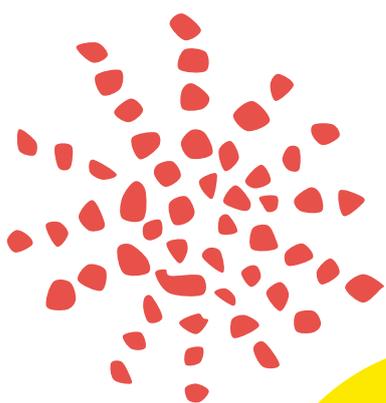




2024

RAPPORT D'ACTIVITÉS





© Freepik



TABLE DES MATIÈRES

04 Édito de Catherine Renard,
directrice de Qualiment®

05 Les Carnot, la recherche
pour les entreprises

07 Qualiment®, le Carnot dédié
à la filière agroalimentaire

08 Positionnement stratégique
du Carnot Qualiment®

09 Qualiment® à la rencontre
des entreprises

10 Focus - Les solutions
alternatives aux modèles
animaux et cliniques

14 Les temps forts de l'année
2024

18 Des projets pour le
partenariat et le transfert

25 Success stories

29 Projets marquants





Édito de Catherine Renard

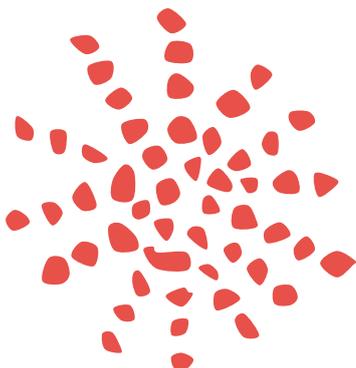
Directrice du Carnot Qualiment®

. L'année 2024 a été difficile pour le secteur alimentaire, avec à la fois déflation et baisse des volumes consommés, qui s'est manifestée de façon aigüe pour les produits issus de l'agriculture biologique. Face à ces pressions, le secteur alimentaire a de forts besoins d'innovation tout en étant confronté à des attentes contradictoires des consommateurs et des citoyens, et à des moyens contraints.

En effet les industries agro-alimentaire sont confrontées à un besoin d'innovation pour réussir la transition alimentaire, qui englobe de nombreux aspects tant internes qu'externes :

- ◆ La durabilité des ateliers agro-alimentaires, avec l'électrification des usages, les économies d'eau, et la lutte contre le gaspillage,
- ◆ L'attractivité des métiers et le développement d'outils de formation et aide à la décision,
- ◆ L'anticipation d'évolutions fortes des productions agricoles vers l'agroécologie, avec plus de variété, de variabilité y compris quantitative et d'hétérogénéité,
- ◆ Le changement des besoins alimentaires avec le vieillissement d'une population de plus en plus urbaine, et des ménages plus petits,
- ◆ Les réglementations, avec comme exemple emblématique la lutte contre la pollution plastique qui conduit les emballages vers plus de recyclage et de réutilisation,
- ◆ La mise en place de solutions digitales.

En même temps, l'innovation de rupture est difficilement acceptée par les pouvoirs publics et les consommateurs français. Cette réinvention du système alimentaire dans son ensemble exige pour le Carnot Qualiment de continuer à soutenir le développement de compétences et la consolidation d'un réseau avec des Carnot porteurs de solutions technologiques ou d'enjeux de santé pour mener des projets partenariaux ambitieux.



Catherine Renard



Le Carnot, la recherche pour les entreprises

Un label d'excellence pour des partenariats réussis

Qualiment® est un réseau de structures de recherche publique labellisé Carnot par le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation depuis mai 2011. Cette labellisation Carnot est la reconnaissance des engagements forts de Qualiment® pour mener et développer une activité de recherche partenariale au bénéfice de l'innovation des entreprises – de la PME au grand groupe – et des acteurs socio-économiques. En effet, l'objectif des Carnot est **d'accroître l'impact économique des actions de R&D menées par leurs laboratoires en partenariat avec les entreprises en termes de création d'emplois, de chiffres d'affaires national et à l'export, et donc de compétitivité.**



Les Carnot, un réseau multidisciplinaire pour apporter des réponses aux projets d'innovation des entreprises de tous les secteurs économiques



2024

Quelques chiffres

39

Carnot

20%

des effectifs de la recherche publique

35000

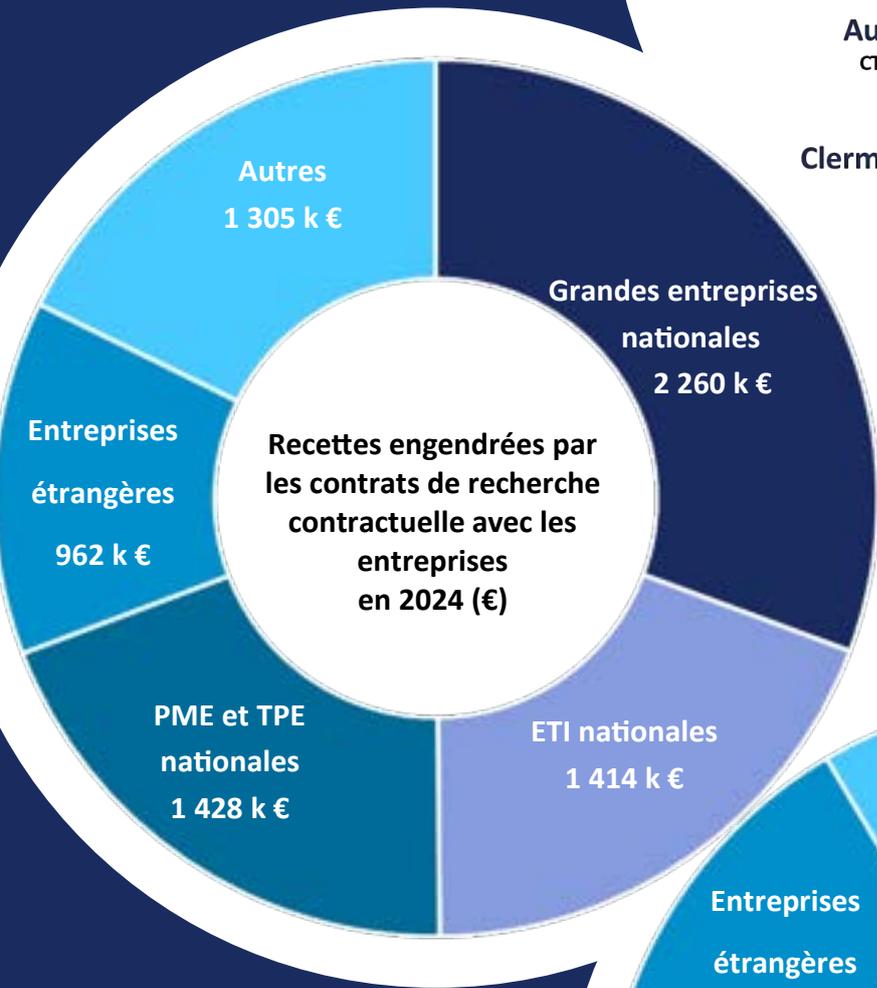
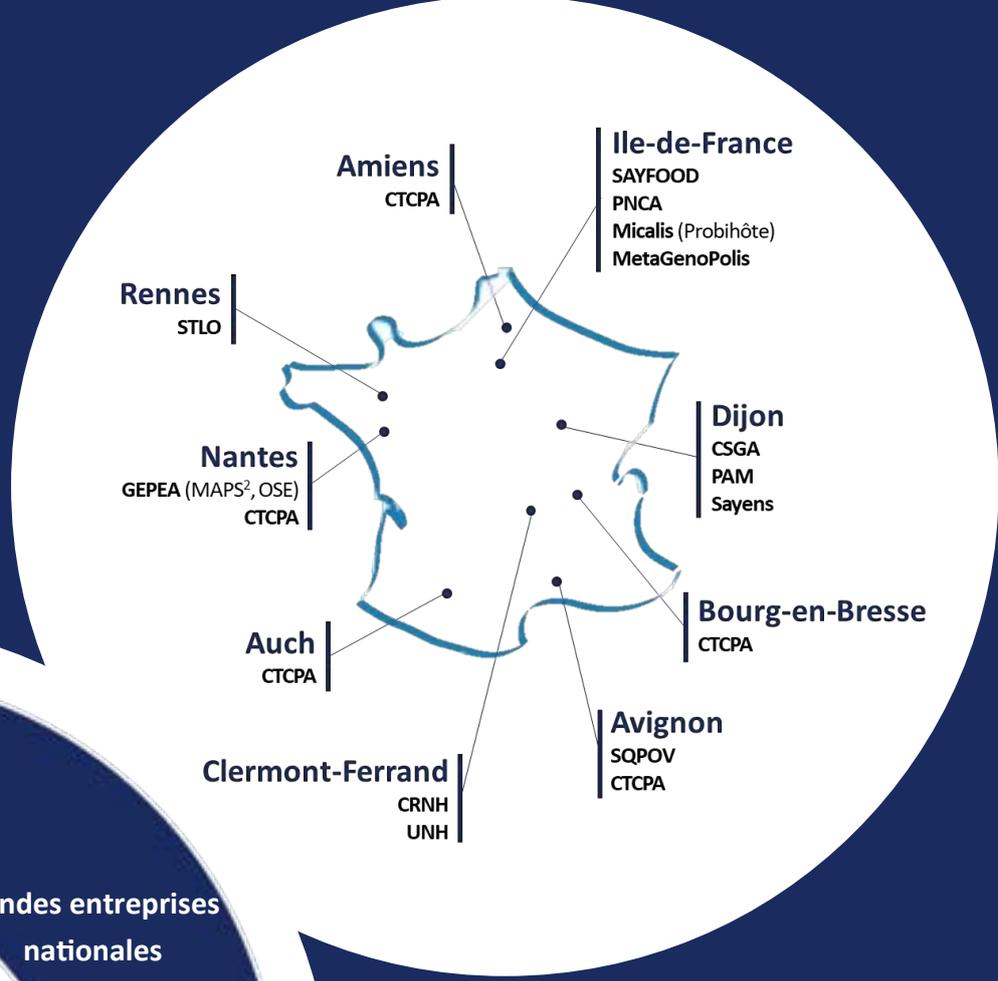
professionnels de la recherche (ETP)

10000

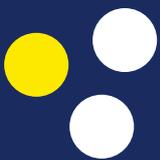
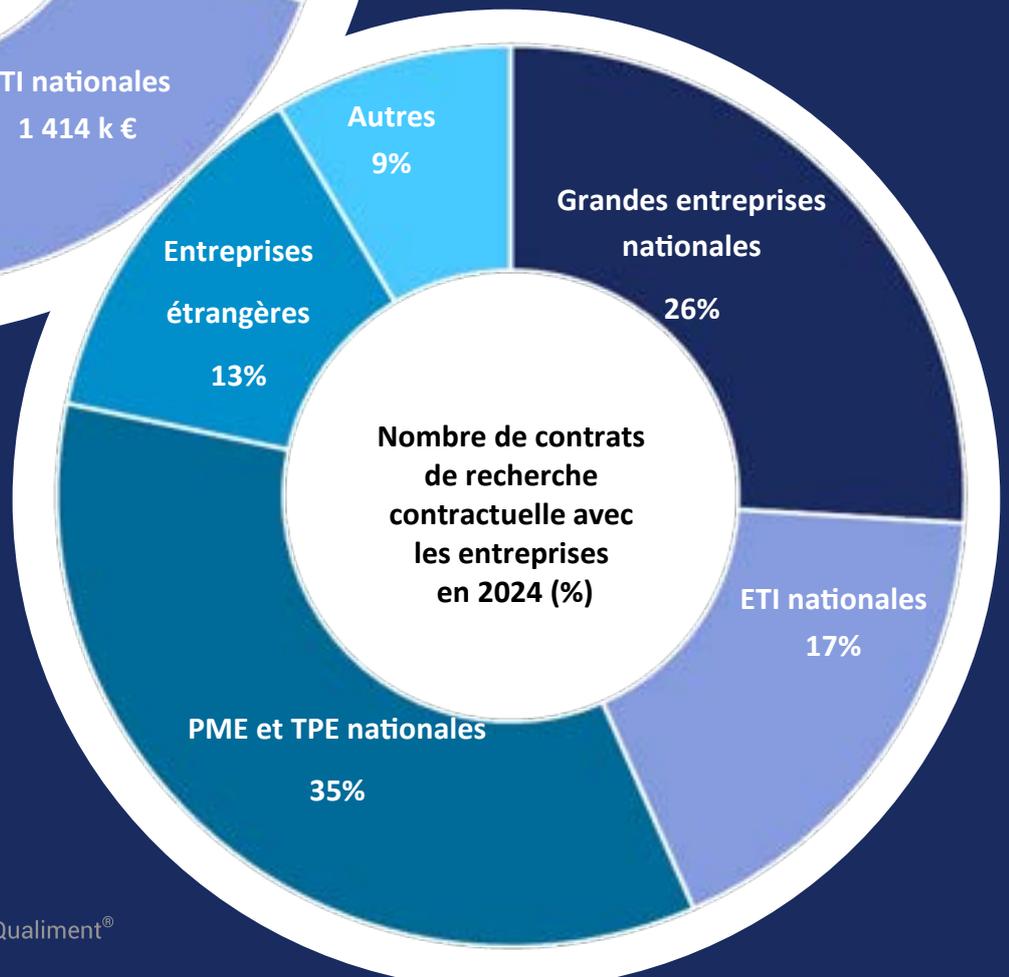
doctorants, dont 1700 en contrat CIFRE

55%

de la R&D financée par les entreprises à la recherche publique



2024



Qualiment[®], le Carnot dédié à la filière agroalimentaire



Qualiment[®], 3 atouts essentiels pour les entreprises

Un portail

Qui vous met en relation avec **730** chercheurs, ingénieurs, doctorants et post-doctorants.

Qui vous donne accès, par son intermédiaire, à **l'ensemble des forces de la recherche publique française en alimentation.**

Des moyens technologiques et des compétences pluridisciplinaires

Un **large éventail de compétences** pour vous apporter des **solutions sur-mesure.**

Des **plateformes technologiques et de transposition industrielle** à la pointe de l'innovation.

Des chercheurs **à votre écoute** et ayant **l'expérience** du partenariat industriel.

Une ouverture vers un **réseau de chercheurs** ayant des compétences dans divers domaines pour vous proposer des solutions adaptées à vos besoins.

Des scientifiques dédiés à votre projet

Positionnement stratégique du Carnot Qualiment®



La stratégie de recherche partenariale portée par le Carnot Qualiment® s'articule autour de 3 piliers, en cohérence avec les enjeux de recherche et d'innovation portés par les acteurs socio-économiques de l'alimentation humaine, et les compétences issues des entités de Qualiment®. Ces axes font l'objet de projets de ressourcement, financés par l'abondement de l'ANR, visant à renforcer les expertises et les spécificités des laboratoires de Qualiment®.



© Shutterstock

**NOUVELLES
PROTÉINES,
FERMENTS
FONCTIONNELS ET
PROBIOTIQUES**



© Shutterstock

**ALIMENTATION
POUR LES
POPULATIONS
SPÉCIFIQUES, QUALITÉ
NUTRITIONNELLE ET
SENSORIELLE**



© Shutterstock

**DÉVELOPPEMENT
DURABLE, ÉVOLUTION
DE LA DEMANDE
SOCIÉTALE**



Qualiment® à la rencontre des entreprises

Le Carnot Qualiment® va à la rencontre des entreprises afin de présenter ses offres de recherche et de mieux cerner les besoins de ses partenaires.



Participation aux salons et événements majeurs en agroalimentaire

Mise en place d'actions de communication et implication dans les actions mises en place par l'Association des Carnot

Organisation d'une journée « Rencontres Qualiment® » chercheurs – entreprises

Organisation de rendez-vous en face-à-face avec des acteurs de l'ensemble de la chaîne de valeur de l'agroalimentaire

Organisation de journées thématiques communes avec les pôles de compétitivité



Focus

Les solutions alternative aux modèles animaux et cliniques



Étudier le comportement des aliments dans l'organisme, comprendre leurs effets sur la santé ou encore optimiser les procédés de transformation sont des enjeux majeurs pour la recherche en alimentation. Ces objectifs nécessitent depuis longtemps l'utilisation de modèles expérimentaux, qu'ils soient cellulaires, animaux ou numériques. Aujourd'hui, dans un contexte d'évolution réglementaire, de progrès technologiques et d'attentes sociétales croissantes en matière d'éthique, la recherche s'oriente vers des modèles alternatifs, plus respectueux du vivant.

Les laboratoires du Carnot Qualiment sont pleinement engagés dans cette dynamique de transformation. Ils conçoivent, testent et améliorent une grande diversité de modèles expérimentaux innovants (cultures cellulaires humaines, organoïdes, systèmes de digestion in vitro, etc). Ces outils permettent de mieux reproduire les fonctions biologiques de l'organisme, tout en réduisant significativement le recours à l'expérimentation animale. Ils offrent ainsi des approches plus éthiques, mais aussi plus précises et plus prédictives, notamment lorsqu'il s'agit d'étudier les interactions complexes entre aliments, microbiote, fonctions digestives et santé métabolique.

En complément de ces modèles biologiques, les outils numériques jouent un rôle de plus en plus important. Les jumeaux digitaux, les simulations in silico (modèles numériques) ou l'IA permettent de modéliser virtuellement le comportement des aliments et leurs effets potentiels, de manière rapide et à grande échelle. Ces approches numériques sont de précieux leviers pour accélérer le développement de nouveaux produits, prédire leurs performances ou encore optimiser les formulations en limitant les essais expérimentaux.

L'approche combinée de ces différents modèles ouvre la voie à une recherche plus intégrée, plus performante et plus durable. Elle répond aux exigences d'une alimentation plus sûre, plus saine et plus respectueuse de l'environnement, tout en apportant des solutions concrètes aux industriels de l'agroalimentaire. En développant ces outils de nouvelle génération, les chercheurs du réseau Carnot Qualiment participent activement à une transition scientifique majeure, au service de l'innovation responsable.



Les modèles précliniques

→ Zoom sur les modèles in vitro “statiques”

Les modèles in vitro occupent une place centrale dans le développement d’approches alternatives à l’expérimentation animale. Ils permettent d’étudier, dans des conditions contrôlées, les mécanismes biologiques impliqués dans la digestion, l’absorption des nutriments, les interactions avec le microbiote ou encore les effets des composés alimentaires sur des cellules humaines. Au sein du Carnot Qualiment, plusieurs équipes développent et exploitent des systèmes in vitro de plus en plus sophistiqués : cultures cellulaires intestinales, organoïdes, co-cultures avec des microbiotes reconstitués ou non (ex vivo)... Ces modèles permettent de générer des données robustes et reproductibles, tout en limitant le recours à l’expérimentation animale. Ils offrent ainsi une meilleure compréhension des effets des aliments à l’échelle cellulaire ou tissulaire, et constituent des outils précieux pour l’évaluation de la qualité nutritionnelle et fonctionnelle des produits alimentaires.

→ Zoom sur les modèles in vitro “dynamiques”

Les modèles dynamiques instrumentés permettent de simuler de manière réaliste les conditions physiologiques de la digestion humaine, depuis la mastication jusqu’à l’estomac ou l’intestin. Ces dispositifs associent des équipements mécaniques et chimiques capables de reproduire les mouvements, les pressions ou encore les sécrétions enzymatiques. Au sein du Carnot Qualiment, plusieurs équipes développent et utilisent ces modèles, comme les masticateurs/langues/nez artificiels, les estomacs dynamiques ou les digesteurs instrumentés. Ces outils permettent d’étudier finement le comportement des matrices alimentaires en bouche ou dans le système digestif : libération des arômes, désintégration des aliments, accessibilité des nutriments... Véritables plateformes de prédiction, ces modèles offrent aux chercheurs et industriels une meilleure compréhension du devenir des aliments, tout en accélérant le développement de produits adaptés aux besoins physiologiques.

DiRProt

Qualiment®

Model Gut

Qualiment®

MiniGut

Qualiment®

NutriG

Qualiment®

FroMasDig

Qualiment®

→ Zoom sur les modèles animaux

Malgré le développement croissant de méthodes alternatives, l'expérimentation animale demeure nécessaire pour certains projets de recherche. Dans ce contexte, les laboratoires du réseau développent de nouveaux modèles animaux intégrant mieux les objectifs scientifiques des projets et permettant une expérimentation plus ciblée et raisonnée. Ainsi des modèles comme les insectes (ténébrions, mouches drosophiles) ou les poissons zèbres (zebrafish) ont été développés.

Il est à noter que dans les quelques cas où l'expérimentation animale reste indispensable ces recherches sont menées avec une vigilance éthique constante, dans le strict respect de la réglementation en vigueur et des principes des 3R (Remplacer, Réduire, Raffiner). Les expérimentations sont conduites par des équipes formées, dans des structures agréées, garantissant le bien-être animal tout au long du protocole.

La modélisation informatique et bio-informatique

Les modèles informatiques et bio-informatiques sont devenus des outils incontournables pour analyser, modéliser et prédire le comportement des aliments ou de leurs composants dans l'organisme. Grâce à la puissance des données et aux avancées en intelligence artificielle, ces approches permettent de simuler des processus complexes – mastication, digestion, absorption, interactions nutriments-microbiote – sans recourir systématiquement à l'expérimentation. Dans le réseau Carnot Qualiment, plusieurs équipes se penchent sur le sujet pour anticiper les réponses biologiques à des formulations alimentaires. Ces modèles permettent aussi d'explorer un grand nombre de scénarios, d'optimiser des formulations, ou d'identifier des biomarqueurs d'effet ou de risque.

BagoûtPro
Qualiment®



© Freepik

DROSOPRO
Qualiment®



© Freepik

DEPART
Qualiment®

ProTÉLEP
Qualiment®

PlantIntrest
Qualiment®



© Freepik

DIGIMOUTH
Qualiment®



© Freepik

Imm-Expert
Qualiment®

La recherche clinique

Dans le domaine de la nutrition et de l'alimentation, certaines questions de recherche nécessitent une évaluation directe chez l'humain. Bien que rares dans les activités du Carnot Qualiment, les études cliniques menées par le réseau sont essentielles pour valider les effets physiologiques d'un aliment ou d'un ingrédient dans des conditions réelles de consommation. Elles permettent notamment de mesurer des paramètres métaboliques, digestifs, sensoriels ou comportementaux qui ne peuvent être pleinement observés qu'in vivo. Ces études sont réalisées par des équipes formées et spécialisées, elles visent à garantir la sécurité, le consentement éclairé et le respect des participants.

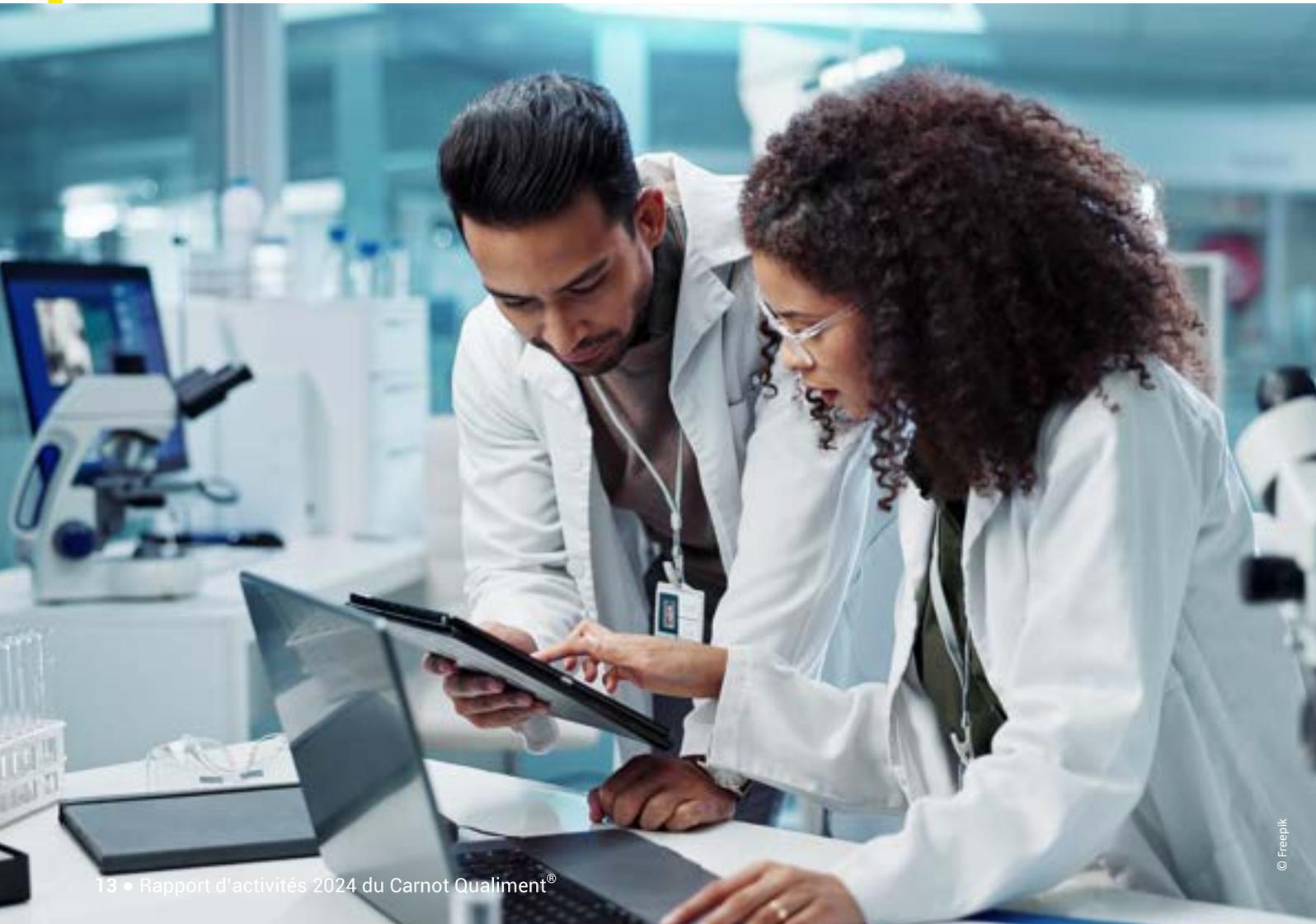
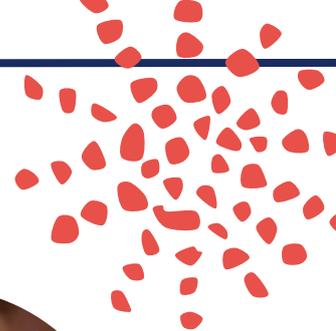
Marelle

Qualiment®



GluHealth

Qualiment®



Temps forts de l'année 2024

1er février

Participation au jury **Food tech Show** organisé par le réseau FoodTech® France

6 & 7 février

Organisation du **séminaire interne** du Carnot Qualiment

14 mars

Participation à l'évènement « **FoodInConnect** »

3 & 4 avril

Stand partagé au salon "**Journées de la naturalité**"

14 au 16 mai

Participation au salon "**VitaFood**"

18 avril

Participation à l'évènement "**EIT Food**" organisé par Shakeup Factory

28 mai

Stand au salon "**Estivalorial**"
organisé par le pôle Valorial

Sponsoring à l'évènement
"**INOVAL**"

21 mai

Animation du workshop "**Les outils d'aide à la décision pour l'agriculture et l'agroalimentaire**" au salon LFDay organisé par La Ferme Digitale

7 juin

Participation à la **journée Sport et Nutrition** organisée par INRAE

11 juin

Co-organisation du **séminaire de l'Alliance AgriFood Tech**

12 au 14 juin

Participation et sponsoring au **congrès des Bactéries Lactiques** organisé par l'UMR PAM à l'UMR CSGA

18 au 20 juin

Participation et sponsoring du **concours "Ecotrophéla"**

19 & 20 juin

Stand partagé aux **Journées de la Naturalité**

3 juillet

Participation à l'**Innotech Day**

11 septembre

**Co-organisation de la Journée
Carnot @INRAE**

Journée Carnot@INRAE : une journée pour illustrer les success stories

Le 11 septembre 2024 s'est tenue la Journée Carnot@INRAE, un événement qui a réuni les 5 Carnot portés par INRAE, en présence de partenaires et décideurs du monde de la recherche et de l'innovation. Ce rassemblement avait pour objectif de souligner l'importance du dispositif Carnot dans l'écosystème de la recherche publique, et de démontrer comment les collaborations réussies entre entreprises et laboratoires Carnot répondent aux enjeux cruciaux des secteurs de l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. Cette journée fut une belle occasion pour laisser la parole à nos partenaires et présenter les success stories, partenariats réussis et faits marquants des chercheurs des Carnot INRAE : retrouvez-les dans un portfolio disponible sur le site internet de Qualiment.



1 & 2 octobre

Organisation des “Rencontres Qualiment” lors du salon “NutrEvent” organisé par EuraSanté et Clubster NSL

16 septembre

Webinaire Qualiment en Aparté “Sous les projecteurs : Utiliser la lumière pour la sécurité microbologique en agro-alimentaire, un point sur les technologies UV, lumière pulsée, lumière bleue”

16 octobre

Stand aux **Rendez-vous Carnot**

21 octobre

Participation au salon “Salon international de l'alimentation (SIAL)”

6 novembre

Co-organisation du **webinaire “Les qualités nutritionnelles des protéines d’insectes”** avec la FFPIDI

2 décembre

Stand partagé à l'évènement “**New Food Paradigm**” organisé par Shakeup Factory

4 au 6 décembre

Participation aux Journées Francophones de Nutrition (JFN) avec animation de l'atelier “**l'expertise de la recherche publique, un atout pour les entreprises**” avec les Carnot de l'Alliance Santé et Alimentation



Des projets pour le partenariat et le transfert

L'appel à projets diffusé par la direction de Qualiment® finance, grâce à l'abondement attribué par l'ANR, des projets dont l'objectif est de créer des connaissances valorisables auprès des entreprises.

ConsoTextplorer

Utilisation et analyse du langage naturel pour explorer les représentations, attentes, perceptions et intentions des consommateurs vis-à-vis des aliments

En agroalimentaire, seuls 20% des lancements de nouveaux produits sont des succès commerciaux (produit présent dans les linéaires 2 ans après son lancement). Ceci est coûteux et rend les industriels frileux, en particulier pour des produits sains et durables, moins gras, moins salés, moins sucrés. ConsoTextplorer vise à développer des outils (agent conversationnel, analyse textuelle) pour mettre le consommateur au cœur du processus de développement, et ainsi diminuer les risques d'échecs. Ces outils pourront mieux mesurer et comprendre les déterminants de l'acceptabilité de produits alimentaires. Le projet utilisera des méthodes qualitatives et quantitatives pour comprendre les motivations des consommateurs, tout en développant un agent conversationnel capable de recueillir leurs perceptions et attentes. De plus, un cadre d'analyse statistique des données textuelles sera mis en place pour mieux comprendre et anticiper les comportements d'achat.

Projet impliquant les unités CSGA, SAYFOOD, GRAPPE, BIA, StatsSC et LPNC





FERMALINF

FERmentation d'une matrice ALimentaire pour réduire un contexte INflammatoire chez les personnes sensibles

Le projet FERMALINF propose le développement de nouvelles matrices alimentaires fermentées, basées sur l'utilisation d'une légumineuse et de bactéries probiotiques, afin de moduler le système immunitaire et de réduire l'inflammation. Il s'agit de concevoir de nouveaux produits fermentés avec des propriétés probiotiques au potentiel préventif pour des personnes à risque accru de développer une IMID, c'est-à-dire présentant des signes pré-inflammatoires (tels que l'inflammation intestinale bas bruit, l'obésité, le prédiabète -phénomène pré-pathologique dans la population générale) ou comme adjuvant thérapeutique chez les patients déjà traités pour une IMID.

Projet impliquant les unités MICALIS et STLO



© Freepik

GERMOLEOPRO

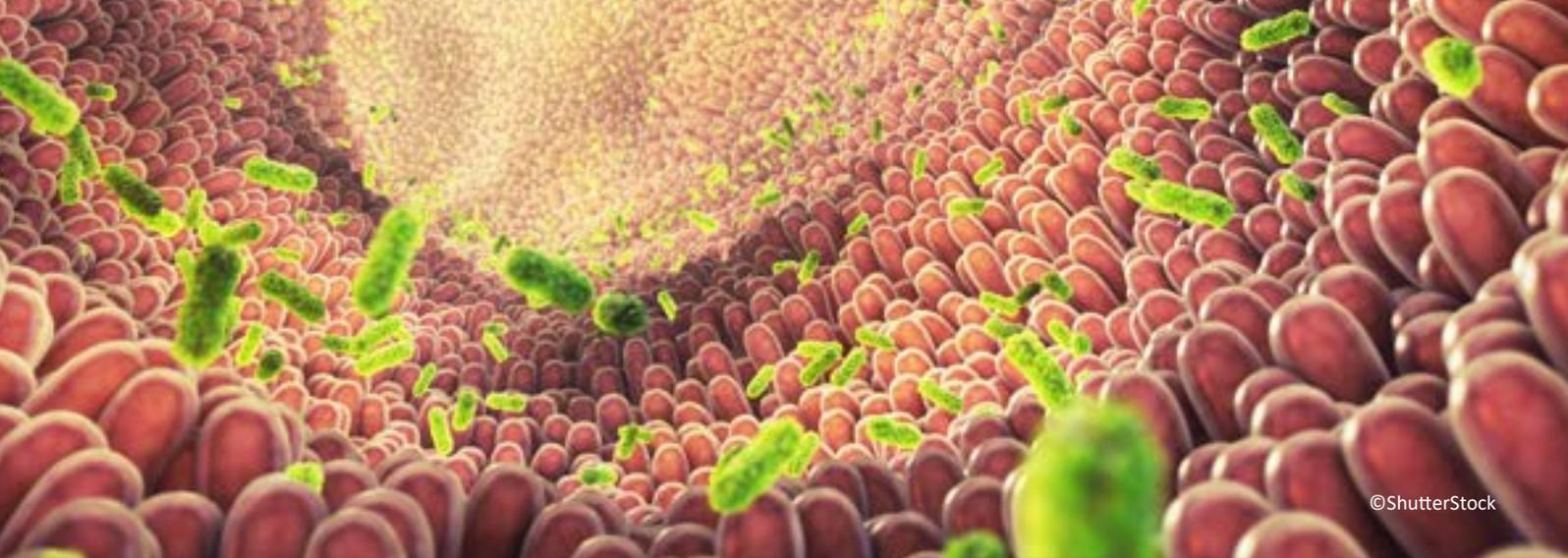
Modification de la valeur nutritionnelle des protéines de cameline par les conditions de culture et la germination, recherche de bioactifs d'intérêt

Ce projet a pour objectif de lever des verrous relatifs au besoin de connaître la résistance au stress pédoclimatique de la caméline et l'impact sur la qualité nutritionnelle des protéines de la graine et leur digestibilité. Il permettra notamment de déterminer si un bioprocédé comme la germination permet d'éliminer la présence des composés antinutritionnels, d'améliorer la digestibilité protéique et par ailleurs de générer la synthèse de peptides bioactifs issus de l'hydrolyse des protéines de la graine ayant un intérêt pour la santé. Ce projet pourra avoir des retombées positives en introduisant une nouvelle source de protéines végétales plus durable, riche en fibres et en minéraux.

Projet impliquant les unités UNH, IJPB et Terre Inovia



© Freepik



©Shutterstock

INSPORTED

Accompagnement nutritionnel à la reprise d'activité sportive par une complémentation en protéines d'insectes et en vitamine D

Le projet vise à évaluer l'impact d'une approche multimodale combinant une supplémentation en protéines d'insectes et en vitamine D, couplée à un programme d'activité physique adaptée, sur un modèle préclinique de souris âgées. L'objectif est de simuler une reprise d'activité après une période de sédentarité et de prise de poids, tout en optimisant la régénération musculaire post-effort et en limitant les douleurs musculaires associées.

Projet impliquant les unités UNH et C2VN



© Freepik

MICAPTA

Isolement et détection de bactéries du microbiote intestinal par une approche basée sur les aptamères

Dans un contexte de transition vers une alimentation plus durable, les micro-organismes représentent des sources majeures d'innovation. Notamment le microbiote intestinal, par sa relation étroite avec la nutrition et la santé humaine, suscite un intérêt grandissant dans plusieurs secteurs. Dans ce paysage en mutation, les industries agroalimentaires, les acteurs de la nutrition-santé, les entreprises pharmaceutiques et les professionnels de santé sont de plus en plus attentifs aux approches basées sur la science du microbiote pour développer de nouveaux produits ou des outils innovants. L'objectif du projet MICAPTA est de développer une méthode de tri et de détection cellulaire, visant à isoler et suivre des bactéries viables extraites d'écosystèmes microbiens complexes. Cette approche repose sur l'utilisation d'aptamères, qui sont des acides nucléiques, reconnus pour leur affinité et leur spécificité élevées envers des cibles variées (des protéines aux cellules entières). Dans ce projet, deux applications principales seront visées : l'isolement de bactéries d'intérêt au sein de matrices complexes et la quantification précise des micro-organismes pour le suivi de leur culture en fermenteurs.

Projet impliquant les unités PAM et MICALIS



PommHorn

Conversion sans fractionnement de marcs de pomme en ingrédients alimentaires fonctionnels par des traitements thermomécaniques favorisant l'hornification des polysaccharides pariétaux.

Le projet PommHorn vise à développer une voie technologique de transformation innovante de co-produits végétaux, en prenant le marc de pomme comme modèle de co-produit. Cette voie de transformation répond aux défis de la valorisation alimentaire des marcs de pommes sans fractionnement par une combinaison de procédés de transformation thermomécaniques. Par des actions contrôlées de déstructuration et de reconstruction (tels que l'hornification) de la matière végétale, ces procédés sont capables d'améliorer les propriétés fonctionnelles et structurelles du marc de pomme en vue de son application en tant qu'ingrédient alimentaire fonctionnel et dont la fonction nutritionnelle est basée sur les effets des fibres sur la satiété, la glycémie et la santé métabolique.

Projet impliquant les unités SQPOV, LCA et CATAR

SPECIFI-C

SPECIFic Infant formula for C-section delivered babies

Le projet SPECIFI-C s'intéresse au rôle crucial du microbiote pendant la période périnatale, particulièrement en ce qui concerne les bébés nés par césarienne (CSD). Des études montrent que la transmission verticale du microbiote est perturbée lors de ces naissances, affectant ainsi l'équilibre de l'interaction entre le microbiote et l'organisme de l'hôte. Actuellement, les laits infantiles ciblent certaines populations spécifiques, mais ils ne répondent pas aux besoins des bébés nés par césarienne en termes de colonisation initiale du microbiote. Le projet SPECIFI-C vise à combler cette lacune en développant une nouvelle formule de lait infantile optimisée, enrichie en bactéries provenant du lait maternel et en lipides essentiels. L'objectif est d'améliorer la santé des bébés nés par césarienne à court et long terme en répondant à leurs besoins spécifiques en matière de nutrition.

Projet impliquant les unités MICALIS, PAM et STLO



© Freepik

BagoutPro

Caractérisation de l'effet probiotique sur le système immunitaire via la perception gustative des bactéries grâce au modèle Drosophile

Ce projet propose d'utiliser la drosophile (*Drosophila melanogaster*) comme modèle innovant pour étudier les effets des probiotiques sur le système immunitaire. L'objectif principal est de tester l'effet protecteur de bactéries probiotiques potentielles, notamment des souches de *Lactobacillus*, en stimulant la réponse immunitaire via la perception gustative. Ce modèle permet de surmonter les contraintes éthiques et de rapidité des modèles murins traditionnels. En fin de projet, l'équipe espère proposer la drosophile comme modèle de référence pour l'étude des probiotiques, ainsi qu'identifier des souches lactiques aux effets innovants sur l'immunité cellulaire.

Projet impliquant les unités CSGA et MICALIS

BIOVIN

Bioprotection en Vin

L'objectif principal de ce projet est de démontrer la capacité des levures à persister dans le temps dans le milieu vinique, un environnement hostile à la croissance de micro-organismes exigeants. Parallèlement, il est essentiel de montrer la consommation d'oxygène au fil du temps afin de garantir un effet antioxydant sur le vin pendant l'élevage. Enfin, il est important de confirmer le caractère compétitif des levures d'intérêt face aux flores d'altération.

Projet impliquant l'unité PAM



© Freepik



© Freepik

CONNECTIVOR

Unravelling the brain CONNECTivity patterns of flaVOR using EEG

La transition vers une alimentation plus saine et plus sobre implique une évolution marquée et rapide des choix alimentaires. Pour cela il est important de comprendre comment ces choix se font, et comment se construit l'image mentale des aliments. Par le développement de nouveaux designs de stimulation adaptés aux analyses de connectivité en EEG, l'objectif général du projet est de mieux comprendre comment se forment les intégrations multi sensorielles permettant la représentation globale des aliments (flaveur) ainsi que les mécanismes d'interactions arôme/saveur qui peuvent permettre de réduire de façon significative les quantités de sel, sucre ou gras dans les aliments.

Projet impliquant l'unité CSGA

DIGIMOUTH

Vers une bouche digitale pour simuler le process oral et prédire la libération des arômes

Ce projet vise à développer un modèle numérique permettant de simuler la libération des arômes en bouche lors de la dégustation de produits alimentaires. L'objectif principal est de comprendre et modéliser comment la mastication, la respiration, la dentition et la salive influencent la libération des composés aromatiques, en utilisant une approche *in silico* combinée à des expérimentations sur des produits contrôlés. Les résultats permettront de visualiser et quantifier l'impact de ces facteurs, tout en offrant aux industriels un outil pour prédire l'impact des modifications de formulation sur le goût perçu.

Projet impliquant les unités CSGA et SAYFOOD



© Freepik



© Freepik

LANCET

Stabilité colloïdale de vins à teneur en alcool réduite

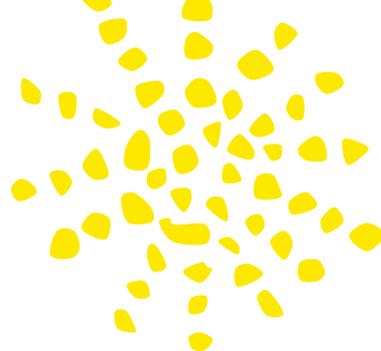
Avec le changement climatique, les raisins sont de plus en plus sucrés et donc ont des degrés alcooliques potentiels de plus en plus élevés, ce qui pose deux problèmes, d'une part des fermentations « bloquées » et d'autre part un décalage par rapport aux souhaits des consommateurs de boissons moins alcoolisées et plus légères. Or les praticiens observent que les stratégies de désalcoolisation augmentent les risques d'instabilités colloïdales, sans que ce phénomène ne soit compris. Le projet LANCET a pour objectif de caractériser la stabilité colloïdale de vins à teneur réduite en alcool afin d'identifier des paramètres physico-chimiques indicateurs de risque d'apparition de troubles.

Projet impliquant l'unité PAM



© Freepik

Success stories



Une nouvelle plateforme entre le CTCPA et l'IPC

Le CTCPA (Centre Technique de la Conservation des Produits Agricoles), en collaboration avec l'IPC (Centre Technique Industriel de la Plasturgie et des Composites), ont annoncé le lancement opérationnel d'une plateforme, dédiée à l'évaluation de l'aptitude au réemploi des emballages alimentaires en plastique dans le cadre du projet Pro²Reuse. Ce projet s'inscrit dans la transition vers une économie circulaire, conformément aux objectifs de la loi AGEC. En effet Pro²Reuse a pour objectif de fournir aux industriels un protocole fiable et standardisé afin de tester la réemployabilité de leurs emballages, tout en garantissant la conformité aux exigences sanitaires et fonctionnelles. Les deux centres techniques ouvrent ainsi la voie à la mise en place d'un référentiel de certification qui permettra aux fabricants d'emballages de mieux appréhender et améliorer la conception de leurs produits. Ce projet constitue également une étape essentielle vers la standardisation des pratiques de réemploi, facilitant ainsi l'essor d'une économie circulaire performante et pérenne.

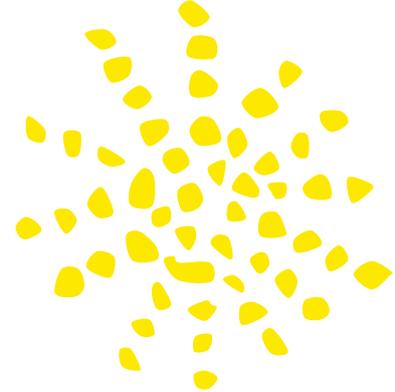
La plateforme BIOTECH'INNOV labellisée « Plateforme de Recherche de Bourgogne Franche-Comté »

La plateforme BIOTECH'INNOV, labellisée « Plateforme de Recherche de Bourgogne Franche-Comté » en 2024, est dédiée aux bioprocédés pour la production de micro-organismes ou de métabolites d'intérêt. Fruit d'une collaboration entre l'UMR PAM et la SATT SAYENS, elle vise à comprendre les mécanismes en jeu et optimiser les bioprocédés associés, depuis la recherche en laboratoire jusqu'à l'échelle pilote, afin de favoriser leur industrialisation. Cette plateforme s'appuie sur deux axes de compétence : les procédés de fermentation aérobie en milieu solide et liquide, et les procédés de fermentation en anaérobiose en milieu liquide.



CroCoDeEL : un nouvel outil lancé par MetaGenoPolis, l'UR MalAGE et l'unité UMMISCO de l'IRD

Les équipes de MetaGenoPolis, en collaboration avec les unités MalAGE (INRAE) et UMMISCO (IRD), ont développé CroCoDeEL, un outil open source innovant de détection de contamination entre les échantillons métagénomiques. Basé sur des modèles mathématiques et une intelligence artificielle entraînée par les chercheurs, ce logiciel assure la fiabilité des données et accélère ainsi la recherche sur le microbiote. Il est notamment utilisé dans le cadre de notre projet Le French Gut - le microbiote français dans lequel des milliers d'échantillons sont traités, ce qui nécessite de recourir à l'automatisation.



STLO fête ses 20 ans lors du STLOpen Days



Mi-novembre, l'UMR STLO a organisé ses STLOpen Days à Rennes. Cet événement était notamment l'occasion de célébrer les 20 ans de l'unité, de présenter les dernières avancées de recherche, de découvrir les locaux rénovés et d'explorer de nouvelles lignes de recherche sur les produits laitiers, les ovoproduits, ainsi que sur les aliments végétaux et les mélanges animal-végétal. Les visiteurs ont pu en apprendre davantage sur les projets en cours et visiter les infrastructures.

PAM organise le colloque CBL2024

Organisée cette année par l'UMR PAM, la 24ème édition du Colloque du Club des Bactéries Lactiques (CBL) a eu lieu du 12 au 14 juin, à Dijon au CSGA. Plus d'une centaine de participants se sont retrouvés à ces trois jours d'échanges autour de ces bactéries importantes en agro-alimentaire. Le CBL est une manifestation scientifique annuelle qui réunit chercheurs, enseignants-chercheurs et industriels R&D, pour échanger sur les avancées scientifiques et techniques réalisées et ainsi sur les diverses thématiques dans lesquelles ces bactéries peuvent être mises en œuvre : aliments, santé humaine et animale, compléments alimentaires, environnement.





Catherine Renard nommée Commandeur de l'Ordre du Mérite Agricole

Le 11 juin 2024 s'est tenue la cérémonie officielle au cours de laquelle Philippe Mauguin, CEO de INRAE, a remis à Catherine Renard, directrice du Carnot Qualiment et Cheffe adjointe du Département TRANSFORM INRAE, cette distinction. Entourée de ses proches et collaborateurs, elle a eu le plaisir de voir son parcours, son travail et ses services rendus retracés. Créé en 1883, l'ordre national du Mérite agricole est destiné à récompenser les personnes ayant rendu des services marquants à l'agriculture, soit dans l'exercice de la pratique agricole ou des industries s'y rattachant, soit dans des fonctions publiques ou par des travaux scientifiques ou des publications agricoles.

Rang de Chevalier de l'Ordre du Mérite Agricole pour Geneviève Gésan-Guiziou

Geneviève Gésan-Guiziou, chercheuse à l'UMR STLO, a été nommée Chevalier de l'Ordre du Mérite Agricole en reconnaissance de travaux constants au service de l'industrie agro-alimentaire, sur la maîtrise et le contrôle des opérations de filtration, ainsi que sur l'éco-conception de ces opérations et des procédés qui les mettent en œuvre.





Médaille de membre d'honneur par Estelle Pujos-Guillot

Estelle Pujos-Guillot, directrice scientifique de la Plateforme Exploration du Metabolisme (UMR UNH), membre du CA du Réseau Francophone de Métabolomique et Fluxomique (RFMF) et membre fondateur de l'infrastructure MetaboHUB a obtenu la médaille de membre d'honneur. Cette distinction a été remise en juin 2024 lors des Journées Scientifiques du Réseau Francophone de Métabolomique et Fluxomique. Cet événement a été l'occasion pour elle de présenter 20 ans de recherche dans le domaine de la spectrométrie de masse et du métabolisme au service de la nutrition et de la santé.

Olivia Ménard et Didier Dupont lauréats du prix Web Science par Clarivate™

Chaque année, Clarivate™ identifie les chercheur-es les plus influents au monde – les quelques expert-es qui ont été le plus fréquemment cités par leurs pairs au cours de la dernière décennie. En 2024 Olivia Ménard et Didier Dupont, chercheurs au sein du STLO, ont reçu cette distinction. Didier coordonne le réseau international de recherche INFOGEST. Il est un scientifique de premier plan dans sa discipline. Olivia est une ingénieure de recherche qui mène des recherches de pointe sur le processus de digestion en utilisant des simulateurs et des modèles de digestion originaux.





Projets marquants

Des biomarqueurs fluorescents pour mieux anticiper les risques microbiologiques dans les produits laitiers : projet FluoPath

Le projet FluoPath (2024–2028), financé par l'ANR et labellisé par les pôles Vitagora et Valorial, vise à améliorer la compréhension de la survie et de la virulence de deux bactéries pathogènes majeures — *Listeria monocytogenes* et *Bacillus cereus* — dans les produits laitiers. Coordonné par Stéphane Guyot de l'UMR PAM, ce projet associe 7 partenaires (4 laboratoires de recherche, 2 instituts techniques agro-industriels et le CNIEL). FluoPath développe de nouveaux biomarqueurs (promoteurs induisant l'expression de gènes d'intérêt) couplés à un biosenseur fluorescent. L'objectif est d'acquérir de nouvelles connaissances sur l'état physiologique de deux pathogènes (*Listeria monocytogenes* et *Bacillus cereus*) en milieux laitiers (lait, fromage modèle dilué et solide) en lien avec l'impact de perturbations technologiques. Ces données expérimentales, combinées avec la littérature scientifique existante, permettront d'améliorer les modèles de prévision du risque microbiologique dans les produits laitiers. FluoPath ouvre ainsi la voie à une meilleure maîtrise sanitaire des aliments tout en accompagnant les filières laitières dans leurs innovations de procédé.



Vers des préparations pour nourrissons plus durables et proches du lait maternel : BIFORES

BIFORES est un projet ANR multidisciplinaire qui vise à repenser la production des préparations pour nourrissons en combinant la fermentation et le « minimal processing » afin de répondre simultanément aux défis de santé, de sécurité sanitaire et de durabilité de ces produits. En associant la fermentation avec la microfiltration et un traitement thermique minimal, ce projet vise à élaborer des préparations pour nourrissons plus « natives » à base d'ingrédients les moins transformés possibles et avec une communauté bactérienne et des métabolites proches de ceux du lait humain. Les bénéfices nutritionnels et santé au niveau intestinal et cérébral obtenus par cette approche innovante seront mesurés in vitro et in vivo. BIFORES s'attache également à limiter l'impact environnemental de la production, en développant un procédé économe en énergie et en eau. Lancé en fin d'année 2024, ce projet coordonné par Sergine Even de l'UMR STLO rassemble 23 scientifiques issus de 4 UMR et du consortium BBA Milk Valley pour une durée de 4 ans et demi.



La stratégie nationale « Alimentation durable et favorable à la santé » vise notamment à diversifier la production de sources de protéines pour l'alimentation, pour une alimentation à la fois durable et favorable à la santé. Cette stratégie nationale contribue à l'un des objectifs du Plan France 2030 : investir dans une alimentation saine, durable et traçable. Dans ce contexte l'ANR a lancé des appels à projets sur le thème "Développer les protéines végétales et diversifier les sources de protéines". De nombreux projets soumis par des unités ou en collaboration avec des unités du Carnot Qualiment ont été sélectionnés :

Protéines de légumineuses

JACK : Adoptez les légumes secs de l'assiette à la ferme

Projet impliquant les unités et entreprises : ESA GRAPPE , ESA LEVA, INRAE BIA, CTCPA, Centre de Recherche de l'Institut Paul Bocuse, Terres Inovia, Université d'Angers (LARIS), CCI du Maine et Loire, Atlantique-alimentaire, Bonduelle, SODEXO, CAPL, INVEJA, TIPIAK, Diana - Symrise, Robot Coupe

LETSPROSEED : Accroître la consommation des protéines de légumineuses en améliorant leur qualité et transformation sans compromettre la résistance aux stress.

Projet impliquant les unités et entreprises : INRAE Agroécologie, CSGA, IJPB, BIA, PhAN, STLO, IPS2, SPO ; Université de Caen, UMR EVA, Institut Agro Dijon UMR PAM, Terres Inovia, Soredab, Bel, Teraxion (Via Végétale), Danone, Agri Obtentions

INSERER LES : Insertion réussie des légumineuses à graines dans les systèmes alimentaires et de culture

Projet impliquant les unités et entreprises : Terres Inovia, CTCPA, AGIR, Agroécologie, CIRAD, GEVES, Terres Univia, Unilasalle

OPTILEG : Optimisation des interactions microbiennes pour une production durable de protéines de légumineuses, bénéfique pour l'environnement et la santé

Projet impliquant les unités et entreprises : INRAE : Agroécologie, ISA, LIPME, MIAT, DGIMI, BIA, MICALIS, SPO, UNH, IB2C, C2VN, IPS2, ESA Angers, Terres Innovia, Lallemand, Agri-Obention, Alliance-BFC, Limagrain Ingrédients

PULSAR : Production et utilisation des protéines de lupin : réémergence d'une légumineuse orpheline grâce aux associations d'espèces

Projet impliquant les unités et entreprises : ESA LESA, GRAPPE; INRAe IPIM, IRHS, Agroécologie, STLO, BIA, Cérience, Kedelai

PULSE-FICTION : Optimisation d'aliments peu transformés à base de légumineuses à domicile et en industrie

Projet impliquant les unités et entreprises : INRAE : CSGA, Agroécologie, SAYFOOD, Université de Bourgogne CIMEOS & PAM, Institut Agro : CAESAR, Terres Univia, Alliance BFC, Bouvard Alina industrie

ValoN Valorisation de l'azote du champ au consommateur : cas de la lentille et du pois chiche

Projet impliquant les unités et entreprises : INRAE : PNCA, SAYFOOD, IJPB, ECOSYS ; NEOMA ; LISIS, Agri Obtention, Avril

VEG&LAIT Produire, transformer et innover à la ferme : un système durable pour relocaliser et diversifier l'offre alimentaire en protéines de légumineuses

Projet impliquant les unités et entreprises : INRAE : STLO , Agronomie, CSGA, SECALIM, ETTIS ; Terres Inovia, Invitation à la Ferme – VALOREX Association LEGGO

Diversification des sources de protéines pour l'alimentation, i.e. la valorisation d'algues, co-produits issus de plantes, insectes et micro-organismes

μO-PROT Les POU's : De la bioproduction à l'évaluation des propriétés fonctionnelles, nutritionnelles, toxicologiques et des impacts sociétaux

Projet impliquant les unités et entreprises : INRAE : TBI, LCA, PNCA, TOXALIM, Allpied Econoics, SAYFOOD, CRT-CATAR, CRIRR-BIO, Metex-Noovistabo, Eurosafe

INSECTION Développement d'une bioraffinerie d'insectes pour produire des protéines et des ingrédients alimentaires à haute valeur ajoutée

Projet impliquant les unités et entreprises : Agroparistech/INRAE : SAYFOOD, Université Artois CNRS (EGCE) Agronutris cycle farms Adrianor

OLEOPROTID Intérêt des oléagineux dans la diversification des protéines alimentaires – Etude de la cameline

Projet impliquant les unités et entreprises : INRAE : UNH, IJPB, CA, BIA, BIA, GREENTECH, Avril

PROMALG-HEALTH Proposer de nouveaux aliments et ingrédients enrichis en protéines à partir de macroalgues cultivées pour le secteur de la santé

Projet impliquant les unités et entreprises : CNRS, UBS: LCBM, IRDL, UBO: LEMAR, LEGO; INRAE: NuMeCan, PNCA, STLO, France Haliotis, Algue service, Actalia, CHU Brest

PROSPECTIVES Protéines alternatives : production, extraction, séchage, valorisation des ingrédients, durabilité des protéines dans l'alimentation humaine

Projet impliquant les unités et entreprises : Le Mans Université, ONIRIS (GEPEA), AgroParisTech (Sayfood), Institut Agro, CEA Paris, LGD, InnovaFeed, Groupe Olivier, NUTROPY, Aquaproducts

Pour un peu plus d'idées, voici deux exemples détaillés :



Projet PROSPECTIVES : vers des protéines durables et compétitives

Lauréat d'un appel à projets France 2030, le projet PROSPECTIVES mobilise 11 partenaires académiques et industriels et est coordonné par Camille Loupiac de l'UMR PAM. Ce projet de 4 ans vise à étudier le séchage de 3 alternatives protéiques : les micro-algues, les insectes et les protéines laitières issues de la fermentation de précision. L'objectif est d'émettre des recommandations sur les étapes de séchage permettant d'obtenir des poudres, farines, concentrats, isolats dont les coûts et la qualité sont optimisés. Le projet prévoit d'évaluer les impacts environnementaux et économiques de chacune des étapes, de la production de la protéine à son application dans l'alimentation. Il sera ainsi possible de dresser un bilan complet de l'ensemble du processus de transformation et de valorisation de la biomasse. Les coproduits, issus des extractions protéiques, seront également étudiés dans le projet en vue de leur valorisation.



Projet Veg&Lait : une filière intégrée pour des aliments durables à base de lait et de légumineuse

Lancé le 29 mai 2024, le projet ANR Veg&Lait, coordonné par l'UMR STLO, ambitionne d'associer légumineuses et lait, dans les fermes et dans les assiettes, pour une alimentation plus durable. Porté par Fanny Guyomarc'h (INRAE STLO), ce projet de 4 ans rassemble 9 partenaires autour d'un objectif commun : produire des aliments plus durables et nutritifs, et aussi transformer de manière systémique les pratiques agricoles et les chaînes d'approvisionnement alimentaires. Le projet VEG&LAIT évaluera ainsi différents scénarios incluant l'autoproduction de légumineuses à la ferme, leur transformation en farines, concentrés ou isolats sur des outils de proximité puis leur mise en œuvre dans la formulation de « yaourts », crèmes desserts et glaces mixtes de qualité fermière. Le projet s'appuie sur l'ancrage territorial et les capacités de diversification de ses partenaires pour structurer cette nouvelle filière. Labellisé par le pôle de compétitivité Valorial, Veg&Lait incarne une approche intégrée, de la ferme à l'assiette, en faveur de la durabilité et de la souveraineté alimentaire.



Clôture du projet Européen FAIRCHAIN

C'est à l'occasion d'une grande conférence internationale en novembre 2024 que le projet européen FAIRCHAIN s'est clôturé à l'issue de 4 années d'innovation-action. Coordonné par Geneviève Gésan-Guiziou de l'UMR STLO (INRAE) et réunissant 20 partenaires de 8 pays, le projet avait pour objectif le développement de chaînes de valeur intermédiaires : des modèles hybrides qui favorisent proximité, volumes adéquats et équité entre acteurs. Axé sur les filières laitières et fruits & légumes, le projet s'est déployé en 6 études de cas dans 6 pays européens pour tester des innovations technologiques, organisationnelles et sociales et ainsi permettre aux petits et moyens acteurs d'intensifier et de diversifier la production d'aliments sains et au meilleur coût dans des chaînes de valeur alimentaires intermédiaires compétitives. Les équipes INRAE ont notamment travaillé à l'accompagnement des producteurs dans la valorisation des coproduits de la fabrication fromagère en développant des boissons lactées innovantes à base de lactosérum.

Décarbonation de l'industrie agroalimentaire

Face à l'urgence climatique, l'industrie agroalimentaire française – premier secteur industriel du pays – doit réduire ses émissions de gaz à effet de serre, tout en assurant la sécurité alimentaire. Pour accompagner cette transition, ALLICE et le CTCPA ont lancé une étude technique dédiée à la décarbonation des procédés de transformation agroalimentaires. Cette étude vise à enrichir les feuilles de route sectorielles élaborées par les fédérations professionnelles, en apportant des données concrètes sur les leviers actuels et émergents de décarbonation. Elle se structure en trois phases : une analyse des sous-secteurs à forts enjeux énergétiques, des études de cas ciblant les procédés prioritaires, puis une extrapolation des résultats à l'échelle sectorielle, couvrant les industries laitières et autres IAA.

De nouveaux équipements grâce à Ferments du Futur

Ferments du Futur, un programme public-privé accélérant la recherche et l'innovation sur les ferments, possède deux infrastructures, à savoir son Centre d'innovation inauguré en octobre 2024, et sa plateforme distribuée. Cette dernière consiste en des équipements complémentaires au sein d'UMR scientifiques reconnues. Ce matériel, déjà installé chez plusieurs unités du réseau Qualiment, permet aux équipes de recherche de mener des nouveaux projets, d'approfondir leurs compétences et connaissances. Ce modèle distribué permet aussi un accès facilité aux industriels, au plus près des territoires.



Davantage de plats végétariens au menu : une expérience réussie en restauration universitaire

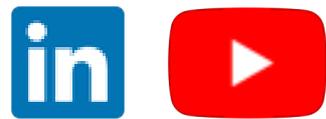
Dans le cadre de la mise en œuvre de la loi Egalim, qui impose une option végétarienne quotidienne dans les établissements publics depuis janvier 2023, une équipe INRAE (UMR CSGA) a mené une étude inédite dans un restaurant universitaire du Crous à Dijon. L'objectif : évaluer l'impact du doublement de l'offre de plats végétariens sur le comportement et la satisfaction des étudiants. Publiée le 16 juillet 2024, les résultats de cette étude montre que l'augmentation de l'offre végétarienne est possible sans altérer la satisfaction des convives. Elle confirme également qu'une diversification des menus peut contribuer à atteindre l'objectif fixé par les Crous d'ici 2025 : 30 % de repas végétariens. Le projet identifie enfin plusieurs freins à lever pour installer durablement cette offre : habitudes alimentaires, perceptions des plats végétariens et communication. Ces résultats apportent des données concrètes pour accompagner la transition vers une alimentation plus durable en restauration collective.







www.qualiment.fr



Nadège Roche
qualiment@inrae.fr
06 46 36 33 27

Gaëlle Béral
qualiment@inrae.fr
06 19 07 28 73

AgroParisTech 

L'INSTITUT agro Dijon  AVIGNON UNIVERSITÉ 



CRNH
CENTRE DE RECHERCHE
EN NUTRITION HUMAINE
AUVERGNE



INRAE 

L'INSTITUT agro Rennes Angers 

Oniris
ÉCOLE NATIONALE
VÉTÉRINAIRE AGROALIMENTAIRE ET DE CALVIGNON

SAYENS SATI
CATALYSEUR D'INNOVATIONS

UNIVERSITÉ
BOURGOGNE
EUROPE

UCA
UNIVERSITÉ
Clermont
Auvergne