



Centre  
Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

**INRAE**



**Rapport d'activité 2022**



# SOMMAIRE



<b>ÉDITO</b>	<b>3</b>
<b>AVANCÉES DE LA RECHERCHE</b>	<b>4</b>
➤ <b>ZOOM SUR LA RECHERCHE EN FAVEUR DES SÉNIORS</b>	<b>11</b>
<b>DES OUTILS ET SOLUTIONS INNOVANTES</b>	<b>14</b>
<b>RENCONTRES ET CONGRÈS</b>	<b>16</b>
<b>LE CENTRE EN EUROPE ET DANS LE MONDE</b>	<b>18</b>
➤ <b>LA DURABILITÉ AU CENTRE DE NOS RECHERCHES SUR L'ENVIRONNEMENT</b>	<b>19</b>
<b>RELATIONS SCIENCES SOCIÉTÉ</b>	<b>20</b>
<b>ACCOMPAGNEMENT DES POLITIQUES PUBLIQUES</b>	<b>21</b>
<b>LES PRIX DE L'ANNÉE</b>	<b>22</b>
<b>NOS SITES ET QUELQUES CHIFFRES</b>	<b>23</b>

# ÉDITO



Voici déjà le troisième rapport d'activité du centre INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes et je suis très heureux d'en écrire les quelques premières lignes espérant ainsi vous rendre, vous lecteur, impatient de lire la suite.

Il est toujours difficile de tenter de résumer en quelques pages une année de vie d'une communauté de plus de 1000 personnes dont les activités sont si diverses. Comment choisir telle avancée scientifique plutôt que telle autre ? Comment mettre en avant tel événement plutôt que tel autre ? C'est tout le savoir faire de l'équipe communication du Centre qui sait mobiliser autour d'elle les membres du comité communication du Centre constitué de représentants des différents métiers et des différentes disciplines qui animent le Centre au quotidien. Ce comité exploite la matière qui lui est apportée par les différentes Unités constituant le Centre. Il mesure l'intérêt que pourra trouver le lecteur à prendre connaissance de telle ou telle découverte ou avancée scientifique, il tente d'évaluer ce que le lecteur intéressé mais non averti sera ou non en mesure d'apprécier. Cet exercice est conduit en cherchant aussi à donner la vision la plus panoramique possible des activités. Une fois que le comité communication a fait son travail il reste à l'équipe communication à organiser le document, le structurer, l'illustrer et le mettre en forme avant publication. Cette ga-gaure se reproduit chaque année avec la volonté permanente de donner l'image la plus exacte possible du Centre sans émousser l'intérêt du lecteur. Que soient ici remerciés celles et ceux qui contribuent à ce chantier avec professionnalisme et enthousiasme !

En parcourant ce rapport vous découvrirez nos principales avancées scientifiques avec un focus particulier sur la question de l'alimentation des plus âgés, les principaux événements organisés sur le Centre ou par ses équipes, nos contributions à l'innovation, quelques partenariats européens et internationaux, nos actions en faveur du lien science-société, notre participation à l'appui aux politiques publiques et, avant les principaux chiffres de l'année, nos collègues ayant reçu une distinction.

Ce document est riche, il est dense et pourtant il laisse sous silence quelques avancées significatives dont nous parlerons l'année prochaine, je veux notamment évoquer ici toutes les avancées réalisées dans le domaine bâtiminaire avec la livraison de nouveaux bâtiments ou de nouvelles installations.

Je vous invite à les découvrir l'an prochain en vous souhaitant d'ici là une bonne lecture de ce rapport d'activité 2022 !

**Emmanuel Hugo,**

Président du Centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

La Science pour la vie, l'humain et la terre : 44 faits marquants issus des résultats de l'année 2022. Ils s'inscrivent dans les 5 identifiants thématiques du Centre et sont pour la plupart obtenus dans le cadre de projets pluri ou interdisciplinaires conduits en partenariat.

-  > LA NUTRITION HUMAINE, LA COMPLEXITÉ ALIMENTAIRE ET LA SANTÉ
-  > LES RISQUES NATURELS, SANITAIRES ET ENVIRONNEMENTAUX
-  > LES TERRITOIRES ET LES SOCIO-ÉCOSYSTEMES, 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 BIOLIGIE INTÉGRATIVE DES PLANTES MODÈLES ET CULTIVÉES ET L'ADAPTATION À LEUR ENVIRONNEMENT

## PRÉDIRE L'ACTIVITÉ DES TIQUES

La tique *Ixodes ricinus* est le vecteur d'agents pathogènes responsables de diverses maladies telles que la maladie de Lyme. Présente sur la majeure partie du territoire français, son activité et son cycle de vie dépendent de plusieurs facteurs environnementaux tels que le climat, l'altitude, l'occupation du sol ou la présence d'hôte pour ses repas. L'UMR Epidémiologie des maladies animales et zoonotiques (EPIA) a construit d'une part, à partir de ces quatre facteurs, **une carte de conditions favorables à l'abondance de la tique *I. ricinus*** en France métropolitaine (localisation spatiale) et d'autre part, à partir d'informations sur leur cycle de vie et leur activité, **un modèle pour prédire les moments les plus à risques** (localisation temporelle). Ces deux informations permettent de mettre en évidence les zones et les périodes de présence de tiques dans les espaces fréquentés par la population. La combinaison de la carte et du modèle est en cours pour produire une carte météo des tiques dont le but est de prévoir le risque lié aux piqûres.

DOI : 10.4081/gh.2022.1058  
DOI : 10.1038/s41598-022-11479-z



## SÉQUENCAGE DU GÉNOME DE LA VARIÉTÉ DE BLÉ TENDRE RENAN

La variété de blé tendre Renan, créée par l'Inra dans les années 1980, par croisement avec une espèce sauvage, *Aegilops ventricosa*, est largement utilisée en agriculture biologique pour ses qualités de régularité du rendement et de résistance aux maladies.

L'UMR Génétique Diversité Ecophysiologie des Céréales (GDEC) a réussi à produire la séquence du génome du Renan permettant de décrypter le contenu de deux régions chromosomiques porteuses d'environ 500 gènes chacune provenant du génome d'*Ae. ventricosa*.

Ce travail s'inscrit comme une étape clé dans l'objectif de décrire l'ensemble des gènes de l'espèce et de leurs fonctions.

DOI : 10.1093/gigascience/giac034

## DES VARIÉTÉS DE BLÉ AU GLUTEN PLUS DIGESTIBLE

Le blé, aliment de base dans l'alimentation humaine, est majoritairement consommé sous forme de produits transformés (pain, biscuits, etc.). Pour répondre aux préoccupations sociétales quant à la consommation de gluten et à l'idée que le gluten des variétés modernes de blé tendre est moins digeste que celui des variétés anciennes, le projet GlutNsafe a été développé. Une étude sur la digestibilité in vitro des protéines de pains élaborés selon un même procédé à partir de variétés anciennes ou modernes de blé tendre a ainsi été menée. Qu'elles soient anciennes ou modernes, les 17 variétés n'ont présenté aucune différence de digestibilité. Cette dernière pourrait être améliorée par le biais de caractéristiques du grain ou de la farine, plus faciles à mesurer et donc, pour le sélectionneur, plus faciles à prendre en compte dans le but de proposer des pains qui seraient mieux tolérés par les personnes atteintes de sensibilité non cœliaque au blé (patients qui ressentent des symptômes divers, pas seulement digestifs après avoir consommé des produits à base de blé sans être cœliaques ou allergiques au blé).

DOI : 10.1016/j.jcs.2022.103533

LES AGRUMES, DES ALLIÉS POUR LA SANTÉ DE NOS ARTÈRES < 

Les agrumes sont des aliments riches en flavanones, une catégorie de polyphénols dont un grand nombre de données épidémiologiques et précliniques a montré qu'ils jouent un rôle important dans le maintien de la santé cardiovasculaire.

Il y a quelques années, une étude réalisée chez la femme ménopausée, par des chercheurs de l'Unité de Nutrition Humaine (UNH) montrait que **les flavanones étaient responsables des effets bénéfiques d'une consommation régulière de jus de pamplemousse** sur la rigidité artérielle. Pour enrichir ces travaux, l'analyse transcriptomique réalisée sur

les cellules immunitaires circulantes de ces mêmes volontaires a montré que les flavanones du pamplemousse sont capables de réguler l'expression d'une diversité de gènes et de micro-ARNs, identifiés pour leur rôle dans la régulation de l'inflammation et des interactions entre monocytes et endothélium (adhésion, perméabilité, migration trans-endothéliale, organisation du cytosquelette) à l'origine des dysfonctionnements vasculaires.

Des études de corrélation entre les modifications du profil d'expression génique et les effets sur la rigidité artérielle observés chez les

volontaires en réponse à la consommation de pamplemousse naturellement riche en flavanones ont été conduites. Elles ont permis de montrer pour quelques dizaines de gènes, des corrélations significatives avec l'amélioration de la rigidité artérielle.

DOI : 10.3389/fnut.2022.907595



LE MUCUS INTESTINAL ET *ESCHERCHIA COLI* ENTEROTOXIGÈNES (ETEC) < 

Les *Escherichia coli* entérotoxigènes (ETEC) provoquent une infection intestinale particulièrement répandue dans les pays en développement, souvent appelée « diarrhée du voyageur ». La couche de mucus recouvrant le tissu intestinal humain constitue à la fois une barrière physique contre l'entrée d'agents pathogènes mais aussi un réservoir de microbiote.

Un travail de recherche de l'UMR Microbiologie, environnement digestif et santé (MEDIS) conjointement avec l'Université de Gand (Cmet, Belgique) a tenté de comprendre comment le

mucus intestinal régule la survie et la virulence des ETEC dans l'environnement digestif humain. Les résultats ont montré que la présence d'une niche de mucus favorise la survie des ETEC dans la lumière du tractus gastro-intestinal supérieur indiquant une capacité de colonisation accrue. Il est donc désormais nécessaire de mieux prendre en compte **ce compartiment muqueux afin de développer de nouvelles stratégies de lutte** contre l'infection à ETEC chez l'Homme.

DOI: 10.1038/s41522-022-00344-6



LES MICROPLASTIQUES, UNE MENACE INVISIBLE POUR NOTRE SANTÉ < 

Présents partout autour de nous, les plastiques représentent une menace pour l'environnement, mais aussi pour les humains. Ils sont dégradés sous forme de microplastiques qui se retrouvent dans notre alimentation. Face à ce constat, l'évaluation des conséquences d'une exposition orale aux microplastiques constitue un réel enjeu de santé publique, d'autant plus qu'il n'existe pas à ce jour de données sur les conséquences d'une telle exposition notamment sur les populations identifiées comme particulièrement sensibles aux contaminants chimiques alimentaires. Les unités Qualité des Produits Animaux (QuaPA) et Microbiologie, environnement digestif et santé (MEDIS) ont étudié l'effet des contaminants alimentaires sur le microbiote intestinal. Les premières conclusions montrent que les microplastiques modifient la composition et l'activité métabolique du microbiote intestinal in vitro. Les effets varient en fonction des individus, mais une tendance se dégage avec **une augmentation de bactéries pouvant être néfastes et une diminution de bactéries bénéfiques pour la santé**. Une nouvelle encourageante cependant : ces changements n'impactent pas l'intestin dans sa fonction de barrière. Il conserve son imperméabilité et ne présente pas d'inflammation.



DOI : 10.1016/j.jhazmat.2022.130010



## VERS PLUS DE SÉCURITÉ POUR L'ALIMENTATION DES TRÈS JEUNES ENFANTS

Le projet européen SAFFI s'intéresse à l'alimentation des 15 et 45 millions d'enfants de moins de trois ans que comptent respectivement l'Europe et la Chine. Il vise à améliorer l'identification, l'évaluation, la détection et l'atténuation des risques microbiens et chimiques pour renforcer la sécurité sanitaire des aliments infantiles en Europe et en Chine.

Le projet explore de nouveaux outils « omiques » grâce auxquels, en plus de rechercher les pathogènes, les microbiologistes pourraient caractériser les conditions d'environnement, notamment microbien, qui sont susceptibles d'en favoriser ou d'en inhiber le développement dans l'aliment. Ces nouvelles informations devraient permettre d'améliorer significativement l'évaluation et la prédiction des risques microbiologiques. SAFFI cherche également des alternatives aux traitements ther-

miques de conservation appliqués à l'échelle industrielle qui ont souvent un impact délétère sur les fonctionnalités nutritionnelles, sensorielles mais aussi sur la sécurité chimique des aliments. Suivant une tendance assez générale dans les industries agro-alimentaires, le projet évalue des technologies de conservation dites « douces », qui permettraient de préserver les qualités de l'aliment et d'obtenir des produits plus frais, plus sains et plus durables. SAFFI expérimente également des stratégies novatrices pour découvrir les nombreux contaminants chimiques encore inconnus dans nos aliments. Il s'agit de coupler des techniques bioanalytiques qui permettent de déterminer l'effet toxique global d'un aliment à des approches de chimie analytique non ciblées qui permettent de connaître en détail la composition de cet aliment. Des approches de bio et de chimio-informatique per-

mettront ensuite de repérer, parmi les constituants de l'aliment, ceux qui sont susceptibles d'être responsables de l'effet toxique mis en évidence par bioanalyse.

DOI : 10.1016/j.jpeds.2022.100009



 Consortium SAFFI à l'occasion de la deuxième réunion annuelle du projet SAFFI qui s'est tenue les 26, 27 et 28 Septembre 2022 à Clermont-Ferrand sur le site de Theix du centre Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

## IMPACT DE LA SOUS NUTRITION PROTÉIQUE PÉRINATALE SUR LA FERTILITÉ CHEZ LA DESCENDANCE MÂLE

L'infertilité représente un fardeau croissant dans le monde, avec 1 couple sur 7 présentant des difficultés à concevoir. Dans environ 50 % des cas, cette infertilité est due à un dysfonctionnement de la spermatogenèse chez le partenaire masculin. Toutefois, 10 à 15 % des hommes présentent une infertilité qui n'est corrélée à aucun défaut des paramètres spermatiques classiques mesurés.

Des chercheurs de l'Unité de Nutrition Humaine (UNH) ont étudié les effets de la sous-nutrition protéique maternelle sur la fertilité chez la progéniture mâle d'un modèle rongeur. Les mères nourries avec un régime pauvre en protéines pendant la gestation et la lactation donnent naissance à des mâles présentant une diminution globale de leur fertilité malgré la production de spermatozoïdes ayant une morphologie, une concentration et une mobilité normales. Les chercheurs ont ensuite montré in vitro que cette altération de la fertilité

est liée à un défaut du mécanisme de capacitation des spermatozoïdes, étape de maturation ayant lieu dans le tractus génital femelle, nécessaire à la fécondation de l'ovocyte. Cette capacité moindre à féconder survient exclusivement lorsque la copulation se produit plusieurs jours avant l'ovulation. Cette étude démontre pour la première fois, sur une espèce modèle, que le stress nutritionnel maternel peut avoir des conséquences à long

terme sur la santé reproductive de la progéniture mâle en affectant la physiologie du sperme, sans impact observable sur le développement des spermatozoïdes et leurs paramètres quantitatifs et qualitatifs classiques.

DOI : 10.1093/biolre/ioab222 



## LE MÉTABOLISME PROTÉIQUE DES RUMINANTS À L'ORIGINE DES VARIATIONS INDIVIDUELLES DE PERFORMANCES

Un des principes de l'agroécologie est la diminution des intrants en élevage. Mais pour maintenir la productivité, cette diminution doit être accompagnée d'une augmentation de l'efficacité alimentaire de l'animal. Pour chaque type de ration, une variabilité inter-individuelle de l'efficacité alimentaire existe. Cette variabilité est importante à comprendre avant d'inclure cette efficacité alimentaire dans les programmes de sélection génétique, mais aussi pour mieux adapter l'alimentation de chaque individu à son potentiel. L'UMR Herbivores (UMRH) a

démonstré, chez le bovin viande alimenté avec deux rations contrastées, que **les individus les plus efficaces excrétaient moins d'azote vers l'environnement que leurs congénères moins efficaces**. Néanmoins, leurs carcasses étaient aussi plus maigres et le taux de renouvellement de leurs protéines corporelles plus faible, ce qui pourrait avoir des conséquences sur la qualité des produits et la résilience des animaux.



DOI : 10.1016/j.animal.2022.100558



## CONTACT VEAU-MÈRE : TROUVER LES MEILLEURS COMPROMIS

Dans la plupart des fermes laitières européennes, les veaux sont séparés de leur mère dès la naissance et allaités artificiellement. Un premier travail d'enquête a recensé, auprès de 104 éleveurs « pionniers » de six pays européens, les principales pratiques permettant de prolonger le contact mère-veau. Un second travail visait à tester trois de ces pratiques dans une ferme expérimentale INRAE, sur le site HerbiPôle de Marcenat. La pratique consistant à laisser les veaux téter librement leur mère pendant



trois mois, entre les traites du matin et du soir, est celle qui a offert le meilleur compromis entre bien-être animal, santé, croissance des veaux et production laitière, tout en réduisant la charge de travail de l'éleveur. **La détresse engendrée chez les veaux et leur mère par une séparation brutale lors du sevrage incite cependant à poursuivre les recherches sur la mise en œuvre d'une séparation progressive moins stressante.**

DOI : 10.1016/j.animal.2022.100536

DOI : 10.1016/j.animal.2022.100624

## LE SECRET POUR UN STEAK SAVOUREUX

Pour faire face à l'évolution des attentes du marché et des consommateurs en matière de qualité de la viande bovine, les éleveurs doivent faire évoluer leurs systèmes d'élevage tout en restant rentables. Le projet ProBA, mené en collaboration avec 4 abatteurs et 4 coopératives de producteurs de la région Auvergne-Rhône-Alpes, étudie l'effet des conduites d'élevage sur les propriétés des carcasses et de la viande de différentes catégories de bovins (jeunes, génisses et vaches de réforme) tout au long de la vie de l'animal.

L'objectif global est d'améliorer à la fois la qualité des carcasses et celle de la viande, ou a minima d'en améliorer une sans détériorer l'autre. Globalement, pour les jeunes et les génisses, le changement de conduite d'élevage a eu un impact plus important sur les propriétés de la carcasse que sur celles de la viande. Pour les vaches, en revanche, le changement de conduite d'élevage produit des changements de qualité favorable pour certaines propriétés de la viande mais pas pour d'autres. Un compromis est donc nécessaire pour choisir la conduite d'élevage à mettre en œuvre en fonction du type de produit recherché.





### QUAND UNE UTILISATION À HAUTE VALEUR AJOUTÉE D'OS BOVINS DEVIENT POSSIBLE !

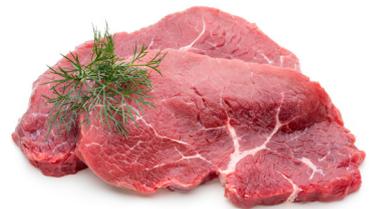
35 à 50 % du poids, c'est la quantité estimée de sous-produits générés lors de l'abattage et de la transformation d'animaux d'élevage destinés à la consommation humaine. Les os bovins d'abattoir sont parmi les sous-produits animaux les plus lourds et les plus volumineux qui pourraient faire l'objet d'utilisations à haute valeur ajoutée. Pour cela, le développement de procédés d'extraction adaptés à cette biomasse afin d'en récupérer les composés d'intérêt était nécessaire. Les travaux menés par l'unité Qualité des Produits Animaux (QuaPA) ont permis de **concevoir un procédé d'extraction solide/liquide qui représente une avancée majeure par rapport à la technologie existante car elle permet de réduire le coût du procédé adopté aujourd'hui pour la conversion de l'os en aliments pour animaux de compagnie**. Elle permet aussi de récupérer, en même temps, la fraction organique et minérale de l'os et non pas l'une au détriment de l'autre. Cela a fait l'objet d'une demande de brevet auprès de l'INPI 2020, étendue à l'Europe et aux États-Unis en 2022. Une étude de marché prospective conduite début 2022 sur la demande en produits biosourcés dans plusieurs domaines a permis la rencontre avec des acteurs industriels qui testeront l'extrait d'os bovin ainsi obtenu pour différentes applications telles que la régénération tissulaire humaine, l'apport en phosphore pour la nutrition des porcs et volaille ou encore les propriétés anti feu pour le matériel électrique et les revêtements des sols.



### UNE VIANDE BOVINE PLUS TENDRE GRÂCE AUX PROCÉDÉS ? <

en  
bref

L'élevage à l'herbe, tel que pratiqué dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, favorise la production de viandes bovines riches en acides gras polyinsaturés et en vitamines B. L'unité de recherche Qualité des Produits Animaux (QuaPA) ont réalisé plusieurs expérimentations visant à baratter des morceaux de viande crue et ont montré qu'il était possible d'attendrir par malaxage la viande bovine crue (à condition d'avoir une durée de process au moins égale à 12h), et que cet attendrissement persistait même après une cuisson sous-vide de ces morceaux barattés, puisque leur tendreté était améliorée de 20 %.



DOI : 10.3390/foods10112802  
DOI : 10.3390/pr10061229

LE COUP DE  DES INTERNAUTES LECTEURS DU SITE INRAE.FR, DANS LA THÉMATIQUE « INNOVATION » !

### LES DÉLICES FROMAGERS

Deux nouveaux fromages ont été présentés le 5 octobre 2022 sur le stand NRAE au Sommet de l'Élevage : **l'un à pâte mi-cuite** (de type Abondance) **de couleur acajou** comme le pelage de la vache Salers et l'autre **à pâte persillée** (type Fourme de Montbrison). 16 essais en pâte persillée et 18 essais en pâte demie-cuite auront été nécessaires pour fixer l'ensemble des paramètres technologiques (format, aspect de la croûte, goût, odeurs, texture, etc.) de ces deux

nouveaux fromages. Une réussite sur le plan de l'innovation « dans la tradition » grâce aux technologies fromagères développées sur le site de l'Unité Mixte de Recherche sur le Fromage (UMRF) à Aurillac. Ce projet s'inscrit dans le cadre d'un programme associant INRAE et l'association GIEE de producteurs « Tradition Salers ». Ce travail d'accompagnement de la filière a été réalisé en partenariat avec VetAgro Sup, l'ENILV d'Aurillac et la chambre d'Agriculture du Cantal,

avec le soutien d'Auvergne-Rhône-Alpes Entreprises et le financement de la région et du FEADER.



Pour en savoir plus 



LES VÉSICULES EXTRACELLULAIRES : NOUVELLE TENDANCE EN SCIENCES BIOLOGIQUES

Les vésicules extracellulaires (VEs) sont des nanostructures sécrétées dans un milieu par tout organisme. Véritable « transporteurs » de molécules variées, elles ont ainsi la capacité à propager des messages biologiques entre les tissus et les organismes. Différents aspects de la biologie des VEs sont étudiés dans les laboratoires de recherche clermontois et ont été présentés lors d'une première journée de rencontres organisée par l'Unité de Nutrition Humaine (UNH) en février 2022. Les chercheurs s'intéressent aux VEs dans un contexte nutritionnel, notamment à leur implication dans les effets vasoprotecteurs de bioactifs

d'aliments végétaux comme les polyphénols. Ainsi, une augmentation de différentes VEs, semblables à celles détectées lors de diverses pathologies, se produit en réponse à la prise unique ou chronique de régimes nutritionnellement déséquilibrés, alors que des diètes considérées comme saines conduisent à leur diminution. Ce travail met en évidence ainsi des questions inexplorées sur la biologie des VEs et l'intérêt de ce nouveau champ de recherche en biologie de la nutrition.

DOI : 10.1093/nutrit/nuab106  
DOI : 10.17180/ev22-preface



LA DIVERSIFICATION EST-ELLE GÉNÉRATRICE DE REVENUS ?



Les systèmes de production spécialisés, basés sur l'utilisation intensive d'intrants chimiques, sont de plus en plus critiqués.

Dans ce contexte, la diversification des systèmes de production est souvent présentée comme un idéal agro-écologique permettant aux agriculteurs de générer davantage de profit tout en réduisant les impacts négatifs de l'agriculture sur l'environnement. En analysant plusieurs systèmes ovins diversifiés (ovin-herbe, ovin-culture, ovin-activités hors sol et ovin-herbe-culture-activités hors sol), **les chercheurs de l'UMR Herbivores (UMRH) ont montré que le système qui génère le plus de revenus par unité de main-d'œuvre est le système ovin-culture.**

Ils ont montré également que le système le plus diversifié ne génère pas plus de revenus que les systèmes partiellement diversifiés, mais il assure des revenus plus stables et serait le système plus résilient.

DOI : 10.1017/age.2021.26

LES OXYLIPINES EN DISENT LONG SUR LES MALADIES CARDIOMÉTABOLIQUES

Le syndrome métabolique est un problème majeur de santé publique. Il touche près d'un quart de la population mondiale et augmente substantiellement le risque de maladies cardiométaboliques telles que les maladies cardiovasculaires et le diabète de type 2. Le diagnostic clinique du syndrome métabolique se base sur la présence d'au moins trois critères parmi l'obésité, l'hypertension, la dyslipidémie ou encore l'hyperglycémie. Bien que facile à mettre en place en clinique, ce diagnostic fournit un niveau de prédiction relativement grossier et tardif du risque de maladies cardiométaboliques. **Et si**

**les oxylipines ouvraient la voie d'un meilleur diagnostic ?** En effet, les oxylipines sont une grande famille de lipides de signalisation qui régulent de nombreux processus biologiques sous-jacents aux désordres cardiométaboliques telles que l'inflammation ou la coagulation sanguine. Les chercheurs de l'Unité de Nutrition Humaine (UNH) ont mené une analyse détaillée de ces lipides dans le plasma de patients atteints de syndrome métabolique. L'analyse a ainsi permis d'identifier une signature spécifique de 23 oxylipines, validée dans deux études de

population indépendantes. Associée au diagnostic clinique, cette signature d'oxylipines pourrait permettre de caractériser plus finement et précocement les dérives cardiométaboliques et ainsi mieux stratifier et prendre en charge les patients à risque.

DOI : 10.3390/ijms231911688



## CONFINEMENT : ADAPTATION DES COMPORTEMENTS



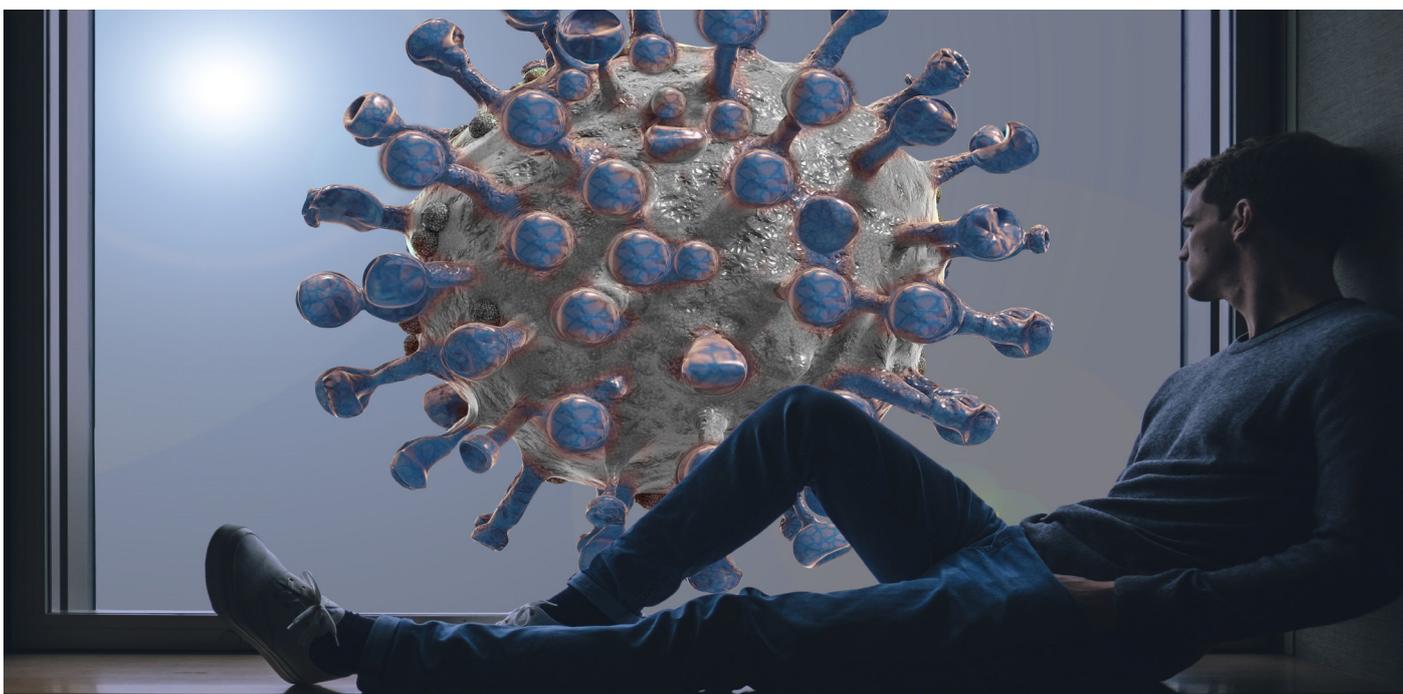
Le premier confinement en France a imposé une limite drastique des sorties à l'extérieur du domicile. Une étude a alors été menée afin de mesurer les comportements d'activité physique et d'alimentation dans un groupe d'étudiants à deux occasions : pendant et après le confinement. Le comportement d'activité physique a été évalué à partir de données d'accélérométrie et la qualité de l'alimentation est évaluée par le score d'équilibre alimentaires au moyen du nombre de portions choisies dans 12 catégories d'aliment. Ces données ont été enregistrées dans l'application mobile WellBeNet puis envoyées sur le serveur ActivCollector.

Les analyses de l'Unité Nutrition Humaine (UNH) ont montré que certains comportements ont évolué entre les deux périodes. C'est le cas de l'activité physique d'intensité modérée qui a augmenté de 48,3 % à la sortie du confinement. Concernant l'alimentation, le

nombre de portions alimentaires évolue différemment chez les femmes et les hommes : les femmes consomment en moyenne une portion de moins quotidiennement alors que les hommes maintiennent le même nombre de portions à la sortie du confinement. Le score d'équilibre alimentaire est légèrement moins bon après le déconfinement (-5,0 %) sans différence entre les deux sexes.

La baisse d'activité physique modérée constatée pendant le confinement n'a pas perduré lorsque les sorties à l'extérieur ont été à nouveau autorisées. Globalement, les habitudes alimentaires sont restées stables car l'approvisionnement alimentaire est resté le même pendant les deux périodes.

DOI : 10.1016/j.pmedr.2022.101863



## SOUS L'IMPACT DES DÉRÈGLEMENTS CLIMATIQUES, LES ARBRES VONT MANQUER DE SÈVE !



en  
bref

Les changements climatiques en cours provoquent, de par le monde, des dépérissements forestiers spectaculaires. Les plus connus sont associés au manque d'eau et aux températures élevées des canicules estivales. Cependant, ils ne sont pas les seuls : d'autres dépérissements, comme ceux du bouleau jaune au Canada, sont eux liés au réchauffement hivernal. Dans les deux cas, les études de l'Unité Physique et Physiologie Intégrative de l'Arbre en environnement Fluctuant (PIAF) ont permis de montrer que le responsable est un arrêt du flux d'eau liquide provenant du sol (**la sève brute**) à cause d'intrusion de bulles d'air dans le circuit hydraulique : **on parle d'embolie gazeuse**, qui est le principal facteur du dépérissement des arbres.





## ZOOM SUR LA RECHERCHE EN FAVEUR DES SÉNIORS

BOOSTEZ VOTRE SANTÉ EN PARTICIPANT AU PROJET RÉSEAUTAGE < 



Depuis plusieurs années, un constat assez paradoxal est fait : les populations vivent plus longtemps, mais l'augmentation du nombre d'années de vie en bonne santé n'est pas proportionnelle à l'accroissement de l'espérance de vie. Et notre métropole clermontoise n'y échappe pas !

Le projet ReseautAGE s'inscrit dans cette logique et initie depuis 2022 un réseau multi-acteurs nutrition-santé pour développer la recherche participative et dont l'objectif est de favoriser un vieillissement réussi pour les personnes âgées de plus de 55 ans en Auvergne, en connectant les scientifiques, l'ensemble des acteurs de terrain et les seniors eux-mêmes.

Le réseau bénéficie du soutien de Clermont Auvergne Métropole et de la Conférence de Financeurs 63. Il est coordonné par des chercheurs de l'Unité de Nutrition Humaine (UNH) en partenariat avec la Mutualité Française, le CCAS de Clermont-Ferrand et de Ceyrat, l'UDCCAS63, la CARSAT, Gérotonomie, le CRESNA et l'Unité de recherche QuaPA.

Pour en savoir plus



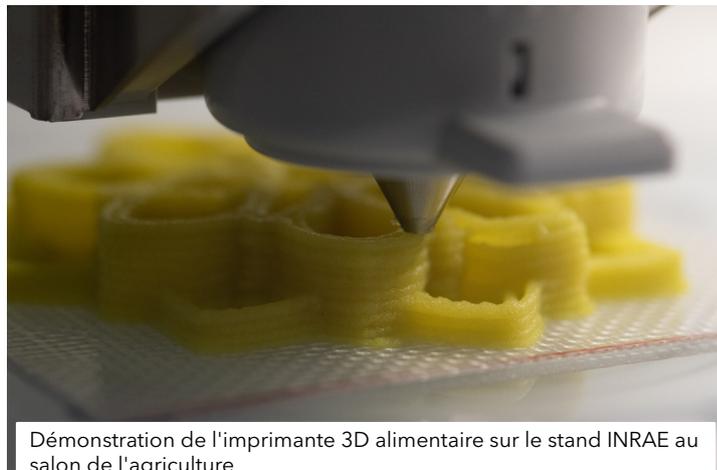
Si vous êtes un acteur du département du Puy-de-Dôme, que la nutrition-santé se trouve parmi vos centres d'intérêt, et que le principe d'une Recherche-action à travers une démarche participative vous semble pertinent, alors, **rejoignez ReseautAGE pour que l'on construise ensemble des propositions d'actions !**

Contact : [reseautage@inrae.fr](mailto:reseautage@inrae.fr)

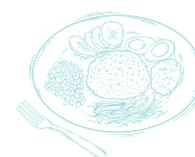
IMPRESSION 3D : LA RÉVOLUTION DANS VOTRE ASSIETTE < 

La texture est un paramètre essentiel dans l'alimentation des personnes âgées qui ont souvent des difficultés à mastiquer ou à avaler. Les produits carnés et leurs sous-produits sont une source de protéines d'excellente qualité nutritionnelle mais ils sont difficiles à ingérer et la texture des aliments contenant des additifs ne répond pas aux attentes des consommateurs. **L'impression 3D est une alternative à la texturation chimique** en maîtrisant la géométrie et le processus d'extrusion et de dépôt des aliments. Les imprimantes 3D actuellement sur le marché ne sont pas adaptées aux produits carnés. C'est pourquoi l'unité de recherche Qualité des Produits Animaux (QuaPA) a développé un nouveau prototype. Il combine un dépôt de haute précision et un refroidissement du plateau d'impression qui permet de favoriser la prise en masse et la gélification des matrices carnées.

Par conséquent, la géométrie de l'aliment est préconçue sans ajout d'additifs. Toute l'électronique de l'imprimante 3D a été repensée pour optimiser la régulation de la température, la vitesse de déplacement et le débit d'extrusion.



Démonstration de l'imprimante 3D alimentaire sur le stand INRAE au salon de l'agriculture





## > DES PROBIOTIQUES POUR PRÉSERVER LA MASSE MUSCULAIRE DES SÉNIORS

Des chercheurs de Micalis (UMR INRAE-AgroParisTech-Université Paris-Saclay) ont constaté que les personnes souffrant du syndrome du grêle court (après une ablation intestinale) présentaient des adaptations métaboliques spécifiques expliquées en partie par un microbiote très riche en lactobacille.

Des chercheurs de l'Unité de Nutrition Humaine (UNH) ont donc émis l'hypothèse que ces mêmes bactéries pourraient induire une optimisation de l'utilisation des nutriments chez les personnes âgées fragiles qui ont souvent un petit appétit et développent en parallèle une sarcopénie. Une souche de *Lactocaseibacillus casei* a ainsi été sélectionnée sur la survie et l'intégrité musculaire du vers *Caenorhabditis elegans* (UMR Fromages - IUT Aurillac) puis testée dans le modèle de rongeur âgé fragile (Unité de Nutrition Humaine). L'étude a montré que **cette bactérie favorise la sensibilité à l'insuline et limite la fonte musculaire** sur le modèle rongeur. Elle pourrait donc être efficace pour limiter la

sarcopénie chez les personnes âgées fragiles en association avec d'autres stratégies nutritionnelles et l'exercice physique.

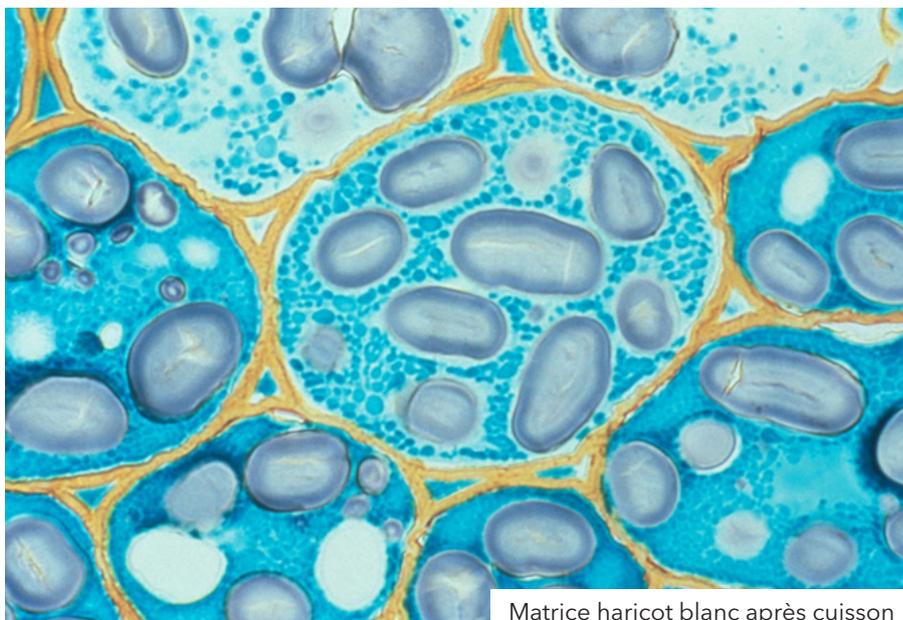
DOI : 10.3389/fnut.2022.928798



## > LA MATRICE ALIMENTAIRE POUR UNE SANTÉ OPTIMALE

La composition nutritionnelle a longtemps été privilégiée pour définir le potentiel santé des aliments et leur lien avec les maladies chroniques, donnant naissance aux scores de composition pour faire des choix alimentaires plus sains. L'approche scientifique holistique démontre que les aliments sains ne sont pas des aliments équilibrés sur le plan nutritionnel, mais des aliments qui ont été transformés le moins possible pour être comestibles, bons et sans danger sur le plan toxicologique. Sous ce nouvel angle, **le potentiel santé d'un aliment est avant tout lié**

**à la nature de sa matrice**, gouvernant le devenir métabolique et les effets santé potentiels des nutriments. Pour intégrer l'effet « matrice » et conceptualiser une alimentation saine et durable, la règle générique des 3V (Vrai, Végétal, Varié) a été développée sur la base des régimes alimentaires existants et validés comme sains et durables. La dimension Vrai, la plus importante, renvoie au degré de transformation et à la qualité matricielle des aliments flexitariens. Végétal et Varié renvoient à l'équilibre nutritionnel des régimes alimentaires. L'effet « matrice » apparaît alors comme un concept clé à associer à la végétalisation et diversification pour une alimentation saine et durable, l'objectif étant in fine de préserver au maximum la matrice initiale des matières premières.



Matrice haricot blanc après cuisson

DOI : 10.1007/s00394-021-02786-8



## DES DÉFICIENCES ORALES CHEZ LA PERSONNE ÂGÉE RÉDUISENT LA BIOACCESSIBILITÉ DES NUTRIMENTS DU PAIN



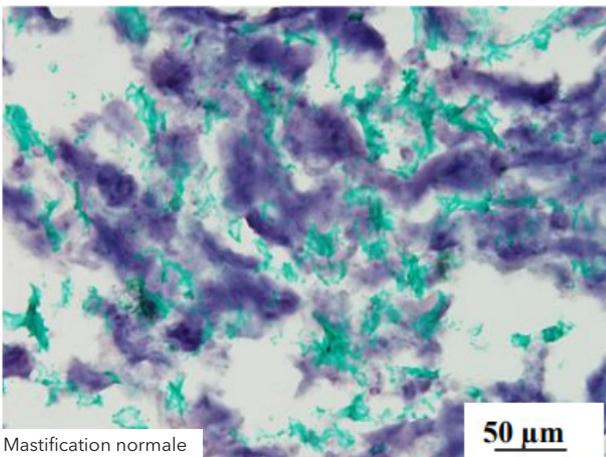
Chez la personne âgée, les fonctions orales (mastication, salivation) sont fréquemment altérées, entraînant une fragmentation inadéquate des aliments. Cela a potentiellement un impact négatif sur les digestions orale et gastro-intestinale. Les chercheurs de l'Unité Nutrition Humaine (UNH) et de l'Unité de recherche Qualité des Produits Animaux (QuaPA) ont évalué **les conséquences de déficiences orales sur la digestibilité de l'amidon et des protéines de l'aliment très consommé qu'est le pain.**

Des bols alimentaires ont été préparés in vitro avec

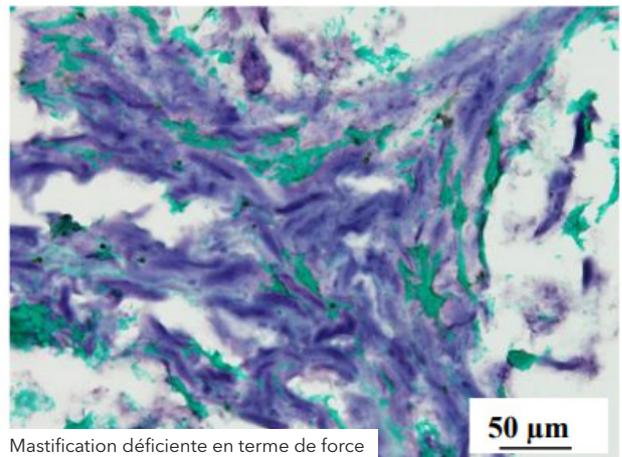
une mastication normale ou déficiente (en termes de force et de salive). Ces bols ont été ensuite digérés in vitro dans les conditions physiologiques gastro-intestinales des personnes âgées. Après une mauvaise mastication, le bol de pain est plus compact et contient davantage de grosses particules, limitant la libération des nutriments dans la salive dont l'absence accentue ce résultat. Après digestion in vitro des bols incorrects, une modification des teneurs en sucres caractérise un retard d'hydrolyse gastrique de l'amidon, plus marqué si baisse de force de mastication et absence de salive sont associées. Le degré d'hydrolyse intestinale des protéines du pain est plus faible. Les déficiences orales chez la personne âgée se cumulent au vieillissement digestif. Les stratégies nutritionnelles élaborées et la conception d'aliments pour ces populations âgées doivent donc prendre en compte leurs capacités orales.

DOI : 10.1016/j.foodhyd.2022.108202

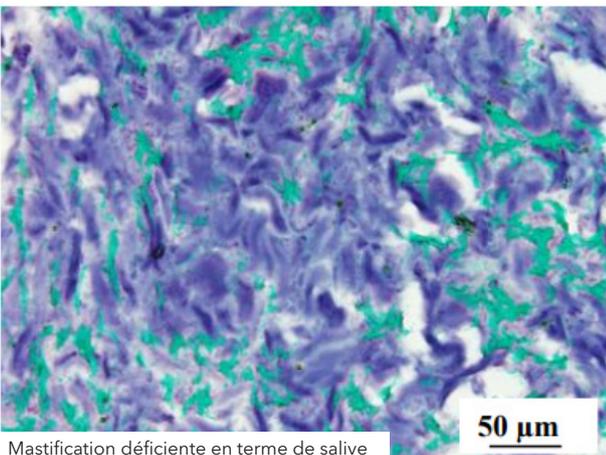
DOI : 10.1039/d1fo00969a



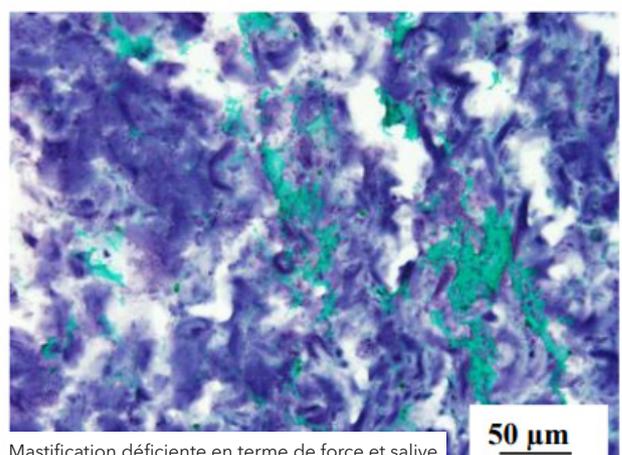
Mastication normale



Mastication déficiente en terme de force



Mastication déficiente en terme de salive



Mastication déficiente en terme de force et salive



Ils témoignent d'un engagement fort des chercheurs d'INRAE vers l'innovation et la recherche liée à la résolution de problématiques de terrain, qu'elles soient professionnelles, sociétales, environnementales...

## LE DÉMONSTRATEUR AGRIVOLTAÏQUE VERTICAL EST LANCÉ ! <

Les systèmes agrivoltaïques relèvent le défi de concilier production agricole et production d'énergie électrique sur les mêmes parcelles. Les cultures sous des panneaux photovoltaïques à condition de respecter certains principes, ont déjà prouvé leur efficacité. INRAE mène depuis plusieurs années de nombreuses études qui visent à développer ces systèmes. Le souhait d'aboutir à une meilleure synergie entre la production agricole et la production électrique fait naître de nouveaux projets, dont plusieurs impliquent l'UMR Eco-système Prairial (UREP). Parmi eux, le démonstrateur agrivoltaïque baptisé « Camelia » vise à **étudier les services rendus par l'installation de panneaux solaires bifaciaux verticaux sur un pâturage tout en analysant les impacts sur la produc-**

**tion électrique.** Il a été installé sur une parcelle appartenant à INRAE au sein de l'Unité Expérimentale Herbipôle sur la commune de Laqueuille, sous la responsabilité scientifique de l'UREP et inauguré le 14 octobre 2022. En collaboration avec Engie Green, ce projet embarque plusieurs unités du centre : l'UE Herbipôle pour la gestion des animaux et de la fertilisation, l'UMR

Herbivores pour l'analyse du comportement des bovins, l'UMR Physique et Physiologie Intégrative de l'Arbre en environnement Fluctuant (PIAF) pour l'étude du microclimat et l'Unité de Recherche Technologies et systèmes d'information pour les agro-systèmes (TSCF) pour le tassement du sol.



## GAMAE A LANCÉ OFFICIELLEMENT LE DÉ ! <

Les multiples transitions en cours appellent à mobiliser des processus d'accompagnement et des outils susceptibles d'appuyer les acteurs dans leurs démarches de concertation, de changement de pratiques, de transmission de connaissances... Parmi ces outils, les jeux sérieux ont démontré scientifiquement leur intérêt. Dans ce contexte, la plateforme scientifique et technique GAMAE dédiée aux jeux sérieux répond à ce besoin. Hébergée

au sein de l'UMR Territoires sur le Campus des Cézeaux à Clermont-Ferrand et inaugurée en 2022, GAMAE ambitionne d'être une plateforme d'innovation sociale à vocation nationale et largement ouverte à tous ceux qui souhaitent concevoir, mobiliser ou évaluer les jeux sur des thématiques agro-environnementales, et alimentaires dans les territoires.



Découvrez la plateforme



en  
bref



## > LE SEL... UN GOÛT DÉLICIEUX MAIS AVEC MODÉRATION !

Le sel est aujourd'hui surtout utilisé... pour son goût salé ! Cependant, sa consommation doit rester modérée pour limiter les risques de développer des maladies cardiovasculaires. Une méthode d'imagerie par résonance magnétique a été développée par des scientifiques de l'unité de recherche QuaPA dans le but de suivre la diffusion du sel dans les aliments et ainsi d'optimiser son utilisation.

en  
bref

### ▶ LES TANINS POUR UN ÉLEVAGE PLUS DURABLE

Améliorer l'utilisation digestive des protéines végétales par les ruminants est un levier pour le développement d'élevages plus durables. Les chercheurs des unités UMR Herbivores (UMRH) et Qualité des Produits Animaux (QuaPA) ont montré que l'infusion d'extraits de tanins dans le rumen de mouton permet de protéger et maintenir certaines protéines dans les compartiments post-ruminaux par les tanins.

DOI : 10.1021/acs.jafc.1c07378

### UN BIOCAPTEUR POUR LE SYSTÈME REPRODUCTIF DES VACHES <

Dans les élevages bovins laitiers, la reproduction se fait principalement par insémination artificielle, ce qui nécessite la détection de la survenue des ovulations. Le projet SmartRepro, impliquant INRAE, VetAgro Sup et le CEA, vise à développer **un dispositif porté par l'animal, capable de suivre l'évolution des hormones contrôlant l'ovulation chez la vache** à partir de prélèvements de liquides présents dans les espaces intercellulaires des tissus et alerter l'éleveur de la survenue d'une ovulation. Les premiers travaux de l'UMR Herbivores ont permis de choisir la zone d'implantation optimale du dispositif (pavillon de l'oreille) où des hormones cibles (progestérone et œstradiol) sont présentes. Les développements technologiques vont pouvoir se poursuivre.

DOI : 10.1016/j.biosystemseng.2022.07.007



INRAE a participé à de nombreux congrès et rencontres durant l'année 2022.

### Assises régionales de la nutrition et de la santé

Cet évènement réunit les chercheurs et les cliniciens des laboratoires de recherche depuis sa création. L'ambition de l'édition 2022 était de réunir sur le territoire clermontois les acteurs des domaines de la nutrition, du métabolisme et de la santé de toute la région Auvergne-Rhône-Alpes.



31 mai  
au 2  
juin  
2022



17 au 19  
octobre  
2022

### 51<sup>ème</sup> colloque de la Société Française pour l'Étude du Comportement Animal (SFECA)

L'UMR Herbivores a organisé les 31 mai, 1<sup>er</sup> et 2 juin 2022 à Clermont-Ferrand le 51<sup>ème</sup> colloque de la Société Française pour l'Étude du Comportement Animal (SFECA).

Une conférence « grand public » a permis de comprendre le développement de l'éthologie en France et de ses querelles conceptuelles au cours des 50 dernières années, histoire dans laquelle INRAE a eu toute sa place pour l'éthologie des animaux d'élevage.



**Organisation d'un satellite lors de la conférence internationale « Conference on Complex Systems 2022 »**

L'unité de recherche Laboratoire d'Ingénierie pour les Systèmes Complexes (LISC) a organisé un satellite lors de la conférence internationale sur les systèmes complexes qui a eu lieu à Palma de Majorque. L'objectif du satellite était d'interroger le concept de transition dans les systèmes socio-écologiques (SES) à travers le prisme de la gestion durable, avec un accent particulier sur les rétroactions entre les transitions du système social et du système écologique.

**17 au 21 octobre 2022**

**5<sup>èmes</sup> Rencontres Nationales Travail en agriculture**

Pendant deux journées, les participants ont pu partager leurs avancées dans le domaine du travail en agriculture, confronter leurs points de vue et envisager de nouvelles collaborations pour les années à venir. Ces journées ont été organisées par le RMT travail en agriculture impliquant INRAE et co-animées par l'Institut de l'Elevage, VetAgro Sup et les Chambres d'agriculture de Bretagne.

**8 et 9 novembre 2022**

**27 au 28 octobre 2022**



**Organisation de la Conférence de Ingénieurs d'Essais de l'OCDE**

L'unité de recherche Technologies et systèmes d'information pour les agrosystèmes (TSCF) a accueilli sur son site de Montoldre une partie de la 21<sup>ème</sup> conférence bi-annuelle des ingénieurs d'essais de l'OCDE. . Pendant deux jours, près de 60 personnes de 15 pays différents ont eu l'occasion d'assister à des présentations scientifiques et techniques ainsi qu'à des démonstrations. Elles ont aussi participé à des réunions de travail sur les méthodes d'essais pour évaluer la sécurité des robots agricoles.



**Les partenariats académiques internationaux sont au cœur de l'excellence et de l'impact de nos recherches. A titre d'exemple, environ 50 % de nos publications sont faites avec au moins un collaborateur d'un pays étranger, dont 30 % avec des membres de l'Union Européenne. Les chercheurs du Centre participent en outre à une trentaine de projets européens (projets en gestion sur le Centre). Les quelques exemples ci-dessous permettent d'illustrer cette dimension.**

## LA PROPAGATION DU VIRUS SRAS-COV-2



L'échantillonnage génomique limité dans de nombreux pays à forte incidence a entravé les études d'épidémiologie génomique du syndrome respiratoire sévère à coronavirus 2 (SRAS-CoV-2). Les chercheurs de l'UMR Epidémiologie des maladies animales et zoonotiques (EPIA) ont étudié la dynamique de transmission du SRAS-CoV-2 dans l'état du Gujarat en Inde pendant la première vague épidémique de la COVID-19 en utilisant une combinaison de données épidémiologiques et génomiques.

Plus de 100 introductions de lignées virales ont été détectées dont la plupart semblent être associées à des voyages internationaux. Au Gujarat, la propagation du virus s'est produite principalement à partir de régions densément peuplées vers des endroits géographiquement proches à faible densité de population. Cela suggère que les centres urbains ont contribué de manière disproportionnée à la propagation du virus. Les résultats de l'étude indiquent que liens internationaux et régionaux ainsi que la densité de population ont été des facteurs déterminants dans la propagation du SRAS-CoV-2 en Inde.

DOI : 10.3201/eid2804.212053.



## LES CHERCHEURS DU LISC ENCADRENT LES DOCTORANTS LETTONS

Pour mieux comprendre ce sujet original, nous avons interrogé Guillaume Deffuant, chercheur dans l'unité de recherche Laboratoire d'Ingénierie pour les Systèmes Complexes (LISC).

### Pouvez-vous nous dire comment s'est construite la collaboration originale citée en titre ?

**Guillaume Deffuant** : J'ai rencontré le coordinateur letton du projet, Atis Kapeniaks de l'université technologique de Riga et notre partenaire italienne Anna Carbone de l'institut Polito à Turin, au cours d'un projet européen précédent. Nous avons alors identifié des intérêts communs et c'est donc naturellement que les lettons ont fait appel à nous lorsqu'ils ont monté le projet TED4LAT.

### Quels sont les enjeux liés à ce projet, et quelles seront les finalités ?

**Guillaume Deffuant** : Le projet répond à un appel de la commission européenne qui vise à favoriser les échanges entre des membres

comme la France ou l'Italie et des pays plus périphériques, comme la Lettonie. Concrètement, avec Jean-Denis Mathias et Jean-Baptiste Pichancourt, tous deux chercheurs au LISC, nous participons à l'encadrement de doctorants lettons (trois pour l'instant, d'autres vont arriver à l'automne 2023). Ainsi, nous échangeons avec les encadrants Lettons sur nos méthodes de recherche et proposons une ouverture vers d'autres pratiques et d'autres références aux doctorants.

### Quel est le cadre global de ce projet et finalement pouvez-vous nous dérouler l'acronyme ?

**Guillaume Deffuant** : Le projet organise d'autres formes d'échanges comme des accueils des chercheurs juniors ou l'organisation d'écoles chercheurs. La prochaine école aura lieu à Turin en novembre. L'acronyme ? C'est une colle, je dois regarder dans mes tablettes. C'est « Twinning in Environmental Data and Dynamical System Modelling for Latvia » !





## LA DURABILITÉ AU CENTRE DE NOS RECHERCHES SUR L'ENVIRONNEMENT

### LA MISE EN ŒUVRE DES POLITIQUES ENVIRONNEMENTALES EUROPÉENNES <

La dégradation des écosystèmes, l'épuisement des ressources naturelles, la perte de biodiversité et le changement climatique constituent des sujets de préoccupation majeurs aux échelles nationale, européenne et globale. Le numéro spécial « *Implementing environmental Europe: non linearity, nature and institutions* », co-édité par Laurence Amblard (INRAE, UMR Territoires) et Caitriona Carter (INRAE, UR ETTIS), met en lumière la fabrication de "l'Europe environnementale". En examinant la mise en œuvre des politiques environnementales et de développement durable de l'Union Européenne principalement dans le contexte français, les articles composant le numéro spécial contribuent à une compréhension renouvelée de la mise en œuvre des politiques au travers de I) la mise en évidence des liens entre les échelles macro et micro de

mise en œuvre II) la prise en compte de la matérialité des écosystèmes ainsi que de la diversité des formes de savoirs, de représentations et de valeurs associés à la nature et III) la caractérisation des nouvelles configurations relationnelles qui émergent entre acteurs publics et privés impliqués dans des formes hybrides de gouvernance. **En outre, le numéro spécial met en évidence le rôle spécifique de la science et des scientifiques dans la formation des représentations, des instruments et des stratégies en jeu.**

DOI : 10.1016/j.envsci.2022.07.011



### UNE GESTION PLUS DURABLE DU PÂTURAGE <

Le pâturage est une activité essentielle à l'élevage d'animaux domestiques. Cependant, il est également considéré comme un facteur majeur de dégradation des sols et accélérant la désertification dans le monde. C'est pourquoi l'unité de recherche Ecosystème prairial (UREP), le CNRS et l'Université d'Alicante (Espagne) ont associé plus de 100 scientifiques de 26 pays pour mener une vaste enquête de terrain sur un grand nombre de zones arides situées sur tous les continents. Ils ont pour cela développé des protocoles standardisés pour évaluer les impacts de la pression croissante du pâturage sur la capacité des écosystèmes mondiaux à fournir neuf services écosystémiques essentiels, parmi lesquels la fertilité et la protection contre l'érosion des sols, la production de fourrage/bois et la régulation du climat. Les résultats montrent que le pâturage est bénéfique sous des climats relativement froids et dans des zones géographiques montrant une forte biodiversité animale et végétale. A l'inverse, ses effets deviennent largement délétères dans les régions plus chaudes de la planète et pauvres en biodiver-

sité. Les conclusions de cette étude peuvent contribuer à développer une gestion plus durable des pâturages ainsi qu'à établir des actions de gestion et de restauration efficaces visant à atténuer les effets du changement climatique et de la désertification.

DOI : 10.1126/science.abq4062



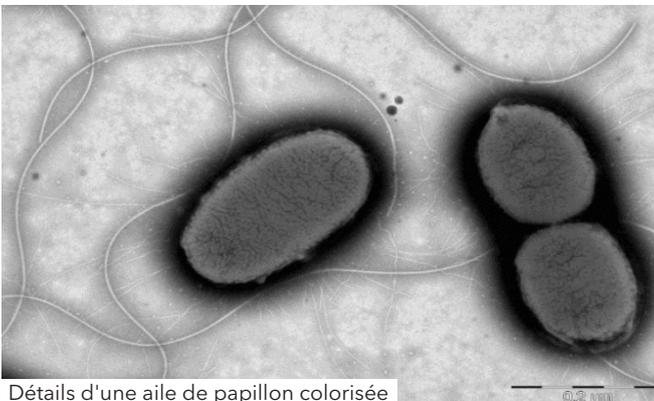
**Les attentes, incertitudes et questions de nos concitoyens appellent INRAE à intensifier son implication en faveur des relations science-société. INRAE souhaite favoriser et entretenir des relations de confiance avec les différents acteurs citoyens.**

### JOURNEES PORTES OUVERTES 2022 : LES ENJEUX DE LA RECHERCHE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Pour la première fois après le début de la pandémie, le Centre avait fait le choix de réamorcer la dynamique « science-société » en organisant des journées portes ouvertes sur son site de Crouël. Première édition aux couleurs d'INRAE, avec en filigrane le spectre du changement climatique, avec ses conséquences sur la biodiversité, les prairies et l'alimentation des herbivores, le stockage de carbone, les cultures, la santé de nos arbres et de nos forêts, la résilience des organismes et des systèmes. Autant de thématiques travaillées par les chercheurs, ingénieurs et techniciens de nos unités de recherche et expérimentale du site (UMR UREP, PIAF, GDEC, UE Phénotypage au Champs des Céréales (PHACC)), et qu'ils ont eu à cœur de partager avec le grand public, les enfants et nos partenaires, venus nombreux !



### LES MICROSCOPES INSCRITS AU PATRIMOINE PRÉSENTÉS AU PUBLIC



Détails d'une aile de papillon colorisée

Le grand public a été invité à découvrir nos deux microscopes électroniques inscrits au patrimoine lors des journées européennes du patrimoine 2022. Les microscopes électroniques sont installés sur notre site de Theix depuis 1983. Il s'agissait à l'époque des premiers du genre à avoir été installés en France. Ils ont traversé les âges... jusqu'à devenir des objets patrimoniaux. La protection au titre des monuments historiques est fondée sur l'intérêt patrimonial d'un bien qui s'évalue en examinant un ensemble de critères historiques, artistiques, scientifiques et techniques. Les notions de rareté, d'exemplarité, d'authenticité et d'intégrité des biens sont notamment prises

en compte. Chaque année, environ 300 immeubles et 1 500 objets mobiliers sont inscrits ou classés et par cela protégés au titre des monuments historiques. Une augmentation sensible des catégories de biens protégés a eu lieu depuis les années 1970 dont les objets scientifiques et techniques.

**Les deux microscopes sont les seuls d'INRAE à être inscrits au patrimoine régional.**



**Mobiliser la connaissance scientifique vers l'expertise et l'appui aux politiques publiques fait partie de nos missions. Dans une démarche d'anticipation et d'éclairage pour les choix d'orientation et de développement.**

## LA RÉDUCTION DES NITRITES ET NITRATES DANS LE SAUCISSON : QUELLES IMPLICATIONS ALIMENTAIRES ?



En 2018, le Centre international de recherche sur le cancer a classé la consommation de viande transformée comme cancérigène pour l'Homme en soulignant l'implication des composés N-nitrosés (NOCs) formés par l'ajout d'additifs nitrés (nitrites et nitrates). Ces additifs ont un rôle antimicrobien, antioxydant et participent aux qualités sensorielles des produits de charcuterie. Les chercheurs de l'unité de recherche Qualité des Produits Animaux (QuaPA) ont évalué la réactivité chimique du nitrite et du nitrate pendant la digestion in vitro de saucisson sec de formulation réduite en quantifiant les composés N-nitrosés et le niveau d'oxydation dans le produit ainsi qu'au cours de sa digestion. Aucun effet de la dose de nitrite ou de nitrate n'a été observé sur la réactivité chimique des NOCs, mais l'instabilité du nitrosylhème au cours de la digestion favoriserait la libération de fer libre dans le tube digestif. En l'absence d'additifs, le niveau d'oxydation est très supérieur dans le compartiment gastrique et intestinal, et la dose 80 ppm de nitrites et nitrates suffit à maintenir un faible niveau d'oxydation. Ces travaux montrent

la nécessité d'avoir une approche intégrative depuis le produit jusqu'à sa digestion, en mettant l'accent sur les mécanismes réactionnels dans le tractus pour proposer des solutions aux industriels.

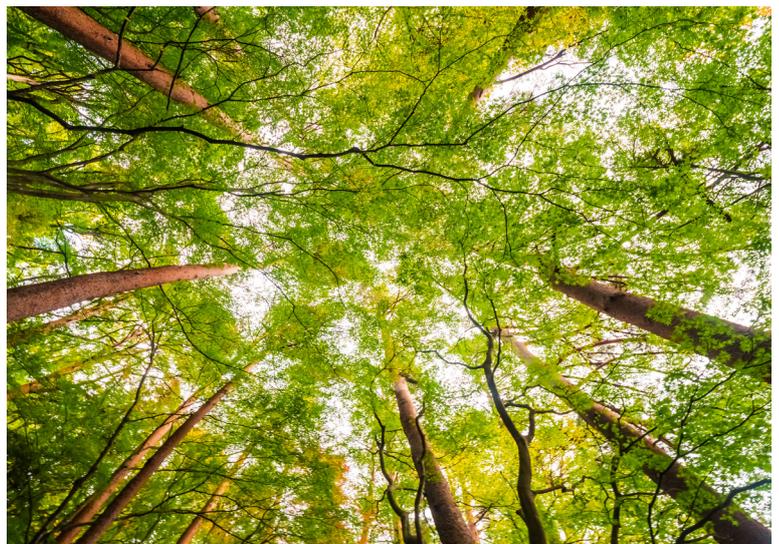
DOI : 10.1016/j.fochx.2022.100474



## UN PARC URBAIN DURABLE POUR L'AVENIR



Afin d'imaginer un parc urbain durable pour la ville de Clermont-Ferrand, un projet de recherche a été proposé en collaboration entre le cabinet urbanisme-paysagiste Devilliers & Associés, la Métropole et l'UMR Physique et physiologie intégratives de l'arbre en environnement fluctuant (PIAF). Suite à la déconstruction des bâtiments de la « muraille de Chine » du quartier Saint-Jacques, les chercheurs étudient la résistance à la sécheresse et au gel grâce à des enregistrements produits par des capteurs placés sur des tilleuls situés au nord et au sud de la « muraille ». Ils vont ensuite tester cette résistance à partir d'extraits d'essences dans un laboratoire. Une fois la « muraille » détruite, privant ainsi les arbres de son ombre ou de son effet pare-vent, les enregistrements continueront afin de suivre l'évolution sous de nouvelles conditions climatiques. Plus largement, ce projet PETONCLE financé par Clermont Auvergne Métropole a pour but de fournir des données utiles pour planter des arbres en milieu urbain.



### LE GRAND PRIX DE LA 25ÈME ÉDITION DU PRIX JEUNE CHERCHEUR

Rafik Arfaoui, doctorant à l'UMR Territoires, a reçu le grand prix de la 25ème édition du Prix jeune chercheur de la ville de Clermont-Ferrand. Sa spécialité, la géographie de l'aménagement et le titre de sa thèse : « Territoires multiples, accueil pluriel : géographie sociales de l'accueil des demandeurs d'asile dans les espaces non-métropolitains ». Il s'intéresse à l'accueil des demandeurs d'asile, hors des grandes villes.



### UN TROPHÉE DES ÉTOILES DE L'EUROPE POUR RENÉ BAUMONT

Le 6 décembre 2022, René Baumont, directeur de recherche à l'UMR Herbivores (UMRH), a été distingué par le trophée des Étoiles de l'Europe, mention Innovation, pour le projet qu'il coordonne intitulé SmartCow : une infrastructure intégrée pour une capacité de recherche et d'innovation accrue dans le secteur bovin européen.



## NOS SITES ET QUELQUES CHIFFRES



### > CHIFFRES CLÉS



**20**  
unités

**676**  
titulaires

**372**  
contractuels

**407**  
titulaires  
de nos partenaires pré-  
sents dans les unités de  
nos sites

#### LES ÉQUIPES

**€77 M** dont

LES MOYENS

**€15 M**

en ressources propres



près de



**300**  
conventions

de partenariat  
de gestion en

**2022**



**37**  
brevets  
actifs

**35** licences



**460**

publications  
en **2022**

(source web of science)

#### LES RÉSULTATS

### > LES SITES

DU CENTRE CLERMONT-AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

- 1** Theix
- 2** Campus des Cézeaux Aubière  
CHU Clermont - Croüel
- 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\\_Clermont](https://twitter.com/INRAE_Clermont)

[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**