technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes - TSCF).

# PRIX ET DISTINCTIONS



**RÉCOMPENSER L'ENGAGEMENT, VALORISER L'IMPACT, SALUER L'EXCELLENCE : LES PRIX ET DISTINCTIONS REÇUS EN 2024 TÉMOIGNENT DE LA RECONNAISSANCE PORTÉE AUX TALENTS DU CENTRE, TOUS MÉTIERS CONFONDUS. ILS REFLÈTENT LA VITALITÉ ET L'INFLUENCE DE NOS ACTIONS, AU CŒUR DES TRANSITIONS.**

## JEAN-PIERRE CHANET

Chef de département adjoint MathNum, Jean-Pierre Chanet a reçu à l'occasion du sommet de l'élevage 2024 le **prix SEDIMASTER 2023**. Ancien directeur de l'unité Technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes (TSCF), Jean-Pierre a fortement contribué au positionnement de celle-ci comme référence nationale et internationale dans le domaine de la robotique agricole. Ce prix distingue ainsi une carrière dédiée à la valorisation de la filière agroéquipements, notamment avec son investissement dans la construction de RobAgri et du Grand Défi Robotique agricole.



Alexandre Mortier, président du SEDIMA, a remis le prix SEDIMASTER 2024 à Jean-Pierre Chanet le 4 octobre 2024.



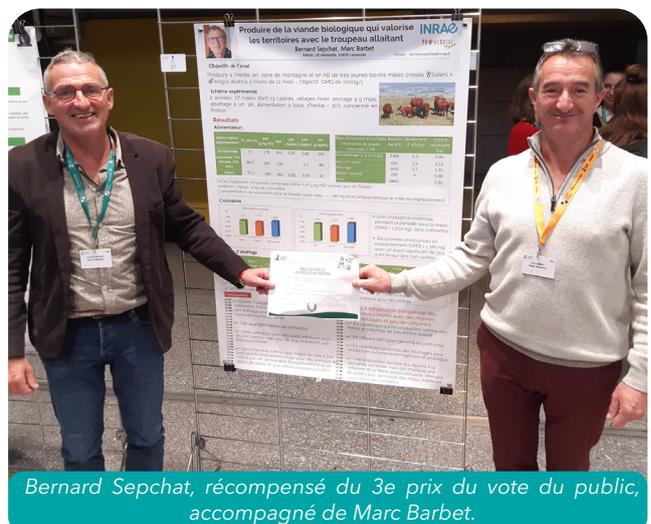
Émilie Rispal, lauréate du 2<sup>e</sup> prix du comité de sélection, accompagnée de Dominique Pomiès (gauche) et Matthieu Bouchon (droite).

## PAULINE IBGUI

Doctorante en économie au sein de l'unité mixte de recherche Territoires, Pauline Ibgui a été distinguée par le **prix Jeune Chercheur de la Société Française d'Économie Rurale** pour son article intitulé « Variabilité territoriale des politiques d'installation-transmission : des modalités disparates de décentralisation et de territorialisation de l'action publique face à l'enjeu systémique du renouvellement des générations », présenté devant un jury réunissant de chercheurs et acteurs de terrain. Une belle reconnaissance !

## ÉMILIE RISPAL ET BERNARD SEPCHAT

Lors des Rencontres Recherches Ruminants (3R) 2024, deux posters issus de travaux menés à l'unité expérimentale Herbipôle ont été primés parmi 131 participants. Émilie Rispal a obtenu le **2<sup>e</sup> prix du comité de sélection** pour son poster « *Marcinelle: Quatre années de pratiques en rupture vers un élevage laitier éco-citoyen* ». Ce travail illustre les possibilités de transformation profonde des pratiques d'élevage vers des modèles conciliant performance, éthique et durabilité. Bernard Sepchat à quant à lui reçu le **3<sup>e</sup> prix du vote du public** pour « *Produire de la viande biologique qui valorise les territoires avec le troupeau allaitant* », une approche ancrée dans les réalités de terrain et attentive aux enjeux de qualité et de valorisation locale.



Bernard Sepchat, récompensé du 3<sup>e</sup> prix du vote du public, accompagné de Marc Barbet.

# LAURIERS 2024



## UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE SUR LE FROMAGE

LA RECHERCHE EN FAIT TOUT UN FROMAGE !



Les Lauriers INRAE distinguent chaque année des équipes et des personnes dont l'engagement, l'expertise et les travaux contribuent concrètement aux transitions agricoles, alimentaires et environnementales. Le Laurier Impact de la recherche récompense une contribution collective ayant généré des retombées majeures pour la société. En 2024, il est décerné à l'unité mixte de recherche sur le Fromage pour l'impact durable de ses actions au service des filières fromagères.

Depuis sa création en 1973, l'unité a fait du fromage un objet scientifique à part entière. Comprendre le rôle des microorganismes dans la qualité et la typicité des produits, sécuriser les fabrications au lait cru, accompagner les professionnels face aux crises sanitaires ou aux aléas climatiques : tels sont les défis qu'elle relève, en lien étroit avec les acteurs de la filière. Très tôt, l'unité constitue une collection de souches microbiennes utilisées aujourd'hui dans de nombreuses fabrications fromagères. « Vous mangez des fromages à pâtes persillées, des fromages bleus ? Il y a 1 chance sur 2 que la souche de *Penicillium roqueforti* vienne de nos laboratoires », explique Christophe Chassard, alors directeur de l'unité. Ces travaux contribuent à préserver la richesse des fromages au lait cru. L'impact est aussi sanitaire. L'unité s'engage notamment pour

la sécurité des fromages au lait cru. En 2008, elle se dote sur le site INRAE d'Aurillac (Cantal) d'un hall fromager de niveau L2, unique en Europe, pour étudier en conditions réelles les fromages contaminés avec des pathogènes comme la *Listeria* ou la *Salmonella*. Aujourd'hui, c'est au changement climatique que l'unité s'attaque. Dans le cadre du projet adAOPt, les chercheurs testent l'effet de régimes fourragers alternatifs sur la qualité du lait et des fromages, en conditions de sécheresse simulée. L'objectif : aider les filières à s'adapter sans renoncer à la qualité de leurs produits. Ainsi, depuis plus de 50 ans, l'unité mixte de recherche sur le Fromage s'engage pour une science collective, utile et au plus près des enjeux économiques et culturels du territoire. Une science qui, tout en restant fidèle à ses racines, ne cesse d'innover.

# LE CENTRE ENGAGÉ POUR LA RSE



**MIEUX COMPRENDRE NOS IMPACTS, RÉDUIRE NOTRE EMPREINTE, AMÉLIORER LA QUALITÉ DE VIE AU TRAVAIL : FACE AUX GRANDS DÉFIS ENVIRONNEMENTAUX ET SOCIAUX, LA TRANSFORMATION DE NOS PRATIQUES EST UNE NÉCESSITÉ. EN 2024, LES RÉSULTATS PRENNENT FORME SUR LE TERRAIN, PORTÉS PAR UNE DYNAMIQUE COLLECTIVE ET DURABLE.**

## UN ENGAGEMENT STRUCTURÉ, UNE DYNAMIQUE COLLECTIVE

Mieux comprendre pour mieux agir. C'est avec cette conviction que le Centre a engagé, dès 2022, un diagnostic responsabilité sociale et environnementale (RSE). Mené selon les recommandations de la norme ISO 26000, ce travail au long cours s'est appuyé sur de nombreux échanges avec plus de 40 parties prenantes internes et des échanges avec des partenaires extérieurs. Il a mobilisé les directions d'unité, les services supports, les relais développement durable et les représentants du personnel. Finalisé en 2024, ce diagnostic a permis d'identifier aussi bien les bonnes pratiques déjà ancrées que les marges de progression. 13 domaines d'action ont été passés en revue et plusieurs axes prioritaires de travail ont émergé. Un suivi régulier est désormais en place, permettant à la démarche RSE de s'inscrire dans la durée. Car au-delà de l'état des lieux, c'est une dynamique collective qui s'est enclenchée, et l'affirmation d'un principe : la RSE est l'affaire de toutes et tous, dans toutes nos activités.



Une quinzaine d'agents du Centre se sont mobilisés le 28 novembre 2024 pour planter les 168 arbres et arbustes de la micro-forêt.

## CLIMAT : S'ADAPTER, RÉDUIRE, MOBILISER

Face au changement climatique, le Centre agit à plusieurs niveaux. Sur le plan technique, les travaux engagés sur les bâtiments sont un levier puissant. Isolation renforcée, remplacement d'éclairages, pompes à chaleur... Les travaux de l'un des projets emblématiques de cette démarche, la mise en service d'une chaufferie biomasse pour le site de Theix en remplacement des anciennes chaudières gaz et fioul, ont débuté en 2024 pour une mise en service en 2025. Mais la transformation passe aussi par les pratiques quotidiennes, c'est pour cela que l'outil StopGES a été déployé dans plusieurs unités afin d'établir des plans de réduction des émissions de gaz à effet de serre.



La micro-forêt du site des Cézeaux, 6 mois après sa plantation.

## PLANTER AUJOURD'HUI, RAFRAÎCHIR DEMAIN

Novembre 2024. Sur le site des Cézeaux, 168 arbres et arbustes sont plantés lors d'un chantier participatif. Agents volontaires, pelles en main, bottes aux pieds, donnent corps au projet de plantation d'une micro-forêt. Ce futur îlot de fraîcheur a plusieurs fonctions : il vise à séquestrer du carbone, améliorer le confort thermique des bâtiments voisins, favoriser la biodiversité... et offrir un espace agréable de pause et de promenade. Mais cette action s'inscrit dans une démarche plus large : haies plantées sur plusieurs sites, gestion différenciée des espaces verts, 20 arbres plantés sur le site de Crouël ; le végétal devient un allié de la transition. Il transforme nos lieux de travail, tout en apportant des réponses concrètes aux enjeux d'atténuation et d'adaptation climatiques.

## LE CHOIX DU VÉLO... MÊME EN ALTITUDE !

Faire évoluer les mobilités, c'est aussi agir pour le climat, la santé et la qualité de vie. Ces dernières années, plusieurs mesures ont été déployées pour encourager l'usage du vélo. Stationnements adaptés sur tous les sites, kits d'auto-réparation, journées de réparation par des prestataires, formations aux risques routiers : tout un écosystème se met en place pour rendre le vélo plus accessible. En 2024, cette dynamique est reconnue par l'obtention du label « Employeur Pro-Vélo » niveau Argent pour les sites de Theix, de Crouël et des Cézeaux. De plus en plus d'agents optent pour le deux-roues, électrique ou non, parfois en combinant plusieurs modes de transport. La recherche de bien-être et les alternatives concrètes jouent un rôle clé dans ces transitions discrètes... mais durables.



Plus de 90 arceaux ou abris ont été mis en place sur les deux dernières années sur l'ensemble du Centre.

## VERS UNE COLLABORATION INTERCULTURELLE RÉUSSIE !

Accueillir et accompagner des ressortissants internationaux, partir en mission à l'étranger, manager des équipes multiculturelles, travailler en partenariat, etc. L'activité d'INRAE est riche de rencontres interculturelles traversées aussi, parfois, de malentendus linguistiques, d'écarts comportementaux, de difficultés d'intégration ou encore de chocs liés aux différences institutionnelles, culturelles et organisationnelles. Les grilles de lecture de l'interculturalité sont ainsi précieuses pour s'engager dans une démarche d'intelligence interculturelle.

C'est un vaste sujet qui mérite d'être exploré collectivement ! Pour cela un premier atelier interactif de sensibilisation à l'interculturalité a été organisé pour le personnel du Centre en septembre 2024 : à partir de chiffres, d'anecdotes et d'illustrations marquantes la variété des représentations culturelles, et leurs conséquences sur nos comportements respectifs en milieu professionnels a pu être abordée. Avec quelques références littéraires à l'appui, comme le Culturoscope\* nos rapports respectifs au temps, au travail, à l'autorité, à l'expression des émotions, au conflit ou encore à la communication interpersonnelle en milieu professionnel ont pu être questionnés. Cela a notamment permis à chacun de repartir avec un message clé : l'interculturalité est l'affaire de tous. Chaque individu est 100 % responsable de 50 % de la relation établie avec un autre individu. À partir de ce constat conscient et en posant les bonnes questions à nos interlocuteurs, une base de meilleure compréhension mutuelle s'installe alors dans la relation.

\* Le Culturoscope, 70 questions pour aborder l'interculturel, Michel Sauquet et Martin Vielajus - ISBN : 978-2-84377-201-6



L'action passe aussi par la compréhension partagée des enjeux : le Centre propose des ateliers Fresque du climat afin de sensibiliser les agents aux impacts du dérèglement climatique et aux leviers d'action.

# LES ÉVÉNEMENTS 2024



## Le Service National Universel accueilli sur le Centre !

Dans le cadre du Service National Universel (SNU), le Centre a accueilli en 2024 une session de 90 jeunes sur le site de Theix. Les volontaires ont ainsi pu découvrir nos métiers, nos installations scientifiques ainsi que les grandes thématiques de recherche portées par INRAE. Cette immersion a permis d'ouvrir le dialogue autour des enjeux agricoles et climatiques, tout en éveillant la curiosité sur les parcours professionnels. L'expérience, très bien accueillie, sera reconduite dans les prochaines années.



Les jeunes volontaires du SNU ont pu participer à divers ateliers pour en apprendre plus sur les travaux du Centre.

12  
juillet  
2024



Remise des prix du Hackathon du Grand Défi Robotique Agricole.

6 au 8  
février  
2024

## Un hackathon pour innover en robotique agricole

Dans le cadre du Forum International de Robotique Agricole (FIRA), le premier hackathon du Grand Défi Robotique Agricole a mobilisé des équipes du monde entier autour de la sécurité dans le domaine de la robotique agricole. Coorganisé par l'association RobAgri, INRAE et les entreprises Opal-RT et 4DV, l'événement a connu un franc succès avec plus de 10 équipes participantes en phases qualificatives et 3 équipes sélectionnées pour la finale tenue lors du FIRA. Ce défi a permis de tester et proposer des solutions innovantes en navigation autonome, incarnant pleinement les principes de science ouverte et participative.



Des visiteurs internationaux ont pu découvrir le site de Laqueuille et en apprendre plus sur les travaux de recherche menés à l'unité expérimentale Herbipôle ainsi que sur le dispositif agrivoltaïque vertical Camélia.

### INRAE au Sommet de l'élevage 2024 : des solutions grandeur nature

Pour cette nouvelle édition du Sommet de l'élevage, le Centre a présenté des recherches de terrain au service d'une agriculture durable. Du simulateur de climat extrême en plein champ au Roboterrium et ses robots au service de l'agriculture, en passant par l'élevage à l'herbe en zone de montagne, les visiteurs ont découvert des innovations concrètes. Le programme comprenait aussi des conférences variées, consacrées à l'agrivoltaïsme, à la nutrition animale ou encore à la place des femmes dans l'agriculture.

### 13<sup>e</sup> séminaire international sur la résistance au gel des plantes

Organisé pour la première fois en France, à Clermont-Ferrand, ce congrès a réuni plus de 90 chercheurs issus de 22 pays différents autour des effets du froid et du gel sur les plantes et les microbes. Les discussions ont porté sur divers thématiques, de la phénologie aux stress combinés. L'événement a également été l'occasion de former 25 jeunes scientifiques, du master au post-doctorat. Prochain rendez-vous en 2027 en Patagonie pour la 14<sup>e</sup> édition.

1 au 4 octobre 2024

19 septembre 2024

Une salle comble pour les conférences proposées lors de cette édition.



26 au 30 août 2024

### L'Herbe de nos Montagnes : s'adapter ensemble

Comment préserver la richesse des prairies face au changement climatique ? Devenu un rendez-vous incontournable pour les divers acteurs de l'agriculture de montagne, cette journée a réuni sur le site de Laqueuille recherche, technique et innovation au service de pratiques agricoles durables. Gestion raisonnée des prairies, adaptation de l'irrigation, lutte contre le campagnol... L'édition 2024 a confirmé l'importance de ce rendez-vous pour co-construire des systèmes herbagers durables et résilients. La forte mobilisation des élus locaux démontre l'excellente visibilité de cette manifestation qui place INRAE au cœur des enjeux de l'agriculture du territoire.

# NOS SITES ET QUELQUES CHIFFRES



## > CHIFFRES CLÉS



**20**  
unités

**676**  
titulaires

**407**  
contractuels

**522** titulaires de nos partenaires présents dans les unités de nos sites

### LES ÉQUIPES

**€88M** dont  
LES MOYENS

**€18,3M**  
en ressources propres

**14**  
dispositifs expérimentaux structurants

près de

**200**  
conventions  
de partenariat  
de gestion en  
**2024**



**31**  
brevets  
actifs

**24** licences



**403**  
publications  
en **2024**

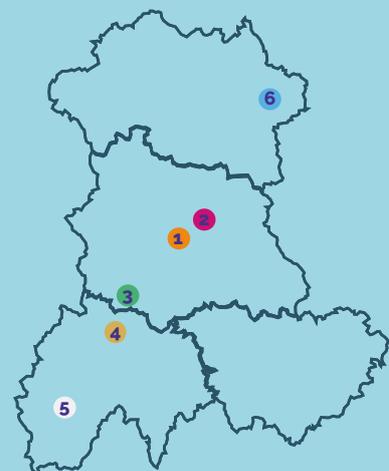
(source web of science)

### LES RÉSULTATS

## > LES SITES

DU CENTRE CLERMONT-AUVERGNE RHÔNE-ALPES

- 1** Theix
- 2** Campus des Cézeaux Aubière  
CHU Clermont  
Crouël
- 3** Laqueuille
- 4** Marcenat
- 5** Aurillac
- 6** Montoldre







**Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes**

Site de Theix

63122 Saint-Genès-Champanelle

Tél. : +33 1 (0)4 73 62 40 00

[communication.clermont@inrae.fr](mailto:communication.clermont@inrae.fr)

Rejoignez-nous sur :



[inrae.fr/centres/clermont-auvergne-rhone-alpes](https://inrae.fr/centres/clermont-auvergne-rhone-alpes)

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



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**INRAE**