



INRAE

Une année de travaux au cœur du département Alimentation humaine

2025

Édito



« Ce recueil vous invite à découvrir les résultats marquants du département Alimentation humaine en 2025. »

Répondre aux enjeux scientifiques et socio-économiques pour développer des systèmes alimentaires sains et durables nécessite de connaître et comprendre les relations nutrition-santé, les comportements alimentaires et la toxicologie alimentaire. Les connaissances acquises permettent d'apporter expertise et appui aux politiques publiques, favorisent le transfert des résultats vers la société et permettent d'apporter des solutions innovantes pour répondre aux défis d'une alimentation saine et durable. Ce recueil propose une nouvelle rubrique pour vous faire découvrir les nombreuses solutions issues des recherches du département AlimH.

Cette année, le recueil met également à l'honneur les collaborations avec les partenaires étrangers. Tout au long de votre lecture, des petites icônes vous indiqueront les pays partenaires qui ont contribué aux résultats présentés. Vous pourrez également découvrir nos collaborations structurantes avec les laboratoires internationaux associés et réseau de recherche à l'international portés par le département.

Prenez le temps de parcourir ce recueil pour découvrir nos résultats de recherche et l'éclairage qu'ils apportent aux défis liés à notre alimentation.

Bonne lecture.

Lionel Bretillon,
Chef de département AlimH



> Sommaire

CARACTÉRISER ET PRENDRE EN COMPTE LES RELATIONS ALIMENTATION-SANTÉ POUR DÉFINIR LES BESOINS ET LES MOYENS D'UNE ALIMENTATION Saine ET DURABLE	P. 2 > 15
COMPRENDRE ET AGIR SUR LES COMPORTEMENTS ET LES CHOIX ALIMENTAIRES POUR FAVORISER L'ADOPTION D'UNE ALIMENTATION Saine ET DURABLE	P. 16 > 21
CARACTÉRISER ET PRÉVENIR LES RISQUES TOXICOLOGIQUES	P. 22 > 27
FAVORISER LES TRANSITIONS NÉCESSAIRES AU DÉVELOPPEMENT DE SYSTÈMES ALIMENTAIRES SAINS ET DURABLES	P. 28 > 31
DES RECHERCHES AUX SOLUTIONS	P. 32 > 46
EXPERTISE ET APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES	P. 47 > 53
COLLABORATIONS INTERNATIONALES	P. 54 > 58
INNOVATIONS	P. 59 > 60
DISTINCTIONS	P. 61 > 63

Caractériser et prendre en compte les relations alimentation-santé pour définir les besoins et les moyens d'une alimentation saine et durable



La composition d'une alimentation saine varie en fonction des caractéristiques de chaque individu, de celles des aliments consommés, de leur disponibilité (environnement alimentaire) et des habitudes alimentaires. Dans cette perspective, il est central de s'interroger sur l'importance relative des caractéristiques des individus d'une part et de l'alimentation d'autre part dans la compréhension de la variabilité de la réponse biologique des individus aux aliments et à l'alimentation et aux conséquences sur la santé de l'Homme.



► Niveau de transformation des produits végétaux : impact sur la santé cardiovasculaire

La consommation de produits d'origine végétale est associée à une meilleure santé cardiovasculaire, à condition qu'ils soient de bonne qualité nutritionnelle et peu ou pas transformés industriellement. C'est ce que montre une équipe de recherche à travers l'analyse de données santé d'une cohorte composée de 63 835 adultes.

▲ De précédentes études ont rapporté qu'une consommation élevée d'aliments dits ultra-transformés était associée à un risque accru de développer des maladies cardiovasculaires, parallèlement à d'autres travaux qui ont montré qu'une alimentation incluant une forte part de produits végétaux, lorsqu'ils sont équilibrés sur le plan nutritionnel, diminuerait le risque de développer ces maladies.

Pour étudier les liens entre nutrition et santé cardiovasculaire, une équipe de recherche d'INRAE, de l'Inserm, de l'université Sorbonne Paris Nord et du Cnam est allée au-delà de la distinction entre origine végétale ou animale d'un aliment, en intégrant la qualité nutritionnelle, par exemple la teneur en glucides, lipides ou vitamines et minéraux antioxydants, mais aussi le degré de transformation des aliments.

L'équipe de recherche a analysé les données de santé de 63 835 adultes participant à la cohorte française NutriNet-Santé. La période de suivi était de 9,1 ans en moyenne et pouvait aller jusqu'à 15 ans pour les premiers inclus. Les apports alimentaires, c'est-à-dire les aliments et boissons consommés sur au moins 3 journées, ont été recueillis grâce à des questionnaires en ligne.

Ce recueil détaillé permet de distinguer 3 types d'alimentation, en comparant la part

des produits végétaux face à celle des produits animaux, et en considérant leur qualité nutritionnelle, mais aussi leur niveau de transformation industrielle.

Ainsi il est apparu que les adultes ayant une alimentation plus riche en produits végétaux de meilleure qualité nutritionnelle (moins riche en lipides, sucre et sel) et pas ou peu transformés industriellement, présentaient un risque de maladies cardiovasculaires inférieur d'environ 40 % comparé aux personnes qui avaient une alimentation plus pauvre en ces produits végétaux, et plus riche en produits animaux. C'est-à-dire avec une consommation d'environ 280 g par jour de fruits et légumes, soit la moitié de la recommandation du PNNS (Programme national nutrition santé), 54,1 g par jour en moyenne de viande rouge soit 380 g par semaine et 278 g par semaine de charcuterie, soit presque 2 fois la recommandation maximum du PNNS.

Les adultes ayant une alimentation plus riche en produits végétaux de meilleure qualité nutritionnelle mais ultra-transformés comme des pains complets industriels, soupes du commerce, plats préparés à base de pâtes ou salades assaisonnées du commerce (comparés aux personnes qui avaient une alimentation plus pauvre en ces produits et plus riches en produits animaux), ne présentaient pas un risque inférieur de maladies cardiovasculaires.

Le risque de maladies cardiovasculaires était supérieur d'environ 40 % pour les adultes qui consommaient une forte part de produits végétaux de moindre qualité nutritionnelle et ultra-transformés (chips, boissons sucrées à base de fruits ou sodas d'extraits végétaux, produits sucrés chocolatés ou confiseries, céréales du petit déjeuner sucrées, biscuits salés, etc.) comparé aux personnes ayant une alimentation plus riche en produits végétaux de bonne qualité nutritionnelle et peu ou pas transformés industriellement.

Ces résultats soulignent la nécessité de considérer à la fois la qualité nutritionnelle et le degré de transformation et de formulation des aliments, en plus de l'équilibre végétal-animal dans l'alimentation, pour mieux évaluer les liens entre nutrition et santé cardiovasculaire. Ils viennent apporter de nouveaux arguments afin d'encourager les politiques publiques en nutrition et santé à promouvoir des aliments végétaux qui soient à la fois de bonne qualité nutritionnelle et peu ou pas transformés (fruits et légumes frais, surgelés ou en conserves de bonne qualité, par exemple sans ajout de lipides, sel, sucre et additifs).



CONTACT > benjamin.alles@inrae.fr

Référence > doi: 10.1016/j.lanepe.2025.101470

Partenaire > CRESS



➤ Certains mélanges d'additifs alimentaires retrouvés dans notre alimentation seraient associés à un risque accru de diabète de type 2

Des mélanges d'additifs alimentaires se retrouvent dans nos assiettes quotidiennement, particulièrement via les aliments ultra-transformés. Jusqu'à présent, les recherches et les évaluations de sécurité de ces additifs ont été réalisées substance par substance en raison du manque de données sur l'effet d'une exposition multiple à des combinaisons d'additifs. Dans une nouvelle étude, des chercheurs ont pu étudier les possibles liens entre l'exposition à des mélanges d'additifs alimentaires couramment consommés et la survenue de diabète de type 2. Ils ont analysé les données de santé de plus de 100 000 adultes participant à la cohorte française NutriNet-Santé.

Deux mélanges d'additifs alimentaires sur les cinq testés étaient associés à une incidence plus élevée de diabète de type 2, notamment un mélange contenant différents émulsifiants comme des carraghénanes, des amidons modifiés et d'autres additifs (retrouvés dans les bouillons, desserts lactés, matières grasses, sauces...), et un autre contenant des édulcorants, colorants et acidifiants (caractéristiques des boissons édulcorées et des sodas).

▲ Largement utilisés par l'industrie agroalimentaire, les additifs alimentaires sont retrouvés principalement dans les produits ultra-transformés de nos supermarchés. La littérature renseigne désormais sur de potentiels effets néfastes de la consommation de plusieurs de ces substances, qui ont notamment été associées au développement de troubles métaboliques, à une inflammation chronique et un déséquilibre du microbiote intestinal. De récentes études issues de la cohorte NutriNet-Santé ont par ailleurs révélé une association entre la consommation de certains de ces

additifs et un risque accru de diabète de type 2, de cancers et de maladies cardiovasculaires. Si l'effet individuel de chacune de ces substances a été étudié, aucune étude ne s'était jusqu'à présent intéressée à l'impact possible de leur consommation combinée. En effet, les aliments ultra-transformés contiennent souvent des mélanges d'additifs alimentaires, ayant chacun des propriétés spécifiques (conservateurs, exhausteurs de goût, colorants, agents de texture...).

Pour mesurer les conséquences de l'exposition à ces mélanges d'additifs, une équipe de recherche dirigée par Mathilde Touvier, directrice de recherche à l'Inserm, a analysé les données de santé de 108 643 adultes de la cohorte NutriNet-Santé sur une période moyenne de suivi de 7,7 ans.

Les participants ont renseigné en ligne tous les aliments et boissons consommés et leur marque (pour les produits industriels), sur au moins deux journées (jusqu'à 15 journées pour certains). Afin d'obtenir une estimation fiable de l'exposition aux additifs et de se concentrer sur ceux ayant un potentiel impact significatif sur la santé, seuls les additifs consommés par au moins 5 % de la cohorte ont été inclus dans la modélisation des mélanges.

La présence ou l'absence de chaque additif dans chaque aliment a été déterminée grâce au croisement de plusieurs bases de données, en prenant en compte la date de consommation (pour intégrer d'éventuelles reformulations au fil du temps), ainsi qu'à des dosages dans les aliments. Cinq principaux mélanges d'additifs alimentaires ont été identifiés, représentant des groupes de substances fréquemment ingérées ensemble (en raison de leur présence conjointe dans les produits alimentaires transformés industriellement ou résultant de la co-ingestion d'aliments souvent consommés ensemble). Les résultats indiquent que deux de ces mélanges étaient associés à une incidence plus élevée de diabète de type 2, indépendamment de la qualité nutritionnelle du régime alimentaire (apports en sucre, calories, fibres, graisses saturées...) et des facteurs sociodémographiques et de mode de vie.

Aucune association n'a été trouvée pour les trois autres mélanges. Le premier mélange incriminé était principalement

composé de plusieurs émulsifiants (amidons modifiés, pectine, gomme de guar, carraghénanes, polyphosphates, gomme xanthane), d'un conservateur (sorbate de potassium) et d'un colorant (curcumine). Ces additifs se retrouvent généralement dans divers aliments industriels ultra-transformés, comme les bouillons, desserts lactés, matières grasses et sauces.

L'autre mélange impliqué était principalement constitué d'additifs présents dans les boissons édulcorées et les sodas. Il comprenait des acidifiants et régulateurs d'acidité (acide citrique, citrates de sodium, acide phosphorique, acide malique), des colorants (caramel au sulfite d'ammonium, anthocyanes, extrait de paprika), des édulcorants (acésulfame-K, aspartame, sucralose), des émulsifiants (gomme arabique, pectine, gomme de guar) et un agent d'enrobage (cire de carnauba).

Dans cette étude, des interactions entre les additifs de ces mélanges ont été détectées suggérant que certains pouvaient interagir entre eux, soit en renforçant leurs effets (synergie), soit en les atténuant (antagonisme).

D'autres études sont nécessaires afin d'élucider les mécanismes sous-jacents et approfondir la compréhension des synergies et des antagonismes potentiels entre ces additifs alimentaires. Cette étude observationnelle ne suffit pas, à elle seule, à établir de lien de causalité. Toutefois, ces résultats sont en phase avec des travaux expérimentaux in vitro récents suggérant de possibles "effets cocktails". Ils indiquent que l'évaluation des additifs alimentaires devrait prendre en compte leurs interactions et appuyer les recommandations de santé publique qui conseillent de limiter les additifs non indispensables.



Cette étude est la première à estimer l'exposition aux mélanges d'additifs alimentaires dans une large cohorte en population générale et à analyser leur lien avec l'incidence du diabète de type 2. Les résultats suggèrent que plusieurs additifs emblématiques présents dans de nombreux produits sont souvent consommés ensemble et que certains mélanges seraient associés à un risque plus élevé de cette pathologie. Ces substances pourraient ainsi représenter un facteur de risque modifiable, ouvrant la voie à des stratégies de prévention du diabète de type 2



CONTACT > m.touvier@eren.smbh.univ-paris13.fr
Référence > doi: 10.1016/j.fct.2024.115198
Partenaires > CRESS • TOXALIM

➤ Adéquation au régime EAT-Lancet et santé métabolique

En 2019, la Commission EAT-Lancet a proposé un régime planétaire conçu pour réduire le double fardeau sanitaire et environnemental lié aux modes d'alimentation actuels.

▲ Une étude prospective menée auprès des participants de la cohorte NutriNet-Santé, couvrant la période de 2009 à 2023, a analysé la relation entre l'adhésion à ce régime et le risque de surpoids, d'obésité et de diabète de type 2. Après prise en compte des cofacteurs, un régime plus proche des cibles de consommation définies par le régime EAT-Lancet était associé à une diminution de 40% du risque de surpoids, de 46% du risque d'obésité et de 29% du risque de diabète de type 2. L'indice de masse corporelle a été identifié comme un facteur médiateur pouvant expliquer jusqu'à 61 % de cette relation. Ces résultats mettent en évidence l'importance d'une alimentation durable, riche en végétaux, en tant que stratégie potentielle pour améliorer la santé métabolique à l'échelle de la santé publique.



En population française, le régime EAT-Lancet est bon pour la planète mais aussi pour la santé



CONTACT > emmanuelle.kesse-guyot@inrae.fr
Référence > doi: 10.1093/ije/dyaf011
doi: 10.1016/j.ajcnut.2025.06.013
Partenaires > CRESS • Solagro

Comprendre les inégalités sociales dans l'asthme de l'enfant – le rôle médiateur des facteurs précoces modifiables



L'asthme est la maladie chronique la plus fréquente de l'enfance, avec de lourdes conséquences médicales, sociales et économiques. Les inégalités sociales de santé y sont bien documentées : les enfants issus de milieux défavorisés présentent davantage d'asthme et de symptômes respiratoires sévères. Toutefois, les mécanismes précis de ces inégalités – à savoir comment le contexte socio-économique maternel influence la santé respiratoire de l'enfant – restaient imparfaitement caractérisés. C'est dans ce contexte qu'une étude combinée via le réseau EU Child Cohort Network a été menée pour identifier non seulement l'ampleur de l'effet socio-économique, mais aussi à estimer dans quelle mesure celui-ci est imputable à des facteurs précoces modifiables.

Les analyses combinées des sept cohortes européennes (Danemark, Royaume-Uni, France, Pays-Bas, Italie, Espagne, Norvège) ont révélé un risque d'asthme plus élevé en moyenne de 17 % chez les enfants de mères avec un faible niveau d'études par rapport aux mères les plus diplômées. Le tabagisme maternel, les issues de naissance défavorables (faible poids, prématurité) et la durée d'allaitement expliquent entre 8 et 72 % de cette association selon les cohortes.

Les résultats sont remarquablement cohérents malgré la diversité des contextes socio-économiques, suggérant des déterminants biologiques et comportementaux communs.

Cette médiation importante souligne que les inégalités sociales de santé passent en partie par des facteurs modifiables dès la période périnatale. Toutefois, une part non négligeable reste inexpliquée, suggérant l'implication de mécanismes plus larges (pollution de l'air, stress psychosocial, etc.).

Ces résultats fournissent un argument solide en faveur de l'action précoce – dès la grossesse – pour réduire les inégalités sociales de l'asthme. Les interventions pourraient cibler spécifiquement les femmes en situation de vulnérabilité sociale ou économique afin de promouvoir notamment l'arrêt du tabac maternel avant ou pendant la grossesse et le soutien de l'allaitement maternel.

Lutter contre l'atrophie musculaire à l'aide de sérum d'ours brun hibernant

L'atrophie musculaire est observée dans plusieurs contextes physiopathologiques, notamment lors de l'inactivité physique. Cependant, malgré l'abondance de travaux et de connaissances sur les mécanismes sous-jacents, il n'existe pas de traitement pleinement efficace. Comprendre ces mécanismes reste donc enjeu majeur pour identifier des stratégies d'interventions adaptées.

De façon remarquable, les ours résistent naturellement à l'atrophie pendant l'hibernation grâce à une inhibition de la voie TGF- β pro-atrophique et un maintien de la voie BMP pro-anabolique dans les muscles. De plus, une étude a montré que le sérum d'ours est capable de réguler le métabolisme protéique et d'augmenter le contenu protéique dans des cellules musculaires humaines, suggérant la présence de facteurs circulants d'intérêt pour le maintien de la masse musculaire.

Dans cette étude, les chercheurs ont combiné des approches non ciblées (séquençage d'ARN) et ciblées (expression protéique, mesures d'activité) pour étudier l'effet du sérum d'ours brun hibernant sur des cellules musculaires humaines. Ils ont montré que ce sérum induit une reprogrammation du transcriptome musculaire, en particulier au niveau des régulateurs des voies TGF- β et BMP. Une analyse approfondie a révélé que le sérum d'ours brun hibernant inhibe l'activité de la voie TGF- β , tout en maintenant celle de la voie BMP dans des myotubes humains exposés à des concentrations physiopathologiques de leurs ligands respectifs. Ces résultats reproduisent les observations faites dans les muscles d'ours brun naturellement résistants à l'atrophie pendant l'hibernation.

Ces travaux sont particulièrement prometteurs pour de futures applications thérapeutiques. En effet, l'inhibition pharmacologique de la voie TGF- β a montré un certain potentiel chez l'Homme, mais son utilisation est limitée par des effets indésirables, notamment dus à une inhibition conjointe de la voie BMP. Ces données suggèrent que les composés présents dans le sérum d'ours brun hibernant pourraient atténuer ces effets négatifs sur le muscle observés dans les essais cliniques, en préservant l'activité de la voie BMP.



CONTACT > blandine.delauzon-guillain@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.jaip.2025.02.032w
Partenaires > CRESS



EUROPE

Une alimentation végétale, variée et moins ultra transformée réduit le risque de cancer colorectal

Certaines études ont suggéré des associations entre une consommation élevée d'aliments ultra-transformés et un risque accru de cancer colorectal, tandis qu'une alimentation plus diversifiée et à base de plantes a été associée à un risque moindre de cancer gastro-intestinal. Bien que ces facteurs de risque alimentaires aient été étudiés isolément, leurs interactions potentielles ou leurs liens avec le risque de cancer colorectal n'ont pas encore été étudiés.

À partir des données de la cohorte paneuropéenne EPIC qui étudie les relations entre alimentation et cancer et qui rassemble des données de 10 pays européens (l'Allemagne, le Danemark, l'Espagne, la France, la Grèce, la Hollande, l'Italie, la Norvège, le Royaume-Uni et la Suède), les chercheurs ont montré les bénéfices combinés potentiels de l'adoption d'une alimentation pauvre en produits ultra-transformés, riche en végétaux et diversifiée sur environ 15 ans de suivi : réduction de 27 % du risque de cancer colorectal, 28 % pour le cancer du côlon et 35 % pour le cancer du rectum, par rapport aux participants n'ayant suivi aucun de ces trois piliers. Cette étude souligne l'importance d'intégrer les trois dimensions alimentaires complémentaires dans l'étiologie du cancer colorectal et la nutrition préventive. Ces dimensions alimentaires sont conceptuellement liées à des enjeux plus larges de durabilité, notamment la perte de biodiversité. Par conséquent, les politiques et programmes de santé publique devraient faciliter simultanément la réduction de la consommation d'aliments ultra-transformés, promouvoir une alimentation végétale saine et accroître la biodiversité alimentaire (règle des 3V : "Vrai, Végétal, Varié") afin de réduire de façon significative le risque de cancer colorectal.



CONTACT > anthony.fardet@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.eclinm.2025.103662
Partenaires > UNH • CRESS • Cohorte EPIC



EUROPE



CONTACT > lydie.combaret@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.biocel.2025.106864
Partenaires > UNH • iGReD • Laboratoire de Spectrométrie de Masse BioOrganique • CNES • Norwegian Institute for Nature Research • Swedish University of Agricultural Sciences • Inland Norway University of Applied Sciences



EUROPE

Collaboration UNH-Northwest University de Xi'an : Modèles animaux et résistance naturelle à l'atrophie

Chez l'Homme, la perte progressive de la masse et de la fonction musculaire (atrophie musculaire), est une des conséquences les plus délétères du vieillissement, de l'inactivité physique et de la microgravité.

Les animaux hibernants présentent une capacité naturelle unique de préservation de la masse musculaire dans des conditions d'inactivité physique et de privation de nourriture pendant plusieurs mois. L'UNH conduit des recherches chez l'ours brun hibernant concernant plusieurs propriétés associées à la protection contre la fonte musculaire chez cet animal, avec des avancées sur le transfert à l'Homme.



Le laboratoire du Dr Chang Hui (Northwest University, Xi'an, Chine) travaille sur la même problématique et avec la même démarche biomimétique chez un écureuil terrestre hibernant (*Spermophilus dauricus*). La collaboration entre les deux entités a été officialisée en octobre 2025. La mise en commun des expertises et outils respectifs a déjà permis plusieurs publications communes.



CONTACT > etienne.lefai@inrae.fr



CHINE



➤ Quel rôle des acides gras saturés des produits laitiers dans les maladies cardiométaboliques ?

Les produits laitiers sont une source majeure d'acides gras saturés dans l'alimentation, souvent considérés comme néfastes pour la santé cardiovasculaire. Cependant, des données récentes remettent en question cette vision, en suggérant que les effets des acides gras saturés varient selon leur matrice alimentaire. Le concept de « matrice laitière » propose ainsi que les interactions entre nutriments et structures des aliments d'origine laitière en modulent les effets métaboliques. Cette étude vise ainsi à explorer les associations entre les acides gras saturés consommés via différents produits laitiers et sources laitières et divers marqueurs cardio-métaboliques.

« **Les acides gras saturés apportés par le beurre (aux apports recommandés) et par le yaourt sont associés à une réduction de marqueurs de risque cardiovasculaire, notamment l'ApoB. Aucun lien défavorable n'a été observé entre les acides gras saturés apportés par les produits laitiers et le diabète, le syndrome métabolique ou des dysfonctions cardiaques.**

▲ Pour comprendre la relation entre les différentes sources d'acides gras saturés et les maladies cardiométaboliques, les chercheurs se sont appuyés sur la dernière visite de la cohorte STANISLAS. 1619 participants ont rempli un questionnaire de fréquence alimentaire pour 133 aliments, y compris des produits laitiers (lait, yaourt, fromage, fromage blanc) et d'autres sources de lipides laitiers (crème, beurre, desserts lactés). Ils ont été soumis à un examen clinique et à des collectes de sang pour établir s'ils souffraient de troubles métaboliques (pré-diabète, syndrome métabolique, hyperlipidémie) ou d'atteintes cardiovasculaires (rigidité artérielle, athérosclérose, masse ventriculaire gauche, dysfonctionnement diastolique).

Les résultats montrent que les acides gras saturés issus du beurre, consommés dans l'ordre de grandeur des recommandations nutritionnelles, sont inversement associés à plusieurs formes d'hyperlipidémie (hypertriglycéridémie, LDLc élevé, non-HDLc élevé, ApoB élevée). Les acides gras saturés apportés par le yaourt sont également inversement associés à l'ApoB, un marqueur émergent du risque cardiovasculaire. Par ailleurs, les acides gras saturés totaux et ceux issus des produits laitiers (représentant de 43 à 80% des acides gras saturés totaux consommés par les sujets dans cette cohorte) sont associés à une masse ventriculaire gauche plus faible, représentant un moindre risque cardiovasculaire. Ces associations restent significatives dans plusieurs modèles ajustés, bien que certaines disparaissent dans les analyses de sensibilité. De plus, aucun lien défavorable n'a été observé entre les acides gras saturés laitiers et les autres marqueurs étudiés (diabète, syndrome métabolique, dysfonction diastolique).

Ces résultats appellent à une réévaluation des recommandations nutritionnelles basées uniquement sur la teneur en acides gras saturés des produits laitiers. Ils soutiennent une approche alimentaire globale, prenant en compte les matrices alimentaires apportant les acides gras. Des études de suivi de cohortes et des essais cliniques sont nécessaires pour confirmer les associations observées et explorer les mécanismes sous-jacents, notamment le rôle des lipides polaires, des peptides bioactifs et de la fermentation dans les associations neutres à favorables observées.



CONTACT > marie-caroline.michalski@inrae.fr

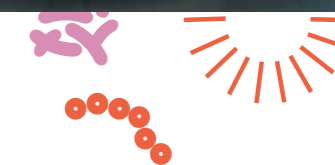
Référence > doi: 10.1007/s00394-025-03763-1

Partenaires > CARMEN • Centre d'Investigation Clinique Plurithématique du CHRU de Nancy

• Université de Liège • Institut Lyfe • Fondation pour la Recherche Médicale • Projet Equipe FRM EQU202103012668



➤ Anorexie mentale et dysbiose du microbiote intestinal



L'anorexie mentale est un trouble alimentaire sévère, qui se caractérise par une restriction alimentaire aboutissant à une perte de poids et à une dénutrition, à l'origine de complications somatiques et métaboliques potentiellement graves. L'anorexie mentale s'accompagne fréquemment de symptômes anxio-dépressifs et / ou d'une hyperactivité physique et intellectuelle aggravant les symptômes et rendant plus difficile la prise en charge.

Les causes de l'anorexie mentale restent encore peu connues et résultent certainement de plusieurs facteurs. Le microbiote intestinal est désormais reconnu comme un des facteurs associés de la maladie. Aucune étude n'avait encore démontré que ce microbiote pouvait, à lui seul, induire certains symptômes comportementaux et conséquences somatiques de la maladie.

« **La dysbiose spécifique du microbiote intestinal connue chez les patients souffrant d'anorexie mentale joue un rôle dans la génération de la symptomatologie spécifique de ce trouble psychiatrique.**

▲ Dans un modèle murin, des souris axéniques ont été colonisées avec un microbiote provenant soit de patientes souffrant d'anorexie mentale, soit de témoins sains. Les souris ayant reçu le microbiote des patientes avec anorexie mentale ont développé des manifestations très similaires aux symptômes observés dans la maladie humaine. Elles ont montré une diminution notable de leur prise alimentaire, associée à une augmentation de leur activité physique, modélisant l'hyperactivité décrite chez les patientes. Par ailleurs, elles présentaient des niveaux d'anxiété significativement plus élevés, mis en évidence par plusieurs tests comportementaux. Sur le plan biologique, les souris colonisées avec un microbiote anorexique ont développé une inflammation systémique, marquée par une augmentation de plusieurs cytokines pro-inflammatoires telles que le TNF- α , l'IL-4 et l'IFN- γ . Leur immunité muqueuse était également altérée, avec une baisse des concentrations fécales d'IgA et une diminution des cellules lymphoïdes innées, suggérant un affaiblissement des défenses immunitaires à l'interface intestin-microbiote. Enfin, des atteintes d'organes périphériques ont été observées, notamment une stéatose hépatique et des altérations ovariennes caractérisées par une réduction du nombre de follicules et des cycles irréguliers. Ainsi, ces résultats montrent que le microbiote issu de patientes souffrant d'anorexie mentale est capable d'induire chez la souris des symptômes comportementaux, métaboliques, immunitaires ainsi que des atteintes organiques spécifiques à de la maladie, confirmant le rôle central que pourrait jouer l'écosystème intestinal dans la physiopathologie de l'anorexie mentale.

Cette étude montre un rôle causal du microbiote dans l'anorexie mentale. Le microbiote apparaît donc comme un élément clé de la physiopathologie de l'anorexie, révélant de nouvelles voies thérapeutiques. La modulation ciblée du microbiote pourrait être une approche thérapeutique prometteuse pour ces patients.



CONTACTS > mouna.hanachi@aphp.fr • nicolas.lapaque@inrae.fr

Référence > doi : 10.1080/19490976.2025.2563701

Partenaires > MICALIS • Université Jean Monnet



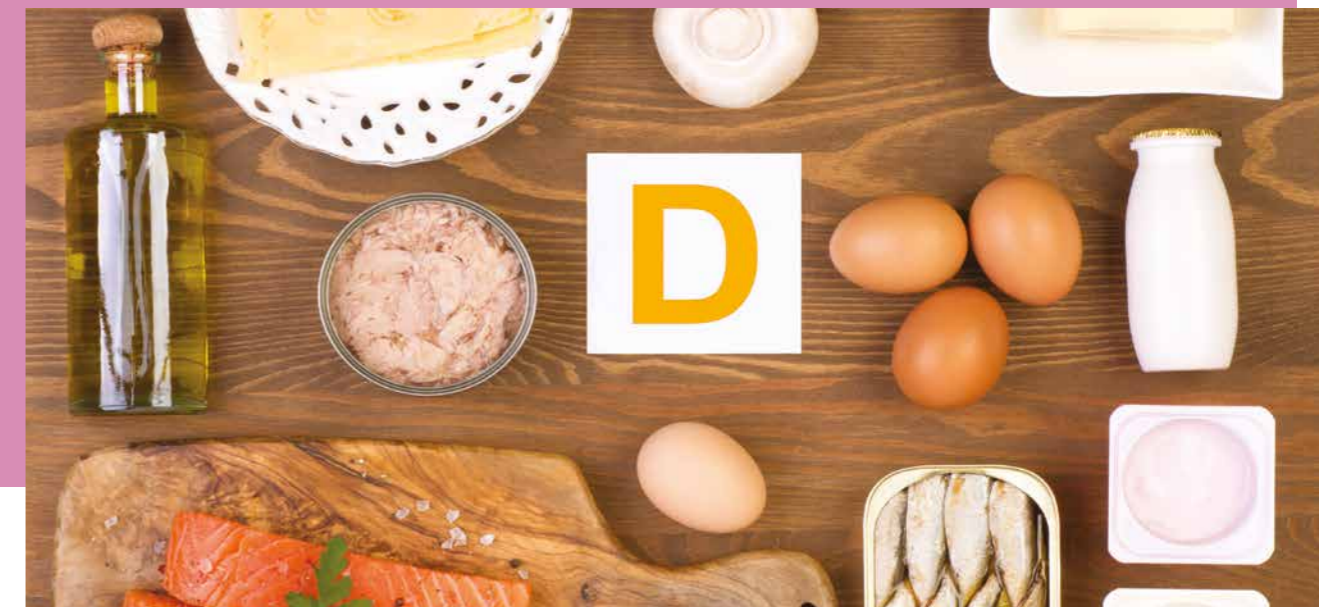
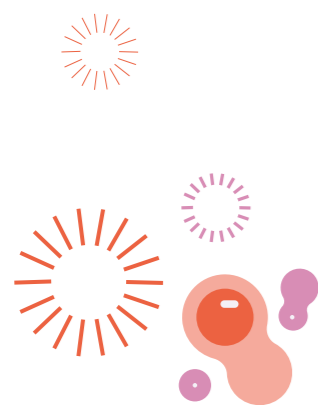
► Troubles alimentaires liés aux régimes à répétition : rôle clé du microbiote

Pour la première fois, preuve est donnée du rôle clé du microbiote dans le risque d'apparition de troubles du comportement alimentaire liés à la répétition de régimes restrictifs qui s'accompagnent de reprises de poids. Des scientifiques montrent à travers une étude préclinique que ces restrictions entraînent le développement d'hyperphagie boulimique, et que ce comportement pourrait être transmis directement par le microbiote.

► Pour perdre du poids, on estime que 42 % des adultes en Occident ont déjà essayé des régimes pauvres en calories. La répétition de ces régimes, entraînant une alternance de phases de réduction puis de ré-augmentation des apports caloriques s'accompagne souvent d'un effet yo-yo : les individus reprennent plus de poids qu'ils n'en avaient perdu. Ces restrictions répétées dérèglent le comportement alimentaire, favorisant l'apparition de troubles comme l'hyperphagie boulimique, associée à des prises compulsives de grandes quantités de nourriture. Dans ce contexte, des scientifiques d'INRAE, du CNRS, de l'Université de Rennes et de l'Université Bourgogne Europe se sont penchés sur la piste du microbiote pour comprendre son implication dans les dérèglements du comportement alimentaire.

Ils ont d'abord montré, chez la souris, que l'alternance de régimes standard et gras/sucré induisait des variations de poids de type yo-yo et une modification de leur comportement alimentaire vers une hyperphagie spécifique aux aliments gras/sucrés. L'analyse d'échantillons fécaux a révélé une modification du microbiote chez les souris hyperphagiques. Les scientifiques ont transféré ce microbiote à des souris saines. Résultat, elles ont développé le même comportement compulsif vis-à-vis des aliments gras/sucrés, ce qui met en lumière le rôle du microbiote dans le dérèglement des comportements alimentaires. Des modifications au niveau du cerveau des souris ont été observées, avec une augmentation de l'expression de gènes liés au système de la récompense, une zone qui participe au plaisir alimentaire. Des changements cellulaires ont également été identifiés dans le tronc cérébral, zone qui intègre les informations émanant de l'intestin.

Ces résultats confirment les effets potentiellement néfastes sur la santé des régimes restrictifs à répétition et suggèrent de porter attention au microbiote intestinal dans la prise en charge des patients suivis médicalement pour une perte de poids. Pour confirmer les applications potentielles de ces premiers résultats, des travaux complémentaires chez l'humain seront nécessaires, tels que des enquêtes auprès de personnes sujettes aux effets yo-yo associées à des analyses de composition de leur microbiote.



► La perte de poids restaure le métabolisme de la vitamine D perturbé au cours de l'obésité

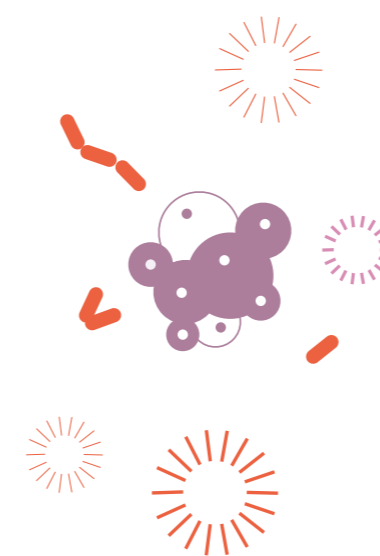
L'obésité est fréquemment associée à une insuffisance voire une carence en 25-hydroxyvitamine D, mais les effets d'une perte de poids sur le métabolisme de la vitamine D restent peu explorés. L'enjeu scientifique était donc d'une part d'identifier l'effet de l'obésité sur la perturbation du métabolisme de la vitamine D et d'autre part, d'évaluer les conséquences d'une perte de poids sur la réversibilité des effets induits par l'obésité sur le métabolisme de la vitamine D.

► Ce travail fondamental vise à éclairer les mécanismes de régulation du métabolisme de la vitamine D, afin de mieux comprendre la relation complexe qui existe entre statut vitaminique D et obésité, et proposer à terme, aux personnes en situation d'obésité des stratégies visant à limiter les risques de carences.

Des souris mâles ont été rendues obèses par un régime riche en graisses et sucres, puis une partie d'entre elles a été replacée en régime standard pour limiter leur prise de poids. Ces deux groupes de souris ont été comparés à un troisième groupe ayant reçu une alimentation standard pendant toute la durée du protocole (groupe contrôle). Les chercheurs ont pu montrer que l'obésité perturbe fortement différents paramètres du métabolisme de la vitamine D en diminuant notamment la concentration plasmatique en vitamine D, et en augmentant les quantités de vitamine D et de 25-hydroxyvitamine D stockées dans le tissu adipeux en comparaison au groupe contrôle. L'expression de gènes clés du métabolisme de la vitamine D était également modulée par l'obésité dans différents tissus et notamment dans le tissu adipeux, suggérant ainsi une mise en réserve active des métabolites de la vitamine D dans ce tissu. Les animaux ayant été soumis à une perte de poids ont, en revanche, vu leur métabolisme globalement restauré par cet amaigrissement, à l'exception de quelques paramètres dont la teneur plasmatique en vitamine D qui est restée basse.

Ces résultats permettent de mieux comprendre les relations et les mécanismes complexes qui lient le métabolisme de la vitamine D et l'obésité. Bien que le métabolisme de la vitamine D soit largement restauré suite à une perte de poids, quelques empreintes subsistent.

Cette étude permet donc avant tout une avancée de la connaissance fondamentale du métabolisme de la vitamine D. À plus long terme, cette connaissance pourra s'avérer cruciale pour envisager des stratégies nutritionnelles à proposer aux personnes en situation d'obésité ou aux personnes ayant perdu du poids.



➤ Cachexie associée au cancer : identification de nouveaux mécanismes au niveau hépatique

Une forte proportion de patients atteints d'un cancer sont touchés par la cachexie, un syndrome caractérisé par une inflammation systémique, un dérèglement métabolique, une anorexie, une perte de poids involontaire et une fonte musculaire progressive, entraînant une morbidité accrue aux stades avancés. La cachexie résulte d'interactions complexes entre la tumeur et les tissus et organes de l'hôte. Des changements marqués dans l'homéostasie des acides aminés ont été associés à la cachexie, en raison de la forte demande en acides aminés liée la croissance tumorale, à la réponse immunitaire et aux changements métaboliques en découlant. Comme l'organisme ne dispose pas d'un système dédié au stockage des acides aminés, la dégradation adaptative des protéines des muscles squelettiques mobilise des acides aminés pour répondre à ces besoins, contribuant ainsi largement à la cachexie. Il s'ensuit une fragilisation des patients qui nuit à l'efficacité des traitements et aggrave le pronostic. Freiner la progression de la cachexie vers des stades sévères est donc un enjeu clinique majeur. La prévention tertiaire, qui intervient après la survenue de la maladie et vise à réduire ses complications, inclut notamment la promotion d'un soutien nutritionnel adéquat visant à ralentir l'évolution du cancer vers la cachexie. La définition de telles interventions exige une meilleure compréhension cinétique des changements métaboliques associés à l'induction de la cachexie.

Les chercheurs se sont intéressés au foie, qui joue un rôle central dans la régulation de l'homéostasie des protéines et des acides aminés, en libérant de nombreux acides aminés utilisés par d'autres organes et tissus et en produisant la majorité des protéines sécrétées dans le sang. Les chercheurs ont utilisé un modèle murin de cancer colorectal, qu'ils ont étudié à deux points clés de la progression du cancer, le stade pré-cachectique et le stade d'apparition de la cachexie. Contrairement au groupe pré-cachectique, le groupe en début de cachexie était caractérisé par une réduction de la prise alimentaire et du poids corporel, ainsi que par une expression accrue des gènes liés à l'atrophie dans les muscles squelettiques. Au stade pré-cachectique, les chercheurs ont observé au niveau de la circulation systémique une production déjà considérablement induite de protéines de l'immunité innée en réponse à l'inflammation, et une réduction marquée des niveaux de la plupart des acides aminés.

A ce stade au niveau du foie, l'expression de protéines de l'immunité innée était fortement stimulée, l'expression de l'albumine réduite, et l'autophagie régulée à la hausse. A la survenue de la cachexie, le foie présentait une activation simultanée de deux voies de signalisation majeures impliquées dans la régulation de l'utilisation et de l'approvisionnement des acides aminés, reposant sur le complexe mTORC1 et l'axe eIF2 α -ATF4. En particulier, l'expression de gènes cibles du facteur de transcription ATF4, impliqués dans la synthèse et le transport des acides aminés, ainsi que dans l'autophagie, était nettement augmentée.

Les données de la littérature soutiennent une contribution importante du foie dans la cachexie associée au cancer. Ces résultats suggèrent que l'axe eIF2 α -ATF4 joue un rôle clé dans la régulation adaptative du métabolisme hépatique des protéines lors du développement de ce syndrome.



CONTACT > anne-catherine.maurin@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.jisci.2025.112030
Partenaires > UNH • Université catholique de Louvain • ICCF



BELGIQUE

➤ La cholecystokinine (CCK) : un neuropeptide clé dans la plasticité synaptique cortico-striatale

Neuropeptide le plus abondant du cerveau, et longtemps considérée comme un simple marqueur neuronal, la cholecystokinine (CCK) s'impose aujourd'hui comme un véritable neuromodulateur central impliqué dans la mémoire et la plasticité synaptique. Les chercheurs montrent pour la première fois que la CCK module la transmission et la plasticité synaptique dans le striatum, une structure clé des ganglions de la base impliquée dans le contrôle moteur et les apprentissages.

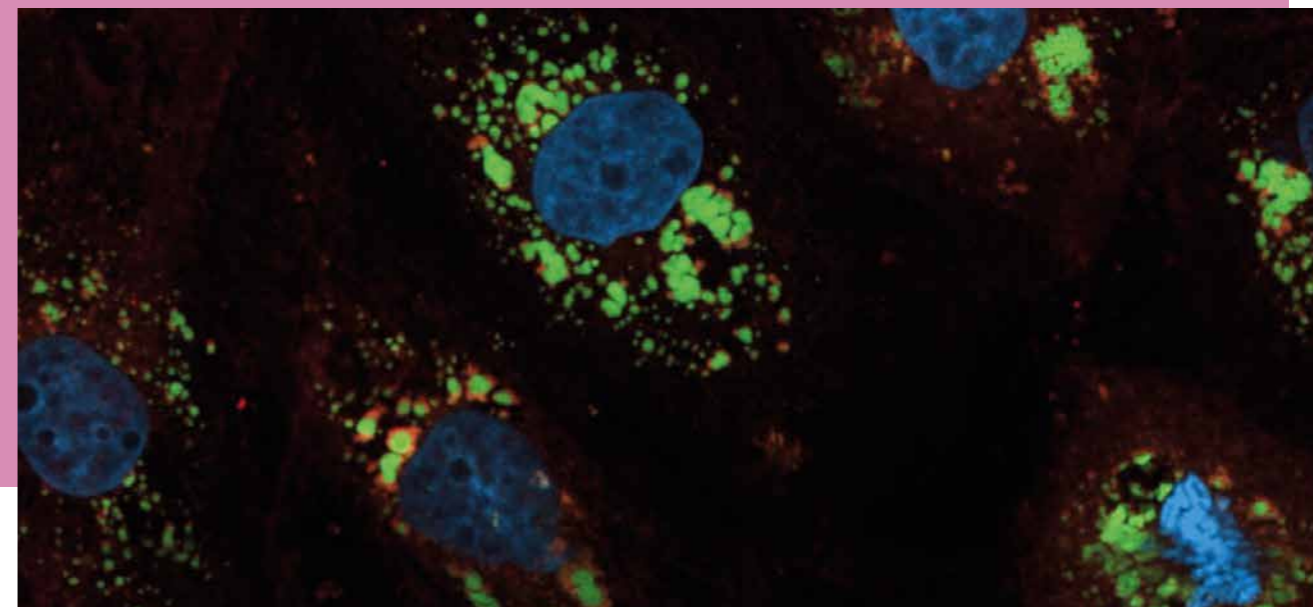
Ces travaux positionnent la CCK comme un acteur clé de la plasticité synaptique, au même titre que le glutamate, la dopamine, le GABA, les endocannabinoïdes... L'importance croissante de la signalisation CCKergique est désormais reconnue dans plusieurs structures cérébrales (hippocampe, cortex, hypothalamus, aire tegmentale ventrale), renforçant l'idée qu'elle pourrait représenter une voie majeure de modulation des circuits de la mémoire et du comportement. Comprendre comment cette signalisation cérébrale s'articule avec la CCK périphérique ouvre des perspectives inédites pour explorer son rôle dans des contextes physiologiques et pathologiques ainsi que pour développer de nouveaux médicaments ciblant les récepteurs CCK centraux.



CONTACT > vincent.paille@univ-nantes.fr
Référence > doi: 10.1523/ENEURO.0251-24.2025
Partenaires > PhAN • Université de Nantes • Instituto de Neurociencias UMH-CSIC



ESPAGNE



> Cellules intestinales IPEC-J2 présentant une accumulation de gouttelettes lipidiques (marquage Bodipy en vert) et une réorganisation du réseau mitochondrial (marquage Mitotracker en rouge) autour de ces gouttelettes après deux jours de culture avec des acides gras. Bleu : marquage DAPI des noyaux. Auteurs : Gwénaëlle Randuineau et Gabriel Vimont, Numecan

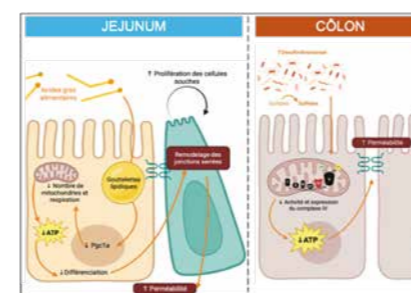
➤ La mitochondrie : un acteur clé dans les perturbations de l'homéostasie intestinale chez l'obèse

L'obésité et le surpoids touchent dorénavant plus de 40% de la population mondiale. Les complications métaboliques associées à l'obésité (diabète de type 2, hépatopathies métaboliques, etc.) ont des conséquences à la fois économiques et sociales considérables.

Ces complications sont associées à une inflammation chronique de bas grade dont l'origine fait intervenir le tissu adipeux mais également des perturbations de l'homéostasie intestinale, elles-mêmes liées à un mode de vie inapproprié, et notamment une alimentation riche en énergie et en lipides. Ainsi, comprendre l'origine des perturbations intestinales dans l'obésité permettrait de prévenir ou réduire ces comorbidités.

Dans ce contexte, les chercheurs se sont intéressés aux mitochondries des cellules constituant l'épithélium intestinal, qui soutiennent, par la production d'ATP, l'ensemble des mécanismes énergivores nécessaires au maintien de cette homéostasie intestinale. En combinant des modèles précliniques (modèle souris présentant une obésité induite par une alimentation riche en lipides, organoïdes intestinaux murins, lignée de cellules épithéliales intestinales), ils ont montré que les perturbations du métabolisme lipidique des cellules épithéliales de l'intestin grêle proximal induites par un excès de lipides alimentaires étaient suivies d'adaptations bioénergétiques majeures dans ces cellules (diminution de la densité et de l'activité des mitochondries), elles-mêmes entraînant des défauts de différenciation des entérocytes et un remodelage des protéines des jonctions serrées à l'origine d'une hyperperméabilité intestinale. Au niveau du côlon, une dysfonction mitochondriale était également observée mais apparaissait liée à une dysbiose favorisant les Desulfovibrionaceae, productrices de sulfures, dont le principal métabolite, le H₂S est connu pour exercer un rôle de perturbateur métabolique en inhibant l'un des complexes de la chaîne de respiration des mitochondries.

Ces travaux sont actuellement poursuivis pour mieux comprendre les liens entre métabolisme lipidique et dysfonction mitochondriale dans les cellules épithéliales intestinales ainsi que le rôle du microbiote adhérent et la réversibilité des phénomènes.



CONTACT > gaelle.boudry@inrae.fr • annaig.lan@agroparistech.fr
Référence > doi: 10.1016/j.molmet.2025.102098 ; doi: 10.1096/fj.202201971R
doi: 10.1016/j.molmet.2022.101546
Partenaires > NUMECAN • PNCA • GenPhyse

➤ Les protéines : éléments clés du développement des centres de l'appétit dès la vie foetale

La grossesse est une période décisive durant laquelle l'alimentation de la mère influence fortement la croissance du fœtus et la santé future de l'enfant. Des recherches ont déjà montré qu'un manque de protéines pendant la gestation peut entraîner un retard de croissance et augmenter, plus tard dans la vie, le risque d'obésité ou de diabète. Une nouvelle étude s'est intéressée plus précisément à retracer les origines cellulaires de ces troubles métaboliques, en se focalisant sur les premières étapes du développement.

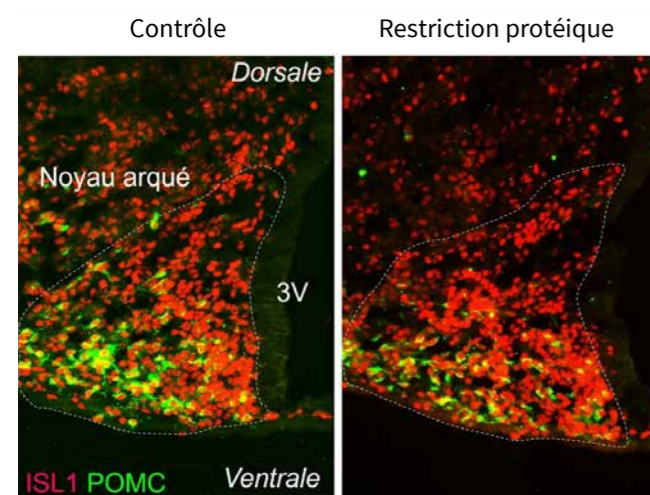
La période gestationnelle représente une période critique durant laquelle la nutrition maternelle exerce, de manière discrète mais déterminante, une influence majeure sur le développement foetal et la santé future de l'enfant. De nombreuses études ont déjà établi qu'une carence en protéines peut entraîner un retard de croissance intra-utérin et augmenter le risque, à l'âge adulte, de troubles métaboliques tels que l'obésité ou le diabète. Pourtant, les mécanismes cellulaires et moléculaires sous-jacents à ces observations restent encore en grande partie méconnus. C'est dans ce contexte qu'une équipe de chercheurs s'est intéressée à un aspect encore peu exploré : l'impact de la réduction de la consommation de protéines par la mère pendant la gestation sur le développement de l'hypothalamus foetal, une région cérébrale qui constitue un véritable centre de commande de l'équilibre énergétique, en contrôlant l'appétit et le métabolisme. Toute perturbation de son développement pourrait donc avoir des répercussions durables sur la santé métabolique future de l'individu.

Pour isoler l'effet des acides aminés de celui des apports énergétiques, des rates gestantes ont été soumises à un régime hypoprotéiné isocalorique. Cette carence a entraîné une prise de poids maternelle réduite, un retard de croissance foetale et de manière étonnante une baisse d'environ 40 % des taux d'acides aminés essentiels dans le sang maternel, ces briques moléculaires que l'organisme ne peut synthétiser lui-même. Les analyses cérébrales ont révélé une altération sélective de la différenciation neuronale : une diminution marquée des neurones POMC (proopio-mélanocortine), impliqués dans la signalisation de la satiété, alors que les neurones NPY/AgRP, qui stimulent la prise alimentaire, restent épargnés. Parallèlement, la voie mTOR, régulateur majeur de la croissance cellulaire en réponse aux nutriments, apparaît inhibée. Enfin, une hyperméthylation de la région promotrice du gène POMC suggère une répression transcriptionnelle durable, inscrite dans l'épigénome foetal.

Ces données indiquent qu'une carence en acides aminés essentiels, due au régime maternel faible en protéines, perturbe spécifiquement la mise en place des circuits hypothalamiques impliqués dans la régulation de l'équilibre énergétique.

À long terme, ces altérations pourraient contribuer à une dérégulation de la balance faim/satiété et favoriser l'émergence de troubles métaboliques. Ces résultats soulèvent plusieurs questions essentielles : Ces altérations neurodéveloppementales et épigénétiques sont-elles irréversibles après la naissance ? Existe-t-il une ou plusieurs fenêtres temporelles critiques pendant laquelle la disponibilité en acides aminés est plus déterminante pour le développement de l'hypothalamus ? Et surtout, une supplémentation ciblée en acides aminés essentiels pendant cette fenêtre critique de la grossesse pourrait-elle prévenir ou atténuer ces perturbations ?

Ces résultats soulignent l'importance de recommandations nutritionnelles précises pendant la grossesse, afin de privilégier non seulement une quantité suffisante de nutriments, mais aussi une qualité optimale via des aliments riches en acides aminés essentiels, tels que les viandes, poissons, œufs et légumineuses. Ils offrent également un modèle expérimental robuste pour comprendre comment l'environnement nutritionnel précoce programme la santé métabolique de l'individu, et pour inspirer des stratégies de prévention nutritionnelle in utero afin de promouvoir la santé métabolique des générations futures.



« Ces résultats rappellent l'importance de consommer des protéines de bonne qualité et variées pendant la grossesse pour favoriser le développement sain du futur enfant »

➤ À gauche, l'image montre les neurones POMC d'un fœtus témoin, tandis qu'à droite, on voit ceux d'un fœtus dont la mère a été soumise à un régime pauvre en protéines. On observe une réduction du nombre de neurones POMC chez cet animal, alors que le nombre de précurseurs reste inchangé. Cela suggère une perturbation de la différenciation des neurones POMC pendant cette période critique du développement.

➤ Impact d'un extrait de safran sur le bien-être émotionnel

Le bien-être mental est aujourd'hui au cœur des préoccupations de santé publique. Un grand nombre d'individus se plaignent de tristesse, de fatigue psychique et d'anxiété, sans pour autant présenter une pathologie dépressive avérée. Ces symptômes infracliniques, souvent non pris en charge, fragilisent l'équilibre psychologique, réduisent la qualité de vie et peuvent précéder l'apparition d'un trouble dépressif caractérisé. Dans ce contexte, une intervention nutritionnelle précoce pourrait constituer une stratégie efficace dans la prévention des symptômes dépressifs francs justifiant classiquement la prescription d'antidépresseurs. Le safran, reconnu pour ses propriétés antioxydantes et neuroprotectrices, a montré son efficacité dans le cadre de modèles précliniques ainsi que chez l'Homme dans la prise en charge de certaines formes modérées de dépression.

Lors d'un essai randomisé en double insu contre placebo, les chercheurs ont examiné les effets d'un extrait de safran sur le bien-être psychologique de 51 adultes présentant des symptômes infracliniques de dépression sur une période de six semaines.

La supplémentation en extrait de safran n'a pas montré d'effet significatif sur le score global de bien-être émotionnel, combinant les mesures de dépression, de fatigue et d'anxiété. En revanche, les sujets sous extrait de safran ont rapporté une meilleure perception de leur santé mentale. Aucun changement notable n'a été observé sur les marqueurs biologiques de l'inflammation ou du système de réponse au stress (axe hypothalamo-hypophysaire-corticosurrénalien). Néanmoins, les données de métabolisme ont révélé une

réduction significative des concentrations périphériques de N-acétyl-phénylalanine, un marqueur du métabolisme des acides aminés aromatiques. A six semaines de supplémentation, plus les concentrations de ce métabolite étaient faibles, meilleure était l'humeur des participants.

Ces résultats suggèrent que le safran peut être utile à la gestion du bien-être psychologique. Néanmoins, des investigations complémentaires sur de plus larges échantillons s'avèrent nécessaires pour confirmer cette observation et déterminer si l'amélioration subjective observée se traduit par de réels bénéfices sur le plan clinique. Par ailleurs, les populations susceptibles de tirer profit de cette supplémentation nutritionnelle restent à préciser, à travers une caractérisation précise du profil clinique et biologique des sujets.



CONTACT > lucile.capuron@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.ajcnut.2025.09.050
Partenaires > NUTRINEURO • Activ'Inside • Fondazione Edmund Mach

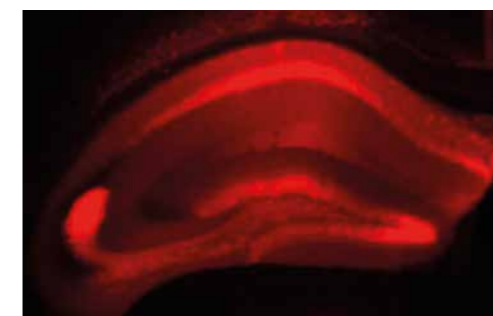


ITALIE

➤ L'alimentation obésogène perturbe la mémoire en modifiant le système cannabinoïde cérébral

L'alimentation obésogène, riche en graisses et en sucre, est associée à des perturbations de la mémoire chez l'Homme et l'animal. Toutefois, les mécanismes impliqués restent à élucider. Le système endocannabinoïde cérébral, qui contrôle la mémoire en condition normale, est hyperactif en situation d'obésité. Les chercheurs ont donc tenté de savoir si les effets d'une alimentation obésogène sur la mémoire dépendaient de l'hyperactivité du système endocannabinoïde.

Les chercheurs ont montré que, suite à l'apprentissage d'une tâche de mémoire basée sur la reconnaissance d'objets chez des souris mâles, l'alimentation obésogène augmente les niveaux d'endocannabinoïdes et de leurs récepteurs dans l'hippocampe, une structure cérébrale essentielle à la mémoire. Le blocage systémique des récepteurs du système endocannabinoïde après l'apprentissage annule les déficits de mémoire à long terme et normalise les activations cellulaires et synaptiques aberrantes de l'hippocampe des animaux exposés à l'alimentation obésogène. De plus, la suppression génétique des récepteurs au système endocannabinoïde de l'hippocampe annule les déficits de mémoire induits par l'alimentation obésogène. Enfin, l'alimentation obésogène a renforcé une voie de signalisation spécifique (la voie mTOR) dans l'hippocampe de manière dépendante du système endocannabinoïde, et l'inhibition de mTOR après l'apprentissage a permis de compenser les déficits de mémoire à long terme induits par l'alimentation obésogène.



Ces résultats établissent comment un environnement obésogène altère la mémoire à long terme au travers d'une suractivation hippocampique du système endocannabinoïde et ouvrent la voie à de nouvelles stratégies thérapeutiques.

➤ Expression virale de la Cre-recombinase (visualisée grâce au fluorophore rouge mCherry) dans l'hippocampe de souris permettant la diminution spécifique du nombre de récepteurs cannabinoïdes.
© Photographie Eva-Gunnel Ducourneau.



CONTACT > guillaume.ferreira@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.cub.2025.10.049
Partenaire > NUTRINEURO



CONTACT > pieter.vancamp@inrae.fr
Référence > doi: 10.1007/s12035-025-05201-z
Partenaire > PhAN

Comprendre et agir sur les comportements & les choix alimentaires pour favoriser l'adoption d'une alimentation saine et durable



Les travaux du département Alimentation humaine visent à comprendre par quels mécanismes moléculaires, cellulaires, biologiques, neurobiologiques, physiologiques et psychologiques, les comportements alimentaires s'ancrent au cours des trajectoires de vie et de santé et quels en sont les déterminants. Les chercheurs étudient les évolutions des comportements alimentaires avec l'âge, les expositions, les expériences et les transitions alimentaires.

Les périodes du sevrage, de la diversification alimentaire, les changements de mode de vie (acquisition ou perte d'autonomie, vie en couple, veuvage), les modifications du statut métabolique et physiologique (perte et gain de poids) font l'objet d'une attention particulière.

> Transformation ou formulation des aliments d'origine végétale : que comprennent réellement les consommateurs ?

La transition vers une alimentation plus végétale est un levier majeur pour la santé et la durabilité, mais elle se heurte à des freins comportementaux. Si les légumineuses brutes bénéficient d'une image positive, leur préparation est jugée complexe par les consommateurs. L'industrie agroalimentaire propose donc des alternatives prêtes à l'emploi qui, malgré leur praticité, sont souvent étiquetées comme « ultra-transformées » (UPF) et suscitent une certaine méfiance.

Le concept d'ultra transformation est cependant controversé car il amalgame deux notions distinctes : la transformation (opérations physiques, chimiques ou biologiques subies par la matière première) et la formulation (ou recette, c'est à dire les ingrédients et additifs). Cette confusion pose question : les consommateurs sont-ils capables de faire la différence entre transformation et formulation ?

Comprendre la perception des consommateurs est un enjeu crucial pour accompagner la transition alimentaire, en évitant que des produits intéressants sur le plan nutritionnel ne soient rejetés sur la base de représentations erronées et de croyances. Un questionnaire en ligne a été réalisé auprès de 400 consommateurs français non-végétariens, recrutés selon la méthode des quotas pour refléter la population nationale. Dans ce questionnaire, les participants devaient évaluer 25 aliments d'origine végétale (présentés sur des images) pour en noter le niveau de transformation et de formulation perçus. La tâche était divisée en deux conditions : la moitié des participants voyait l'image du produit seul, tandis que l'autre moitié avait également accès à la liste d'ingrédients en plus de l'image du produit.

Cette méthodologie a permis de mettre en évidence plusieurs résultats clés. Les consommateurs distinguent clairement trois niveaux (non transformé, transformé, ultra-transformé), associant l'ultra-transformation à des caractéristiques précises : "industriel", "non naturel", "beaucoup de traitements", et "beaucoup d'ingrédients et d'additifs". Une corrélation positive très élevée relie transformation perçue et complexité de formulation au niveau produit : plus un produit paraît transformé, plus sa formulation est jugée complexe dans l'esprit des consommateurs. Par ailleurs, la présentation de la liste d'ingrédients a un impact significatif. Pour certains aliments, une liste d'ingrédients courte et simple a permis de réduire significativement la perception du niveau de transformation. L'analyse a révélé trois profils de consommateurs distincts : un groupe où transformation et formulation suivent la même dynamique (corrélation très forte) ; un groupe où le lien reste positif mais varie selon les catégories ; un groupe minoritaire où la relation s'inverse modérément (certains produits plus transformés sont jugés de formulation plus simple). Le premier groupe compte davantage de femmes, le second davantage de personnes de 35 à 44 ans, le troisième davantage de participants au niveau d'études plus faible.

Ces travaux permettent de dégager plusieurs perspectives. Il semble pertinent de donner des informations aux consommateurs qui reposent sur la distinction « comment c'est fait » (transformation) versus « ce qu'il y a dedans » (formulation) pour éviter l'amalgame systématique « plus transformé = plus d'additifs ». Il serait intéressant de tester des formats d'étiquetage courts et explicatifs (motif du procédé, synthèse de recette, terminologie familière) et adapter les messages aux profils identifiés ainsi que d'étendre l'étude à d'autres catégories d'aliments et contextes culturels. Co-élaborer des lignes directrices avec des industriels, des acteurs de santé et des chercheurs permettrait d'améliorer la compréhension des niveaux de transformation et de la complexité de formulation.



> Images de produits présentés aux participants

« Séparer « comment c'est fait » de « ce qu'il y a dedans » améliore la compréhension et l'acceptabilité des consommateurs. »



CONTACT > stephanie.chambron-ginhac@inrae.fr

Référence > doi: 10.1016/j.foodqual.2025.105654

Partenaires > CSGA - Projet ALINOVEG financé par France 2030 et Bpi France



© Plateforme Neurinfo (Université de Rennes, CHU de Rennes, Inria, CNRS, CRLCC)

➤ Addiction alimentaire : les réponses cérébrales varient en fonction de sa sévérité

Les patients obèses rapportent fréquemment une impulsivité ou une perte de contrôle de leur alimentation, pouvant refléter un dysfonctionnement lié à l'addiction alimentaire au niveau des régions cérébrales impliquées dans le traitement de la récompense et du contrôle cognitif. L'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) pourrait aider à identifier les anomalies de processus neurocognitifs spécifiques de l'addiction alimentaire.

Chez des patients en obésité, avec ou sans addiction, les auteurs ont cherché à identifier les réponses spécifiques dans les régions cérébrales impliquées dans les processus hédoniques et motivationnels (striatum) et le contrôle cognitif (e.g. cortex préfrontal) en fonction de la sévérité de l'addiction alimentaire.



La sévérité de l'addiction alimentaire est associée à une diminution des réponses et de la connectivité fonctionnelle dans les zones cérébrales impliquées dans les émotions et le contrôle cognitif.

▲ Dans cette étude prospective, observationnelle et monocentrique, 40 femmes souffrant d'obésité modérée ou sévère ont été recrutées. Différents questionnaires ont permis d'évaluer la présence d'une addiction alimentaire, d'hyperphagie boulimique ou de symptômes anxiodépressifs. Une séance d'IRMf a permis d'évaluer les réponses cérébrales à des images d'aliments plus ou moins appétissants, ainsi que la connectivité fonctionnelle au repos.

Vingt-trois des 40 patientes incluses souffraient d'addiction alimentaire. Dans la condition de tâche alimentaire, les images peu et fortement appétissantes ont activé des régions cérébrales similaires, mais la sévérité de l'addiction alimentaire était associée à une activation réduite du striatum dorsal et du gyrus précentral en réponse aux images fortement appétissantes. Au repos, la sévérité de l'addiction alimentaire était corrélée négativement à la connectivité fonctionnelle entre plusieurs régions cérébrales, telles que le cortex cingulaire antérieur et le noyau accumbens gauche, et positivement à la connectivité fonctionnelle entre l'amygdale gauche et l'hippocampe. Par ailleurs, la sévérité de l'addiction alimentaire était associée à une augmentation de l'hyperphagie boulimique, mais pas aux symptômes d'anxiété et de dépression.

Le fait que l'addiction alimentaire soit associée à des réponses cérébrales aux images alimentaires appétissantes et une connectivité fonctionnelle altérées laisse supposer des anomalies du réseau corticostriatal impliqué dans la motivation, la prise de décision et le contrôle cognitif inhibiteur de la prise alimentaire. Cette variabilité interindividuelle de fonctionnement cérébral suggère que des stratégies thérapeutiques dédiées pourraient être utiles aux patients en obésité souffrant d'addiction alimentaire. Ces résultats constituent donc une avancée notable vers la compréhension de l'addiction alimentaire, un meilleur phénotypage ou diagnostic des patients en obésité, et une prise en charge plus adaptée capable de proposer des solutions thérapeutiques personnalisées. En parallèle, une nouvelle étude clinique explore chez des patientes obèses avec addiction la possibilité d'accroître leur contrôle cognitif inhibiteur via une approche de neurofeedback guidé par l'imagerie.



CONTACT > david.val-taillet@inrae.fr • nicolas.coquery@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.jcnu.2025.06.001
Partenaires > NUMECAN • CHU de Rennes • INRIA • Stanford University (États-Unis)



ÉTATS-UNIS



➤ Évolution des profils alimentaires : vers plus de durabilité ?

Comment les habitudes alimentaires des adultes français ont-elles évolué au cours du temps et quels sont les impacts environnementaux, nutritionnels et sanitaires des changements observés ? Pour répondre à cette question les chercheurs ont identifié des profils de trajectoires alimentaires à partir des données de la cohorte NutriNet-Santé.

▲ Les données de consommation de 17 187 participants à la cohorte NutriNet-Santé ont été recueillies en 2014, 2018 et 2022. Les profils de trajectoires alimentaires ont été modélisés et les associations avec les dimensions environnementales (émissions de gaz à effet de serre) et nutritionnelles (respect des recommandations alimentaires françaises, indice de qualité de l'alimentation) ont été évaluées. Les effets sur la santé ont été estimés en termes d'années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI) évitées, en utilisant l'approche de l'évaluation comparative des risques.

Six profils distincts de trajectoires alimentaires ont été identifiés entre 2014 et 2022, chacun caractérisé par des régimes initiaux spécifiques et des évolutions différentes. Le profil P0 (35 %) présentait des niveaux

intermédiaires de consommation, puis augmentait la consommation d'aliments d'origine végétale et de viandes transformées au fil du temps. Le profil P1 (6%), principalement masculin, consommait une quantité importante de viande de ruminants, d'abats et d'alcool, avec la plus forte augmentation de la viande transformée au fil du temps. Le profil P2 (15%), ayant un revenu modeste, consommait une grande quantité de produits gras, salés ou sucrés, se tournait néanmoins vers une alimentation davantage végétale. Le profil P3 (9%) adoptait initialement un régime très végétalisé, mais commençait progressivement à consommer davantage de viande de ruminants. Le profil P4 (17%), principalement féminin, affichait une consommation stable de poisson et d'aliments d'origine végétale, avec une consommation moindre d'alcool. Le profil P5 (19%), principalement masculin, consommait une quantité importante de produits animaux, tout en augmentant également sa consommation de poisson et d'aliments végétaux.

Pour tous les profils, une baisse des émissions de gaz à effet de serre liées à la production des régimes, variant de -5% à -14%, a été observée ainsi qu'une amélioration de la qualité de l'alimentation, mesurée par une hausse de +12% à +174% du score d'adhésion aux recommandations alimentaires du PNNS. La santé s'est améliorée dans quatre profils grâce à la réduction de la viande rouge et à l'augmentation des céréales complètes et des fruits, tandis que dans deux profils, la santé s'est détériorée en raison d'une consommation accrue de viande transformée.

Ces profils reflètent divers segments de la population avec des profils alimentaires distincts et des degrés d'amélioration de la durabilité. Les résultats suggèrent qu'il faut poursuivre les recherches sur les facteurs économiques, psychologiques et culturels qui expliquent pourquoi certaines personnes améliorent leur alimentation et d'autres non.



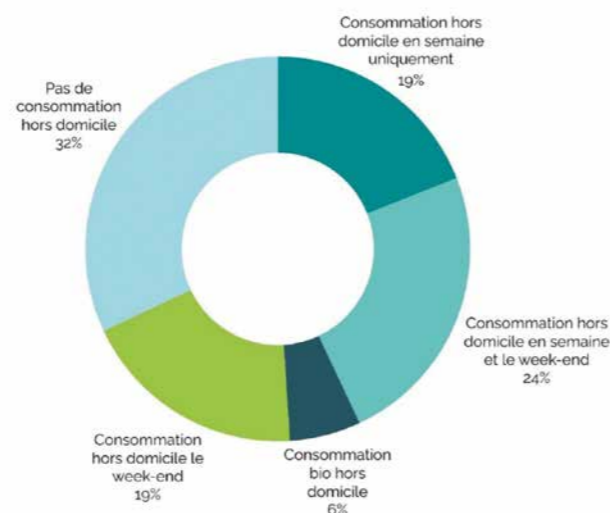
CONTACT > emmanuelle.kesse-guyot@inrae.fr
Référence > doi: 10.1186/s12966-025-01777-w
Partenaires > CRESS • PNCA • Solagro



> Consommation hors domicile : quels sont les profils des consommateurs ?

La consommation hors domicile est un levier intéressant de promotion des régimes alimentaires plus durables, étant donné le nombre élevé de personnes consommant régulièrement des aliments hors domicile. Cependant, les données sur les caractéristiques socio-économiques et alimentaires des personnes consommant hors domicile sont peu nombreuses. L'objectif de cette étude était d'identifier une typologie de personnes consommant hors domicile.

À partir des données de la cohorte Nutrinet-Santé, cinq groupes d'individus qui se distinguaient par leurs modes de consommation hors domicile ont été identifiés à l'aide de méthodes de classification :



Les chercheurs ont montré qu'il existait un lien entre les habitudes de consommation hors domicile et certains facteurs sociodémographiques et alimentaires. Ainsi, les personnes consommant fréquemment hors domicile avaient tendance à être plus jeunes et disposaient sans doute d'un capital social plus élevé mais leur régime alimentaire global était de moins bonne qualité nutritionnelle et présentait un impact plus important sur l'environnement (à l'exception des personnes qui consommaient plutôt bio, y compris hors domicile).

Ces travaux pourront servir de base à de futures recherches et à la mise en œuvre d'actions de santé publique ciblées dans le contexte de restauration hors domicile.



CONTACT > julia.baudry@inrae.fr
 Référence > doi : 10.1186/s12966-025-01752-5
 Partenaires > CRESS • Solagro



> Comparaisons des préférences et des performances des consommateurs portugais pour des étiquetages nutritionnels

Les étiquetages nutritionnels sur le devant des emballages permettent d'informer les consommateurs sur les valeurs nutritionnelles des aliments et les aident à faire des choix alimentaires plus sains au moment de l'achat.

Les chercheurs ont comparé les préférences et les performances (compréhension objective et choix alimentaires) des consommateurs portugais pour deux types d'étiquetage : Nutri-Score et NutriInform Battery.

Une étude expérimentale a été menée sur un échantillon représentatif de 1014 adultes portugais. Les participants ont été répartis de manière aléatoire dans le groupe Nutri-Score ou NutriInform Battery et ont été invités à remplir un questionnaire en ligne testant leur compréhension objective de l'étiquetage et son effet sur leurs intentions d'achat pour trois catégories d'aliments, ainsi que leur utilité perçue et leur perception de l'étiquetage nutritionnel. En termes de capacité des participants à identifier les aliments les plus favorables sur le plan nutritionnel, le Nutri-Score a surpassé NutriInform Battery dans toutes les catégories, avec les meilleures performances observées pour l'identification des trois aliments ayant la plus grande valeur nutritionnelle dans la catégorie des produits pour le petit-déjeuner.

Dans l'ensemble, avec le Nutri-Score, les participants étaient plus enclins à acheter des produits plus favorables sur le plan nutritionnel qu'avec NutriInform Battery. En conclusion, le Nutri-Score semblait être un outil plus apprécié et plus efficace que NutriInform Battery pour aider les consommateurs portugais à choisir des aliments ayant une meilleure composition nutritionnelle.



Cada porção (30g) contém:

ENERGIA	LÍPIDOS	SATURADOS	AÇÚCARES	SAL
467 kJ 110 kcal	0,5 g	0,2 g	3,2 g	0,29 g
6%	1%	1%	4%	5%

das Doses de Referência para um adulto médio (8400kJ/2000kcal)
 Per 100g : 1558 kJ / 368 kcal



CONTACT > aline.meirhaeghe@eren.smbh.univ-paris13.fr
 Référence > doi : 10.1093/eurpub/ckaf089.
 Partenaires > CRESS • Université Sorbonne Nord et Université Paris Cité • Lausanne University Hospital • Egas Moniz School of Health & Science (Portugal) • Public Health Department (AP-HP) • Université Paris-Saclay



Caractériser & prévenir les risques toxicologiques



L'alimentation constitue une voie majeure d'exposition à des contaminants chimiques, à des produits néoformés ou à des toxines qui sont directement ou indirectement impliqués dans de nombreuses maladies telles que les cancers, les dysfonctionnements métaboliques, les atteintes du développement ou des défenses immunitaires.

Le département AlimH traite des questions de l'identification et de la caractérisation des dangers liés aux expositions, de l'élucidation des mécanismes d'action et du développement de stratégies de remédiation et de prévention des risques.



➤ Les nouvelles approches semi-ciblées au service de la caractérisation de l'exposome chimique

La complexité des co-expositions chimiques intervenant au sein du continuum environnement-alimentation-homme représente un défi majeur tant pour la communauté scientifique que pour les autorités de santé publique et environnementale. Les approches méthodologiques historiquement utilisées pour la caractérisation des expositions, ciblant un nombre limité de marqueurs d'exposition définis a priori, ne permettent pas d'appréhender cette étendue de l'exposome chimique. De nouvelles approches de profilage plus global, dites semi- ou non-ciblées, émergent depuis quelques années pour relever ce défi.

Les activités anthropiques sont à l'origine d'un nombre important et croissant de substances chimiques dans l'environnement. De fait, ce dernier est un vecteur d'exposition à des mélanges complexes de contaminants susceptibles de nuire aux écosystèmes et à la santé humaine. Les variations spatiales et temporelles des émissions chimiques, ainsi que les différents processus physiques, chimiques et biologiques pouvant affecter les substances en question, complexifient encore davantage la réalité de ces co-expositions au sein du continuum environnement-alimentation-homme. Cette complexité représente un défi majeur tant pour la communauté scientifique que pour les autorités de santé publique et environnementale. Les approches méthodologiques historiquement utilisées pour la caractérisation des expositions, ciblant un nombre limité de marqueurs d'exposition définis a priori, ne permettent pas d'appréhender cette étendue de l'exposome

chimique. De nouvelles approches de profilage plus global, dites semi- ou non-ciblées, émergent depuis quelques années pour relever ce défi. Ce champ de développement a toutefois été conduit de façon relativement cloisonnée et non harmonisée entre les domaines respectifs de l'environnement, de la sécurité chimique des aliments et de la biosurveillance. Le projet Européen PANORAMIX s'est attaché à développer et appliquer une stratégie coordonnée basée sur ces nouvelles approches au service d'une caractérisation cohérente de l'exposome chimique au sein des trois compartiments de ce continuum.

L'échantillonnage support de cette étude a inclus un ensemble de prélèvements d'eau (influent et effluent de station d'épuration, eau de rivière, eau potable, eau en bouteille), d'aliments (poisson maigre ou gras issus d'agriculture conventionnelle ou biologique, lait bovin) et humain (sérum et lait maternel). Les analyses ont été réalisées sur des mélanges de plusieurs prélèvements individuels de chaque type, collectés dans plusieurs des Etats membres d'appartenance des partenaires impliqués. Les analyses ont reposé sur des techniques de chromatographie liquide (LC) et en phase gazeuse (GC) couplée à la spectrométrie de masse à haute résolution (HRMS). L'analyse des données générées, via des outils bioinformatiques permettant la comparaison des données expérimentales et de référence stockées dans de vastes bases de données, a permis l'identification de 547 composés exploitables en terme d'évaluation des expositions et du risque, de priorisation, et de contribution à un processus d'alerte précoce, dont 63 ont été confirmés avec le plus haut niveau de certitude. Le nombre de marqueurs détectés est apparu le plus élevé dans les eaux usées, et plus généralement dans les échantillons environnementaux. Les composés pharmaceutiques, les pesticides et les substances issues de produits cosmétiques sont apparus les plus fréquemment détectés.

Certains des extraits ainsi caractérisés sur le plan de l'exposition ont été également caractérisés sur le plan de l'activité biologique associée, via des techniques de type bioassay. La mise en regard de ces deux types de données devrait permettre d'établir des liens entre exposition et effet toxicologique induit, dans une perspective d'évaluation des risques plus intégrative. Sur le plan méthodologique, la consolidation et la complémentarité de protocoles en particulier relatifs à la préparation des échantillons, de même que l'harmonisation de critères de contrôle qualité, restent au cœur de travaux nécessaires pour le transfert de ces nouvelles approches depuis la recherche exploratoire vers la mise en production au service des politiques publiques d'évaluation des risques chimiques.



CONTACT > jean-philippe.antignac@inrae.fr

Référence > doi : 10.1021/acs.est.4c12608

Partenaires > LABERCA • National Food Institute • Technical University of Denmark (DK)
Vrije Universiteit Amsterdam (NL) • Helmholtz Centre for Environmental Research (DE)



EUROPE



Étudier l'exposome chimique in utero à l'aide d'une stratégie d'exploration non ciblée



La compréhension des interactions entre environnement et santé repose sur la mesure exhaustive des expositions chimiques auxquelles les individus sont soumis tout au long de la vie, concept désigné sous le terme d'exposome chimique. Toutefois, la détection simultanée de milliers de composés présents dans les matrices biologiques humaines reste un défi analytique considérable. Les approches ciblées, centrées sur quelques contaminants connus, ne permettent pas d'appréhender la diversité des expositions réelles. À l'inverse, les approches non ciblées telles que la métabolomique, utilisant généralement la chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse haute résolution (LC-HRMS), ne sont pas conçues pour détecter spécifiquement des composés exogènes et génèrent d'immenses volumes de données complexes, rendant l'interprétation laborieuse et limitant leur exploitation épidémiologique. Dans ce contexte, une équipe de recherche a développé une stratégie d'exploration systématique de données métabolomiques non ciblées permettant de hiérarchiser et d'identifier les signaux pertinents.

La stratégie d'exploration a été appliquée aux données de 308 échantillons de méconium issus de la cohorte EDEN. Le méconium, première émission du nouveau-né, revêt un intérêt particulier car cette matrice reflète les expositions cumulées durant la grossesse et offre une fenêtre d'observation unique de l'exposome chimique prénatal.

La méthodologie repose sur la combinaison de filtres spécifiques associant des masses mesurées avec précision et des caractéristiques chimiques afin de mettre en évidence les signatures d'expositions potentielles à des xénobiotiques. Elle comprend notamment : l'élimination des signaux d'artefacts et de bruits de fond, l'enrichissement en données pertinentes grâce aux signatures isotopiques (ISE), l'extraction de composés halogénés suspects et de produits potentiels de biotransformation (couples de métabolites conjugués et non conjugués ou précurseurs), la prise en compte de la fréquence d'exposition potentielle, la visualisation des données via le profil de défauts de masse et l'utilisation d'un outil de prédiction de la formule chimique.

Parmi les molécules identifiées figuraient plusieurs composés exogènes d'usage courant, dont la caféine, la nicotine, le paracétamol, mais aussi différents composés mono-halogénés (Cl, Br) souvent retrouvés dans les pesticides.

En s'appuyant sur la cohorte mère-enfant EDEN, cette étude visait à démontrer la faisabilité et la robustesse de l'approche combinant l'acquisition LC-HRMS et la fouille de données innovante pour révéler les composés exogènes associés à l'exposition prénatale. Au-delà des résultats analytiques, ces résultats confirment que le méconium constitue une matrice intéressante pour identifier les expositions maternelles et fœtales. De plus, la principale innovation réside dans le développement d'un algorithme d'extraction et de priorisation des signaux exogènes, applicable à d'autres jeux de données complexes issus de la métabolomique non ciblée. Ce pipeline réduit les biais de sélection et facilite l'intégration avec les approches d'épidémiologie computationnelle, ouvrant la voie à des analyses multi-omiques de l'exposome.



Une méthode d'analyse innovante a été mise au point permettant d'identifier, dans le méconium des nouveau-nés, les traces de centaines de composés chimiques reflétant les expositions *in utero*.



CONTACT > Estelle Rathahao-Paris • Karine Adel-Patient • Blandine de Lauzon-Guillain
Référence > doi: 10.1016/j.aca.2025.344751
Partenaires > MTS • CRESS • Sorbonne Université • Faculté des Sciences et de l'Ingénierie • Institut Parisien de Chimie Moléculaire (IPCM)

Niveaux et déterminants d'exposition aux PFAS chez les femmes enceintes

Les PFAS (substances per- et polyfluoroalkylées) constituent une large famille de composés utilisés dans de nombreux produits industriels et domestiques (revêtements anti-taches, emballages alimentaires, cosmétiques, textiles, mousses anti-incendie). Leur persistance et leur bioaccumulation leur ont valu le surnom de polluants éternels. Les femmes enceintes représentent une population particulièrement vulnérable, car les PFAS traversent le placenta et se retrouvent dans le lait maternel. Cette étude, conduite auprès de 450 femmes enceintes de la cohorte SEPAGES dédiée à l'analyse de l'exposome périnatal en France, visait à évaluer les concentrations sériques de (PFAS) et à identifier leurs principaux déterminants d'exposition

Parmi les 26 PFAS ciblés, 7 étaient quantifiés chez plus de 80 % des participantes et les autres étaient quantifiés chez moins de 20% des femmes. Les concentrations médianes les plus élevées concernaient le PFOS (3,95 ng/mL), le PFOA (1,02 ng/mL) et le PFHxS (0,69 ng/mL). Les analyses d'association ont montré que les femmes plus âgées et celles qui n'avaient pas encore eu d'enfant, avaient des concentrations plus élevées en PFAS dans le sérum. La consommation de poisson et de foie était associée positivement à l'exposition à plusieurs PFAS. Ces résultats mettent en lumière des voies d'exposition persistantes et potentiellement modifiables pendant la grossesse, soulignant l'importance de stratégies de prévention ciblées pour cette fenêtre critique de développement fœtal.



CONTACT > blandine.delauzon-guillain@inrae.fr

Référence > doi: 0.1016/j.envint.2025.109559

Partenaires > CRESS • Université Grenoble Alpes • Norwegian Institute of Public Health, Université Paris-Saclay



NORVÈGE

Exposition maternelle aux pesticides et diabète gestationnel

Le diabète gestationnel touche près d'une femme enceinte sur six en France et constitue un facteur majeur de complications obstétricales et de risque métabolique ultérieur, tant pour la mère que pour l'enfant. Si une méta-analyse récente suggère une association positive entre l'exposition aux pesticides et le risque de diabète de type 2, il existe encore peu de données concernant le rôle potentiel des pesticides dans le risque de diabète gestationnel. Utilisés en agriculture, dans les produits domestiques et retrouvés dans l'alimentation, les pesticides représentent une source d'exposition diffuse pour les femmes enceintes.

Ainsi, l'étude vise à combler cette lacune en évaluant, pour la première fois à grande échelle, les associations entre différentes sources d'exposition environnementale aux pesticides et le risque de diabète gestationnel, à partir des données de la cohorte Elfe, représentative des naissances françaises.



L'analyse a porté sur 11 512 femmes de la cohorte nationale ELFE. Parmi elles, 791 ont développé un diabète gestationnel. Les chercheurs ont ciblé 114 pesticides potentiellement impliqués dans la régulation du métabolisme du glucose et ont considéré trois sources d'exposition pendant la grossesse : domestique, agricole et alimentaire.

Parmi les 114 pesticides étudiés, 62 étaient détectés chez plus de 10% des femmes pour au moins une source d'exposition. Peu d'associations ont été mise en évidence avec le risque de diabète gestationnel pendant la grossesse. Aucune association n'a été retrouvée pour les expositions au domicile. Concernant l'exposition agricole, un pesticide (le fongicide myclobutanil) était associé à un risque plus élevé de diabète, tandis qu'un autre (glyphosate) semblait inversement associé. Concernant l'exposition alimentaire, un pesticide (insecticide cyperméthrine) était associé à un risque plus élevé de diabète, tandis que trois autres (glyphosate, époxiconazole et penconazole) semblaient inversement associés. D'autres études sont nécessaires pour confirmer des résultats et expliciter les mécanismes potentiellement impliqués.



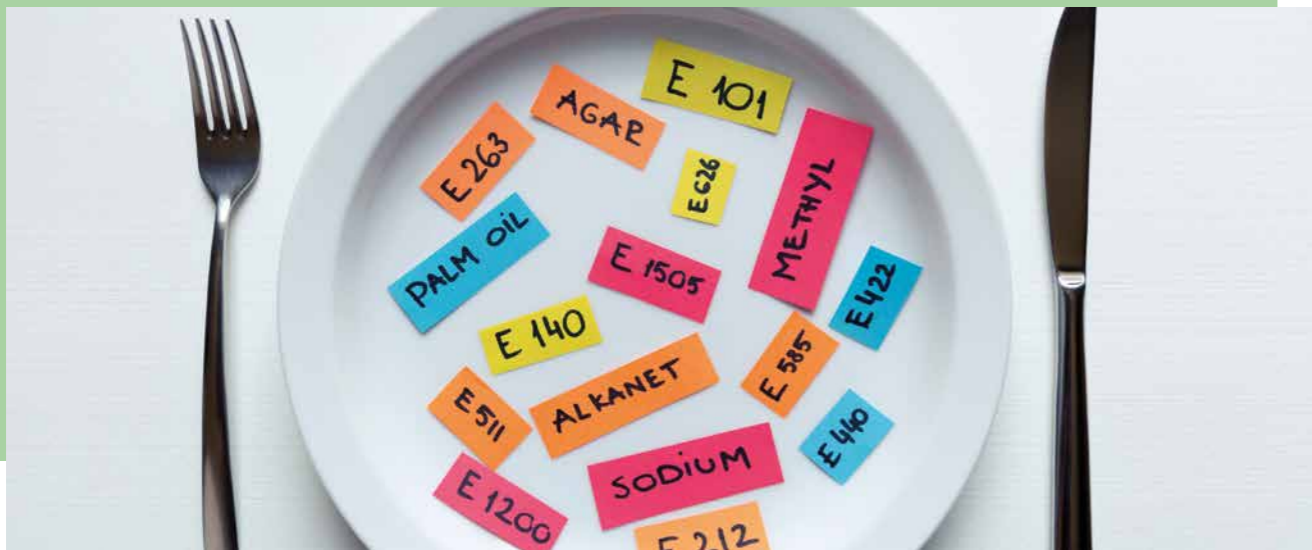
Une première étude nationale identifie des liens entre exposition maternelle à certains pesticides et diabète gestationnel. En combinant données spatiales, alimentaires et domestiques issues de la cohorte Elfe, les chercheurs ont mis en évidence que plusieurs pesticides, dont le myclobutanil et la cyperméthrine, pourraient influencer la régulation du glucose pendant la grossesse.



CONTACT > blandine.delauzon-guillain@inrae.fr

Référence > doi: 10.1016/j.envres.2025.122275

Partenaires > CRESS • IRSET • INERIS • INED • CHU Rennes • LTSI



➤ Évaluation des effets toxiques des additifs alimentaires seuls ou en mélange

Les additifs alimentaires sont présents dans plus de la moitié des aliments consommés. Plusieurs études épidémiologiques ont suggéré un lien entre la consommation de certains additifs alimentaires et la survenue de cancer. Dans cette étude les chercheurs ont évalué la toxicité sur des cellules humaines des 32 additifs alimentaires les plus consommés, et de six mélanges de ces composés, identifiés au sein de la cohorte française NutriNet-Santé.

▲ La consommation d'aliments « ultra-transformés » et de leurs additifs (substances ajoutées aux aliments à des fins techniques) a considérablement augmenté dernièrement.

Les additifs alimentaires sont évalués individuellement par les agences réglementaires sur la base des résultats de tests de toxicité. Cependant, la toxicité des mélanges d'additifs alimentaires n'est pas systématiquement évaluée. En parallèle de ces nouvelles expositions alimentaires, la prévalence de diverses maladies métaboliques et les risques de cancer ont fortement augmenté. Depuis 2009, la cohorte NutriNet-Santé a recueilli des données uniques sur les habitudes alimentaires de plus de 100 000 adultes français. Cet ensemble de données a permis d'estimer l'exposition des participants à un large éventail d'additifs alimentaires et à leurs combinaisons.

Notamment, 32 additifs alimentaires ont été identifiés comme étant largement consommés, et six groupes de population ont été classés en fonction des principaux mélanges d'additifs qu'ils ingéraient.

Dans cette étude, les chercheurs se sont intéressés à ces additifs individuellement et en combinaisons imitant les mélanges observés dans des scénarios « réels » au sein de la cohorte NutriNet-Santé. Afin de mieux comprendre les effets toxiques potentiels de ces additifs alimentaires et de leurs mélanges sur la santé humaine, ils ont examiné les effets de ces substances à l'aide de quatre lignées cellulaires humaines différentes. Ils ont sélectionné deux lignées cellulaires dotées d'une capacité métabolique : LS-174T (côlon) et HepG2 (foie), ainsi que deux lignées cellulaires sans capacité métabolique : ACHN (rein) et SH-SY5Y (neurone).

L'étude s'est concentrée sur deux biomarqueurs sensibles de génotoxicité, γ H2AX et pH3. γ H2AX, un marqueur lié à la phosphorylation de l'histone H2AX, est un biomarqueur précoce et sensible de génotoxicité induit par divers types de dommages à l'ADN causés par des composés clastogènes (dommages à l'ADN). Quant au biomarqueur pH3, phosphorylation de l'histone H3, il s'agit d'un biomarqueur sensible de génotoxicité associé aux cellules bloquées en mitose, notamment en raison de composés aneugènes (modification du nombre de chromosomes).

Les additifs alimentaires ont été catégorisés en cinq groupes en fonction des toxicités observées dans les différentes lignées cellulaires testées : huit additifs sont cytotoxiques, quatre induisent une prolifération cellulaire, deux sont génotoxiques et les 19 additifs restants n'ont pas démontré d'effet toxique aux concentrations testées. Parmi les mélanges testés, trois n'ont pas démontré d'effet toxique, un est cytotoxique et deux sont génotoxiques à la plus forte concentration testée. De plus, les effets génotoxiques observés ne peuvent s'expliquer par les effets des composés seuls, suggérant également un effet « cocktail » des additifs alimentaires.

Ces résultats suggèrent la possibilité de synergies toxiques des mélanges d'additifs alimentaires et soulignent les défis liés à l'étude des effets combinés de plusieurs substances et leur réglementation.



➤ Nanoplastiques : des impacts sur la santé digestive en fonction du régime alimentaire

Une équipe de recherche a étudié l'impact des nanoplastiques à faible dose dans l'alimentation chez la souris. Les scientifiques ont étudié les effets de 3 doses de nanoplastiques ajoutés à l'eau de boisson, sous un régime alimentaire équilibré et un régime occidental riche en graisses et en sucres. Leurs résultats montrent qu'une exposition aux nanoplastiques à faible dose entraîne des altérations de la barrière et du microbiote intestinal ainsi que des perturbations du fonctionnement du foie. Ces effets étaient fortement modulés par le régime alimentaire.

▲ Les plastiques ne sont pas inertes : ils se fragmentent progressivement dans le temps, formant des micro puis des nanoplastiques, des particules d'une taille inférieure à 1 micromètre. Leur présence dans l'eau potable et leur transfert depuis les emballages alimentaires suggèrent que l'ingestion de nanoplastiques serait une voie majeure d'exposition humaine, faisant de l'intestin l'un des premiers organes concernés. Pourtant, les connaissances des effets des nanoplastiques sur la santé digestive restent très limitées. De plus, la majorité des études existantes reposent sur des particules commerciales qui contiennent souvent des substances chimiques introduites lors de la formulation des plastiques.

Les scientifiques ont mené une étude sur l'impact des nanoplastiques en polystyrène sur l'intestin et le foie en utilisant des particules modèles synthétisées en laboratoire selon un processus contrôlé.

Les chimistes de l'équipe ont utilisé un processus de synthèse sans substance chimique, mis au point dans leur laboratoire, afin d'obtenir des nanoplastiques contenant uniquement du polystyrène pour étudier les effets spécifiques de ce seul polymère sous une forme particulière. Ces particules étaient marquées à l'or pour pouvoir les détecter et quantifier dans l'organisme. Les toxicologues ont étudié 3 doses de nanoplastiques ajoutés à l'eau de boisson des souris pendant 90 jours : 0,1 mg/kg poids corporel (pc)/jour ; 1 mg/kg pc/jour ; 10 mg/kg pc/jour. Ils ont étudié leurs effets sur l'intestin et le foie sous 2 régimes alimentaires : un régime standard pour la souris et un régime dit occidental plus riche en graisses et en sucres.

Les résultats montrent qu'une exposition aux nanoplastiques de polystyrène à faible dose pendant 90 jours induit des effets qui sont fortement modulés par le type de régime alimentaire.

Au niveau de l'intestin, l'exposition aux faibles doses entraîne une altération de la barrière intestinale dans sa fonction de protection, un effet amplifié sous le régime occidental. Cela s'accompagne d'une altération de la composition du microbiote intestinal, cette fois-ci amplifiée sous le régime standard.

Au niveau du foie, même en l'absence de passage des nanoplastiques à travers la barrière intestinale, l'exposition aux faibles doses perturbe le métabolisme des lipides sous les deux régimes alimentaires et aggrave l'intolérance au glucose sous régime occidental. Ces changements s'accompagnent également d'une prise de poids plus importante des animaux.

Ces résultats montrent que les nanoplastiques à faible dose et dépourvus de substances chimiques peuvent altérer le fonctionnement de l'intestin et du foie, et que leur impact est influencé par le type de régime alimentaire.



CONTACT > marc.audebert@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.fct.2024.115198
Partenaires > TOXALIM • CRESS



CONTACT > muriel.mercier-bonin@inrae.fr
Référence > doi: 10.1039/d5en00866b
Partenaires > TOXALIM • MICALIS • CNRS

Favorisez les transitions

nécessaires au développement de systèmes alimentaires sains et durables



L'alimentation durable englobe à la fois les notions de sécurité alimentaire (en référence à la production, l'offre, l'accessibilité, la disponibilité et la qualité de la nourriture) et de sécurité nutritionnelle qui, elle, se réfère à l'apport de quantités adéquates et métaboliquement disponibles d'énergie et de nutriments essentiels permettant d'atteindre chez les individus et dans une population donnée un statut nutritionnel considéré comme satisfaisant pour maintenir la santé et le bien-être sur le long terme.

La sécurité nutritionnelle intègre aussi la santé et le bien-être, des préoccupations sociales, et des questions relatives aux ressources alimentaires et à la préservation de l'environnement. Le département AlimH vise à caractériser et favoriser l'adoption de régimes alimentaires idoines dans des systèmes alimentaires sains et durables.



► Association entre les pressions environnementales de l'alimentation et les principales maladies chroniques

Les régimes riches en aliments végétaux offrent potentiellement des co-bénéfices pour la santé humaine et l'environnement. Cependant, la plupart des études examinent le rôle sur la santé de régimes exerçant plus ou moins de pressions sur l'environnement mais n'examinent pas directement l'association entre l'empreinte environnementale et des événements de santé. Par ailleurs, la majorité des études se focalise sur certains indicateurs environnementaux comme les émissions de gaz à effet de serre et l'occupation des terres. Cette étude examine les liens entre les pressions environnementales liées à l'alimentation, évaluées par des indicateurs variés et selon les modes de production, et le risque de maladies chroniques et la mortalité.

Les données de 34 077 participants de la cohorte française NutriNet-Santé ont été utilisées. Les données alimentaires ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire de fréquence alimentaire, distinguant les aliments issus de production biologique ou conventionnelle, puis combinées avec des indicateurs environnementaux de la production alimentaire distinguant les deux modes de production. Les associations entre les émissions de gaz à effet de serre, la demande énergétique, l'occupation des terres, les infrastructures écologiques reflétant la biodiversité au champ, l'utilisation de l'eau, la fréquence de traitement par pesticides, et un indicateur synthétique de pression environnementale (EPI) et l'incidence de cancers, de maladies cardiovasculaires (globales, coronariennes et cérébrovasculaires), de diabète de type 2 et le risque de mortalité ont été estimées à l'aide d'un modèle multivariable de risques proportionnels de Cox pondéré (redressement sur la structure de la population française). Les cofacteurs incluaient des données sociodémographiques, liées aux modes de vie, reproductives, hormonales et métaboliques.

Après prise en compte des cofacteurs, une augmentation du score synthétique de pression environnementale était associée à une augmentation du risque de maladies chroniques (sauf les accidents vasculaires cérébraux). Ces augmentations variaient de +15% pour le risque de cancer à +50% pour les risques de maladies coronariennes et de diabète de type 2.

Cette recherche suggère qu'adopter des régimes alimentaires respectueux de l'environnement pourrait bénéficier à la fois à la santé humaine et à la santé planétaire.



CONTACT > emmanuelle.kesse-guyot@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.lanpe.2025.101481
Partenaires > CRESS • PNCA • Solagro



➤ Adéquation aux recommandations alimentaires françaises et émissions de gaz à effet de serre

Les recommandations alimentaires basées sur des cibles de consommation de groupes d'aliments incluent, entre autres, des repères pour limiter la consommation de viande, mais elles n'intègrent généralement pas explicitement les considérations environnementales. Par exemple, en France, il est recommandé de ne pas consommer plus de 500 g de viande rouge (ruminants et porc) et 150 g de charcuterie par semaine. Cette étude utilise la modélisation pour explorer la gamme d'émissions de gaz à effet de serre (GES) pouvant être atteinte en respectant toutes les recommandations en vigueur.

Les chercheurs ont utilisé des données de consommation alimentaire recueillies en 2014 auprès de 29 413 participants à la cohorte Nutri-Net-Santé afin d'évaluer leur conformité aux recommandations françaises. Les émissions de GES, la demande énergétique cumulée et l'occupation des sols pour les aliments biologiques et conventionnels ont été extraites de la base de données DIALECTE. Dans un premier temps, des régimes alimentaires en adéquation avec les références nutritionnelles,

culturellement acceptables et conformes aux différentes recommandations (fruits et légumes, oléagineux, viande rouge, charcuterie etc.) ont été modélisés en minimisant ou maximisant les émissions de GES. Ensuite, l'éventail des régimes entre le minimum et le maximum d'émissions de GES a été exploré tout en minimisant la déviation totale par rapport au régime observé, avec une contrainte progressive sur les émissions de GES, tout en conservant les autres contraintes. Les critères environnementaux, économiques (coût monétaire), nutritionnels et de santé (score de risque pour la santé à long terme lié au régime) ont été estimés pour chaque régime. Dans le régime observé, l'adéquation aux recommandations moyenne observée était faible (19 %) et les émissions de GES étaient en moyenne de 4,34 kgCO₂e/jour. En respectant parfaitement toutes les recommandations alimentaires, il est possible de faire varier les émissions de 1,16 à 6,99 kg de CO₂ par jour, soit un facteur de 6. Le levier principal de cette variation est la consommation totale de viande, qui explique à elle seule jusqu'à 85% des différences d'impact climatique entre les régimes. Une tendance similaire a été observée pour la demande en énergie et l'occupation des terres, ainsi que pour le score de risque pour la santé. En revanche, les coûts étaient systématiquement plus élevés que dans le régime observé, avec une forme en U au fil des scénarios : les régimes les plus coûteux étant ceux avec les GES extrêmes, bas ou élevés, et les régimes intermédiaires étant les moins chers. Une proportion plus importante d'aliments biologiques était présente dans le régime à faibles émissions. À l'inverse, cette proportion était faible dans le régime riche en viande et à fortes émissions. Pour des régimes isoénergétiques, celui avec les émissions les plus faibles comportait davantage de légumes, de céréales complètes et de substituts végétaux.

Alors qu'un régime conforme à toutes les recommandations alimentaires françaises est en moyenne associé à un moindre niveau de GES et à un moindre risque pour la santé à long terme, cette étude met en évidence des leviers dans la consommation alimentaire pour réduire plus efficacement les émissions de GES des régimes et souligne que la consommation totale de viande constitue un enjeu crucial pour mieux prendre en compte la pression exercée sur le climat. D'autres pressions environnementales devraient également être considérées lors de l'élaboration des recommandations alimentaires.



Un repère de consommation sur la viande totale pourrait améliorer la durabilité des recommandations alimentaires.



CONTACT > emmanuelle.kesse-guyot@inrae.fr
Référence > doi: 10.1186/s12966-025-01786-9
Partenaires > CRESS • PNCA • Solagro



➤ Quelle part de protéines végétales dans l'alimentation des séniors pour limiter les maladies chroniques tout en assurant leurs besoins nutritionnels spécifiques ?

L'augmentation de la part de protéines végétales dans les assiettes, pour rééquilibrer et diversifier son alimentation, est conseillée dans le cadre du dernier Programme National Nutrition Santé et de la Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat. Mais elle soulève des points de vigilance pour les personnes âgées quant au risque d'apport insuffisant en protéines du point de vue nutritionnel. En s'appuyant sur les données actuelles des régimes alimentaires des personnes de plus de 65 ans, les scientifiques d'INRAE et d'AgroParisTech ont modélisé et optimisé différents régimes avec un taux de protéines végétales croissant pour s'assurer qu'ils soient en adéquation avec les besoins nutritionnels des séniors. Actuellement les protéines dans l'assiette des français se répartissent en moyenne en 1/3 de protéines végétales et 2/3 de protéines animales. Les résultats montrent qu'il est possible d'augmenter la part des protéines végétales jusqu'à 2/3 sans compromettre les besoins nutritionnels des séniors, à condition de maintenir une consommation suffisante de produits de la mer et de produits laitiers.

En plus de réduire l'empreinte environnementale de notre alimentation, augmenter la part de protéines végétales dans nos assiettes permettrait de limiter le risque de certaines maladies chroniques comme le diabète, les maladies cardio-vasculaires ou les cancers. Mais il est important de veiller à ce que ce rééquilibrage n'engendre pas d'apports insuffisants en certains nutriments. Les personnes âgées ont des besoins plus élevés en protéines et acides aminés indispensables, qui sont moins présents dans les produits végétaux que dans les produits animaux. C'est pourquoi il est important d'évaluer jusqu'à quel point il est possible d'augmenter la part des protéines végétales au détriment des protéines animales dans les régimes alimentaires des séniors sans engendrer de problèmes nutritionnels.

À partir de données représentatives des régimes alimentaires des adultes français de plus de 65 ans de l'étude INCA3, les scientifiques ont modélisé des régimes présentant une part de protéines végétales croissante. Ces régimes ont été optimisés pour qu'ils assurent une adéquation nutritionnelle complète pour 34 nutriments, en tenant compte d'un besoin protéique élevé ou standard. Les régimes ont été également conçus pour minimiser le risque de maladies chroniques tout en restant au plus proche des habitudes alimentaires.

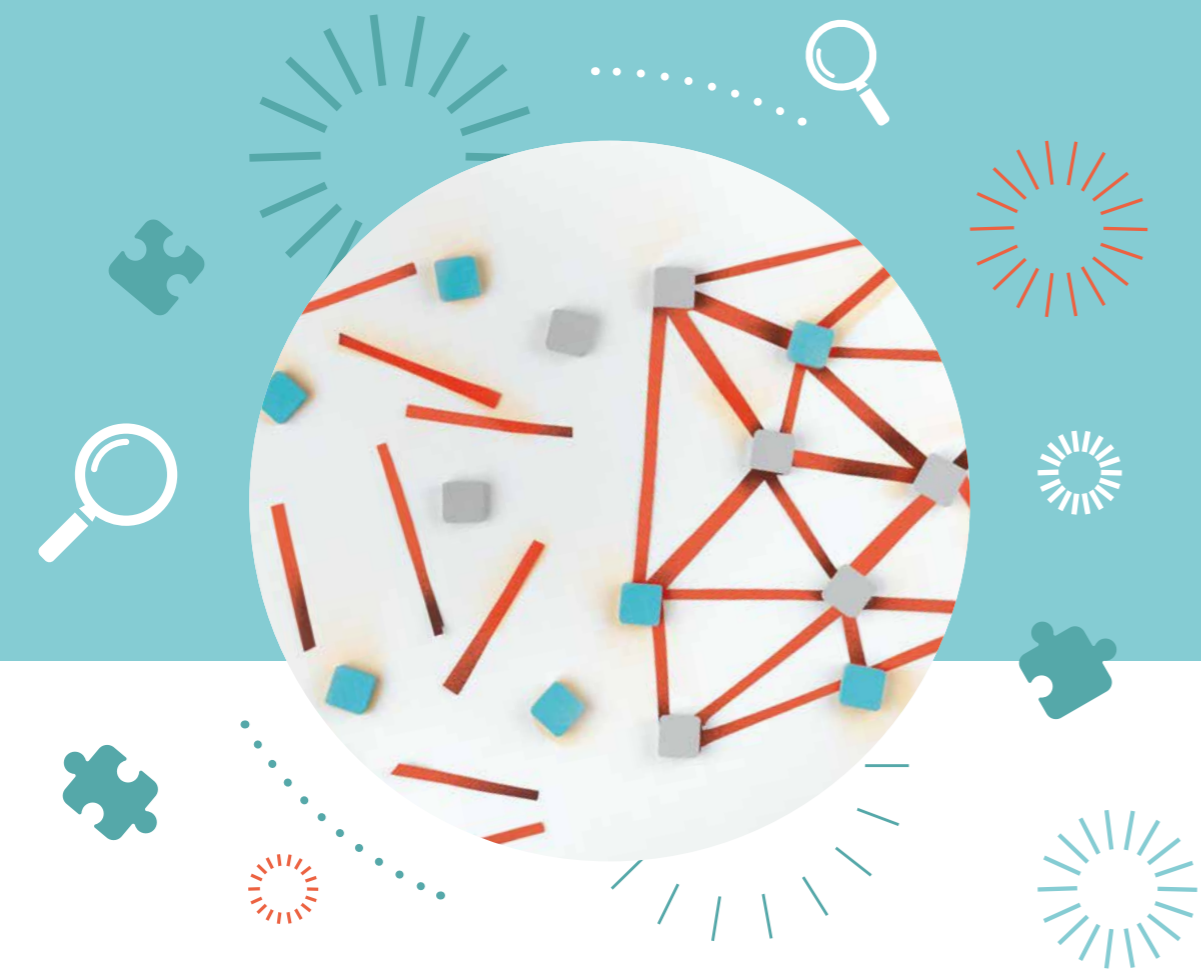
Leurs résultats montrent qu'au fil de l'augmentation de la part de protéines végétales, les problèmes nutritionnels les plus susceptibles d'émerger ne sont pas uniquement liés aux protéines ou acides aminés, mais à d'autres nutriments s'avérant plus limitants comme l'iode, le calcium, le fer ou les vitamines A et B12. Les besoins élevés en protéines peuvent aussi devenir préoccupants dans les régimes majoritairement composés de protéines végétales du fait de la moindre teneur protéique des produits végétaux en comparaison des produits animaux.

En moyenne, dans l'assiette des français, l'apport en protéines se répartit en 1/3 d'origine végétale et 2/3 d'origine animale. L'étude montre qu'il est possible chez les séniors d'inverser ce rapport en augmentant le taux de protéines végétales à 2/3 sans compromettre la satisfaction des besoins nutritionnels, à condition de maintenir une consommation suffisante de produits issus de la mer et de produits laitiers, à hauteur des recommandations générales de santé publique actuelles. L'adoption de régimes encore plus végétalisés nécessiterait d'autres leviers comme l'enrichissement d'aliments en nutriments ou le recours à des compléments alimentaires permettant d'assurer les besoins nutritionnels des séniors.



CONTACT > helene.fouillet@inrae.fr
Référence > doi: 10.1016/j.ajcnut.2025.06.011
Partenaires > PNCA • CRESS

Des recherches aux solutions



Le département AlimH vous propose de découvrir des solutions innovantes développées pour répondre aux défis d'une alimentation saine et durable.



► L'enrichissement « maison » pour prévenir la dénutrition : une stratégie réalisable par les personnes âgées

Un apport protéique adéquat est essentiel pour préserver la masse musculaire, prévenir la dénutrition et maintenir l'autonomie des personnes âgées. Les chercheurs ont développé des recettes enrichies en protéines faciles à préparer à domicile, afin de maintenir un apport protéique suffisant chez les personnes âgées en perte d'appétit.

Le maintien d'un apport suffisant en protéines représente un enjeu majeur pour les personnes âgées. En effet, les besoins en protéines augmentent avec l'âge tandis que l'appétit diminue fréquemment. Un apport protéique adéquat est pourtant essentiel pour préserver la masse musculaire, prévenir la dénutrition et maintenir l'autonomie de la personne.

L'objectif de cette recherche était de concevoir une stratégie de prévention simple et accessible : développer des recettes enrichies en protéines faciles à préparer à domicile. L'idée du « fait maison » est au cœur de cette approche : permettre aux personnes âgées de rester actrices de leur alimentation, tout en intégrant davantage de protéines à leurs repas, selon leurs préférences et leurs habitudes alimentaires.

Les travaux ont permis d'identifier des ingrédients riches en protéines et des plats couramment consommés par des personnes de plus de 70 ans. En parallèle, des groupes de discussion menés auprès de plus de 50 personnes âgées et leurs aidants ont permis d'établir le cahier des charges des recettes à développer. Plusieurs recettes ont ensuite été développées par une cheffe puis testées à domicile par plus de 150 personnes âgées dans un processus de cocréation : les retours des personnes âgées ont permis de réviser les recettes afin de les adapter aux contraintes et préférences des utilisateurs finaux. Au final, ces recettes présentent quatre atouts majeurs. Chaque portion apporte en moyenne 8 g de protéines supplémentaires, contribuant à un meilleur apport protéique quotidien. Les recettes sont faciles à réaliser avec le matériel standard d'une cuisine, sans compétences particulières. Certaines recettes nécessitent très peu de préparation. Les recettes sont bien appréciées, avec des notes comprises entre 5 et 6 sur une échelle de 7 points. Plus de la moitié des participants étaient prêts à refaire les recettes, certains préférant même ces versions enrichies à leurs recettes habituelles. Les recettes sont adaptables aux goûts de chacun, notamment en ajustant l'assaisonnement ou les garnitures. Cette étape a permis de confirmer que l'enrichissement « fait maison » est non seulement réalisable, mais aussi apprécié, ouvrant ainsi la voie à de nouvelles stratégies pour permettre aux personnes âgées vivant à domicile de couvrir leurs besoins nutritionnels.

Afin que cette stratégie d'enrichissement puisse être intégrée durablement dans la routine des personnes âgées, il est néanmoins nécessaire d'une part de développer des ingrédients riches en protéines et facile à intégrer dans une grande variété de recettes sans altérer le plaisir gustatif, et d'autre part de sensibiliser les personnes âgées et leurs aidants aux besoins protéiques avec l'avancé en âge.

« L'enrichissement « fait maison » de plats en protéines permet d'accompagner les personnes âgées dans le maintien d'apports nutritionnels adéquats, tout en leur permettant de rester acteurs de leur alimentation. »



EN SAVOIR +



CONTACT > claire.sulmont-rosse@inrae.fr

Référence > doi: 10.1016/j.foodres.2024.115558

Partenaires > CSGA • CHU Dijon • NOFIMA (Norvège) • University of Reading (Royaume-Uni) • ESA • University College Cork (Irlande) dans le cadre du projet FORTIPHY



EUROPE



> CliniCAP : un outil de repérage et de prévention des comportements alimentaires à risque assisté par tablette

Chaque interaction patient-soignant est une opportunité de prévention des maladies chroniques liées aux comportements à risque, notamment alimentaires.

Pour aider les praticiens à accompagner le changement de comportement, les chercheurs ont développé un outil couvrant 18 comportements avec une majorité de critères alimentaires.

▲ L'approche « Make Every Contact Count » (MECC) vise à transformer chaque interaction entre patient et soignant en occasion de promouvoir la santé, afin de prévenir les maladies chroniques liées à l'alimentation, l'inactivité, le tabac et l'alcool. Conformément à cette stratégie, l'OMS a publié le projet BRIEF, un manuel destiné à guider les praticiens de soins primaires dans la mise en œuvre

d'interventions brèves dans leur pratique afin de prévenir plusieurs facteurs de risque comportementaux. Or, peu de médecins se sentent compétents en accompagnement du changement de comportements. Les méthodes de repérage précoce et intervention brève assistées par smartphone ou tablette offrent un soutien personnalisé mais ciblent souvent un seul facteur de risque.

Pour répondre à cette limite, les auteurs ont conçu CliniCAP® (logiciel déposé), un outil couvrant 18 comportements avec une majorité de critères alimentaires. Les chercheurs ont évalué sa faisabilité et son acceptabilité au CHU de Rennes auprès de 259 patients dans deux services cliniques distincts prenant en charge de larges cohortes de patients atteints de pathologies liées au mode de vie (diabète, surpoids, obésité, addiction à l'alcool, cirrhose et stéatose hépatique non alcoolique), afin d'identifier des améliorations potentielles de cet outil et d'étudier les comportements et intentions de changement des patients. La passation a duré 20 min en moyenne et la plupart des patients (92%) ont pu compléter le questionnaire diagnostique avec une assistance minimale. Une majorité de patients ont jugé le retour personnalisé compréhensible et utile. Près de la moitié d'entre eux avaient l'intention de modifier leur comportement. L'implication des médecins a facilité l'adoption et réduit les effets indésirables.

Une version adaptée de CliniCAP® a été implémentée dans un dispositif mobile de prévention et de promotion de la santé visant à proposer des interventions de proximité, notamment dans les déserts médicaux (CEMonbus du Centre Eugène Marquis). Par ailleurs, une étude randomisée et contrôlée a été menée auprès de 164 patients recrutés dans plusieurs services du CHU de Rennes (maladies du foie, endocrinologie, médecine interne, rhumatologie) ainsi qu'au Centre Eugène Marquis, afin d'évaluer l'efficacité de CliniCAP sur le changement de comportements. Les premiers résultats indiquent que, trois mois après l'intervention, les patients ayant bénéficié de CliniCAP présentent une amélioration de leurs comportements de santé par rapport à ceux ayant uniquement reçu des conseils de routine. De nouvelles versions de CliniCAP® sont en réflexion, notamment pour une adaptation à des populations avec une littératie limitée ou à destination des enfants via une approche ludifiée (gamification).



> Exemple de feedback personnalisé obtenu grâce au logiciel CliniCAP®



CONTACT > david.val-laillet@inrae.fr • aymery.constant@lecnam.net
Référence > doi: 10.1016/j.clnesp.2024.10.164 - doi: 10.1177/21501319241303604
Partenaires > NUMECAN • CHU de Rennes • Gutycare



> PhenolQuest : pour une meilleure évaluation des consommations de polyphénols

Comprendre l'impact des polyphénols sur la santé nécessite de savoir comment nous les consomons. Une question simple en apparence, mais extraordinairement complexe en pratique, qui progresse aujourd'hui grâce au développement par INRAE du nouveau questionnaire PhenolQuest.

▲ Les polyphénols, bioactifs végétaux majeurs de notre alimentation, jouent un rôle clé dans la prévention nutritionnelle grâce à leurs effets antioxydants, anti-inflammatoires, protecteurs du microbiote intestinal et du système vasculaire. Comprendre les effets santé de ces bioactifs végétaux majeurs, et identifier les plus protecteurs nécessite d'estimer précisément leur consommation dans les populations d'étude. Les profils de consommation sont hétérogènes : certains individus consomment surtout des polyphénols via le café ou le thé, d'autres par les fruits rouges, les agrumes, les noix ou le chocolat. Cette variabilité influence non seulement la quantité totale ingérée, mais aussi la nature des polyphénols réellement absorbés et métabolisés, ce qui peut modifier leurs effets biologiques. L'estimation de leur consommation reste complexe : les polyphénols regroupent plusieurs centaines de molécules, présentes en proportions variable dans de nombreuses sources alimentaires, la quasi-totalité des aliments d'origine végétale en contenant.

Jusqu'ici les chercheurs utilisaient des questionnaires alimentaires classiques, conçus pour estimer d'autres dimensions de l'alimentation, comme les apports en énergie ou en macronutriments. Non adaptés aux polyphénols, ces outils ne couvraient pas l'ensemble de leurs sources, et regroupaient parfois sous une même question des aliments présentant des profils de polyphénols très différents. Grâce à leur expertise sur les sources de polyphénols et leurs effets, ainsi qu'à une large revue de la littérature pour actualiser les données sur les teneurs des aliments, les chercheurs d'INRAE, en partenariat avec Danone Research, ont développé PhenolQuest, le premier questionnaire de fréquence alimentaire spécialement conçu pour mesurer les consommations habituelles en polyphénols dans les pays européens.

Couvrant plus de 180 aliments et toutes les grandes familles de polyphénols, PhenolQuest distingue finement les types d'aliments et certains modes de préparation selon leurs profils polyphénoliques, et inclut des compléments alimentaires. Son ergonomie a été optimisée dans le cadre d'une démarche de recherche participative, afin de trouver un bon compromis entre précision et durée de remplissage. Il est couplé à une table de composition détaillée et mise à jour sur les teneurs en polyphénols d'intérêt en nutrition préventive. Numérisé et couplé à un script d'analyse permettant le calcul automatique des consommations individuelles, il est parfaitement adapté aux études de grande ampleur. Avec cet outil inédit, il devient possible d'avoir une cartographie précise de la consommation de polyphénols au niveau individuel, mais aussi de comparer les études entre pays, car le questionnaire est harmonisé pour les régimes européens. Utilisé dans de nouveaux projets de recherche menés auprès de populations variées, PhenolQuest permettra d'améliorer la qualité des données sur les polyphénols, et de relier la diversité des profils de consommation à des paramètres de santé, afin d'identifier les polyphénols les plus protecteurs et les meilleures façons de les consommer.

En rendant PhenolQuest accessible à l'ensemble de la communauté scientifique, l'étude des liens entre alimentation et santé est facilitée. Par une meilleure connaissance de l'impact des polyphénols, ce travail contribuera, à terme, à améliorer les recommandations nutritionnelles et à accélérer les progrès en nutrition préventive personnalisée.



CONTACT > claudine.manach@inrae.fr
Référence > doi: 10.1039/d4fo06326k
Partenaire > UNH



> Reproductibilité et intégration de données multi-études en métabolomique



La métabolomique constitue un outil de phénotypage puissant en nutrition et médecine de précision. Utilisée pour les grandes études de cohortes, cette approche peut introduire des biais qui altèrent la reproductibilité et freinent les comparaisons entre études. Les chercheurs ont mis au point un écosystème de solutions permettant une meilleure évaluation de la qualité des données et la correction de la variabilité analytique, offrant ainsi une piste prometteuse pour l'étude de données longitudinales ou l'intégration de données issues de multiples études.

La métabolomique à grande échelle, c'est à dire appliquée à de grandes populations a montré sa capacité à fournir des résultats substantiels en nutrition et médecine de précision. Elle permet de mieux caractériser, au cours du vieillissement les phénotypes individuels et leurs changements, d'élucider les effets de différents facteurs (par ex. nutrition, activité physique, microbiote...), de découvrir des biomarqueurs caractéristiques d'états biologiques particuliers. Cependant, son application à grande échelle est encore limitée en raison de défis technologiques à relever, notamment liés à la variabilité analytique à long terme. En particulier, les méthodes les plus globales, dites non-ciblées, basées sur la spectrométrie de masse ultra-haute résolution, sont par nature semi-quantitatives et sensibles aux erreurs analytiques introduisant des biais dans les données. Ces derniers altèrent sa reproductibilité et freinent les comparaisons entre études. Ces effets complexes car propres à chaque métabolite, limitent également la généralisation et la translation des biomarqueurs identifiés.

Les chercheurs ont identifié et catégorisé les sources multifactorielles de biais qui affectent les données métabolomiques, proposé des indicateurs dédiés pour les surveiller et conceptualisé le système analytique comme un processus dynamique complexe. Leur travail a permis de proposer un écosystème de solutions permettant une meilleure évaluation de la qualité des données grâce à un ensemble de nouveaux indicateurs numériques ainsi qu'une méthode de visualisation associée, facilitant la surveillance en laboratoire et une correction des dérives analytiques à long terme, basée sur deux méthodes de normalisation et modélisation, selon l'utilisation ou non d'un matériel de référence.

L'ensemble de ces méthodologies ont été validées dans le cadre de différentes cohortes humaines. Les résultats offrent ainsi des pistes prometteuses pour l'étude de données longitudinales ou l'intégration de données issues de multiples études ou de multiples laboratoires.

Ce travail offre un cadre complet et unifié qui non seulement évalue et corrige la variabilité indésirable, mais fournit également un schéma directeur pour la construction de processus de travail durables et sensibles à la qualité, dans le domaine de la métabolomique.



En associant étroitement l'innovation statistique, l'expertise du domaine et la modélisation du système d'analyse, ce travail fait progresser de manière significative l'état de l'art en matière de correction d'effets analytiques et ouvre la voie à la découverte de biomarqueurs plus fiables ainsi qu'à un transfert plus efficace des résultats métabolomiques vers la pratique courante en nutrition/santé.



CONTACT > estelle.pujos-guillot@inrae.fr

Référence > doi: 10.1016/j.chemolab.2024.105148 - doi: 10.1016/j.aca.2025.344753

Brevet > EP 25305946.3

Partenaires > UNH • Université de Genève



SUISSE



> Dépistage précoce de l'obésité sarcopénique et de ses facteurs de risque



Avec une population vieillissante, sujette à une sédentarité et à un risque d'obésité accru, le risque d'obésité sarcopénique pourrait fortement augmenter dans les prochaines décennies. Pour mieux prévenir ce risque, il est important de mieux la dépister, mieux identifier les facteurs de risques et mieux comprendre l'impact de cette situation pathologique sur la mortalité.

▲ Pour un meilleur dépistage

Les seuils habituels de force de préhension sont peu adaptés aux populations en obésité et non gériatriques. Dans une cohorte de 683 patients atteints d'obésité sévère, les chercheurs ont utilisé un score ajusté à l'âge et au sexe et ont montré que la prévalence d'obésité sarcopénique est 4 à 5 fois plus élevée qu'avec les seuils classiques chez les sujets atteints d'obésité sévère.



GRASP : un outil mis à disposition gratuitement en ligne pour interpréter facilement la force musculaire et repérer précocement les personnes en situation de fragilité musculaire.



EN SAVOIR +

Les chercheurs proposent un outil gratuit en ligne GRASP pour interpréter facilement la force musculaire et repérer précocement les personnes en situation de fragilité musculaire

▲ Identification des facteurs associés

Une revue systématique de la littérature a permis de dresser la première grande liste des facteurs liés à l'obésité sarcopénique dont les plus fréquents sont : la résistance à l'insuline, la dyslipidémie, l'inflammation, l'hypertension, une faible activité physique. Le développement de l'obésité sarcopénique apparaît multifactoriel incluant métabolisme, mode de vie, nutrition, aspects psychosociaux, et maladies chroniques. Identifier ces facteurs peut permettre de mieux cibler les personnes à risque bien avant l'apparition de complications.

▲ Prévalence dans la population générale

Les chercheurs ont utilisé les données de la Rotterdam Study, une étude longitudinale qui inclut 15000 participants de plus de 45 ans. L'application des critères de définition de l'obésité sarcopénique a abouti à une prévalence de 0.8% parmi les participants de l'étude. Malgré une faible prévalence surtout due à l'utilisation de seuils adaptés pour les personnes plus âgées, le risque de mortalité était 2,84 fois plus élevé si les individus présentaient une faible force musculaire et une accumulation de graisse au détriment de la masse musculaire.

▲ Impact sur la mortalité

Les chercheurs ont développé un score combiné associant le pourcentage de masse grasse corporelle, le pourcentage de masse musculaire et la force de préhension (« SOPi » pour index phénotypique d'obésité sarcopénique). A partir des données de la Rotterdam Study, les chercheurs ont confirmé l'impact négatif des changements corporels et de la réduction de force sur la survie : pour chaque point d'augmentation du SOPi, la probabilité de survie à 10 ans est réduite. Le SOPi est aussi associé à un profil défavorable (sédentarité, résistance à l'insuline, inflammation, ostéopénie, hypertension, faible apport en protéines, faible qualité de vie). Ce score marque une évolution importante dans la détection et le suivi des risques en santé notamment lors du vieillissement.

Ces découvertes seront importantes dans le futur pour faciliter l'identification des personnes à risque, notamment parmi les individus atteints d'obésité. Ces travaux sont complémentaires à la recherche de nouveaux biomarqueurs prédictifs de la maladie.



CONTACT > yves.boirie@inrae.fr

Référence > doi: 10.1002/oby.24157 - doi: 10.1016/j.clnu.2024.04.033

doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.3604 - doi: 10.1002/jcsm.70099

Partenaires > UNH • Amsterdam University of Applied Sciences (Pays-Bas) • Medical University

Graz (Autriche), Hospital Universitario Ramón y Cajal (Espagne) • Charles University (République tchèque)



EUROPE



➤ Les acides gras furaniques, des lipides qui pourraient améliorer notre santé

L'obésité est un important problème de santé publique, associé à de nombreux troubles métaboliques. Les chercheurs ont cherché à évaluer si une supplémentation de courte durée en acides gras furaniques pouvait inverser les troubles métaboliques et limiter la dégradation du cartilage observé chez des souris obèses.

Les acides gras furaniques (FuFAs), présents dans le poisson et les produits laitiers, les algues et les champignons, et de nombreux fruits et légumes, possèdent des effets antioxydants et anti-inflammatoires. Des études pré-cliniques réalisées au laboratoire et conduites sur cellules musculaires et chez la souris saine ou nourrie avec un régime obésogène indiquent que les FuFAs améliorent la sensibilité à l'insuline, augmentent la masse musculaire, mimant en partie l'effet de l'activité physique, et pourraient ainsi avoir de nombreux effets bénéfiques sur la santé. Ils pourraient participer aux effets bénéfiques associés à la consommation de ces aliments, et plus largement d'un régime méditerranéen. Par ailleurs, les muscles jouent un rôle capital dans les fonctions motrices et métaboliques. Le maintien de la masse musculaire est un donc un moyen efficace de prévenir à tout âge l'apparition de pathologies chroniques (diabète, maladies cardiovasculaires, arthrose...).

Des souris obèses ont reçu un régime riche en graisses et en sucres supplémenté en FuFAs. Les chercheurs ont observé que 1 mois de supplémentation en FuFAs (40 mg/jour/kg de poids corporel) a permis de reverser la stéatose hépatique. L'analyse hépatique par RNA-seq a mis en évidence que les FuFAs ont

en partie inversé le profil d'expression génique induit par le régime riche en graisses et en sucres et modifié favorablement l'expression de nombreux gènes connus pour être impliqués dans le développement de la stéatose hépatique, tels que Pcsk9, Stard4, Insig1 et Sulf2. La supplémentation en FuFAs a également permis une augmentation de la masse musculaire squelettique et a protégé contre la dégradation du cartilage et la synovite induites par l'obésité.

Cette étude suggère que la supplémentation nutritionnelle en FuFAs représente une approche prometteuse pour la prise en charge des troubles métaboliques associés à l'obésité, tels que la stéatose hépatique et les complications musculosquelettiques. Par ailleurs, compte tenu de leurs effets bénéfiques sur la masse musculaire, une supplémentation en FuFAs chez des personnes en situation d'obésité et traitées par des agonistes de GLP-1, aujourd'hui largement prescrits dans la prise en charge de l'obésité, pourrait aider à prévenir la perte musculaire fréquemment observée avec ces traitements. Les effets bénéfiques d'une supplémentation en FuFAs sont actuellement testés chez des souris âgées, pour ralentir ou limiter les pertes de fonctions musculo-squelettiques induites par le vieillissement.

➤ Stratégie post-biotique de type « sac à GAD active » : une approche innovante pour le traitement des symptômes du syndrome de l'intestin irritable

Le syndrome de l'intestin irritable est un trouble chronique qui touche la communication de l'axe intestin-cerveau. Il provoque des douleurs abdominales, souvent exacerbées par un stress ou l'anxiété. L'utilisation de bactéries non viables postbiotiques constitue une approche innovante pour le traitement des symptômes de ce syndrome.

Il est maintenant établi que le stress et l'anxiété peuvent exacerber les douleurs viscérales rencontrées notamment dans la physiopathologie du syndrome de l'intestin irritable, responsable de 30 à 50% des consultations auprès des gastroentérologues. Néanmoins, le traitement symptomatique de la douleur viscérale reste peu satisfaisant et il devient crucial d'apporter de nouvelles solutions thérapeutiques pour soulager ces patients.

Les postbiotiques sont des métabolites produits par des bactéries ou des fragments cellulaires issus de bactéries inactivées. Leur utilisation pour diminuer la douleur viscérale et agir sur l'axe intestin-cerveau constitue un intérêt stratégique majeur sur le plan industriel ainsi que dans le domaine de la sécurité thérapeutique. Ils sont généralement plus stables et plus faciles à intégrer dans des aliments fonctionnels.

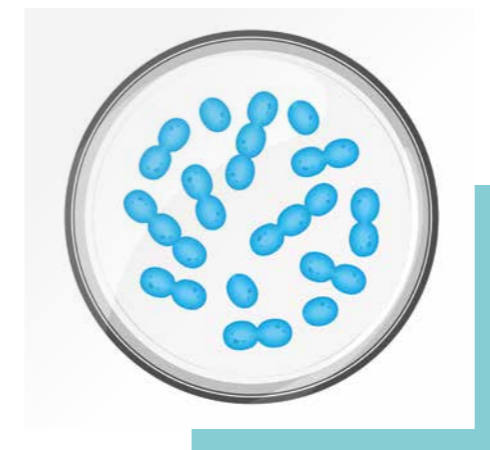
Des chercheurs avaient déjà démontré l'effet anti-douleur d'un *Lactococcus lactis* CNCM I-5388 hyper-producteur de GABA (acide γ -aminobutyrique) sous sa forme vivante psychobiotique chez un modèle de rongeur mimant la physiopathologie du syndrome de l'intestin irritable. Les chercheurs ont voulu comparer la forme vivante à la forme postbiotique non viable de *Lactococcus lactis*.

Un traitement oral quotidien pendant 1, 5 ou 10 jours avec la bactérie GRAS *Lactococcus lactis* CNCM I-5388, sous forme viable ou postbiotique non viable, a été testé dans un modèle préclinique chez le rat dans le but d'atténuer l'hypersensibilité viscérale induite par un stress psychologique aigu. Les effets obtenus avec la forme postbiotique de CNCM I-5388 sont similaires à ceux observés avec la forme viable à 5 et 10 jours de traitement. Après une administration unique, seule la forme viable de CNCM I-5388 exerce un effet anti-nociceptif vis-à-vis de l'hypersensibilité viscérale induite par le stress aigu en réponse à une distension colrectale, suggérant une cinétique d'action différenciée par rapport à la souche non viable.

Sous une forme postbiotique, *Lactococcus lactis* CNCM I-5388 conserve son enzyme glutamate décarboxylase (GAD) active, et est donc capable de produire du GABA. Il exerce, comme la souche vivante, un effet anti-nociceptif. Cet effet est médié par la production de GABA dans l'estomac grâce à un environnement acide favorable à l'activité de l'enzyme.

Cette nouvelle stratégie postbiotique de type « sac à GAD active » présente plusieurs avantages par rapport aux souches psychobiotiques vivantes productrices de GABA. D'une part, l'utilisation de bactéries non viables réduit le risque d'acquisition de gènes de résistance aux antibiotiques ou de facteurs de virulence, améliorant ainsi le profil de sécurité en termes d'application. D'autre part, la stabilité des postbiotiques facilite leur intégration dans des formulations standardisées, garantissant une activité enzymatique prévisible et reproductible.

Ces résultats ouvrent la voie à des applications thérapeutiques ciblées, notamment pour les patients atteints du syndrome de l'intestin irritable présentant des troubles chroniques de la communication de l'axe intestin-cerveau se traduisant par des douleurs abdominales. Des études cliniques seront nécessaires pour confirmer l'efficacité du « sac à GAD active » dans le traitement du syndrome de l'intestin irritable.



CONTACT > christine.coudray@inrae.fr

Référence > doi: 10.1016/j.clnesp.2024.10.164 - doi: 10.1177/21501319241303604

Partenaires > DMEM • Kasetsart University (Thaïlande) • CIRAD • INRAE • INSERM •

Université de Montpellier • CHU de Montpellier • CNRS • IRMB • IRCM



THAÏLANDE



CONTACT > helene.eutamene@inrae.fr

Référence > doi: 10.1096/fj.202401125RR

Brevet > WO/2020/157297

Partenaire > TOXALIM • TBI • Groupe Lesaffre



➤ Influence de la glycémie maternelle périnatale sur le risque de survenue de diabète de type 2

Le diabète gestationnel concerne 16% des naissances dans le monde et augmente le risque de diabète de type 2 chez la mère et l'enfant. Si les stratégies anténatales de prévention demeurent limitées, l'allaitement pourrait exercer un effet protecteur métabolique à la fois chez la mère et l'enfant. Dans cette étude, les chercheurs ont considéré l'effet bénéfique d'une correction de l'intolérance au glucose durant la période de lactation sur le risque de transition d'un diabète gestationnel vers un diabète de type 2 chez la mère.

▲ La prévalence du diabète gestationnel est en constante augmentation et contribue à l'épidémie de diabète de type 2. En effet, bien que les interventions prénatales améliorent le contrôle glycémique maternel et réduisent les complications obstétricales et néonatales immédiates, elles ne suffisent pas à prévenir les risques métaboliques à long terme tant chez les mères (risque de diabète de type 2 et de maladies cardiovasculaires) que chez les enfants (résistance à l'insuline et diabète de type 2). Ces effets participent à un cycle intergénérationnel de troubles métaboliques. Ainsi, les interventions postnatales précoces, incluant l'allaitement et les modifications du mode de vie, sont essentielles pour rompre ce cycle.

Les effets bénéfiques de l'allaitement maternel sur l'atténuation de la programmation métabolique à long terme induite par le diabète gestationnel pourraient s'expliquer par sa capacité à inverser la résistance à l'insuline liée à

la grossesse, en améliorant l'homéostasie glucidique et la sensibilité à l'insuline chez les mères pendant la période d'allaitement.

L'objectif de ces travaux était d'identifier, dans un modèle pré-clinique, des signatures métaboliques maternelles spécifiques associées à la transition post-partum du diabète gestationnel vers un statut d'insulino-résistance ou un statut pré-diabétique. Ce modèle pré-clinique reproduit la perte de sensibilité à l'insuline observée au cours des six premiers mois suivant l'accouchement, et souvent associée à un risque 4 à 7 fois plus élevé de développer un diabète de type 2 dans les 5 à 8 années après la grossesse, chez les femmes ayant un antécédent de diabète gestationnel. Ce modèle permet également d'évaluer l'impact d'une correction post-partum de l'intolérance au glucose pendant la période de lactation sur des marqueurs prédictifs d'insulino-résistance.

Les chercheurs ont montré que les mères qui ne présentaient plus d'intolérance postnatale au glucose avaient un profil métabolomique et lipidomique plasmatique spécifique. Les altérations du métabolisme énergétique et des mécanismes de défense antioxydante observées pendant la gestation associée à un diabète gestationnel étaient alors corrigées en milieu de période de lactation. À l'inverse, le maintien de l'hyperglycémie maternelle durant la lactation était lié à un déséquilibre persistant du statut oxydatif. Plus précisément, la résolution post-partum de l'intolérance maternelle au glucose s'accompagnait d'une oxydation complète des acides gras, une augmentation des régulateurs de la sensibilité à l'insuline, ainsi qu'une diminution des acides aminés insulino-ségrégeurs (acides aminés à chaînes branchées dont la valine) et gluconéogéniques (proline, thréonine, alanine), comparativement aux mères présentant une hyperglycémie persistante.

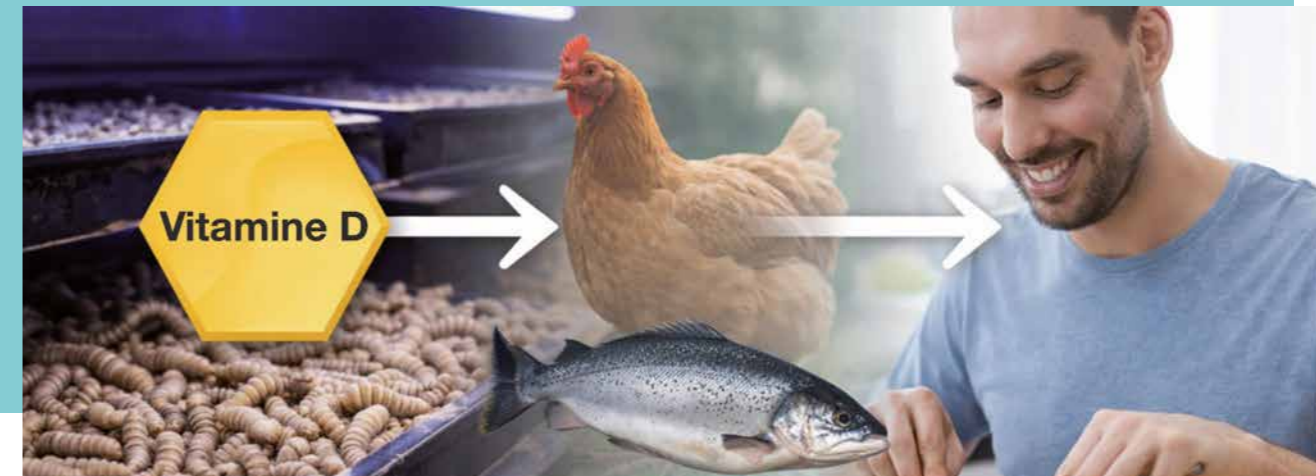
Ces signatures métabolomiques et lipidomiques décrivent finement la transition post-partum du diabète gestationnel et pourraient indiquer une évolution ultérieure vers un statut d'insulino-résistance ou de pré-diabète chez les mères ayant un historique de diabète gestationnel. Cette transition, à considérer dans la prise en charge du diabète gestationnel, suggère l'intérêt de stratégies périnatales innovantes ciblant ces biomarqueurs métaboliques pour prévenir ou retarder le passage vers le diabète de type 2 chez ces mères. L'impact de cette transition métabolique maternelle post-partum sur la composition du lait en régulateurs de l'homéostasie énergétique et ses conséquences sur la descendance est en cours d'analyse dans une deuxième étude.



CONTACT > marie-cecile.alexandre-gouabau@univ-nantes.fr

Référence > doi: doi.org/10.1152/ajpendo.00396.2024

Partenaires > Consortium du projet ANR-22-CE17-0039 (GDM-MILK) dont PHAN • MTS • GABI • CHU de Nantes • CHU de Tours • CHU de Lille • StatSC-Nantes • CNRS



➤ Des insectes comestibles en nutrition animale enrichis en vitamine D

Les insectes comestibles sont une des solutions proposées par l'ONU et l'EFSA pour se substituer en partie aux principales sources de protéines utilisées en nutrition animale, notamment les protéines de soja et de poissons, dont la production a un impact très négatif sur l'environnement. Mais les insectes peuvent aussi être des sources de micronutriments et il a été récemment montré qu'ils peuvent bioaccumuler des concentrations très élevées de provitamine A, de vitamine E et de lutéine.

Les chercheurs ont aussi montré que la provitamine A bioaccumulée dans la matrice insecte est biodisponible. Sachant que les espèces d'insectes les plus élevées actuellement, vers de farine et mouche soldat noire, ne contiennent pas naturellement de fortes concentrations de vitamine D, et que les substrats riches en cette vitamine, les poissons gras, ne sont pas autorisés à être donnés à ces insectes, les chercheurs ont inventé un procédé permettant d'obtenir des insectes très riches en cette vitamine.



Un procédé, breveté par INRAE, a permis d'obtenir des larves de mouche soldat noire (insecte comestible autorisé en nutrition animale) dont la concentration en vitamine D est environ 18 fois plus importante que la concentration en vitamine D de l'huile de foie de morue, qui est de loin l'aliment le plus riche en vitamine D.

▲ Le procédé consiste, dans un premier temps, à nourrir les insectes avec un substrat autorisé riche en ergostérol, des champignons, de façon à leur faire bioaccumuler ce précurseur de la vitamine D2. Dans un deuxième temps il s'agit d'exposer les insectes riches en ergostérol à des UVb de façon à convertir l'ergostérol bioaccumulé dans les insectes en ergocalciférol. En utilisant ce procédé les chercheurs ont obtenu des larves de mouche soldat noire (*Hermetia illucens*) très riches en vitamine D2 mais également, de manière inattendue, en vitamine D3.

Ce procédé peut être appliqué à toute espèce d'insecte pouvant bioaccumuler de fortes concentrations d'ergostérol. En effet la conversion de l'ergostérol en ergocalciférol s'effectue par un mécanisme chimique qui ne nécessite pas d'activité enzymatique. Il faudra néanmoins évaluer la capacité de l'espèce d'insecte d'intérêt à bioaccumuler l'ergostérol, et donc à consommer des substrats riches en ce précurseur de la vitamine D2. Les insectes candidats sont d'ores et déjà tous ceux qui sont autorisés en alimentation animale et humaine.

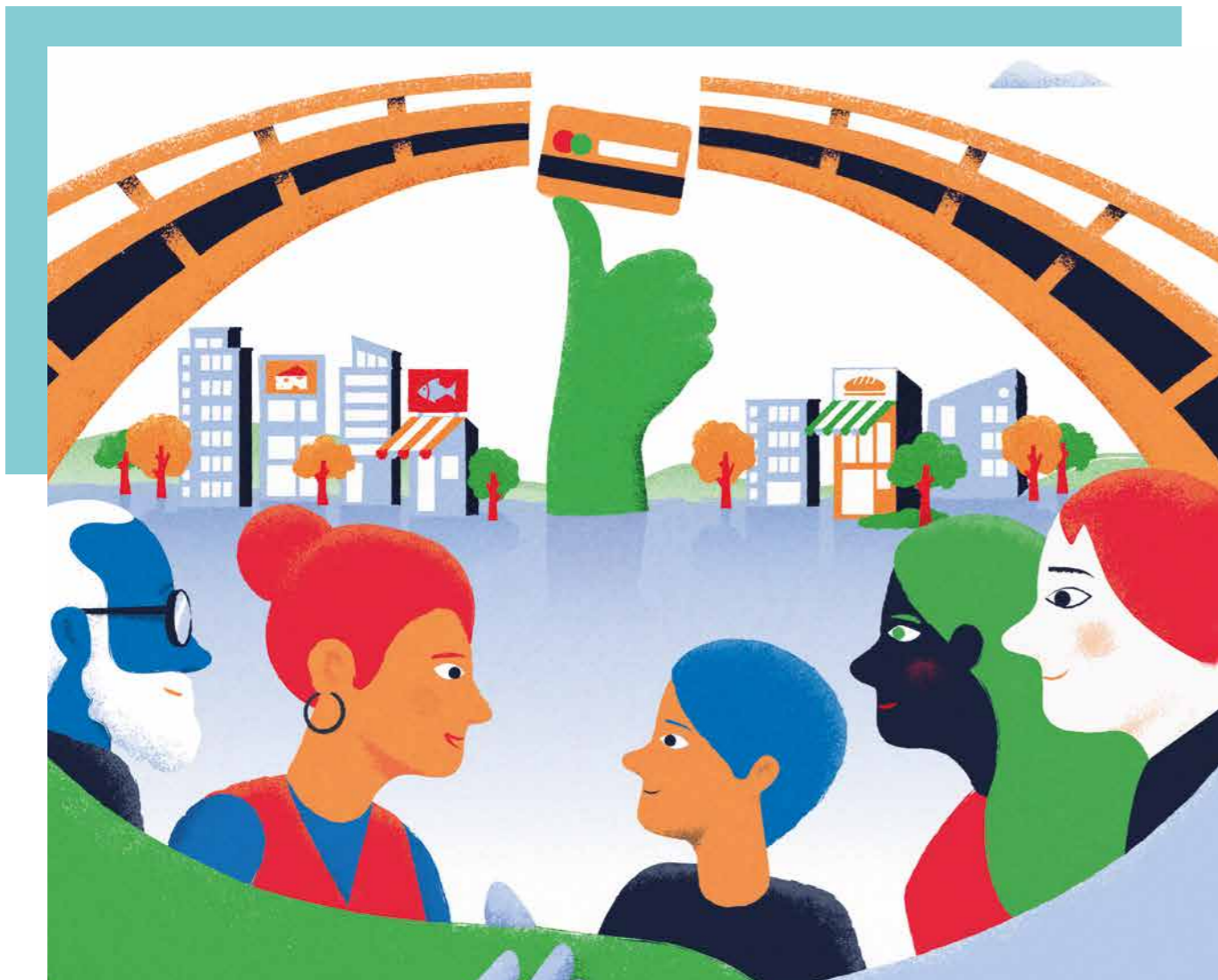
Obtenir des insectes comestibles riches en vitamine D présente un intérêt à la fois pour la nutrition animale et pour la nutrition humaine. En effet, cette vitamine est fréquemment ajoutée dans l'alimentation des animaux d'élevage, notamment ceux qui sont élevés en batterie. Or la larve de mouche soldat noire peut-être incorporée dans l'alimentation de volailles, de poissons et de porcs. En ce qui concerne la nutrition humaine, une grande partie de la population n'a pas des apports suffisants en cette vitamine. Par conséquent, ajouter une nouvelle source de cette vitamine dans notre alimentation, via un insecte autorisé en nutrition humaine comme le vers de farine, ou indirectement en consommant des animaux qui auraient des teneurs en vitamine D plus élevées que les autres, du fait de leur consommation d'insectes riches en cette vitamine, contribuerait à lutter contre ce manque d'apport. Enfin, on peut penser que la valeur économique de farines ou d'huiles d'insectes riches en vitamine D sera supérieure à celle de produits équivalents dépourvus de cette vitamine.



CONTACT > patrick.borel@univ-amu.fr

Référence > doi: [10.1016/j.fufo.2025.100692](https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100692)

Partenaires > C2VN • BioMiMetiC • Université d'Avignon



➤ Agir face à la précarité alimentaire : efficacité d'un transfert monétaire non fléché accompagné

L'insécurité alimentaire touche au moins 8 millions de personnes en France. Face à cette réalité, la principale réponse est l'aide alimentaire, majoritairement basée sur la distribution de denrées et confrontée à des limites structurelles telles que la stigmatisation, le non-recours (la moitié des personnes en insécurité alimentaire ne recourent pas à cette aide), une liberté de choix limitée et une adaptation relative aux besoins individuels.

À l'international, les recherches sur les transferts monétaires ont mis en évidence leur impact positif dans la lutte contre la pauvreté, une meilleure intégration économique locale et un rapport coûts-bénéfices plus avantageux. Mais ces dispositifs suscitent des craintes de mésusage, en particulier lorsqu'ils sont non fléchés (c'est à dire libre d'utilisation). Leur déploiement en France dans le cadre de politiques publiques appelle à une meilleure compréhension de leurs effets et modalités de mise en œuvre. Action contre la Faim, INRAE et la Fondation de l'Armée du Salut ont déployé une recherche-action qui visait à évaluer l'impact d'une aide financière créditée sur une carte, associée à un accompagnement social personnalisé et à un atelier d'échanges sur l'alimentation durable.

Le projet de recherche-action Passerelle Plus est mené depuis 2024 à Montreuil, en Seine-Saint-Denis, auprès de 342 ménages (soit 1 274 personnes) en situation de précarité. Le dispositif repose sur le versement de 60 euros par mois et par personne du ménage pendant 4 mois, directement crédités sur une carte de paiement. Cette carte pouvait être employée dans tous les commerces, sans restriction de produits ou d'enseignes, et permettait également le retrait d'espèces. En plus du soutien financier proposé, Passerelle Plus proposait des rendez-vous avec une travailleuse sociale permettant aux participants d'être soutenus dans leurs démarches

administratives (logement, santé, accès aux droits, emploi, ...) et orientés vers les structures locales adaptées à leur situation. Un atelier collectif sur l'alimentation durable, animé par un(e) diététicien(ne), favorisant les échanges autour des enjeux de santé, de budget et environnementaux liés à l'alimentation était également proposé. La quasi-totalité (92 %) des ménages étaient sous le seuil de pauvreté, 86 % en privation matérielle et sociale, et 82 % en insécurité alimentaire dont 45 % sévère. Et pourtant, malgré ces besoins criants, ce public demeure largement en situation de non-recours aux dispositifs d'aide : 68 % se déclarent sans suivi social ni recours

à l'aide alimentaire, 76 % n'ont pas de référent au service social départemental, et 29 % ont renoncé à un examen ou traitement médical au cours des 12 derniers mois.

Le projet s'est appuyé sur une méthode d'évaluation robuste pour mesurer les effets attribuables au dispositif et comprendre les conditions nécessaires pour les atteindre. En comparant un groupe recevant Passerelle Plus à un groupe « témoin » qui a bénéficié du dispositif après la période d'évaluation, cette recherche a démontré les effets positifs du dispositif sur la sécurité alimentaire des ménages après 3 mois, avec notamment une division par 2 de l'insécurité alimentaire sévère, et une réduction des stratégies de privations alimentaires. Les résultats montrent par ailleurs des signes d'amélioration de la qualité de l'alimentation des ménages, avec une augmentation significative des dépenses en fruits et légumes (~+5€/mois/personne) et une amélioration légère de la diversité alimentaire (+0,5 point). En pratique, 89 % des ménages ont déclaré avoir modifié leurs dépenses alimentaires, dont 73 % en achetant en plus grande quantité et 24 % en privilégiant la qualité. Le projet a également démontré l'impact positif du dispositif sur le bien-être et le lien social des ménages. Après 3 mois, les participants avaient près de 2 fois moins de risque d'être en situation d'isolement relationnel, et affichaient un niveau de bien-être mental significativement supérieur : 54 % présentaient un bien-être « moyen à élevé » contre 40 % dans le groupe témoin, alors qu'au démarrage seuls 36 % atteignaient ce niveau. L'évaluation qualitative, fondée sur des entretiens menés auprès des participants et des acteurs impliqués dans la mise en œuvre, a permis de mieux comprendre le contexte et les conditions dans lesquelles le dispositif a produit ces effets, dans une perspective de transférabilité. Plusieurs leviers ont été mis en évidence : l'action sur le levier financier induisant un relâchement des privations et un effet de soulagement psychologique ; la liberté d'usage de la carte permettant des achats alimentaires et non alimentaires (notamment pour répondre aux besoins des enfants) et perçue comme un facteur de dignité ; l'accompagnement basé sur une

approche « d'aller-vers » s'adaptant aux contraintes et besoins des personnes ; la posture d'accompagnement social global et individualisé capable d'articuler enjeux sociaux, administratifs, budgétaires et psychologiques et générant des avancées concrètes dans les démarches d'accès aux droits ; la dimension collective de l'atelier alimentation créant un espace d'échanges et valorisant les savoirs et pratiques des participants ; le maillage territorial dense et marqué par une culture de coopération entre les acteurs sociaux de la ville (institutions et associations) ; l'approche de repérage des ménages s'appuyant sur les acteurs de proximité et une base déclarative permettant d'atteindre des personnes en situation de non-recours. L'analyse met également en évidence des freins tels que la saturation des services sociaux, à Montreuil comme ailleurs en France, qui réduisent les marges d'action et rendent difficile la « passerelle » vers le droit commun, et la durée courte du dispositif se traduisant dans un effet transitoire.

Cette recherche propose également une analyse coût-efficacité du dispositif, et met en avant des recommandations prioritaires formulées par les participants à l'étude : maintenir la liberté d'usage et prolonger le transfert monétaire à 6 mois minimum, renforcer la dimension collective et l'accompagnement social en le prolongeant après la fin du transfert monétaire, et maintenir un repérage par les acteurs de proximité mais l'étendre à d'autres structures telles que des écoles et prioriser les publics les plus vulnérables.

Le projet Passerelle Plus montre que des dispositifs de transfert monétaire non fléché et accompagné, basés sur la confiance et l'ancrage local, améliorent la sécurité alimentaire et le bien-être de ménages en situation de précarité. Ces résultats apportent des éléments tangibles aux pouvoirs publics pour déployer ce type de dispositif à plus grande échelle, afin de répondre aux enjeux de précarité alimentaire, d'accès aux droits, et contribuer aux réductions des inégalités sociales de santé liées à l'alimentation en France.



Pour Marlène Perignon, ingénieure de recherche en nutrition et santé publique à INRAE : « Grâce à l'évaluation menée dans le cadre de Passerelle Plus, nous avons démontré scientifiquement qu'un transfert monétaire accompagné, même s'il n'est pas ciblé sur l'alimentation, réduit fortement le risque d'insécurité alimentaire après 3 mois. On démontre également une amélioration du bien-être, du lien social et une augmentation des dépenses en fruits et légumes. »

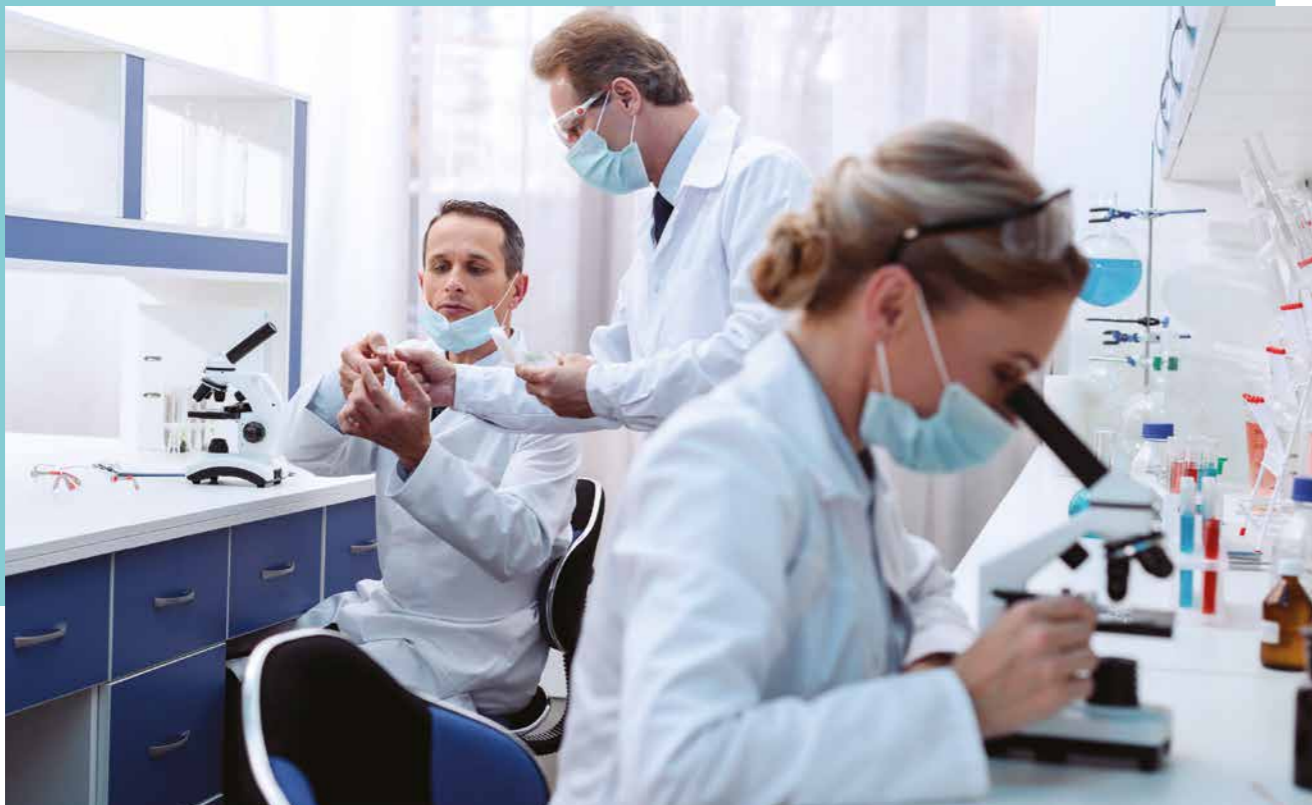


EN SAVOIR +



CONTACT > marlene.perignon@inrae.fr

Partenaires > MOISA • Action contre la Faim • Fondation de l'Armée du Salut



► Identification de marqueurs prédictifs de la prédisposition à l'obésité

L'obésité constitue aujourd'hui un enjeu majeur de santé publique, tant par son incidence croissante que par les nombreuses complications métaboliques, cardiovasculaires et psychosociales qu'elle entraîne. Une forte variabilité interindividuelle existe face à la prise de poids : à exposition équivalente, certains individus développent une obésité sévère alors que d'autres y sont relativement résistants. Cette inégalité face au risque reflète l'existence de déterminants biologiques précoces, encore peu compris. Pouvoir prédire le plus tôt possible la prédisposition d'un individu à prendre du poids revêt donc un intérêt majeur, d'autant que cette vulnérabilité peut se manifester à l'occasion d'événements de vie — stress, modifications environnementales, traitements médicaux — susceptibles de déclencher ou d'aggraver un déséquilibre métabolique. L'identification de marqueurs précoces permettrait ainsi d'orienter des stratégies de prévention réellement personnalisées.

▲ Grâce à l'utilisation de deux modèles murins complémentaires — l'un capturant la variabilité naturelle de prédisposition à l'obésité, l'autre reposant sur l'induction de phénotypes métaboliques via des stress nutritionnels maternels — les chercheurs ont identifié un ensemble robuste de gènes dont l'expression dans le tissu adipeux blanc est prédictive d'une susceptibilité accrue à l'obésité. Ces marqueurs transcriptomiques présentent la particularité d'être modifiés avant l'apparition des premiers signes cliniques ou métaboliques, témoignant de leur valeur de biomarqueurs précoces. L'intégration de ces données murines avec des cohortes humaines publiques a confirmé la pertinence et la capacité discriminante de cet ensemble génétique entre espèces, sexes et dépôts adipeux, renforçant leur potentiel translationnel.

Ces travaux ouvrent la voie à un transfert vers l'homme avec des applications dans divers contextes cliniques où la prédiction du risque de prise de poids est essentielle. Parmi les perspectives envisagées figurent la prévention de la reprise pondérale après chirurgie bariatrique, l'anticipation de la prise de poids observée chez les patients transplantés rénaux, ou encore l'identification précoce d'une prédisposition dès l'enfance, afin de guider des interventions ciblées. À terme, ces biomarqueurs pourraient contribuer à la mise au point d'outils diagnostiques simples et personnalisés, basés sur des signatures transcriptomiques adipocytaires ou sanguines.



CONTACT > celine.jousse@inrae.fr

Référence > doi: 10.1016/j.jisci.2025.112377

Brevet > N° EP24306297.3

Partenaire > UNH



► Mission CRAB-Busters : un jeu immersif gratuit pour sensibiliser les adolescents aux recommandations nutritionnelles

Les adolescents en France ont un niveau d'adhésion aux recommandations nutritionnelles particulièrement faible. La sensibilisation de ce public au rôle de l'alimentation et de l'activité pour une meilleure santé est une tâche qui s'avère compliquée. C'est dans cet objectif que le Réseau NACRe a créé un jeu immersif, « Mission CRAB-Busters », destiné à être utilisé gratuitement et facilement par tous les établissements scolaires, les collectivités, et par tous les acteurs de la prévention et de la santé.

▲ Une approche immersive à travers 5 épreuves pour découvrir les bonnes pratiques en matière de santé et de nutrition

Le jeu « Mission CRAB-Busters » s'articule autour de 5 épreuves conçues pour faire découvrir aux collégiens et lycéens les bonnes pratiques en matière de santé et de prévention nutritionnelle. Ces cinq épreuves portent respectivement sur les recommandations nutritionnelles du Programme National Nutrition Santé (PNNS), l'analyse de produits au travers du calcul du Nutri-Score, le décryptage de l'information en mobilisant son esprit critique, l'impact de l'alimentation sur le corps et les bienfaits de l'activité physique.

▲ Un jeu à visée pédagogique

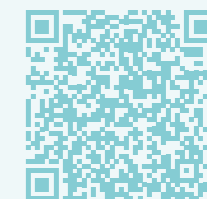
Au-delà de sa dimension ludique, le dispositif repose sur une approche pédagogique active et participative. Chaque épreuve a été pensée pour favoriser l'apprentissage par l'expérience, en combinant manipulations concrètes, mises en situation et travail collaboratif. C'est au travers des différentes épreuves que les participants peuvent acquérir de nouvelles connaissances sur la nutrition et la santé, en expérimentant et en essayant par eux-mêmes, plutôt qu'en se limitant à mobiliser des savoirs déjà acquis. Les sessions de jeu sont conçues selon un format structuré de 2 h 30. Deux versions du dispositif étaient proposées afin de s'adapter aux publics : l'une destinée aux collégiens, l'autre aux lycéens, avec des contenus et des niveaux de complexité ajustés.



À destination des 14-18 ans, ce jeu a vocation à être utilisé gratuitement et facilement par tous les établissements scolaires, les collectivités, et par tous les acteurs de la prévention et de la santé.

Bernard Srour, chercheur à INRAE (au sein de l'unité CRESS-EREN), et coordonnateur du Réseau NACRe.

Le jeu est mis à disposition gratuitement dans une version print and play accompagnée d'un guide de jeu détaillé.





► Une bactérie du fromage pour prévenir l'allergie alimentaire



La prévalence des allergies alimentaires a fortement augmenté dans les pays industrialisés au cours des dernières décennies. Les options thérapeutiques actuelles sont limitées et peu efficaces. Les probiotiques immunomodulateurs apparaissent comme des candidats prometteurs pour la prévention ou le traitement des allergies alimentaires.

Les allergies alimentaires constituent un problème majeur et croissant de santé publique et de sécurité alimentaire dans les pays développés et urbanisés, avec un impact significatif sur la vie des patients allergiques et de leurs familles. Leur prévalence est en augmentation et touche actuellement environ 8 % des enfants de moins de 12 ans et 11 % des adultes. En effet, on observe une augmentation marquée de l'incidence des allergies alimentaires graves, principalement dans les pays à revenus élevés, très probablement en lien avec des changements

dans les habitudes alimentaires et d'autres paramètres du mode de vie, en rapport avec « l'hypothèse hygiéniste » qui suggère une corrélation inverse entre l'exposition aux microbes dans la petite enfance et le risque de devenir allergique. Les options thérapeutiques actuelles sont limitées et peu efficaces.

Cela a conduit à la recherche de nouvelles approches, telles que les biothérapies. Les probiotiques immunomodulateurs apparaissent comme des candidats prometteurs

Dans ce cadre, l'effet d'une bactérie fromagère nommée *Propionibacterium freudenreichii* CIRM-BIA129 a été étudié. Ce probiotique est reconnu pour ses propriétés immunomodulatrices. Dans un modèle préclinique d'allergie alimentaire au blé, les chercheurs ont démontré que la consommation de CIRM-BIA129 prévenait le développement de l'allergie alimentaire. En effet, la supplémentation en CIRM-BIA129 a prévenu le développement du choc allergique et la production d'anticorps spécifiques de l'allergène. De plus, CIRM-BIA129 a également favorisé la mise en place de la tolérance et diminué l'inflammation. Enfin, elle a également renforcé la barrière intestinale. A l'inverse, une souche de cette bactérie, dépourvue d'une protéine de surface appelé SlpB, ne produit plus ces effets bénéfiques. De façon similaire, l'addition de CIRM-BIA129 sur des cellules sanguines humaines induit la production de molécules anti-inflammatoires alors que la souche mutante ne montre pas cet effet.

La souche *Propionibacterium freudenreichii* CIRM-BIA129 apparaît comme un candidat probiotique prometteur pour prévenir ou réduire les allergies alimentaires. Les résultats obtenus chez la souris et sur des cellules humaines suggèrent une pertinence pour des applications cliniques futures. La souche CIRM-BIA129 pourrait être utilisée sous forme de probiotique fonctionnel (compléments alimentaires, aliments enrichis, ou biothérapies médicales). En raison du rôle des facteurs environnementaux et du microbiote intestinal dans les premières étapes de la vie, cette bactérie pourrait être explorée comme stratégie de prévention chez les populations à risque (nourrissons, enfants prédisposés).



Une bactérie issue de l'emmental pourrait aider à prévenir les allergies alimentaires et ouvrir la voie à de nouveaux traitements probiotiques.



CONTACT > gregory.bouchaud@inrae.fr
Référence > doi: 10.1021/acs.jafc.4c09165
Partenaires > BIA • STLO

Expertise et appui aux politiques publiques



Les résultats de recherche et les connaissances viennent éclairer la décision publique et le débat public. Les chercheurs du département AlimH apportent leur expertise et participent à des groupes de travail, des prospectives et des études pour apporter leur éclairage aux parties prenantes.



Quelles recommandations pour le prochain programme national nutrition santé ?



« Suite à la saisine de la Direction générale de la santé, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSPP) a publié ses recommandations pour l'élaboration du 5^e programme national nutrition santé (PNNS).

Intégration de la durabilité environnementale, importance de l'environnement alimentaire, rôle du sommeil et de l'activité physique et lutte contre la précarité alimentaire sont les nouvelles ambitions du futur PNNS. **Caroline Méjean**, directrice de recherche au sein de l'unité MOISA à Montpellier, est co-pilote du travail d'expertise ayant conduit à l'élaboration de ces recommandations. Nous l'avons interrogé sur les enjeux et les messages clés de ces nouvelles recommandations.



Caroline Méjean est directrice de recherche en épidémiologie nutritionnelle au sein de l'unité MOISA. Ses travaux de recherche portent sur les déterminants et effets des transitions alimentaires.

Le PNNS a joué un rôle important dans l'amélioration des habitudes alimentaires et de l'état de santé de la population française au cours des dernières décennies. Cette nouvelle version doit s'inscrire dans les orientations de la Stratégie Nationale Alimentation Nutrition Climat (SNANC), intégrant ainsi de nouveaux enjeux. En particulier, les enjeux environnementaux face au changement climatique nécessitent une approche plus holistique de notre alimentation basée sur une approche « système alimentaire ». Face à la dégradation du temps et de la qualité du sommeil, et de son impact sur la santé des populations, le PNNS se doit également d'intégrer une composante sommeil.

Comment ont travaillé les experts pour élaborer ces nouvelles recommandations ?

Nous avons tout d'abord organisé en octobre 2024 un séminaire réunissant 41 participants, académiques, de la société civile, et des institutions pour dégager des pistes de travail prioritaires. Puis, le HSCP a mis à contribution 18 experts qui se sont réunis à plusieurs reprises en sous-groupes thématiques et ont auditionné des experts extérieurs. Le rapport établi par les experts a été validé en juin 2025 par la commission spécialisée « Déterminants de santé et maladies non transmissibles » du Haut Conseil de la santé publique.

Pourquoi inclure le sommeil dans le PNNS ?

Le sommeil est un comportement de santé essentiel qui concerne un tiers de notre vie. Chez les enfants et les adolescents, le sommeil contribue à la croissance et au développement. Chez les adultes, les personnes qui ne dorment pas suffisamment ou qui se réveillent souvent la nuit présentent un risque accru d'hypertension artérielle, d'obésité, de maladie coronaire, d'arythmie cardiaque et d'accident vasculaire cérébral. Le sommeil affecte également le système immunitaire : les personnes qui ne dorment pas suffisamment sont plus susceptibles de contracter des infections. Il est aussi observé un risque accru de cancer chez les travailleurs de nuit. Les données du Baromètre de Santé publique France de 2017 montre une dégradation quantitative et qualitative du sommeil depuis des décennies chez les adultes comme chez les enfants. Le temps de sommeil moyen est inférieur aux 7 h recommandées pour les plus de 18 ans et plus d'un tiers des Français dorment 6 h ou moins. Nous recommandons donc d'associer le mot DORMIR à ceux symboliques des PNNS précédents MANGER et BOUGER et d'élaborer des recommandations de comportements sur 24h combinant activité physique, sédentarité et sommeil.

Quelles mesures préconise le rapport pour une meilleure prise en compte des enjeux environnementaux ?

Dans le PNNS4, outre la recommandation d'aller vers des régimes moins riches en viande rouge et charcuterie pour des raisons de santé et de limiter la consommation de produits laitiers à 2 par jour, les repères du PNNS intégraient quelques éléments relatifs à la durabilité environnementale ; il était préconisé d'aller vers plus de produits issus de l'agriculture biologique pour limiter l'exposition aux pesticides ou de privilégier des aliments de saison et locaux. Pour autant, si les derniers repères ont permis une meilleure prise en compte de ces enjeux, ils ne considéraient pas l'impact environnemental en tant que tel dans leur élaboration. De même, les spécificités liées aux populations d'Outre-mer n'étaient pas prises en compte.

En comparant les recommandations du PNNS aux 16 principes durables de la FAO, la France obtient une note faible, au contraire par exemple de la Belgique, du Danemark ou de l'Italie. Il existe donc une marge de progression pour aller vers des recommandations françaises adéquates nutritionnellement mais aussi plus durables en matière environnementale. Ainsi, nous avons recommandé d'utiliser l'approche « combinaison de stratégies » (modélisation, avis experts, ajustement des apports modélisé aux données scientifiques sur la santé et l'environnement) des Pays-Bas et du Danemark pour la mise à jour des prochains repères alimentaires et d'inclure un grand nombre de critères de durabilité environnementale comme le climat, l'écotoxicité, l'usage des sols, l'utilisation d'eau, l'eutrophisation, ou la biodiversité. Il s'agit aussi de définir un seuil maximal de consommation pour l'ensemble des viandes. Enfin, nous avons recommandé d'adopter une approche régime alimentaire dans le cadre de la promotion des recommandations en fournissant des informations claires sur la place de la viande et des produits animaux dans l'assiette.

Comment améliorer l'environnement alimentaire pour favoriser des comportements plus sains ?

Nous avons particulièrement insisté sur l'importance d'agir sur l'environnement d'activité physique et alimentaire, en complément des actions en matière d'information et d'éducation, pour faciliter les changements de comportements. Le rapport recommande de réglementer le marketing et d'interdire les communications commerciales, les ventes promotionnelles d'aliments de faible qualité. Il recommande également d'envisager une taxe d'accise dépendant de la qualité nutritionnelle des produits et d'affecter les recettes fiscales à des mesures de promotion de la santé nutritionnelle, en particulier les mesures bénéficiant aux populations les plus modestes et aux enfants (coupons fruits et légumes, chèque alimentaire, prévention en milieu scolaire).

Il est également nécessaire de mettre en place des démarches plus volontaristes de reformulation des produits alimentaires transformés, pour permettre une réduction des apports en sel, en sucre et en acides gras saturés au sein de la population. Nous recommandons aussi d'impulser de façon plus volontariste des actions visant à favoriser des choix plus sains et durables dans les points de vente avec l'ensemble des acteurs du commerce et de la distribution (distribution, restauration commerciale, plateformes de commande en ligne et livraison...), y compris en recourant à la réglementation en cas d'échec, via le placement des produits alimentaires et l'encadrement des offres promotionnelles sur l'ensemble des supports promotionnels des distributeurs et des restaurateurs. Nous avons également fait de nombreuses recommandations concernant la restauration collective.

Quelles solutions proposez-vous pour lutter contre la précarité alimentaire ?

La précarité alimentaire a des impacts significatifs tant sur la santé physique que psychique des personnes concernées, entraînant des problèmes de malnutrition et un sentiment de stigmatisation. Les chiffres disponibles montrent que la précarité alimentaire toucherait une part croissante de la population française : on estime que 16 % des Français sont en situation de précarité alimentaire en 2022 contre 9 % en 2016. Le modèle français de lutte contre la précarité a besoin d'évoluer.

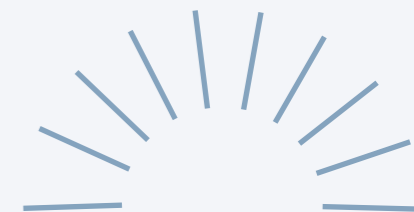
Les produits distribués ne peuvent plus seulement être ceux délaissés par les consommateurs les plus favorisés. Il faut passer d'un système de don à un système d'achat avec un réfléchissement des moyens publics déjà engagés vers le tiers-financement et le groupement d'achats, voire la sécurité sociale de l'alimentation si les expérimentations s'avèrent concluantes. Il s'agit aussi de mettre en place un guichet budgétaire unique mais avec une organisation, une gestion et une gouvernance territoriale locale afin d'ajuster aux besoins et ressources des territoires.



Pour réussir, le PNNS 5 devra articuler objectifs de santé publique, équité sociale et durabilité environnementale.



EN SAVOIR +



L'alimentation comme vecteur du bien vieillir : quelles recommandations ?



« Claire Sulmont-Rossé, directrice de recherche INRAE, a présidé le groupe de concertation mandaté par le Conseil National de l'Alimentation (CNA) pour mener une réflexion sur l'alimentation des personnes âgées.

Les rencontres du groupe de concertation ont permis de croiser les regards autour des enjeux liés à l'alimentation des personnes âgées. Le processus s'est conclu par la proposition de 40 recommandations concrètes, dont 9 recommandations clefs, pour promouvoir une alimentation favorable au bien-vieillir et permettre aux personnes âgées d'avoir accès digne à une alimentation suffisante, adaptée et de qualité. Claire Sulmont-Rossé revient sur les enjeux et les recommandations de cet avis.



Claire Sulmont-Rossé est directrice de recherche au sein du Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation. Claire Sulmont-Rossé étudie les déterminants du comportement alimentaire des personnes âgées. Ses travaux combinent nutrition et sensorialité pour développer des solutions innovantes permettant aux personnes âgées de couvrir leurs besoins nutritionnels tout en préservant le plaisir à manger, ceci afin de prévenir la dénutrition au sein de cette population.

▲ Pourquoi le CNA s'est-il penché sur l'alimentation des personnes âgées ?

L'alimentation des personnes âgées est un enjeu important de santé publique et sociale dans un contexte de vieillissement de la population générale en France. En mars 2023, le CNA, instance consultative indépendante, placée auprès des ministres chargés de l'environnement, de la santé, de la consommation et de l'agriculture, s'est autosaisi sur ce sujet afin d'émettre des recommandations pour une meilleure alimentation des personnes âgées, ainsi que des propositions d'actions favorables à la préservation de leur santé et de leurs liens sociaux.

J'ai été sollicitée pour présider le groupe de concertation « l'alimentation comme vecteur du bien-vieillir », avec Nicole Bohic, Inspectrice générale des affaires sociales, vice-présidente. Ce groupe était composé d'une soixantaine de structures représentant les professionnels de la chaîne alimentaire, les consommateurs, les ministères et les structures en lien avec les personnes âgées.

▲ Quelles sont les principales recommandations de l'avis ?

Les rencontres du groupe de concertation ont permis de croiser les regards autour des enjeux liés à l'alimentation des personnes âgées. Le CNA a identifié 4 objectifs communs partagés : garantir une alimentation répondant aux besoins nutritionnels et prenant en compte le plaisir et les habitudes des personnes âgées, prendre en compte l'hétérogénéité de la population âgée dans les mesures et orientations les concernant, considérant l'ensemble des trajectoires de vieillissement et des lieux de vie, permettre à toutes et tous un accès digne à une alimentation suffisante, adaptée et de qualité pour prévenir la survenue des pathologies associées au vieillissement et associer les personnes âgées à l'élaboration et à la validation des politiques publiques et des dispositifs les concernant à toutes les échelles de territoires.

Le processus s'est conclu par la proposition de 40 recommandations concrètes, dont 9 recommandations clefs, afin de promouvoir une alimentation favorable au bien-vieillir et permettre aux personnes âgées d'avoir un accès digne à une alimentation suffisante, adaptée et de qualité. L'avis recommande notamment :

- d'intégrer systématiquement la question de l'alimentation et de l'activité physique dans les politiques publiques,
- de proposer des recommandations nutritionnelles différenciées selon la santé et les capacités fonctionnelles et cognitives de la personne âgée,

- de nuancer les recommandations générales relatives au rééquilibrage entre protéines d'origine animale et végétale, en particulier dans les recommandations à destination des personnes âgées fragiles, à risque de dénutrition, dénutries, dépendantes et/ou hospitalisées,
- d'informer et sensibiliser les personnes âgées et leur entourage aux enjeux d'une alimentation adaptée et de la pratique d'une activité physique pour préserver leur santé et leur autonomie,
- de former tou(te)s les acteurs et actrices de l'écosystème des personnes âgées aux enjeux d'une alimentation adaptée pour préserver leur santé et autonomie,
- de développer et promouvoir les dispositifs itinérants pour faciliter l'approvisionnement alimentaire,
- de sensibiliser et former les acteurs et actrices de l'écosystème de la personne âgée à écouter et tenir compte des attentes, des habitudes et des préférences des personnes âgées,
- de définir le coût journalier minimal des denrées alimentaires dans les établissements de soin, les EHPAD et lors du portage des repas à domicile,
- de sanctuariser le budget alimentation dans les établissements d'accueil et pour le portage de repas

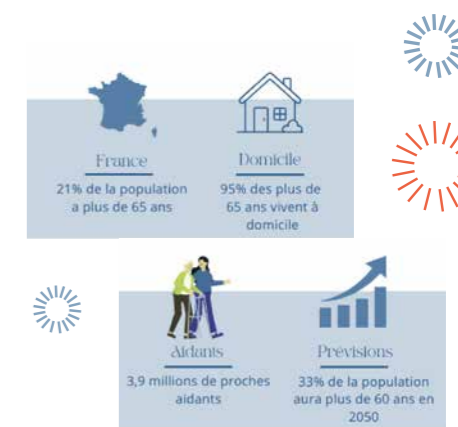


L'Avis 92 du CNA propose 40 recommandations dont 9 recommandations clefs pour améliorer l'alimentation des personnes âgées, afin de préserver leur santé et favoriser le bien-vieillir.

▲ Comment ces recommandations sont-elles diffusées ?

Une stratégie de communication et de diffusion de l'avis a été construite en identifiant les acteurs cibles pour la mise en œuvre des recommandations : acteurs de l'élaboration et de l'exécution des politiques publiques, instances de conseil et d'expertise, acteurs de la chaîne alimentaire, acteurs de la formation et de l'information, acteurs de terrain en lien avec les personnes âgées.

Des indicateurs d'impact ont été identifiés et un suivi de cet avis est prévu d'ici 5 ans.



EN SAVOIR +



Plastiques et santé humaine : que sait-on ?

“ Du fait de leurs propriétés et de leur faible coût, les plastiques se sont largement répandus, notamment dans les systèmes agricole et alimentaire depuis les années 1950. Les plastiques sont utilisés pour protéger, préserver, transporter et promouvoir par le design et l'étiquetage les produits alimentaires. La composition et la structure des plastiques se sont complexifiées, notamment avec l'ajout d'additifs chimiques et de couches multiples, pour combiner plusieurs propriétés rendant ainsi leur recyclage plus difficile. Les plastiques utilisés dans l'agriculture et pour l'alimentation sont une source directe de contamination des écosystèmes. En effet, tout au long de leur cycle de vie, leurs composants migrent dans l'environnement et ils se dégradent sous forme de particules : macro- (plus de 5 mm), micro- (de 1 µm à 5 mm) et nanoplastiques (moins de 1 µm).

Nous faisons le point avec **Muriel Mercier-Bonin**, l'une des 3 co-pilotes de l'expertise scientifique collective INRAE/CNRS sur les usages et impacts des plastiques en agriculture et pour l'alimentation. L'expertise, qui a mobilisé un comité de 30 experts français et européens qui ont travaillé sur un corpus de près de 4 500 publications scientifiques internationales, a permis de dresser un état des connaissances sur les usages, les propriétés et la fin de vie des plastiques mais aussi sur leurs impacts sur l'environnement et la santé.



Directrice de recherche au sein de l'unité Toxalim (Toxicologie Alimentaire), **Muriel Mercier-Bonin** explore les effets des micro et nanoplastiques sur la santé humaine, avec un focus sur la sphère digestive. Ses travaux mobilisent des approches *in vitro* et *in vivo*, afin d'identifier les mécanismes d'altération des fonctions de barrière, microbiote intestinal compris.

▲ Quels sont les effets de la contamination par les microplastiques sur la santé humaine et les écosystèmes ?

Chez les animaux et les humains, et même si les techniques analytiques doivent encore lever certains verrous méthodologiques, les microplastiques sont retrouvés dans de nombreux organes, comme les poumons, le système digestif, le placenta chez l'humain, et les fluides dont le lait maternel. Encore peu étudiés, les nanoplastiques peuvent pénétrer dans les cellules, et induire au niveau moléculaire un stress oxydatif. Ces effets, rencontrés chez des organismes très éloignés, révèlent un danger des plastiques particuliers pour l'ensemble des organismes des écosystèmes. Selon les études précliniques, les micro- et nanoplastiques induisent des pathologies du système reproducteur, des inflammations (côlon) et des fibroses (foie, rein, poumon, cœur). Ces dernières ont également permis d'établir des seuils de toxicité dès 20 µg/kg de masse corporelle et par jour pour plusieurs pathologies et organes cibles, et des effets neurologiques dès 6,5 ng/kg de masse corporelle et par jour. Les microplastiques impactent également la qualité de la production des animaux d'élevage (croissance, production de lait). De plus, en favorisant l'adsorption de nombreuses substances, ils agissent comme un « cheval de Troie » et véhiculent des contaminants toxiques comme des métaux ou des polluants chimiques.

En ce qui concerne les effets des substances chimiques contenues dans les plastiques sur la santé humaine, un grand nombre de constituants migrent depuis les plastiques en contact avec les aliments vers ces derniers. Parmi les plus de 10 000 substances potentiellement présentes dans les plastiques alimentaires, deux familles ont concentré les efforts de recherche : les phtalates et le bisphénol A (BPA) qui sont réglementés au niveau européen. Ils sont reconnus comme perturbateurs endocriniens, et de nombreuses études démontrent leur toxicité, même à faible dose, chez tous les organismes, en particulier sur les fonctions reproductives. Chez l'humain, le BPA contribue au développement de maladies cardiovasculaires, du diabète de type 2 ou de l'obésité. Des maladies dont le coût a été estimé à plusieurs milliards de dollars en Europe. L'EFSA a signalé que l'exposition au BPA dépasse les seuils réglementaires pour la majorité de la population européenne.



Les organismes vivants sont contaminés par les plastiques, y compris les humains, avec des effets néfastes pour la santé

▲ Vous participez aux négociations du traité mondial sur les plastiques. Quel est votre rôle ?

Conscients des effets nocifs des plastiques démontrés lors de nos travaux, avec deux autres collègues INRAE, Marie-France Dignac (département AgroEcoSystem) et Xavier Cousin (département PHASE), nous avons rejoint la Coalition des scientifiques pour un traité efficace sur les plastiques, un collectif international créé en 2022. Réunissant plus de 450 scientifiques de plus de 65 pays, cette coalition s'est formée pour combler l'absence d'organe scientifique officiel associé aux négociations du traité sur les plastiques, contrairement aux négociations internationales portant sur le climat ou la biodiversité.

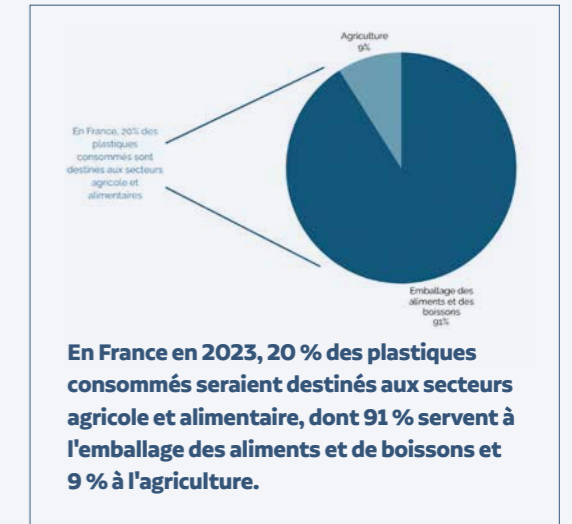
Nous avons également pu intégrer le processus dès la troisième session du Comité intergouvernemental de négociation du traité sur les plastiques, avec un statut d'observateur. Un statut particulier, qui nous permet d'accéder aux espaces de travail sans représenter officiellement la position de la France, tout en maintenant notre impartialité. Dans ce cadre nous identifions les besoins des délégués, répondons aux demandes urgentes, et apportons les éclairages scientifiques nécessaires. En tant que membres actifs de la Coalition des scientifiques, nous sommes sollicités pour relire ou contribuer à des documents, des articles, des propositions. On sent que notre travail a du sens, qu'il s'inscrit dans une dynamique collective ambitieuse.

▲ Quelles difficultés avez-vous rencontrées ?

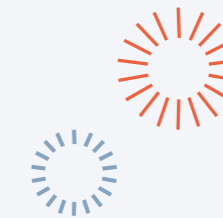
La désinformation a représenté un réel frein lors des négociations. Certaines affirmations étaient contraires à tout ce que nous savons scientifiquement, par exemple sur la taille des microplastiques. Pourtant, ces particules invisibles à l'œil nu sont désormais présentes dans tous les milieux, et leur capacité à transporter des substances chimiques toxiques et à franchir les barrières biologiques pour les plus petites d'entre elles en fait aujourd'hui un enjeu central pour la santé humaine et l'environnement, dans une approche One Health.

Cette approche est d'ailleurs au cœur du Sommet One Health, organisé par la France en avril 2026 à Lyon, pour la promotion d'un multilatéralisme d'action autour de l'élaboration des politiques publiques de surveillance et de santé.

L'exposition aux pollutions, dont la pollution plastique, est l'une des thématiques phares de ce Sommet pour proposer des réponses coordonnées, fondées sur la science, l'interdisciplinarité, le partage de connaissances et une coopération internationale multi-acteurs.

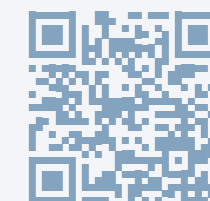


La participation des scientifiques permet de porter une expertise rigoureuse et indépendante dans un processus dépourvu de structure scientifique officielle.



EN SAVOIR +

La Revue Ressources consacre un dossier à la thématique des plastiques dans son neuvième numéro de mars 2026



Collaborations internationales



Le département AlimH compte 4 laboratoires internationaux associés. Un Laboratoire International Associé (LIA) est un projet de recherche collaboratif « sans murs » et sans personnalité juridique, qui formalise pour une durée déterminée une coopération internationale autour d'un projet scientifique commun. Cette rubrique vous invite à découvrir leurs thématiques et des résultats récents issus de ces collaborations.



> LIA FOCAL : pour approfondir l'étude des contaminants chimiques dans l'alimentation

Comprendre l'impact de l'exposition alimentaire sur la santé humaine à des substances chimiques, incluant polluants environnementaux et contaminants issus des procédés de production, de transformation ou de conditionnement, constitue un enjeu de santé publique majeur. Les avancées technologiques en spectrométrie de masse haute résolution, couplées au développement d'outils bioinformatiques adaptés, permettent désormais de détecter et d'explorer simultanément plusieurs dizaines de milliers de signaux chimiques dans des matrices biologiques complexes, notamment alimentaires.

▲ Ces approches dites non ciblées ouvrent des perspectives inédites pour caractériser l'exposome alimentaire à grande échelle et pour comprendre son rôle potentiel dans l'émergence de maladies chroniques. C'est dans ce contexte qu'a été initiée la création du Laboratoire International Associé (LIA) FOCAL (Food and Chemical Exposome international Associated Laboratory), réunissant INRAE, Oniris et McGill University, afin de renforcer la coopération scientifique franco-québécoise sur ces enjeux. La signature a été finalisée le 13 janvier 2026.

FOCAL vise une caractérisation la plus complète de l'exposition alimentaire du consommateur aux substances chimiques y compris aux polluants environnementaux, dans une perspective d'étudier leur rôle dans la survenue de maladies chroniques. En considérant le continuum Environnement – Alimentation – Santé, le projet contribuera à identifier et caractériser les potentiels nouveaux dangers chimiques liés à la contamination environnementale, aux modes de production, de préparation de l'aliment ou d'emballage et aux styles de vie et habitudes alimentaires.



COORDINATEURS > Gaud Dervilly, UMR LABERCA et Stéphane Bayen à McGill University, Canada. Oniris VetAgroBio Nantes est également partenaire du projet.



> LIA PNS : pour explorer les besoins en protéines

Le LIA "Protein and nutrition security" associe depuis 2019 l'unité PNCA et le St John's Research Institute, Bangalore. Ses objectifs : fournir des données de références concernant les besoins en protéines et en acides aminés de différentes populations dans différentes situations physiologiques, pathologiques et d'environnement.

▲ Le LIA s'intéresse également à la biodisponibilité métabolique des acides aminés issus des différentes sources alimentaires de protéines actuellement disponibles dans différentes régions du monde, ou en cours de développement comme sources alternatives pour assurer la sécurité nutritionnelle des populations futures. Enfin, les scientifiques travaillent sur l'analyse de ces données pour élaborer des recommandations nutritionnelles prenant en compte les besoins nutritionnels des populations et les questions de durabilité liées aux productions agricoles et à la production des aliments.

> Effet d'une supplémentation sur la croissance

Des résultats publiés en 2025 ont porté sur la supplémentation en protéines ou en acides aminés indispensables après une déficience durant la croissance. Une déficience en protéines ou en acides aminés indispensables durant la croissance induit une augmentation de l'ingéré énergétique, ce qui peut favoriser l'apparition d'un syndrome métabolique à l'âge adulte.

▲ Dans ce contexte, les chercheurs ont évalué les effets d'une supplémentation pendant 3 semaines en protéines ou en lysine, thréonine, et méthionine après une période de déficience de 3 semaines chez des rats en croissance. Les déficiences en protéines ou en acides aminés indispensables ont provoqué un retard de croissance, particulièrement marqué pour la déficience en thréonine. La supplémentation a permis une reprise de croissance mais sans rattraper la croissance optimale. Malgré une prise alimentaire augmentée et donc de l'ingéré énergétique pour compenser la déficience en protéines et en acides aminés indispensables, l'adiposité n'était pas augmentée. Ceci est dû en partie à une augmentation de la dépense énergétique, qui n'est pas observée pour les groupes déficients en lysine et en thréonine. Ces résultats mettent en évidence des effets spécifiques de chaque acide aminé indispensable sur la croissance et sur les mécanismes modulant la santé métabolique.



CONTACT > dalila.azzout-marniche@agroparistech.fr
Référence > doi: 10.1016/j.tjnnt.2025.08.008



► LIA BACT-INFLAM : pour mieux comprendre l'implication des bactéries dans les processus pro- ou anti-inflammatoires

Bact-Inflam associe l'Université Fédérale du Minas Gerais au Brésil et les unités STLO et MICALIS d'INRAE.

Il a pour objectif de mieux comprendre l'implication des bactéries dans les processus pro- ou anti-inflammatoires associés aux maladies inflammatoires chroniques de l'intestin (MICI)

et aux mammites ; deux maladies majeures, respectivement, en santé humaine et animale. Le projet Bact-Inflam vise ainsi à développer de nouvelles stratégies thérapeutiques et des alternatives aux traitements allopathiques. En effet, des bactéries bénéfiques, comme certaines bactéries lactiques ou propioniques ou des bactéries commensales de l'intestin, présentent des activités qui pourraient être utilisées en prévention des MICI ou des mammites, ou encore, en compléments ou alternatives aux traitements (incluant des antibiotiques) utilisés contre ces maladies.

► La protéine MAM : mieux la connaître pour mieux comprendre le rôle probiotique de *F. duncaniae*

***Faecalibacterium duncaniae* est une bactérie très présente dans notre intestin, connue pour ses effets positifs sur la santé, notamment pour réduire l'inflammation. Elle produit une protéine unique appelée MAM (pour Microbial Anti-inflammatory Molecule), qui intéresse beaucoup les chercheurs car elle pourrait être expliquer les caractéristiques probiotiques de la bactérie.**

Jusqu'à récemment, on savait peu de choses sur la MAM : où elle se trouvait exactement dans la bactérie, comment elle était produite, ou quel rôle elle jouait à l'intérieur même de *F. duncaniae*. A l'aide de plusieurs techniques –

de la biochimie, de la microscopie, et même de l'intelligence artificielle – les chercheurs ont découvert que la MAM est la protéine la plus abondante à la surface de cette bactérie. Elle est fabriquée à l'intérieur, puis transportée vers l'extérieur grâce à un système spécialisé, un peu comme un tapis roulant moléculaire. Ce transport commence quand une sorte d'étiquette de guidage est reconnue, puis retirée, pour laisser passer la protéine à travers la membrane de la cellule. Une fois dehors, la MAM s'assemble toute seule en petits groupes de six, formant une structure en forme de réseau sur la surface de la bactérie. Cette organisation a été vue directement au microscope électronique.

Jusqu'ici, la MAM était surtout connue pour ses effets anti-inflammatoires. Mais cette étude montre qu'elle a aussi un rôle structurel : elle aide la bactérie à maintenir sa forme et à interagir avec son environnement. La protéine MAM est un composant essentiel de la bactérie *F. duncaniae*, ce qui pourrait ouvrir la voie à de nouvelles applications en probiothérapie.



CONTACT ► jean-marc.chatel@inrae.fr
Référence ► doi: 10.1080/19490976.2025.2519695



► Renouvellement du RRI Food4BrainHealth

Fondé en 2018, le réseau de recherche à l'international Food4BrainHealth a été renouvelé pour une durée de 5 ans. Il vise à fournir des données scientifiques solides pour définir les bases d'une nutrition optimisée pour la santé du cerveau. Il poursuit des activités de recherche, de formation et de transfert.

Les unités Nutrineuro et CSGA, l'Université de Bordeaux, l'Institut National Polytechnique de Bordeaux, l'Université de Bourgogne, le CNRS, AgroSup Dijon et AgroParisTech en France, et l'Université Laval, l'Université de Sherbrooke, l'Université McGill, l'Université de Toronto, le Centre Hospitalier de l'Université de Montréal, le Douglas Hospital Research Centre au Canada sont les treize partenaires qui collaborent au sein du Réseau de Recherche International Food4BrainHealth.

La complémentarité des expertises entre les équipes canadiennes et françaises permet le développement de solutions innovantes pour l'alimentation durable, la nutrition et la santé du cerveau. Cette synergie est au cœur de la mission de Food4BrainHealth : créer des ponts entre les disciplines et les territoires pour générer des connaissances applicables et des impacts concrets.

LES TEMPS FORTS

25 AOÛT 2025

Symposium sur les analyses bénéfiques/risques lors du Congrès international de Nutrition

Le métaprogramme SYALSA a organisé dans le cadre du congrès international de nutrition un symposium sur les analyses bénéfiques/risques des comportements alimentaires. Des experts du DTU au Danemark, d'AgroParisTech et d'INRAE ont présenté les principes et méthodes de l'analyse bénéfiques/risques et de son utilisation pour les gestionnaires des risques, les industries agro-alimentaires et les consommateurs. Sara Monteiro Pires, du groupe de recherche sur bénéfiques/risques du DTU, a présenté les principes de l'analyse bénéfiques/risques, les développements méthodologiques récents et comment l'analyse bénéfiques/risques prend en compte les impacts de la durabilité dans les systèmes alimentaires. Elle a illustré ses propos à l'aide d'études de cas.

François Mariotti, directeur de recherche à AgroParisTech, a présenté les résultats récents de la littérature sur la question de l'augmentation des protéines d'origine végétale dans les régimes alimentaires. Emmanuelle Kesse-Guyot, directrice de recherche INRAE au sein du CRESS, a montré comment la méthode de l'optimisation des régimes peut être utilisée pour explorer les contraintes et les leviers qui permettent de parvenir à un régime basé principalement sur des aliments d'origine végétale tout en satisfaisant les besoins nutritionnels et en minimisant l'exposition aux pesticides couramment employés en production agricole.

7 OCTOBRE 2025

Symposium franco-québécois « Alimentation saine et durable : nouveaux enjeux et stratégies nutritionnelles et culturelles »

Organisé dans le cadre des Entretiens Jacques Cartier, le symposium a réuni plus de 110 participants de France et du Québec, dont des chercheurs, industriels, professionnels de santé, associations de patients, élus et représentants de collectivités. Cette journée a permis d'aborder deux thématiques majeures : les aliments ultra-transformés (AUT) et les produits laitiers, dans une perspective de santé publique, de durabilité et de résilience des systèmes alimentaires. Les échanges ont mis en lumière les tensions entre accessibilité, qualité nutritionnelle, enjeu environnementaux et pratiques culturelles selon les territoires, en plus de croiser les regards sur ces enjeux entre la France et le Québec.

Des pistes concrètes ont émergé, telles que l'amélioration de la définition des AUT, la reformulation des produits et ses enjeux, le rôle des cantines, ou encore la valorisation des filières laitières AOP. Le symposium a souligné les spécificités et points communs entre la France et le Québec et, d'une manière générale, la nécessité d'une approche transdisciplinaire et d'une coopération intersectorielle pour accompagner la transition alimentaire vers une alimentation saine et durable.



Bernard Srour a rejoint le CRESS (Centre de Recherche en Epidémiologie et Statistiques), et plus particulièrement l'EREN (Equipe de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle), en tant que Professeur Junior INRAE. Il étudie la rythmicité de la prise alimentaire (circadienne, saisonnière et vie entière), ses déterminants et ses liens avec la santé. Avec son groupe de recherche, il pilote des études observationnelles, ainsi que des approches populationnelles et mécanistiques pour répondre à ces questions de recherche, ayant un impact de santé publique, clinique et sociétal important.

Il coordonne un projet de recherche financé par l'ANR sur les heures de repas et le risque de cancer, et les mécanismes moléculaires sous-jacents. L'hypothèse est que, au-delà de la qualité nutritionnelle, il existe des moments et des durées optimaux dans la journée pour la prise alimentaire, permettant de réduire le risque de cancers, surtout ceux liés à l'obésité.

Les résultats préliminaires suggèrent des bénéfices métaboliques de manger tôt le matin et le soir, et d'avoir des horaires de repas réguliers. Bernard coordonne par ailleurs le réseau NACRe, financé par l'Institut national du Cancer et soutenu par INRAE, qui contribue au développement de recherches et au transfert des connaissances dans le domaine nutrition et cancer.

26 AOÛT 2025

Lancement du réseau des cohortes NutriNet-Monde



Le Réseau Mondial des Etudes NutriNet a été lancé dans le cadre du Congrès International de Nutrition 2025 à Paris. Ce réseau est coordonné par Mathilde Touvier, investigatrice principale de la cohorte « mère », NutriNet-Santé, lancé en France en 2009. NutriNet-Santé rassemble aujourd'hui plus de 182 000 citoyens qui contribuent à faire avancer les connaissances sur la nutrition et la santé. Un transfert de compétences et de savoir-faire a permis le développement d'infrastructures similaires dans d'autres pays du monde. Ainsi, récemment, le Brésil et le Canada ont lancé avec succès des études de type NutriNet qui comptent déjà plusieurs milliers de participants. NutriNet-Brasil, lancée en 2018, adapte le modèle français au contexte brésilien pour étudier les effets des régimes alimentaires et du degré de transformation des aliments sur la santé de la population brésilienne. NutriQuébec, déployée depuis 2020, vise à suivre les habitudes alimentaires et les comportements de santé des Québécois afin d'évaluer les impacts des politiques publiques en matière de nutrition et de prévention.

Ce réseau de recherche d'excellence a pour vocation de contribuer activement à la production de connaissances transposables en actions concrètes pour améliorer la santé des populations et promouvoir une alimentation plus durable. Cette initiative vise à favoriser l'émergence de collaborations internationales en s'ouvrant aux équipes de recherche souhaitant lancer des cohortes en nutrition dans leur pays d'origine. Ces collaborations permettront de développer des infrastructures comparables à l'échelle mondiale, d'harmoniser les indicateurs nutritionnels et de santé, et de renforcer la capacité des chercheurs à générer des données fiables et exploitables pour les politiques publiques. À terme, ce réseau international pourrait constituer un observatoire global de la nutrition, facilitant l'évaluation des déterminants alimentaires sur la santé et soutenant la mise en œuvre de stratégies de prévention adaptées aux contextes locaux.

14 OCTOBRE 2025

Symposium international « Sommeil, nutrition et horloge circadienne : le trio gagnant pour une santé optimale »



Le symposium qui s'inscrit dans le cadre de la coopération scientifique entre le CRESS et l'Université Columbia à New-York, a mis en lumière les avancées scientifiques concernant le rythme circadien (aussi appelé « l'horloge interne »), la nutrition, l'activité physique, et la santé cardiometabolique, croisant les regards cliniques, épidémiologiques, et éthologiques. Le symposium a également révélé des lacunes dans les connaissances (comme par exemple l'absence à ce jour de programmes d'éducation et d'accompagnement en santé

visant le sommeil) et a mis en avant des perspectives prometteuses en matière de recherche et d'intervention, notamment en lien avec les habitudes alimentaires facilitant l'évaluation des déterminants alimentaires sur la santé et soutenant la mise en œuvre de stratégies de prévention adaptées aux contextes locaux.



➤ Aliments ultra-transformés : des impacts négatifs sur la santé documentés et des propositions concrètes pour limiter l'exposition des populations

Deux chercheuses de l'Inserm et un chercheur d'INRAE ont participé à une série de trois articles publiés le 19 novembre 2025 dans *The Lancet* consacrés aux conséquences sur la santé de la consommation d'aliments ultra-transformés. Les 43 scientifiques internationaux qui signent cette série d'articles proposent la mise en place de mesures de santé publique pour limiter le recours aux aliments ultra-transformés et améliorer l'alimentation à l'échelle mondiale. La littérature scientifique montre que cette amélioration nécessite la mise en place de politiques publiques coordonnées visant à réduire la production, la commercialisation et la consommation d'aliments ultra-transformés, en parallèle des mesures visant à limiter les apports en sucre, sel, graisses saturées et à améliorer l'accès à une alimentation saine.

Les aliments ultra-transformés, selon la classification NOVA, sont des produits ayant subi d'importants procédés de transformation (chimique, physique, biologique), qui sont généralement formulés à partir d'ingrédients industriels tels que des huiles hydrogénées, des isolats de protéines ou du sirop de glucose/fructose, et des additifs alimentaires « cosmétiques » (colorants, édulcorants artificiels, émulsifiants...).

Les données examinées dans le 1er article de la série montrent que les régimes riches en aliments ultra-transformés sont associés à une surconsommation alimentaire globale, à une mauvaise qualité nutritionnelle (trop de sucre et de mauvaises graisses, trop peu de fibres et de protéines) et à une exposition plus élevée à des produits chimiques et additifs potentiellement problématiques pour la santé. En outre, une revue systématique de la littérature scientifique, portant sur 104 études à long terme, a révélé que 92 d'entre elles faisaient état d'une incidence plus élevée d'une ou plusieurs maladies chroniques associée à la consommation d'aliments ultra-transformés, les méta-analyses montrant des associations significatives pour 12 problèmes de santé, notamment l'obésité, le diabète de type 2, les maladies cardiovasculaires, la dépression et la mortalité prématurée toutes causes confondues. La cohorte française NutriNet-Santé, pilotée par l'équipe Cress-Eren (Inserm/INRAE/Cnam/Université Sorbonne Paris Nord/Université Paris Cité) a justement permis de publier certaines de ces études pionnières. La cohorte permet aujourd'hui d'aller plus loin en apportant des éléments sur les potentiels facteurs en jeu (additifs alimentaires, contaminants liés aux procédés de transformation et aux emballages...).

« Selon Mathilde Touvier, directrice de recherche Inserm, coordinatrice de la cohorte NutriNet-Santé et Bernard Srour, chercheur INRAE, qui ont participé au 1^{er} article de la série : « De plus en plus d'études montrent qu'une alimentation riche en aliments ultra-transformés nuit à la santé. Si un débat sur les aliments ultra-transformés au sein de la communauté scientifique est le bienvenu pour renforcer le niveau de preuves disponibles, notamment sur les mécanismes et les facteurs impliqués, il convient de distinguer des tentatives des groupes d'intérêts particuliers visant à discréditer les preuves scientifiques actuelles et à freiner les politiques de santé publique. »

CONTACT > m.touvier@eren.smbh.univ-paris13.fr
Référence > doi: 10.1136/bmj-2023-077310

Innovations



Le Département encourage et accompagne les agents dans leur parcours de la recherche vers l'innovation.

Pour financer les recherches des équipes du Département, près de 75 contrats de recherche avec des acteurs socio-économiques ont été conclus entre 2020 et 2025 (> 7 M€). Sur cette même période, les équipes ont également bénéficié de près de 36 M€ de subventions publiques (appel à projets générique de l'ANR, PIA-France 2030, financements européens et internationaux) et du soutien renouvelé de fondations et de sociétés savantes (> 12 M€).

À ce jour, les unités du Département sont impliquées dans 3 laboratoires communs avec des partenaires privés, financés par l'ANR.

Entre 2020 et 2025, plus de 90 déclarations d'inventions et de résultats valorisables ont été soumises par les agents du Département, menant au dépôt de plus de cinquante nouvelles demandes de brevets au cours de la période, ainsi qu'à la création de 6 start-ups et 1 association issues des recherches du Département.



➤ LabCom MediterHEALTH : vers une plateforme de prévention personnalisée basée sur le régime méditerranéen

Le projet de LabCom MediterHEALTH entre le Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation à Dijon et la startup RETINOV a été sélectionné par l'ANR au terme de la 2ème vague de l'appel 2025. MediterHEALTH vise à comprendre et lever les freins à l'adhésion au régime méditerranéen et enrichir un outil numérique de prévention personnalisée.

▲ Le vieillissement démographique s'accompagne d'une progression marquée des maladies chroniques, en particulier cardiovasculaires et neurodégénératives, telles que la maladie d'Alzheimer — qui touche environ 1 million de personnes en France et près de 9 millions dans l'Union européenne — ainsi que la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA), qui concerne environ 1,5 million de personnes en France et 16 millions à l'échelle de l'UE. À l'échelle européenne, les projections actuelles estiment qu'environ 14 millions de personnes pourraient être atteintes de la maladie d'Alzheimer à l'horizon 2050, et selon les modèles utilisés entre 20 et 67 millions de DMLA d'ici 2040. De nombreuses études montrent que le régime

méditerranéen, riche en fruits, légumes, huile d'olive et poissons, exerce un effet protecteur contre ces pathologies. Malgré ses bénéfices reconnus, son adoption reste limitée en raison de freins culturels, économiques et d'un manque d'accompagnement personnalisé. Dans ce contexte, la prévention par l'alimentation apparaît comme une priorité de santé publique.

Le Laboratoire Commun MediterHEALTH vise à relever ce défi en associant expertise scientifique et innovation numérique. Il réunit l'équipe Œil & Nutrition (INRAE, CSGA Dijon) et la startup RETINOV, afin de faire évoluer l'outil Tina®, actuellement dédié à l'évaluation du risque nutritionnel lié à la DMLA, vers une plateforme de prévention personnalisée basée sur le régime méditerranéen, accessible au grand public et aux professionnels de santé. Le projet s'articule autour de quatre étapes qui sont 1) l'identification des facteurs influençant l'adoption du régime méditerranéen à travers une démarche participative, 2) la modélisation, grâce à l'IA, des liens entre ces facteurs et l'état biologique à partir de biomarqueurs nutritionnels sanguins, 3) la définition de leviers concrets pour améliorer l'adhésion au régime, et enfin 4) le test du modèle en conditions réelles pendant un an avec un suivi adaptatif.

Les résultats attendus incluent une meilleure compréhension individuelle des liens entre alimentation, mode de vie et santé, le développement de modèles prédictifs pour des recommandations personnalisées validées scientifiquement, ainsi qu'un outil numérique enrichi intégrant questionnaires, photos de repas et données biologiques. Au-delà de la DMLA, Tina® pourra être étendu à toute autre pathologie sous l'influence du régime méditerranéen.



CONTACT > niyazi.acar@inrae.fr

Distinctions





Niyazi Acar reçoit le Prix de l'œil 2025

Niyazi Acar, directeur de recherches au sein de l'équipe Œil & Nutrition du Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation à Dijon, reçoit le Prix de l'œil 2025. Ce prix, décerné par la Fondation de France, récompense des travaux de recherche originaux ou innovants dans le domaine de l'ophtalmologie ou des sciences de la vision.

Le prix récompense les travaux de Niyazi Acar sur le thème « Lipides et rétine : vers une approche personnalisée de la prévention nutritionnelle de la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) »

L'équipe Œil & Nutrition du Centre des sciences du goût et de l'alimentation (CSGA, UMR1324 INRAE, 6265 CNRS, Université Bourgogne Europe, Institut Agro Dijon) de Dijon, s'intéresse aux liens entre les métabolismes lipidiques et la santé rétinienne. Elle est dirigée par Niyazi Acar (DR2 INRAE), en collaboration avec Catherine Creuzot-Garcher (PU-PH), cheffe du Service d'ophtalmologie du CHU de Dijon.

L'équipe a pour objectif d'étudier le rôle des lipides dans la physiologie de la rétine et dans ses dysfonctionnements en lien avec le développement de la DMLA, du glaucome ou encore de la rétinopathie du prématuré. Depuis plus d'une dizaine d'années, l'équipe Œil & Nutrition s'est impliquée dans le développement et la validation de nouveaux outils d'évaluation du risque alimentaire de la DMLA tels que des marqueurs biologiques non-invasifs, à la fois robustes et simples d'accès et d'usage.

Leurs résultats de recherche ont conduit au dépôt d'un brevet actuellement sous licence avec la start-up RetiNov. Celle-ci a lancé la commercialisation, aux Etats-Unis et au Canada, du biomarqueur sanguin identifié par l'équipe, lequel permet de prédire le contenu rétinien en acides gras oméga-3 de la rétine. L'estimation biologique du risque de DMLA est couplée à une évaluation précise des paramètres liés au mode de vie, l'ensemble permet d'émettre des recommandations personnalisées à travers l'interface web Tina®



Hervé This lauréat du prix Sonning 2025 : quand science et culture se rencontrent

Hervé This, physico-chimiste à INRAE et inventeur de la gastronomie moléculaire, a reçu le prix Sonning 2025 de l'université de Copenhague. Ce prix récompense ses travaux qui ont permis de questionner scientifiquement et de renouveler les savoir-faire culinaires et la gastronomie.

Ce prix culturel danois, d'un montant de 1 million de couronnes danoises (environ 135 000 euros) et remis tous les 2 ans, récompense des contributions majeures au rayonnement de la culture européenne. Ce prix, créé par l'auteur et éditeur danois C.J. Sonning (1879-1937), est décerné par le comité de la Fondation Sonning depuis 1950. Précédemment, le prix a été remis notamment à Niels Bohr, Albert Schweitzer, Lars von Trier, Michael Haneke, Renzo Piano, Günter Grass, Karl Popper, Simone de Beauvoir ou encore Winston Churchill. Par ses travaux, Hervé This a révolutionné la culture gastronomique européenne. Avec plusieurs best-seller, tels que Casseroles et éprouvettes (Molecular Gastronomy), Les secrets de la casserole (Kitchen Mysteries), Hervé This a révélé les mécanismes chimiques et physiques des transformations culinaires, explorées par ailleurs avec le monde professionnel lors des séminaires qu'il organise depuis plus de 25 ans. Des applications techniques (« cuisine moléculaire », « cuisine note à note ») ont été utilisées par les plus grands chefs dans le monde entier. Pour la « cuisine moléculaire », il s'agissait principalement de rénover les techniques culinaires : cuisson à basse température, siphons, azote liquide, évaporateurs rotatifs, sondes à ultrasons. Simultanément, de nouveaux gélifiants ont été introduits, particulièrement utiles quand la gélatine a été interdite, lors de la crise de la vache folle. Le nouveau regard sur les préparations culinaires traditionnelles ou classiques d'abord conduit à nouvelles expériences gustatives et sensorielles, mais, surtout, à une rationalisation de la préparation des aliments.

Hervé This est également à l'origine du concept de la « cuisine note à note » (1994) qui consiste à cuisiner en utilisant des composés purs, extraits des aliments ou synthétisés, comme l'eau, les protéines, la cellulose, le glucose, les acides citriques, les colorants... En les combinant, on obtient des plats entièrement sur mesure, puisque l'on peut choisir les apports nutritifs, le goût, etc. Cette nouvelle forme de cuisine devrait être particulièrement utile en vue de lutter contre les gaspillages, les pertes, anticipant l'augmentation du nombre de bouches à nourrir dans les décennies futures.



Sophie Layé reçoit la médaille Chevreul 2024

La Société française pour l'étude des lipides a attribué la médaille Chevreul 2024 à Sophie Layé pour l'excellence des travaux scientifiques qu'elle a menés au cours de ces dernières années sur les acides gras polyinsaturés oméga-3 dans le cerveau et dans les troubles de l'humeur et de la cognition. Elle salue, de façon générale, son engagement dans les recherches en nutrition et santé cérébrale et mentale. La médaille lui a été remise lors du congrès de la Société internationale pour l'étude des acides gras et des lipides (ISSFAL) de juin 2025.

Directrice de recherche INRAE au sein du laboratoire Nutrition et neurobiologie intégrée (NutriNeuro), Sophie Layé est cheffe adjointe du département Alimentation humaine en charge de l'Europe et de l'international.

Elle a fondé l'UMR NutriNeuro, le laboratoire international OptiNutriBrain (université de Bordeaux et université Laval, Canada) ainsi que le Réseau international de recherche Food4BrainHealth (13 partenaires en France et au Canada). Sa carrière scientifique est dédiée à la compréhension de l'impact de la nutrition sur la santé mentale, en particulier sur les troubles de l'humeur et les troubles cognitifs, en étudiant les effets des aliments sur le fonctionnement du cerveau par des approches intégratives et translationnelles. Les travaux de son équipe visent à définir une nutrition optimale pour la santé du cerveau à tout âge de la vie, notamment par l'identification de biomarqueurs nutritionnels prédictifs des troubles cognitifs et de l'humeur et la compréhension des mécanismes impliqués dans les effets neurobiologiques et comportementaux des nutriments, micronutriments et dérivés du microbiote intestinal. Ces recherches ont pour objectif de développer des stratégies nutritionnelles innovantes pour prévenir les pathologies du cerveau.

Elle a reçu plusieurs distinctions pour ses contributions académiques, notamment les Lauriers INRAE, l'Ordre du mérite du ministère de l'Agriculture et la médaille Chevreul.



Jean-Christophe Delpéche reçoit le prix Desmarest

La Fondation Pierre Deniker a remis le Prix Desmarest à Jean-Christophe Delpéche, chercheur INRAE au sein de l'unité Nutrineuro (Nutrition et neurobiologie) pour ses travaux de recherche sur le rôle des vésicules extracellulaires dans le vieillissement cérébral.

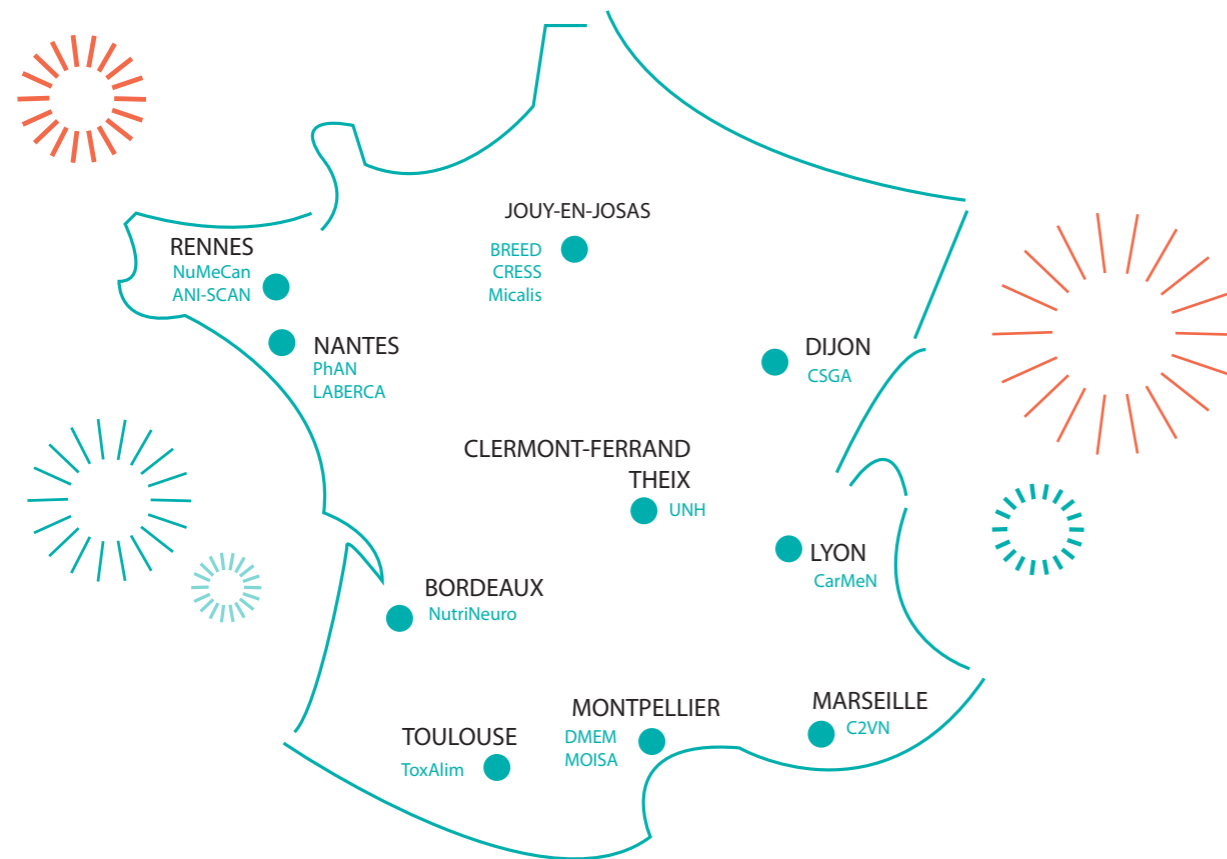
Avec le vieillissement de la population, les troubles cognitifs (comme la perte de mémoire ou les difficultés d'apprentissage) deviennent un enjeu majeur. Aujourd'hui, 57 millions de personnes sont touchées par la démence dans le monde, un chiffre qui pourrait tripler d'ici 2050. Pourtant, nous manquons encore d'outils pour prédire qui sera affecté, pour comprendre pourquoi certaines personnes vieillissent mieux que d'autres, et agir avant que les symptômes n'apparaissent.

Le projet porté par Jean-Christophe Delpéche, docteur en neurosciences, explore les vésicules extracellulaires, de minuscules « bulles » libérées par nos cellules et qui circulent dans le sang. Elles pourraient être les messagères secrètes de notre santé cérébrale. Ces vésicules extracellulaires, produites par les neurones et les cellules immunitaires du cerveau (comme les cellules microgliales), transportent des molécules (protéines, ARN, lipides, fragments d'ADN) reflétant l'état de notre cerveau. En analysant le contenu des vésicules extracellulaires (protéines, molécules), les chercheurs de l'unité Nutrineuro espèrent identifier une signature biologique permettant de distinguer les personnes résilientes (qui vieillissent bien) de celles plus vulnérables. Le projet a pour ambition de développer à terme un test sanguin capable d'identifier les personnes les plus à risque, comme on le fait aujourd'hui pour le cholestérol ou le diabète.

Le projet vise également à étudier comment des vésicules issues de rats âgés ayant maintenu leurs capacités de mémoire ou de rats présentant des troubles de la mémoire influencent la santé des neurones in vitro. Certaines vésicules extracellulaires pourraient protéger les neurones, tandis que d'autres les fragiliseraient, ce qui permettrait d'établir un test fonctionnel utile à la discrimination du statut cognitif durant le vieillissement.

Enfin, les chercheurs exploreront une piste thérapeutique en testant l'efficacité d'injections de vésicules extracellulaires issues de rats résilients dans le cerveau de rats vulnérables pour voir si une amélioration des capacités mémorielles est possible.

L'étude des vésicules extracellulaires pourrait révolutionner la détection précoce du déclin cognitif anormal et ouvrir la voie à des stratégies de prévention (alimentation, stimulation cognitive, médicaments) en fonction du profil cognitif de chacun.



CARTE DES UNITÉS du département AlimH

ANI-SCAN	Unité de service scanographie
BREED	Biologie de la reproduction, environnement, épigénétique et développement
C2VN	Centre Cardiovasculaire et Nutrition
CarMeN	Cardiovasculaire Métabolisme Diabétologie et Nutrition
CRESS	Centre de recherche en épidémiologie et statistiques
CSGA	Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation
DMEM	Dynamique Musculaire et Métabolisme
LABERCA	Laboratoire d'Etudes des Résidus et Contaminants dans les Aliments
Micalis	Microbiologie de l'Alimentation au service de la Santé humaine
MOISA	Montpellier Interdisciplinary Center on Sustainable Agri-food Systems
MTS	Médicaments et technologies pour la santé
NuMeCan	Nutrition, Métabolismes et Cancer
NutriNeuro	Nutrition et Neurobiologie intégrée
PhAN	Physiopathologie des Adaptations Nutritionnelles
PNCA	Physiologie de la Nutrition et du Comportement Alimentaire
ToxAlim	Toxicologie Alimentaire
UNH	Nutrition Humaine



INRAE · Département AlimH
Site de Theix
63122 Saint Genès Champanelle

Directeur de la publication :
Lionel Bretilon

Coordinatrice de l'édition :
Claire Gaudout

Comité de rédaction :
Agathe Afchain, Sylvie Bardon,
Emmanuelle Kesse-Guyot,
Fabrice Pierre, David Val-Laillet

Graphisme :
Studio Bird Idea® - www.birdidea.fr

Photos :
Adobe Stock - Shutterstock - Istock - INRAE

Rejoignez-nous sur :



www.inrae.fr/departements/alimh

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



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE