



> dossier de
PRESSE

INRAE

Vers des systèmes alimentaires sains et durables : quand la recherche accompagne la transition

One Health, une seule santé pour la Terre, les animaux et les Hommes



SOMMAIRE

01

Du champ à l'assiette
de nombreux leviers d'action
pour des bénéfices de santé
p.6/17

02

Mode de consommation,
régimes alimentaires:
quels impacts sur la santé
et l'environnement?
p.18/24

03

Vers des systèmes alimentaires
sains et durables: accompagner
la transition à travers
les politiques publiques
p.25/33



Contacts scientifiques

p.34/35

EDITORIAL

Vers des systèmes alimentaires sains et durables

Quand la recherche accompagne la transition

L'alimentation a une place importante dans notre vie de tous les jours. Elle est une source de plaisir, de découvertes sensorielles, voire de réconfort quand les temps sont difficiles. Que ce soit en famille, entre amis ou au travail, les repas sont des moments durant lesquels se tissent nos liens sociaux. A travers nos pratiques alimentaires, nous exprimons aussi des goûts et des préférences qui nous rattachent à une culture et des histoires individuelles et collectives.

Mais l'alimentation donne aussi lieu à des inquiétudes renforcées ces dernières décennies. Des crises sanitaires à fort retentissement médiatique ont amoindri la confiance des consommateurs dans les aliments qui leur sont proposés. Des régimes alimentaires éloignés des recommandations nutritionnelles sont des facteurs de risques qui contribuent à la survenue de maladies chroniques. La progression de l'obésité et du surpoids dans de nombreux pays révèle de profondes inégalités sociales dans les façons de se nourrir. Répondre à ces enjeux de santé par l'alimentation, tout autant que répondre aux besoins alimentaires d'une population mondiale en croissance, sont des défis majeurs pour les décennies à venir. Autre sujet d'inquiétude : les manières de produire notre alimentation ont des impacts environnementaux. Ces impacts affectent la préservation des ressources naturelles et contribuent de façon significative au changement climatique. L'émission de contaminants dans l'air, l'eau ou les sols par les activités conduites au sein du système alimentaire ont des effets de plus en plus avérés sur la santé des populations.

Les recherches d'INRAE s'efforcent d'intégrer ces différentes dimensions en se plaçant dans une perspective de santé globale, qui considère les enjeux de santé au cœur des évolutions à conduire simultanément sur les plans agricole, alimentaire et environnemental. Ces évolutions mettent en effet en jeu, à la fois, nos manières de produire notre alimentation et nos manières de consommer, à travers l'adaptation de nos pratiques et régimes alimentaires.

Dans ce cadre, les chercheurs étudient les divers facteurs qui, de la production agricole à la consommation alimentaire, affectent la santé humaine. Ils tentent, par exemple, de mieux identifier les nutriments protecteurs et les substances



néfastes pour notre organisme contenus dans certains aliments. Ils mettent au point des méthodes de production et de transformation qui améliorent à la fois les qualités sanitaires et la valeur nutritionnelle des aliments. Toutes les tranches d'âge ne présentent pas les mêmes besoins physiologiques, chaque génération a ainsi besoin de produits adaptés. Ainsi les scientifiques cherchent à développer des procédés et des produits alimentaires répondant aux besoins physiologiques de certains types de populations – les seniors ou les enfants, par exemple - tout en tenant compte des dimensions sensorielles et de la nécessité de préserver le plaisir de manger.

Sur le volet santé environnementale, les chercheurs tentent de mieux mesurer l'exposition des populations aux polluants issus du système alimentaire et testent des procédés et pratiques pour en réduire l'émission. Dans le même temps, ils évaluent les bénéfices de nouvelles manières de produire sur l'environnement et la biodiversité.

Tout cela sans oublier les aspects économiques et sociaux de l'alimentation. En effet, les impacts de santé résultent aussi des comportements des acteurs - consommateurs et entreprises - qui déterminent les qualités de l'alimentation et des régimes alimentaires. Les chercheurs d'INRAE analysent dans cette perspective les modes de consommation et le fonctionnement des filières agri-alimentaires, étudient les conditions économiques et sociales de changements de pratiques de production et de consommation, évaluent les politiques publiques et leurs impacts sur la santé, l'environnement et la société. Ces recherches viennent en appui aux interventions locales, comme par exemple celles portées par les projets alimentaires territoriaux ; nationales, comme celles qui visent le déploiement de nouveaux types d'étiquetage nutritionnel et environnemental ; et européennes, comme la stratégie de la « fourche à la fourchette » du Pacte Vert européen.

INRAE cherche ainsi à catalyser et accompagner la transition alimentaire que nous devons mettre en œuvre pour répondre aux enjeux de santé, environnementaux et sociaux, auxquels nous avons à faire face.



01.



Du champ à l'assiette:
de nombreux leviers d'action
pour des bénéfices de santé



Comment les modes de production influent-ils sur les qualités des produits ?

Reconnaître le lait des vaches des champs

Des cloches qui sonnent dans le pré. Un troupeau de vaches y broute avec nonchalance l'herbe grasse. Pour les chercheurs INRAE, il y a là plus qu'une image d'Épinal des campagnes françaises. Derrière ce paysage bucolique se cache un grand enjeu : celui de la qualité du lait. En effet, celui des vaches qui ont le loisir de ruminer l'herbe des pâturages présente des différences de composition majeures par rapport à celui des vaches nourries au concentré et à l'ensilage de maïs.

Le lait des premières est plus riche en vitamine A et en acides gras insaturés comme les oméga 3, dont on connaît l'effet protecteur sur notre système cardiovasculaire. En revanche, les secondes produisent des laits qui contiennent plus d'acides gras saturés tels que l'acide palmitique, qui, consommés en excès, favorisent l'apparition des maladies cardiovasculaires.

Ce n'est pas tout. Le lait des vaches nourries à l'herbe est aussi plus crémeux, plus coloré et parfumé. Le fromage et le beurre issus de ce lait n'en sont que plus onctueux et savoureux, et ceci est d'autant plus vrai que la prairie où paissent les animaux contient une grande diversité d'espèces végétales. Pour preuve, les chercheurs d'INRAE ont montré que la transhumance, la migration estivale des vaches vers des pâturages de montagne, produit des laits particulièrement chargés en vitamines, pigments et oméga 3.

Certains signes de qualité (AOC, IG, LR, ...) ne s'y sont pas trompés. Pour obtenir ces labels, ils exigent dans les cahiers des charges que les troupeaux soient nourris à l'herbe. Mais il reste un problème : la fraude. Comment s'assurer que tous les exploitants respectent bien cette exigence ? Les chercheurs veillent au grain. Ils mettent actuellement au point une méthode qui permet de savoir si les animaux ont été nourris à l'herbe, et dans quelle proportion. Il s'agit de l'analyse du spectre infrarouge d'un échantillon de lait. Celui-ci contient de nombreuses informations sur la composition du lait. Rien de plus simple alors pour les industriels : ces spectres infrarouges sont réalisés de façon routinière pour connaître la composition du lait. En quelques clics, ils pourront donc tout savoir du régime des vaches dont ils reçoivent le lait.

Ainsi, les filières qualité ne pourront plus être surprises par le lait de vaches qui ont oublié le bon goût des prairies.



Sélectionner les meilleures vaches à fromage

Depuis quelques dix mille ans, on sait que la meilleure façon de conserver le lait est de le transformer en fromage. Aliment plus digeste que sa matière première, il constitue une source extraordinaire de nutriments : acides gras, protéines, minéraux, vitamines. Pas étonnant qu'au pays des 1 200 fromages, un bon tiers de la production laitière soit consacrée à leur production. Mais pour faire du fromage, tous les laits ne se valent pas. Certains sont plus adaptés à la transformation que d'autres. Connaître l'aptitude fromagère d'un lait (sa « fromageabilité ») pourrait donc aider les producteurs de fromages à mieux choisir leur matière première.

Un projet associant INRAE et plusieurs acteurs de la filière laitière a permis de mettre au point une méthode simple pour prédire cette « fromageabilité ». Il suffit pour cela d'analyser un échantillon de lait avec un spectromètre, un appareil déjà utilisé en routine pour quantifier les principaux composants du lait. Ces travaux, réalisés sur des vaches Montbéliardes de la région Franche-Comté, permettront aux producteurs de connaître le potentiel fromager du lait sans avoir à réaliser de test supplémentaire.

Mais les chercheurs sont allés plus loin. Ils se sont demandé s'il était possible de sélectionner des vaches produisant du lait avec une meilleure aptitude à la transformation fromagère. Leurs résultats montrent que c'est bien le cas : les caractères qui déterminent la qualité fromagère du lait sont bel et bien héréditaires, et donc sélectionnables. Mieux encore : ils ont réussi à identifier les gènes agissant sur ces caractères et montré que la sélection pour un lait plus « fromageable » est compatible avec l'amélioration d'autres caractères importants comme la quantité de lait produite. Ainsi, c'est un nouveau critère de sélection qui sera bientôt disponible pour les éleveurs et les fromagers.



AOC (Appellation d'Origine Contrôlée) : label permettant d'identifier un produit dont les étapes de fabrication sont réalisées dans une même zone géographique et selon un savoir-faire reconnu.

IG (Indication Géographique) : marque, appellation ou symbole appliqué à certains produits ou services qui correspond à une localisation géographique ou à une origine spécifique.

LR (Label Rouge) : marque commerciale de l'Union européenne classifiée en France comme label de qualité.



Quid des brebis et des chèvres ?

En utilisant les mêmes approches que celles mises au point pour les vaches, les chercheurs ont entrepris de caractériser les déterminants de la composition fine des laits de brebis et de chèvre. Pour l'aptitude fromagère, la méthode de prédiction à partir de données spectrométriques devra dans un premier temps être adaptée aux caractéristiques de ces laits, différentes du lait de vache. Les chercheurs pourront ensuite s'intéresser aux déterminants génétiques contrôlant la fromageabilité, pour proposer des outils de sélection adaptés. Des résultats potentiellement importants pour les filières ovine et caprine, car, pour ces deux espèces, pratiquement toute la production laitière est utilisée pour la fabrication de fromages.

Salmonelle: les poussins font de la résistance

Ce mot fait blêmir les éleveurs de poulets : salmonelle. Cette bactérie qui peut se retrouver dans les œufs et la chair des volailles est la deuxième cause d'intoxications alimentaires en France. Outre le problème sanitaire lorsqu'elle s'abat sur un élevage, ce sont tous les revenus de l'éleveur qui peuvent fondre d'un coup. En effet, elle suppose de lourdes dépenses vétérinaires, et peut même entraîner l'abattage des troupeaux.

Face à cette menace, les éleveurs ne sont pourtant pas démunis. Les progrès en matière d'hygiène et de traitements ont fait chuter de moitié le nombre d'infections depuis 2009. Cependant, ces méthodes ont leurs limites. Par exemple, les vaccins n'immunisent les animaux que pour certaines souches de salmonelle. Ils ne protègent pas non plus les poussins tout juste éclos. Quant à l'usage d'antibiotiques, il est cher et de plus en plus réglementé.

Voilà pourquoi les chercheurs d'INRAE explorent de nouvelles voies pour empêcher la salmonelle de prendre pied dans les élevages. La voie du microbiote semble la plus prometteuse. La communauté de bactéries qui colonise l'intestin des poulets est impliquée dans de nombreux processus digestifs et immunitaires. Les chercheurs ont découvert que, face à la salmonelle, les poussins ne sont pas égaux. Certains, les super-excréteurs, y sont plus sensibles, et leurs fèces (excréments solides) la propagent de façon spectaculaire. À l'opposé, il y a les poussins faibles excréteurs, qui, non seulement résistent mieux au pathogène, mais en plus, n'infectent que rarement leurs congénères. Or, les microbiotes digestifs de ces deux groupes s'avèrent être très différents.

Les chercheurs du laboratoire Infectiologie et Santé Publique ont montré qu'il est possible de transférer les caractéristiques des super excréteurs par un transfert du microbiote digestif. Puis, ils ont analysé les différences entre les microbiotes des deux groupes de poussins. Ils ont ainsi identifié quatre espèces de bactéries caractéristiques des volailles résistantes. En les inoculant à des poussins au microbiote digestif encore immature, ils ont montré que l'on peut augmenter leur résistance à la salmonelle de façon importante. Ces bactéries ont donc un effet barrière qui pourrait être mis à profit par les éleveurs.

À présent, les chercheurs mettent au point le cocktail de bactéries protectrices le plus performant possible. Ils tentent aussi d'identifier les autres effets positifs de ces microorganismes. En effet, ils pourraient protéger les poussins d'autres agents pathogènes, comme par exemple les virus responsables de la grippe aviaire. C'est dire si la maîtrise du microbiote digestif est un enjeu important !



Contaminants chimiques : la viande française passée au crible

Pourquoi les Français se tournent-ils de plus en plus vers les produits labellisés Bio ? Leur motivation principale, d'après les recherches sociologiques, consiste à réduire leur exposition aux pesticides, antibiotiques et différents contaminants. Mais, leurs craintes sont-elles fondées et leurs attentes satisfaites ? Le projet Someat, piloté par le laboratoire Qualité des Produits Animaux et impliquant le LABERCA, a permis d'aborder la question par le biais de la filière viande.

Someat est la première étude de référence pour évaluer les risques chimiques des viandes Bio et conventionnelles. Elle est le fruit d'une collaboration entre chercheurs et acteurs des filières viande françaises. Elle a permis de quantifier 256 polluants chimiques parmi lesquels des résidus de pesticides, des mycotoxines, de substances vétérinaires ou encore des micropolluants

environnementaux comme les dioxines, les métaux lourds ou les retardateurs de flamme bromés. Jamais une étude n'avait pris en compte autant de substances et testé autant d'échantillons. En effet, les chercheurs ont évalué près de trois cents viandes représentatives des filières porcine, bovine et avicole.

Tant pour la viande Bio que pour la viande conventionnelle, et quelles que soient les filières, la production française a montré un haut niveau de sécurité vis-à-vis des paramètres toxicologiques réglementés.

Toutefois, l'enquête a montré que les polluants environnementaux sont plus concentrés dans la viande Bio. Le résultat est contre-intuitif, mais il n'a surpris ni les chercheurs ni les professionnels. En effet, ces polluants présents dans l'eau, le sol et l'atmosphère s'accumulent au fil du temps dans les graisses des animaux. Or, dans la filière Bio, les durées d'élevage sont supérieures et, de ce fait, les animaux accumulent pendant plus de temps ces substances. Par exemple, un poulet Bio vit en moyenne 81 jours tandis qu'un poulet conventionnel est abattu au bout de 35 jours. Autre différence : dans le Bio, les animaux ont accès aux espaces extérieurs, et sont, par conséquent, plus exposés à l'environnement que leurs congénères conventionnels qui restent confinés dans des espaces clos.

Est-ce à dire que la consommation de viande Bio est moins sûre pour le consommateur ? Non, répondent les chercheurs, les valeurs mesurées dans le Bio pour les polluants environnementaux sont largement en deçà des seuils autorisés ; la part du Bio dans l'alimentation des Français est de surcroît inférieure à 5%. Par ailleurs, le Bio répond à bien d'autres préoccupations des consommateurs, tel l'impact environnemental de l'élevage, le bien-être animal, ou encore la santé des agriculteurs.





Contaminants alimentaires : la recherche appuie sur l'accélérateur

Pesticides sur les pommes, perturbateurs endocriniens dans les emballages plastiques, composés perfluorés dans le revêtement des poêles, métaux lourds dans la chair des poissons, PCBs* dans la viande : la nourriture nous expose sournoisement aux contaminants. Le constat est d'autant plus préoccupant que l'on sait désormais à quel point ces substances peuvent perturber les fonctions endocriniennes et métaboliques de notre organisme. De plus en plus de résultats suggèrent, par exemple, un lien entre contaminants et maladies chroniques comme l'obésité, le diabète et le cancer.

Pour faire face à cette réalité, les chercheurs INRAE tentent de mieux comprendre les mécanismes par lesquels les contaminants affectent notre santé. Dans le même temps, ils développent des méthodes pour les détecter plus facilement et précisément.

Preuve de cet effort de recherche redoublé, deux grands projets de recherche qui débutent en 2020. Leur point commun ? Tous deux feront entrer dans la toxicologie des aliments des méthodes révolutionnaires.



Les **PCBs**, polychlorobiphényles, sont des polluants organiques persistants (POP) difficiles à détruire dans l'environnement. Ils se sont ainsi accumulés dans les sols, notamment à cause des rejets industriels dans les rivières.

Les «**omiques**» les plus connus sont la génomique, la protéomique, la transcriptomique et la métabolomique.

✓ Quand Goliath s'en mêle

Le laboratoire toulousain Toxalim sera le co-coordonateur du projet européen Goliath. Celui-ci développera des tests standardisés pour mesurer l'impact sur l'organisme des polluants et, ainsi, en évaluer la dangerosité. Pour cela, Goliath intégrera tous les niveaux d'expérimentation : de la modélisation informatique aux données épidémiologiques, en passant par les tests *in-vitro*. Les méthodes «**omiques**»* qu'il développera permettront

notamment d'appréhender l'ensemble des modifications métaboliques et physiologiques induites par les polluants. Ainsi, de nouvelles cibles cellulaires des polluants seront identifiées et leurs modes d'action pourront être déchiffrés.

Les chercheurs de Toxalim apporteront au projet leur savoir-faire en bio-informatique et dans le domaine du métabolisme. Leurs modèles permettront d'identifier les voies métaboliques affectées par les polluants. Leurs expériences *in silico* (informatique), viseront à trouver des marqueurs moléculaires indiquant le degré d'exposition d'un individu. Ces simulations informatiques permettront, en outre, de mieux concevoir et cibler les expériences *in vivo*. C'est en somme un pas de géant dans notre compréhension de l'impact des polluants et dans les méthodologies pour l'étudier que s'apprête à faire Goliath.

✓ Sentinel: sentir les contaminants

Autre projet, autres ambitions. Le projet Sentinel, piloté par le laboratoire Qualité des Produits Animaux et financé par l'Agence Nationale de la Recherche, a pour but de développer des outils peu coûteux, rapides et efficaces pour la surveillance toxicologique de la viande. Parmi les pistes explorées, détecter l'exposition des animaux aux polluants à partir des molécules volatiles qu'ils dégagent.

En effet, lorsqu'un animal a été exposé à un polluant, son métabolisme peut s'en trouver modifié. Il produit alors des molécules volatiles différentes de celles des animaux non exposés. C'est cette différence, cette signature distinctive, que les chercheurs veulent détecter et caractériser. Pour cela, ils développeront des « nez artificiels » qui seront entraînés à percevoir ces différences. Ces nez électroniques, dont les performances n'ont cessé de s'accroître ces dernières années, sont susceptibles de « sentir » les signatures en molécules volatiles qui se dégagent d'un corps. Des essais préliminaires ont prouvé que l'odeur des animaux ou des viandes exposées à des contaminants peut être reconnue grâce à ces outils.

Ainsi, si Sentinel atteint son objectif, les autorités sanitaires et les professionnels de la filière viande disposeront d'un outil puissant et rapide pour surveiller la contamination des animaux et des carcasses destinées à l'alimentation animale.



Comment la transformation des produits peut avoir un impact sur leurs qualités

Des formules infantiles à l'image du lait maternel

Plus les chercheurs étudient le lait maternel et plus ils découvrent ses vertus. Ses propriétés nutritives, bien sûr, en font le meilleur aliment pour le nourrisson. Mais il y a bien plus. Par exemple, des recherches sur l'animal ont montré que le lait maternel joue un rôle clé dans la maturation du système digestif et du système immunitaire. Il contribue en outre à l'établissement d'un microbiote intestinal favorable à l'enfant. Enfin, ses effets positifs sur la santé métabolique semblent se maintenir tout au long de la vie.

D'où cette question : pourrait-on obtenir des formules infantiles qui miment les propriétés du lait maternel et déclenchent ces mêmes cascades de réactions bénéfiques ? C'est dans cette voie que se sont lancés les chercheurs du laboratoire Science et Technologie du Lait et de l'Œuf. Les chercheurs ont ainsi testé l'enrichissement des formules infantiles en matière grasse du lait de vache. Leurs travaux ont montré que celle-ci contribue, chez le porcelet, à une meilleure maturation du système immunitaire et à la mise en place du microbiote intestinal. Depuis, plusieurs marques de laits infantiles ont pris en compte ces résultats dans la composition de leurs formules.

Autre piste en cours de recherche : apporter aux laits infantiles les bactéries présentes naturellement dans le lait maternel. Ces bactéries bénéfiques participent à la colonisation du tube digestif du nouveau-né. Les chercheurs tentent de déterminer les souches qui pourraient être incluses dans une formule infantile.

Enfin, ils s'intéressent aux procédés de fabrication des formules. Le but : trouver des moyens de fabrication plus doux qui permettent d'obtenir des produits dont la structure et la composition soient aussi proches que possible du lait maternel. Par exemple, la microfiltration pourrait remplacer avantageusement les traitements thermiques que subissent généralement les formules infantiles. Ainsi, que bébé s'alimente du lait de sa mère ou d'une formule infantile, on sera sûrs que tous ses besoins seront satisfaits.

Comment choisir sa pizza ?

Trop gras, trop salés, trop sucrés, la consommation de produits dits « ultra-transformés » est pointée du doigt comme en partie responsable de l'épidémie de maladies métaboliques dans le monde. Mais que veut dire, au juste, « ultra-transformé » ? Ce mot désigne les aliments industriels préparés contenant au moins un additif ou un ingrédient dit « cosmétique » tel que les arômes, les colorants, les texturants, sirop de glucose etc. Mais voilà, ce groupe d'aliments est très large. Il met ensemble de très nombreuses familles d'aliments dont certaines peuvent présenter une bonne qualité nutritionnelle.

La première cartographie des pizzas vendues en grandes et moyennes surfaces illustre bien cette idée. Cette cartographie, réalisée par des chercheurs INRAE de l'unité SayFood (Paris-Saclay Food and Bioproduct Engineering), avait pour but de classer les pizzas en fonction de plusieurs critères (degré de transformation, qualité nutritionnelle, impact sur l'environnement, prix, qualités sensorielles, préférences des consommateurs). Contrairement à ce que l'on pourrait penser, ce sont les pizzas du rayon frais qui sont le plus transformées et qui contiennent le plus d'additifs. A l'inverse, ce sont les pizzas surgelées qui présentent le plus faible degré de transformation et qui contiennent le moins d'additifs.

Mais alors, est-ce que l'acheteur sait distinguer les pizzas les plus « naturelles » des plus transformées ? Pour le savoir, les chercheurs ont demandé à un panel de 80 consommateurs d'évaluer une sélection de 16 pizzas. Avant dégustation, tous ont assuré que leur préférence irait aux pizzas les plus naturelles qu'ils ont imaginées plus équilibrées nutritionnellement, sans additifs, peu transformées et... fraîches. Or la dégustation à l'aveugle a montré qu'ils ont préféré majoritairement les pizzas surgelées, ces dernières ayant été perçues comme les plus naturelles. Ces résultats illustrent ainsi la difficulté des consommateurs pour évaluer ces dimensions nutritionnelles et du degré de transformation.

A présent, les chercheurs veulent savoir si le type de transformation et de cuisson (industriel vs domestique ou artisanal) modifie les perceptions des consommateurs. Ils chercheront aussi des marqueurs chimiques potentiellement nocifs pour la santé, liés à la cuisson et la transformation. Un travail qui devrait intéresser la plupart des Français : avec dix kilos de pizzas consommés par an et par personne, ils en sont les seconds consommateurs au monde, derrière les Américains et devant les Italiens.





Des approches intégrées de la construction des qualités du champ à l'assiette

Les multiples facettes de la qualité

Si la qualité des aliments pouvait se mesurer comme une distance ou un temps, ce serait facile. Mais non... la qualité, c'est bien plus complexe. Prenons un steak, par exemple : les consommateurs apprécieront sa couleur, sa tendreté, sa jutosité, sa saveur, ils seront sensibles aux conditions d'élevage de l'animal et aux impacts de sa consommation sur leur santé et sur l'environnement. Les éleveurs, eux, seront rémunérés sur le poids, l'état d'engraissement et la conformation de la carcasse. Les transformateurs, les nutritionnistes, les environnementalistes auront également leurs propres critères pour qualifier ce steak. Impossible, donc, de parler de qualité sans mentionner le point de vue où l'on se place.

Pour y voir plus clair, le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation et FranceAgriMer ont commandité à INRAE une expertise collective sur la qualité des aliments d'origine animale. Présentés en mai 2020, les résultats des analyses des déterminants des différentes propriétés constitutives de la qualité révèlent quelles sont les conditions d'élevage et de transformation qui influent le plus sur cette qualité.



Les chercheurs ont aussi pointé certains antagonismes. Par exemple, une sélection génétique axée sur le développement musculaire et l'efficacité alimentaire, qui a permis des gains considérables de production quantitative, s'est faite au détriment des propriétés organoleptiques et technologiques. La priorité donnée à la quantité produite a aussi encouragé la spécialisation de l'orientation productive des animaux, engendrant des problèmes éthiques quant au devenir des jeunes mâles (chevreaux, poussins) dans certaines filières laitières ou de ponte. Mettre en lumière ces antagonismes permet de réfléchir à des compromis et d'imaginer des solutions pour les dépasser ; cela souligne aussi l'intérêt du développement d'approches multicritères.

Un focus particulier sur les produits sous signe de qualité (Bio, AOP, IGP, STG*, Label Rouge...) a montré comment les engagements de leurs cahiers des charges contribuent à construire la qualité du produit. L'expertise a par ailleurs pointé le besoin de mieux appréhender les liens entre les conditions de production et de transformation des aliments et la santé humaine. Ceci permettrait d'affiner les recommandations nutritionnelles, qui, pour le moment, s'arrêtent aux grandes catégories d'aliments. Ainsi, ces recommandations pourront tenir compte de la variabilité des produits à l'intérieur d'une même catégorie.



C'est du propre ! Les chercheurs font évoluer l'hygiène industrielle

L'une des pires craintes des entreprises agroalimentaires est de voir l'un de leurs produits contaminés par des bactéries pathogènes. Si cette contamination entraîne des hospitalisations, des reportages télé ou du buzz dans les réseaux sociaux, elles se retrouvent alors en plein cauchemar. On a vu des entreprises perdre 80% de leur chiffre d'affaire à la suite d'un scandale médiatisé. C'est dire si l'hygiène industrielle est un aspect crucial à la survie des filières agroalimentaires. INRAE s'y intéresse de près. Ainsi, les chercheurs de l'Unité Matériaux et Transformations travaillent aux côtés des industriels pour rendre leurs outils de production plus faciles à nettoyer. Mieux encore : ils cherchent à concevoir des équipements moins vulnérables à la colonisation par les bactéries.

Un exemple parmi leurs recherches ? L'amélioration des bacs dans lesquels sont lavées les salades avant d'être mises en sachet. Les chercheurs ont montré que la forme de ces containers est cruciale. Les bacs qui présentent des angles droits et des arêtes favorisent l'apparition de colonies bactériennes. Ils sont aussi plus difficiles à nettoyer et désinfecter. Résultat : pour maintenir la sécurité sanitaire des produits, il faut forcer sur l'utilisation d'eau et de chlore. Au bout de leur recherche, les scientifiques ont posé des recommandations pour la fabrication de bacs de lavage plus sûrs et faciles à entretenir. Recommandations qu'un constructeur d'équipements pour l'agroalimentaire a décidé de suivre.

Autre volet de leurs recherches, celui du lavage des équipements. Les chercheurs tentent de mettre au point des procédés de nettoyage plus économes en eau et en lessives. Une des pistes de recherche est l'utilisation de mousses. Lorsqu'une mousse parcourt une surface, elle exerce sur celle-ci une action mécanique semblable à celle d'une éponge. Ceci contribue à arracher les films de bactéries sans pousser sur le robinet. Voilà donc une nouvelle arme dans cette guerre sans fin entre l'aliment et les bactéries indésirables.



STG : spécialité traditionnelle garantie, label reconnue par l'Union européenne.



Cure minceur pour le foie

L'une des conséquences de l'évolution de nos modes de vie, dont une plus grande consommation d'aliments ultra-transformés, est l'augmentation du risque de maladies métaboliques, dont la stéatose hépatique, dans le monde. Cette affection est aussi connue sous le nom de maladie du foie gras car elle se caractérise par une accumulation anormale de graisses dans le foie. En France, elle toucherait 15 à 20% de la population.

En soi, la stéatose n'est pas dangereuse et est souvent asymptomatique. Le problème, c'est qu'elle est en quelque sorte l'antichambre de maladies graves comme le cancer ou la cirrhose. Voilà pourquoi les chercheurs INRAE du laboratoire Toxalim voudraient mieux la dépister et prévenir son évolution vers des stades graves. Pour cela, ils tentent d'identifier des marqueurs de la maladie : des métabolites qui circulent dans le sang et qui permettent un dépistage facile et rapide. Ils tentent aussi de comprendre les mécanismes par lesquels certains nutriments comme les sucres des sodas ou

les acides gras saturés, favorisent l'accumulation de graisse dans le foie. De plus, l'équipe étudie la possibilité que des contaminants de l'alimentation (perturbateurs endocriniens, mycotoxines, pesticides...) puissent être des facteurs aggravants.

Autre volet de leurs travaux : la recherche de stratégies nutritionnelles pour protéger le foie de la stéatose. Ainsi, les acides gras insaturés comme les oméga 3, certains acides aminés et vitamines pourraient inverser la tendance vers l'accumulation de gras. Une autre stratégie de protection pourrait être la restriction calorique, voire le jeûne. Les chercheurs étudient les voies de signalisation que met en action le jeûne et qui poussent le foie à brûler les graisses qu'il accumule. L'une de ces voies dépend d'une hormone produite par le foie appelée FGF21. Celle-ci joue un rôle de messenger nécessaire au dialogue avec le cerveau et les tissus adipeux.

Ces travaux pourraient contribuer à fonder scientifiquement des recommandations nutritionnelles pour lutter contre la stéatose et les dysfonctionnements du foie. Mais elles permettent aussi d'identifier des mécanismes d'action et de nouvelles cibles pour des molécules thérapeutiques.

Des filets de poulets plus tendres et plus juteux

Vous en avez peut-être déjà fait l'expérience : tous les filets de poulet ne vous apportent pas le même plaisir à la dégustation. Certains sont tendres et juteux. D'autres, souvent les plus pâles, perdent leur eau à la cuisson et deviennent durs et secs en bouche.

La qualité de la viande est aujourd'hui un enjeu essentiel pour les filières de production de volailles. Un enjeu qui touche au plaisir de manger, mais aussi à la santé. En effet, maîtriser en amont la qualité de la viande de volailles, largement consommée en produits élaborés, c'est aussi améliorer la qualité nutritionnelle de ces produits, et notamment réduire leur teneur en sel.

Depuis une quinzaine d'années, les chercheurs INRAE étudient les déterminants de la qualité de la viande. Ils se sont aperçus que celle-ci est, pour certains aspects, liée au pH de la viande. Lorsque le pH est trop bas (viande acide), elle a tendance à perdre son eau et à durcir à la cuisson. D'où cette question : le pH est-il contrôlé par des facteurs génétiques ?

Pour le savoir, les chercheurs ont développé deux lignées expérimentales de poulets sélectionnées l'une pour un pH bas dans le filet et l'autre pour un pH plus élevé. En comparant le génome de ces deux lignées, ils ont identifié les régions associées à la différence d'acidité. Il existe donc, dans les populations de poulets d'élevage, une diversité génétique propice à la sélection d'animaux produisant une viande de meilleure qualité.

Les chercheurs ont poussé plus loin leurs investigations et ont identifié, dans les régions génomiques repérées grâce aux lignées divergentes, plusieurs gènes qui contrôlent directement la valeur du pH. Cette découverte leur permettra de comprendre les mécanismes moléculaires et physiologiques qui déterminent l'acidité du muscle.

Des résultats de bon augure pour les sélectionneurs et les consommateurs !





La vitamine E pour prévenir le risque de cancer associé à la consommation de charcuterie ?

Savez-vous ce qui donne sa belle couleur rose au jambon ? Ce sont les nitrites, additifs autorisés utilisés couramment en charcuterie. Ceux-ci permettent de conserver ces produits et en prime, renforcent leur odeur appétissante. Ces additifs sont autorisés par l'Union européenne et les quantités utilisées par les fabricants de charcuterie sont inférieures aux seuils prescrits. Néanmoins, une équipe INRAE a montré que les nitrites dans les charcuteries sont associés à la promotion du cancer du côlon chez le rat. En effet, une fois dans l'intestin, les nitrites se combinent avec le fer héminique de la viande pour former du fer nitrosylé, un composé associé aux cancers du côlon.

Alors, pourquoi ne pas les éliminer de la composition des charcuteries ? Les mêmes chercheurs ont en effet montré que cette élimination limite l'augmentation du risque de cancer chez les rats. Mais ce n'est pas si simple. Les charcuteries sans nitrites produisent, lors de leur digestion, une quantité plus importante d'alcénals, des composés toxiques issus de l'interaction entre le fer héminique et les lipides du régime alimentaire. Ainsi, la question se pose sur la conséquence d'une exposition augmentée à ces alcénals toxiques eux aussi pour les cellules du côlon.

Pourtant, il reste un espoir pour les amateurs de saucissons, jambons, chorizos et salamis. Les chercheurs ont trouvé une manière simple de réduire, voire d'éliminer, les effets délétères des nitrites. Il suffit de les accompagner d'un apport en vitamine E. Le pouvoir antioxydant de la vitamine E empêche la formation d'alcénals et de fer nitrosylé dans le côlon. Son effet protecteur a été bien démontré tant sur des modèles animaux que chez des volontaires sains mangeurs de charcuterie.

A présent, les chercheurs travaillent avec des fabricants de charcuterie pour réduire la quantité de nitrites et enrichir leurs produits en vitamine E, qui, encore une bonne nouvelle, ne modifie en rien le goût et l'aspect de ces spécialités.



Des bénéfices de la tomate stressée

Manger des fruits et légumes, c'est toujours une bonne idée. Prenons les tomates, par exemple : elles sont source de vitamine E et C, ainsi que de micronutriments comme le lycopène et le bêta-carotène. Ces molécules au fort pouvoir anti-oxydant pourraient avoir des effets protecteurs sur notre santé. Mais attention, il y a tomate et tomate. D'une tomate à l'autre, la teneur en ces nutriments peut varier d'un facteur 100.

Voilà pourquoi les chercheurs INRAE tentent de déterminer les facteurs qui jouent sur la valeur santé des fruits et des produits issus de leur transformation. Ils cherchent, parmi les variétés de tomates, celles qui concentrent le plus de composés bénéfiques assimilables par notre organisme. Ils s'efforcent aussi de caractériser les pratiques agricoles qui permettent d'obtenir les fruits les plus riches tout en diminuant la quantité d'intrants nécessaires à leur production. Ils tentent aussi de déterminer le lien entre la santé humaine et la teneur en micronutriments et vitamines.

Parmi leurs pistes de recherche, il y a le lien entre le stress hydrique et la concentration en anti-oxydants. En effet, lorsqu'un plant de tomates manque d'eau, sa réponse naturelle est de fermer ses stomates (pores de l'épiderme des feuilles) afin de réduire sa transpiration. Or, la conséquence de cette fermeture est que les radicaux libres produits par son métabolisme s'accumulent dans ses tissus. Pour se prémunir contre leurs effets délétères, la tomate se met alors à produire des antioxydants, dont le consommateur peut bénéficier.

Bien entendu, avant de priver d'eau ses tomates, il faut bien comprendre ce qui se passe à chaque étape du développement de la plante lorsqu'elle subit un déficit hydrique. À l'aide de simulations numériques et d'expériences en serres et en plein champ, les chercheurs tentent de mieux comprendre comment maîtriser ce déficit afin de produire de meilleurs fruits. Cela, sans pour autant faire chuter la productivité, et donc, sans ajouter du stress aux producteurs.



Mycotoxines : l'offensive est lancée

Maïs, blé, orge et avoine ont un point commun : ces céréales peuvent être contaminées par des mycotoxines. Ces molécules produites par des champignons pathogènes sont toxiques pour l'Homme : elles attaquent le foie, les reins, la peau, le système nerveux et certaines d'entre elles sont susceptibles d'induire des cancers. Voilà pourquoi, lorsqu'un lot de céréales dépasse un certain seuil de concentration en mycotoxines, il est considéré impropre pour la consommation humaine. Il peut parfois servir à l'alimentation animale, mais pour le producteur cette dégradation constitue une dure perte économique. Un scénario qui n'a rien d'improbable : certaines années, jusqu'à 20% de la production de blé et de maïs dépasse les seuils réglementaires. À cette inquiétude, s'ajoute une autre : le réchauffement climatique qui pourrait aggraver ou minimiser la menace selon les zones de cultures.

INRAE se devait de prendre ce problème à bras le corps. Ainsi, au laboratoire Mycologie et Sécurité des Aliments, les chercheurs étudient la biologie de ces champignons producteurs de mycotoxines qui infectent les céréales. Ils tentent de comprendre comment les facteurs environnementaux jouent sur la production de toxines. En effet, ce sont souvent des stress comme le manque d'eau, une température trop élevée, un pH trop bas ou encore, la présence de molécules oxydantes, qui incitent les champignons à synthétiser ces substances toxiques. Une meilleure connaissance de ces pathogènes permettra d'anticiper leurs offensives annuelles.

Dans le même temps, les scientifiques tentent de trouver de nouveaux moyens de lutte contre les champignons. Par exemple, ils ont découvert qu'une famille de peptides produite par certaines tiques était très efficace pour inhiber la croissance fongique. De même, des molécules naturelles à propriétés antioxydantes que l'on trouve en particulier dans des coproduits de la vigne, semblent bloquer la production de toxines chez les champignons. Ces différentes molécules pourraient apporter de nouvelles armes contre ces ravageurs. Elles permettraient, en outre, d'aider à limiter la dépendance des agriculteurs vis-à-vis des fongicides de synthèse.

Autre voie de recherche : mettre à profit des bactéries et levures présentes dans les sols ou sur les épis et les grains. Celles-ci peuvent faire obstacle au développement des champignons ou contrecarrer la production de toxines. Certaines sont même capables de dégrader les toxines en composés non toxiques. De nouvelles solutions pour limiter la contamination des récoltes et protéger les consommateurs ne devraient pas tarder à voir le jour !



Mycotoxines : quel rôle dans l'inflammation de l'intestin ?

Ces dernières décennies, le nombre de patients atteints par une maladie inflammatoire chronique de l'intestin (MICI), comme la maladie de Crohn, est en nette augmentation dans nos pays développés mais aussi dans ceux en voie de développement. Ces maladies déclenchées par plusieurs facteurs entraînent une douleur vive et sont invalidantes pour la personne atteinte. C'est pourquoi les chercheurs d'INRAE s'intéressent aux facteurs qui peuvent provoquer l'apparition de ces maladies. Les contaminants alimentaires sont une corne d'abondance lorsqu'on traque les facteurs environnementaux. Parmi ces derniers, on y trouve les mycotoxines, des toxines produites par de minuscules champignons et moisissures. La star des mycotoxines : le déoxynivalérol (DON), produit par les moisissures de type *Fusarium*¹. Cette toxine peut se retrouver dans les céréales. Donc tous nos aliments à bases de céréales sont concernés, comme la farine, le pain ou encore les pâtes.



Mais la recherche ne reste pas les bras croisés face à cet ennemi microscopique. En effet, les scientifiques ont montré que le DON altère la fonction barrière de l'intestin, provoquant une réponse inflammatoire, donc des douleurs abdominales. Mais son rôle dans les troubles provoqués par les MICI n'avait jamais été exploré. C'est pourquoi les chercheurs d'INRAE ont étudié l'effet de l'exposition à du DON dans l'alimentation. Ils ont mesuré l'impact de cette exposition dans l'alimentation sur le développement d'une maladie inflammatoire de l'intestin. Ils ont pour cela nourri pendant quatre semaines un groupe de souris modèles avec des aliments faiblement contaminés par du DON. Les symptômes sont apparus pendant la quatrième semaine. Le résultat est sans appel : les animaux exposés au DON ont une apparition plus rapide et plus sévère des symptômes. En plus des désagréments intestinaux, l'exposition au DON induit une augmentation de la perte de poids et une inflammation plus importante de la paroi intestinale. Les scientifiques ont donc montré que chez l'animal, le déoxynivalérol (DON), un des contaminants alimentaires les plus répandus dans les céréales et aliments à base de céréales, est un facteur de risque dans le développement de maladies inflammatoires de l'intestin.

¹. Famille de champignons regroupant plusieurs espèces qui s'attaquent aux plantes, notamment les céréales et les graminées.



Fermentations d'avenir

Quel est le point commun entre le fromage, le pain, la bière, le vin et le saucisson ? Facile : tous ces produits sont issus d'une fermentation. Des microorganismes (bactéries, levures...) en ont transformé la matière première pour leur donner leurs caractéristiques gustatives et nutritionnelles. Un groupe d'aliments manque pourtant à notre liste : celui des légumes. En Asie ou en Europe de l'Est, les végétaux fermentés sont très appréciés. En France, on les connaît moins : à part la choucroute et les olives, peu d'exemples viennent à l'esprit.

Et c'est bien dommage car les végétaux fermentés sont une source de nouveaux goûts, de nouvelles idées de recettes, et représentent un nouveau mode de consommation. Côté nutrition, ils présentent aussi un grand intérêt : la fermentation est susceptible d'enrichir les végétaux en vitamines du complexe B et de dégrader toute ou partie des éléments antinutritionnels. Si leur consommation augmentait, ils contribueraient également à réduire le gaspillage alimentaire et pourraient devenir un nouveau débouché pour les producteurs de légumes et les artisans.

Lancé en 2020, le projet FLEGME : un projet de sciences participatives pour une conservation plus durable des légumes et une diversification de leur mode de consommation, auquel participe INRAE, s'est donné pour but d'étudier et promouvoir la production et la consommation de végétaux lactofermentés. Pour cela, les chercheurs se sont associés à des petites entreprises de conserves, à des chefs cuisiniers ou encore, à des producteurs locaux. Ensemble, ils vont explorer le potentiel de cette filière peu connue. FLEGME s'est aussi associé à 250 citoyens qui, dans leur cuisine, ont l'habitude de produire leurs propres fermentations de carottes, aubergines, blettes, tomates et autres courgettes.

Ainsi, sur trois ans, ces citoyens échangeront sur leurs pratiques de fermentation avec les chercheurs. Ils leur fourniront des échantillons et aborderont ensemble diverses questions de recherche. Parmi elles, seront abordées la question des bactéries présentes dans les légumes fermentés, celle de la sécurité sanitaire en lien avec la présence possible d'agents pathogènes ou encore celle de l'identification de micronutriments afin de mieux établir la valeur santé de ces aliments. Ainsi, les chercheurs découvriront toute la richesse microbienne des échantillons confectionnés par les citoyens « fermenteurs » et partageront avec eux les résultats. FLEGME pourra alors devenir le ferment pour une petite révolution culinaire en France.





L'évolution des pratiques de production pour un moindre impact sur l'environnement et la santé



Maladies métaboliques et pesticides : les liens se précisent

Les enquêtes épidémiologiques l'ont bien montré : il existe une association entre l'exposition aux pesticides et l'apparition de maladies métaboliques telles que le diabète, l'obésité et l'hypertension. Mais association n'est pas causalité. Pour que le lien soit fermement établi, il faut bien comprendre l'effet des pesticides sur l'organisme et les cellules.

C'est la tâche que s'est donnée une équipe INRAE du laboratoire Toxalim. Pendant un an, les chercheurs ont ajouté au régime d'un groupe de souris un mélange de pesticides utilisés dans la culture de pommes. Les animaux étaient exposés à la dose journalière autorisée chez l'humain (rapportée au poids corporel des souris). Puis, ils ont observé l'effet de ce régime sur leur organisme.

Les résultats ont été spectaculaires chez les souris mâles. Les animaux exposés ont vu leur tissu adipeux se développer et ont pris deux fois plus de poids que les souris non exposées. Ils sont aussi devenus hyperglycémiques, signe précurseur du diabète. Leur foie a développé une stéatose, c'est-à-dire une accumulation de graisse. Les pesticides ont bien provoqué chez les souris de graves déséquilibres métaboliques, annonciateurs des maladies identifiées par les enquêtes épidémiologiques.

Pour les femelles, les effets ont été moins visibles. Elles ont bien développé une légère hyperglycémie, mais leur prise de poids et leur tissu adipeux n'a pas présenté de différences marquées par rapport aux souris non exposées. L'une des hypothèses formulées par les chercheurs est que les femelles bénéficient de mécanismes de détoxification liés au microbiote qui ne sont pas à l'œuvre chez les mâles.

L'une des originalités de ces travaux est d'avoir étudié l'effet cumulatif des différents pesticides. Ceci pourrait déboucher sur une discussion voire une réévaluation des doses journalières, qui sont actuellement établies produit par produit, sans tenir compte de leur pertinence lorsque les composés sont en mélange. Les chercheurs vont poursuivre leurs travaux afin de mieux connaître l'effet des mélanges de pesticides pendant les périodes de gestation et de l'allaitement, moments clés du développement.

Les pesticides dans l'air sous surveillance

La pollution de l'air, ça ne se produit pas seulement dans les grandes agglomérations. L'agriculture utilise elle aussi de nombreuses substances qui contribuent à la dégradation de la qualité de l'air. Parmi celles-ci, les pesticides. Qu'ils se dispersent sous forme de gouttelettes lors de leur épandage, ou qu'ils se volatilisent une fois au sol ou sur les plantes, ces produits peuvent voyager sur de longues distances et nuire autant aux populations humaines qu'aux agroécosystèmes. Le problème c'est que les connaissances sur cette source de pollution et ses impacts sont encore très parcellaires.

Afin de réaliser un état des lieux de cette contamination à l'échelle nationale, l'Anses a lancé en 2018 une campagne de mesures dotée d'une méthodologie harmonisée, enquête à laquelle INRAE a apporté son expertise. Ce travail a permis de suivre la concentration atmosphérique de fond pour 80 insecticides, herbicides, fongicides et autres biocides. Les experts ont ainsi identifié 32 substances, qui, du fait de leur présence dans l'air et de leur toxicité, devraient être suivies en priorité. Cette campagne a démontré l'intérêt d'une surveillance routinière des pesticides dans l'air.

Par ailleurs, les chercheurs INRAE travaillent à l'identification des leviers pour réduire cette concentration dans l'air. Ils étudient les mécanismes de transfert des pesticides vers l'atmosphère et s'intéressent aux nouvelles techniques d'épandage qui pourraient permettre de réduire ce transfert lors du traitement des parcelles agricoles. À l'aide de modèles et d'études expérimentales, ils tentent de prédire la contamination de l'air et d'évaluer l'exposition des populations humaines et des écosystèmes. Ainsi, peu à peu, le voile se lève sur cette source de contamination longtemps négligée.





Vers des vignobles plus verts

Champignons, insectes, mauvaises herbes, nématodes, tous ces ravageurs sournois semblent manigancer la perte des vignobles. Pas étonnant, au vu de la liste de ses ennemis, que cette culture soit l'une des plus gourmandes en pesticides. Or, ceci constitue un problème de santé publique. La nécessité de réduire l'utilisation de produits phytosanitaires fait désormais consensus. Le hic, c'est que, jusqu'à présent, les initiatives officielles pour réduire cette utilisation n'ont pas eu le succès escompté. D'où, ce double défi : d'une part, trouver des leviers pour rendre la vigne moins dépendante des pesticides sans pour autant laisser le champ libre aux ravageurs. Et d'autre part, diminuer sans plus attendre leur impact sur l'environnement.

Le projet RIPP-Viti, piloté par des chercheurs INRAE dans le cadre du plan national Ecophyto relève le défi pour les vignobles méridionaux. Parmi les stratégies agroécologiques évaluées par les scientifiques, figure le biocontrôle des ravageurs, qui repose sur des méthodes reposant sur l'exploitation de mécanismes naturels pour protéger les cultures. Ils s'intéressent aux pratiques agricoles alternatives comme le maintien de la couverture végétale entre les vignes. Avec ces pratiques, c'est la biodiversité en elle-même qui garantirait la santé du vignoble en créant un écosystème qui empêche la prolifération des ravageurs par le biais de régulations biologiques. Les chercheurs tentent dans le même temps de quantifier les éventuelles pertes en productivité que ces méthodes pourraient entraîner.

Côté réduction des impacts, les chercheurs INRAE étudient l'aménagement de zones tampons, comme par exemple des bandes enherbées. Celles-ci agissent comme filtres naturels qui limitent la dispersion des pesticides. Autre zone tampon dont ils ont démontré l'efficacité : les fossés végétalisés qui collectent l'eau de ruissellement et retiennent une partie des produits phytosanitaires et limitent ainsi la contamination des eaux.

Mais toutes ces stratégies n'auront de sens que si les viticulteurs sont à même de les mobiliser. Voilà pourquoi RIPP-Viti est aussi un projet participatif qui associe les producteurs locaux. Pour les chercheurs d'INRAE, ce travail en commun est nécessaire pour identifier les stratégies les plus réalistes, et pour concevoir, de concert, de nouveaux systèmes agricoles s'inscrivant dans la transition agroécologique. De ce dialogue entre chercheurs et viticulteurs pourrait naître une dynamique territoriale, qui permettrait d'aller vers un vignoble plus vert.



02.



Mode de consommation, régimes alimentaires : quels impacts sur la santé et l'environnement ?



Comment les régimes alimentaires impactent-ils la santé et l'environnement ?

Viandes rouges : comparer le pour et le contre

Les viandes rouges : bénéfiques ou nocives pour la santé ? Le débat pourrait vite tourner en rond. Côté pile, une consommation trop élevée est liée à des cancers colorectaux et des maladies cardiovasculaires. De plus, la viande peut aussi être cause d'intoxication par des agents pathogènes. Côté face, elles sont une source inégalée de fer qui permet de lutter contre les anémies. Pour y voir plus clair, une étude risques-bénéfices s'imposait. C'est ce qu'a réalisé une équipe INRAE.

Les chercheurs ont comparé ces risques et bénéfices de la consommation de viande en les ramenant à une mesure standard, à savoir, le nombre d'années en bonne santé perdues au niveau de la population. Ils ont ainsi montré que, pour cent-mille habitants, les cancers colorectaux et les maladies cardiovasculaires liés à la viande rouge font perdre, respectivement, 19 et 21 années en bonne santé. Quant aux maladies causées par des agents pathogènes, ils ont chiffré la perte à 6,6 années. En face, les anémies dues à une trop faible consommation d'aliments riches en fer font perdre 16 années en bonne santé, toujours pour cent-mille habitants. Ces chiffres sont relativement faibles si on les compare à l'alcool, qui, rien qu'en relation avec les maladies cardiovasculaires, fait perdre 162 années de vie en bonne santé.

Les chercheurs ont ensuite voulu voir quels sous-groupes de la population bénéficieraient le plus du côté positif de la viande. Résultat, ce sont les femmes âgées entre 25 et 44 ans, le groupe le plus susceptible aux anémies, qui profiteraient le plus d'une consommation située autour de 455 grammes par semaine. En revanche, pour les personnes de plus de 65 ans, cette quantité est déjà trop élevée : les risques sont bien plus importants que les bénéfices. De quoi inviter à la modération.

Ces résultats montrent que les recommandations officielles, ne pas manger plus de 500 grammes par semaine, pourraient être mieux ciblées en fonction des différents groupes de la population. À présent, les chercheurs voudraient réaliser ce même type d'analyse pour d'autres aliments, comme les fromages au lait cru, ainsi que pour les régimes alimentaires basés sur les protéines végétales.



La transition alimentaire à petits pas

Face à l'urgence climatique et aux maladies liées aux régimes actuels dans les pays développés, il est nécessaire de végétaliser notre alimentation. Une révolution alimentaire ? Tablons plutôt sur une évolution progressive : chacun devra faire un pas, puis un autre, puis un autre. Cette transition sera la somme de trajectoires individuelles vers des régimes plus sains et durables.

Une équipe INRAE s'est penchée sur ces premiers stades de la transition alimentaire. Elle s'est demandé quels pourraient être ces petits pas et quel en serait l'impact sur la santé et l'environnement. Ceci, en prenant comme point de départ les habitudes de consommation des Français révélées par deux grandes enquêtes nationales sur la nutrition, INCA2 et INCA3. Partant de ces données, les chercheurs ont modélisé des modifications réalistes des choix alimentaires nécessaires à l'atteinte d'une alimentation plus saine et durable. Deux possibilités s'ouvrent ainsi au consommateur : soit substituer des produits animaux par des aliments végétaux qu'il a déjà l'habitude de consommer, soit y introduire de nouveaux aliments, des légumineuses, par exemple.

Les chercheurs ont montré que ces premières substitutions ont un impact positif : elles permettent très vite d'améliorer les régimes du point de vue de la nutrition et d'en réduire l'empreinte environnementale. Cependant, pour vraiment changer la donne, le consommateur doit introduire de nouveaux aliments végétaux dans son quotidien. Les régimes actuels dépendent trop des céréales raffinées, et celles-ci ne permettent pas une transition nutritionnelle satisfaisante. Il est donc indispensable de substituer une part des produits animaux par des légumineuses, des noix et des produits céréaliers complets.

Ces travaux pourraient permettre d'affiner les recommandations nutritionnelles formulées en partie par les autorités. En effet, en complément d'une communication sur des objectifs lointains, qui peuvent être difficiles à appréhender pour le consommateur, il apparaît judicieux de lui proposer des substitutions d'aliments positives, acceptables et faciles à adopter.



L'alimentation durable est-elle compatible avec les habitudes alimentaires ?

C'est un peu comme la quadrature du cercle : penser une alimentation qui satisfait aux besoins nutritionnels, qui n'aggrave pas le changement climatique, et qui n'empêche pas sur le plaisir de manger. Est-on bien sûr que les deux premiers enjeux, santé et environnement, ne nous condamnent pas à un régime monotone et fade, à contrepoil de toutes nos traditions culinaires ? Car, si tel était le cas, les appels à une transition écologique resteraient sans écho. Pas de panique, nous disent les experts.

Les chercheurs de MOISA (MOntpellier Interdisciplinary research center on Sustainable Agri-food systems) se sont penchés sur l'alimentation dans cinq pays européens aux goûts aussi divers que possible : la France, l'Italie, la Suède, le Royaume Uni et la Finlande. En analysant les données de leurs enquêtes alimentaires, ils ont cherché des groupes de consommateurs dont l'alimentation est à la fois plus saine et moins émettrice en gaz à effet de serre, par rapport au reste de la population.

Les chercheurs ont voulu découvrir le secret de leurs repas et comprendre pourquoi leur alimentation émet 20% de gaz à effet de serre de moins que la moyenne. Résultat, dans tous les pays, ces groupes consomment plus d'aliments végétaux et moins de viande, de boissons sucrées et de boissons alcoolisées que le reste de la population. Pourtant, ces consommateurs modèles n'ont pas un régime fondamentalement différent de celui de leurs compatriotes. On y trouve bien représentées toutes les grandes catégories d'aliments.

Ces Européens, qui ont une alimentation « plus durable », consomment en moyenne 1 kg de produits d'origine végétale (dont 500 g de fruits et légumes et 500 g de produits céréaliers, pommes de terre, légumineuses et autres produits végétaux) et 400 g de produits animaux (dont 100 g de viande, poisson et œuf, 30 g/j de fromage et 220 g d'autres produits laitiers, et 50 g de plats composés). En somme, une alimentation durable consiste à modérer certains appétits plus qu'à se priver de ce qu'on aime.



L'effet protecteur du Bio

Pendant longtemps, une question a taraudé l'esprit des experts en alimentation. Les aliments Bio sont-ils vraiment meilleurs pour la santé que les produits conventionnels ? Les opinions allaient dans les deux sens et les données épidémiologiques étaient rares ou incomplètes. Désormais, l'image se précise et de plus en plus de données montrent que les aliments Bio

ont un effet positif sur notre métabolisme. Une pièce fondamentale à ce nouveau consensus a été apportée par NutriNet-Santé (projet BioNutriNet). Cette enquête qui scrute depuis 2009 l'alimentation des Français a permis d'étudier les liens entre la consommation d'aliments Bio et l'apparition de maladies telles que les cancers, le syndrome métabolique et l'obésité.

Il apparaît que la consommation de Bio est associée à une réduction générale de 25% du risque de cancer. Plus précisément, il s'agit d'une réduction de 34% pour le cancer du sein et de 75% pour les lymphomes. De même, la consommation d'aliments Bio réduit de

31% le risque de développer un syndrome métabolique, état de santé qui associe obésité, hypertension, hyperglycémie, entre autres symptômes. De même, elle divise par deux le risque d'obésité.

Qu'est-ce qui explique ces résultats ? On sait que les aliments Bio ont parfois des profils nutritionnels plus favorables à la santé que les produits conventionnels. Par exemple, plus de vitamines et plus de micronutriments bénéfiques comme les polyphénols. Cependant, les chercheurs de l'équipe de recherche en Épidémiologie Nutritionnelle, font l'hypothèse que l'effet protecteur de l'alimentation Bio est plutôt lié au fait que leur consommation réduit l'exposition aux pesticides. Cette hypothèse doit être confirmée, mais la relation entre pesticides, syndrome métabolique et cancers est à présent documentée dans des études expérimentales.

NutriNet va permettre aux chercheurs de poursuivre plus loin leur enquête. A présent, ils veulent mieux caractériser l'exposition aux pesticides des différents groupes de la population française, et de mieux en mesurer l'impact sur la santé.



Mieux comprendre les choix et besoins alimentaires à tous les âges de la vie pour une alimentation plus saine et durable

Comment les césariennes affectent le microbiote digestif du bébé

Dans les pharmacies, il est de plus en plus courant de trouver des formules infantiles enrichies en probiotiques * ou prébiotiques *. Leur but est de prendre soin du microbiote digestif du bébé. Celui-ci est, en effet, un allié fondamental pour la santé de l'enfant. Ces milliers de milliards de microorganismes qui peuplent l'intestin participent au bon développement du système digestif et immunitaire. L'apparition d'asthme, d'allergies, d'obésité ou de diabète est parfois liée à des déséquilibres du microbiote.

Les chercheurs d'INRAE du laboratoire Microbiologie de l'alimentation au service de la santé (Micalis) s'intéressent au développement du microbiote digestif et à ses effets sur la santé. Pour cela, ils étudient le cas des souris nées par césarienne. Celles-ci n'ont pas été exposées aux bactéries vaginales et intestinales de leur mère, et par conséquent, présentent des anomalies dans leur microbiote.

En effet, montrent les chercheurs, juste après la naissance, ces souris ont un microbiote digestif plus diversifié que leurs congénères nées par voie naturelle. Mais chez elles, ce sont les bactéries de la fourrure de la mère, et celles présentes sur les surfaces, qui colonisent leur intestin, espèces bactériennes qui ne sont pas bien adaptées à ce milieu. Résultat, au bout de quelques jours, cette diversité s'estompe.

De plus, cette première colonisation trop rapide a des effets négatifs : elle déclenche une réaction immunitaire chez les souriceaux qui se traduit par une inflammation de l'intestin. C'est comme si, chez ces animaux, le dialogue entre l'hôte et le microbiote partait sur de mauvaises bases.

Ceci a des conséquences sur le long terme. Les chercheurs ont montré que ces souris présentent des perturbations au niveau de la barrière intestinale. Leur intestin est plus perméable, et expose leur organisme à l'entrée de bactéries non désirables, de composés bactériens et de substances toxiques. En outre, chez ces souris, la population de bactéries productrices de butyrate, un acide gras connu pour son effet bénéfique sur la santé, est réduite.

D'après les chercheurs, ces perturbations liées à la naissance par césarienne pourraient être traitées. Ils testent, pour cela, différents prébiotiques et probiotiques qui permettraient d'établir aussi tôt que possible, ce dialogue entre l'hôte et ses bactéries commensales (microbiote). Des formules infantiles de nouvelle génération, basées sur des expériences en laboratoire, devraient profiter de ces travaux.



Probiotiques : micro-organismes vivants qui, lorsqu'ils sont ingérés en quantité suffisante, exercent des effets positifs sur la santé, au-delà des effets nutritionnels traditionnels (OMS).

Prébiotiques : Substances alimentaires favorisant la santé du microbiote.

Quand utiliser les formules hypoallergéniques ?

Vous les trouverez dans toutes les pharmacies : les formules infantiles dites « hypoallergéniques ». Celles-ci contiennent des protéines de lait légèrement « prédigérées », c'est-à-dire coupées en morceaux. Sous cette forme, pense-t-on, le système immunitaire ne réagira pas à leur présence, et ne déclenchera pas de réaction immunitaire. Ainsi, elles sont souvent recommandées pour nourrir les enfants qui, sans être allergiques, ont une histoire familiale d'allergie. Parfois, elles sont même proposées pour des enfants sans risque allergique. L'idée est de les protéger : en évitant l'exposition aux protéines de lait entières, on évitera le développement des allergies.

Des chercheurs d'INRAE du laboratoire d'Immuno-Allergie Alimentaire et du CRESS/ORCHAD se sont penchés sur cet usage préventif des formules « hypoallergéniques ». Tout d'abord, ils ont réalisé une étude épidémiologique grâce aux données de la cohorte Elfe, qui, depuis 2011, suit la santé et l'alimentation de 18 000 enfants. Ils ont ainsi observé que l'utilisation des formules « hypoallergéniques » ne protège pas l'enfant contre l'apparition d'eczéma et de sifflements. Au contraire, elle est associée à un risque plus élevé de développer des allergies alimentaires à 2 ans.

Pour confirmer ces observations, les chercheurs ont testé des formules plus ou moins hydrolysées sur des souris modèles des allergies alimentaires au lait de vache. Là aussi, l'utilisation des formules « hypoallergéniques » de façon préventive n'a eu aucun effet protecteur sur les rongeurs.

Ces travaux soulignent que l'exposition aux protéines entières du lait contribue à la maturation du système immunitaire. Elle aide les défenses de l'organisme à moduler leurs réactions face aux aliments. Bien entendu, ces travaux n'invalident pas l'utilisation de formules fortement hydrolysées pour des enfants réellement allergiques, et pour lesquels il n'y a souvent pas d'autre choix. Cependant, l'idée d'une utilisation préventive des formules hypoallergéniques échoue à l'épreuve du laboratoire.



Petite enfance : quand le plaisir de manger rime avec santé

À l'image de l'apprentissage de sa langue maternelle, c'est par l'exposition répétée à des aliments variés que l'on forme ses habitudes alimentaires. La petite enfance est donc un moment clé pour l'alimentation future, une période matrice où se forment nos préférences. Les études montrent que plus l'enfant a l'occasion de goûter de nouveaux aliments, plus ceux qu'il appréciera seront nombreux. Comme pour tout apprentissage, répéter, insister, recommencer sont les maîtres-mots, en particulier lors de l'introduction des légumes. Si l'enfant fait la moue devant ses carottes, pas de panique, il les mangera peut-être de bon cœur la prochaine fois, ou la fois suivante. Pour que l'enfant développe le plaisir de manger des aliments sains, les parents doivent éviter deux écueils : s'ils sont trop indul-

gents et ne posent pas les règles du repas, l'enfant développera des habitudes peu favorables à sa santé. À l'inverse, une approche trop coercitive, composée d'injonctions comme « tu ne sortiras pas de table avant d'avoir fini tes courgettes », placent les repas et les aliments dans un contexte émotionnel négatif qui nuit au développement du goût. Mais que faire si l'enfant n'a pas acquis, petit, les meilleures habitudes alimentaires ? Peut-on encore rectifier le tir ?

Heureusement, la réponse est positive : il est possible de changer les habitudes alimentaires des enfants plus âgés. C'est ce qu'étudient les chercheurs du projet PUNCH, projet ANR lancé en 2016. Ce projet vise à identifier des leviers d'action afin d'orienter les enfants vers de meilleurs comportements alimentaires. Pour cela, les chercheurs veulent mettre à profit l'outil fondamental du manger sain : le plaisir. Ce plaisir se décline sous trois dimensions. Le plaisir est avant tout lié au goût de l'aliment lui-même. Ensuite, il est lié au contexte social, la manière de partager. Enfin, le plaisir lié aux représentations, au savoir qu'un aliment est à la fois fortifiant et bon pour la planète. En mettant en œuvre ces dimensions, les chercheurs testent des interventions en milieu scolaire afin de changer les habitudes et accoutumer les enfants aux aliments les plus favorables à leur santé. Pour s'inscrire dans le cadre de la loi Egalim, toutes les cantines collectives de la maternelle au lycée proposent un menu végétarien par semaine depuis le 1^{er} novembre 2019. Cette mesure est menée à titre expérimental pendant 2 ans, avec pour objectif une diminution du gaspillage des produits carnés en diversifiant les sources de protéines tout en optimisant l'apport nutritionnel.



Le petit-déjeuner sous pression

Si quelque chose caractérise les Français, c'est bien leur attachement à l'idée de repas. Les études sociologiques le montrent bien : à 12h30, la moitié des Français sont à table. Longtemps, on a cru que l'intensité de la vie moderne allait éroder cette institution. Les horaires de travail de plus en plus flexibles, le grignotage intempestif, les plats surgelés, l'exigence de productivité continue, tout semblait sonner la fin du repas. Et pourtant... en plein 21^e siècle l'idée de prise en commun des aliments résiste dans la plupart des catégories sociales.

Avec toutefois un maillon faible : le petit-déjeuner. C'est sur ce repas au statut équivoque que les Françaises et Français sont les plus prêts à transiger. Une équipe de sociologues s'est intéressée au petit-déjeuner des familles des milieux populaires. Plus particulièrement, à celles qui ne sont pas en situation de précarité, mais pour qui être tous réunis à la même heure constitue une gageure. Les chercheuses ont montré que pour ces familles, maintenir cette tradition est un défi quotidien et un enjeu de respectabilité parentale : le petit-déjeuner est la preuve que le ménage est bien organisé et que l'on prend bien soin des enfants. Une sorte de point d'honneur vis-à-vis des autres.

Pour maintenir le petit-déjeuner malgré les horaires contraignants, le travail de nuit parfois, les familles sont donc prêtes à s'adapter et même à revenir sur les rôles traditionnels. En effet, plus que pour tout autre repas, c'est souvent au petit-déjeuner que le père prend seul la responsabilité de faire manger les enfants. Pourtant, dans la repré-

sentation sociale actuelle ce sont les femmes qui sont jugées lors de leurs rapports avec l'école, les crèches et autres institutions, sur leur capacité à offrir à leurs enfants un petit-déjeuner en bonne et due forme. Ce sont donc ces injonctions sociales, et plus généralement l'injonction faite aux femmes de veiller à l'alimentation de leurs enfants, qui font vivre, malgré tous les obstacles, ce modeste repas du matin.

Ainsi, à travers le petit-déjeuner se révèlent les acteurs et les institutions qui contribuent à maintenir un rythme alimentaire commun dans l'ensemble de notre société.



Des protéines végétales pour muscler le monde

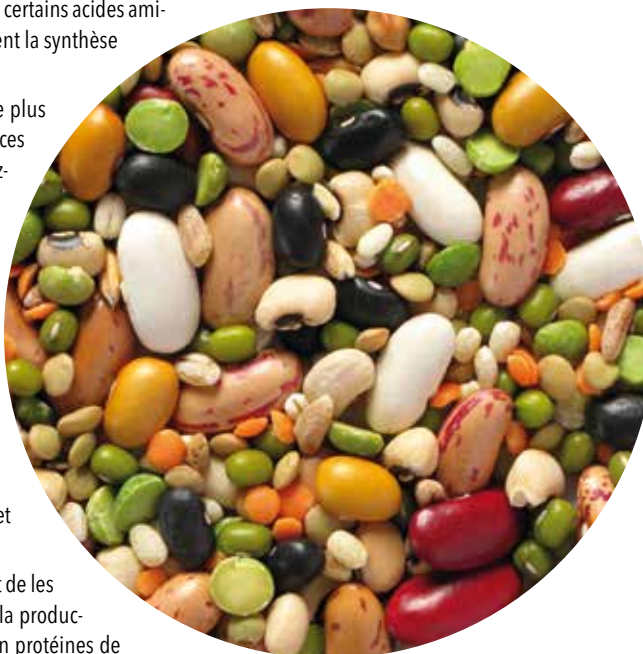
Il n'y a pas d'autre voie : pour fabriquer et renouveler le muscle, il faut manger des protéines. Après digestion, les acides aminés qui composent les protéines alimentaires déclenchent la synthèse des protéines du muscle. C'est ce que les experts appellent l'effet anabolique. Mais voilà, avec les protéines végétales, cet effet n'est pas toujours au rendez-vous. Et pour cause, leur profil en acides aminés n'est pas parfaitement adapté à nos besoins. Quelle que soit la source végétale, certains acides aminés ne sont pas en quantité suffisante pour soutenir efficacement la synthèse des protéines musculaires.

Heureusement, des moyens existent pour pallier ce défaut. Le plus simple consiste à consommer, dans le même repas, plusieurs sources de protéines végétales. Ainsi, tous les acides aminés sont au rendez-vous. Le mix le plus connu est celui des céréales et des légumineuses : ensemble, ces aliments produisent un effet anabolique.

Voilà pourquoi les chercheurs mettent au point des produits qui utilisent la complémentarité entre céréales et lentilles, pois-chiches, haricots, etc. L'un de leurs succès est celui des pâtes aux légumineuses sorties des laboratoires INRAE. Leur profil en acides aminés est aussi favorable que celui des protéines animales. Savoureuses, faciles à utiliser au quotidien, ces pâtes enrichies pourraient rapidement se faire une place dans les magasins spécialisés et les grandes surfaces. A présent, les chercheurs travaillent au développement de pains, brioches et cakes enrichis en farine de légumineuses.

Une autre voie pour corriger le profil des protéines végétales est de les associer à des protéines animales. Les chercheurs travaillent à la production de gels laitiers, type yaourts ou crèmes dessert, enrichis en protéines de fève. Ces produits au profil protéique idéal ont aussi l'avantage de contenir des nutriments comme des fibres et minéraux qui proviennent de leur fraction végétale.

Pour être durable, notre alimentation devra être moins dépendante des protéines animales et redonner une place centrale aux protéines végétales. Que ce soit sous leur forme traditionnelle ou sous ces formes innovantes développées à INRAE, ce sont les légumineuses qui muscleront le monde de demain.



L'Outre-mer face à la mauvaise alimentation

Les départements et territoires d'outre-mer (DROM) sont parmi les plus exposés aux maladies chroniques. La prévalence de l'obésité, du diabète et de l'hypertension y progresse, et cette tendance ne semble pas achevée.

Pour comprendre ce phénomène, la Direction Générale de la Santé a commandé à l'IRD une expertise scientifique collective sur l'alimentation et la nutrition dans les DROM. Quatre chercheurs d'INRAE y ont participé, en parallèle du projet de recherche NuTWInd aux Antilles. Ces travaux ont montré que les inégalités sociales de nutrition sont particulièrement marquées en outre-mer. Entre les catégories favorisées et défavorisées, on trouve jusqu'à 20 points d'écart dans les prévalences de l'obésité et de l'hypertension.

Parmi les habitudes alimentaires observées dans les DROM, les chercheurs ont noté une consommation élevée de boissons sucrées et une faible consommation de fruits et légumes et de produits laitiers. Ceci conduit à une inadéquation des apports en fibres, vitamine B9 et calcium. La diminution de la consommation de produits frais au profit d'aliments ultra-transformés, en particulier chez les plus jeunes, suggère qu'une transition nutritionnelle est en cours.

Deux mécanismes synergiques expliquent ce problème urgent de santé publique. D'abord la proportion de la population vivant sous le seuil de pauvreté est plus grande dans les DROM que dans l'hexagone. Or, les populations défavorisées sont souvent plus touchées par les pathologies nutritionnelles. Ensuite, l'alimentation y est plus chère et la qualité nutritionnelle de certains produits y est moindre (boissons sucrées, produits laitiers). De plus, l'offre de soins en nutrition (diététicien, médecin nutritionniste...) y est déficiente.

Cette expertise a permis de recommander 18 actions afin, d'une part, d'améliorer les environnements de soins, alimentaires et urbains, d'autre part, de cibler les populations les plus vulnérables. Par exemple, la revalorisation des produits traditionnels comme les légumes racines, ou les fruits et légumes locaux est recommandée. Il serait nécessaire d'intégrer la dimension nutritionnelle aux outils économiques existants (Bouclier Qualité Prix, Octroi de mer) pour améliorer l'offre des produits transformés. Enfin, des interventions auprès des personnes précaires, notamment au travers de bons d'achat et d'ateliers de sensibilisation à la nutrition, pourraient aider à améliorer l'état nutritionnel des populations des DROM.



À la table des grands petits mangeurs

Avec le grand âge, il arrive que l'appétit s'amenuise. L'apparition de troubles bucco-dentaires, une baisse de la capacité à percevoir le goût des aliments, la survenue d'une pathologie, d'un stress, d'une rupture sociale (veuvage, solitude...) sont autant de facteurs qui peuvent contribuer à la perte d'appétit chez la personne âgée. Pour autant, et contrairement aux idées reçues, ce n'est pas parce que l'on vieillit que l'on doit moins manger. Les besoins en énergie et en protéines de la personne âgée sont au moins équivalents, et même supérieurs, à ceux d'un adulte plus jeune. Or, ne pas satisfaire ses besoins nutritionnels augmente le risque de dénutrition et constitue une menace pour la santé et le bien-être de nos aînés. Résultat : en maison de retraite, 8 personnes âgées sur 10 ne mangent pas suffisamment pour couvrir leurs besoins en calories et protéines.

Depuis plus de 10 ans, des chercheurs du CSGA et du CHU de Dijon s'intéressent à l'alimentation des personnes âgées en imaginant et testant des stratégies pour stimuler l'appétit et l'envie de manger, que ce soit à domicile ou en maison de retraite. Ces stratégies portent à la fois sur l'environnement du repas et sur le contenu de l'assiette, avec un mot d'ordre : les repas destinés aux personnes âgées doivent rester savoureux et appétissants !

Dans le cadre du projet RENESSENS, financé par l'ANR et soutenu par le pôle de compétitivité Vitagora, une équipe de chercheuses a développé et testé un dispositif d'intervention de terrain afin d'améliorer la prise en charge de ces petits mangeurs âgés. Dans un EHPAD volontaire, elles ont sensibilisé le personnel à la problématique de la dénutrition et organisé des réunions de concertation associant l'ensemble des catégories de personnel de l'établissement : diététicienne, infirmière, aide-soignant, cuisinier... L'objectif de ces réunions était de réfléchir à des actions permettant d'adapter l'offre alimentaire à l'appétit des résidents tout en respectant leurs préférences. Dans la cuisine et la salle à manger, cela s'est notamment traduit par un enrichissement des repas, c'est-à-dire une augmentation de la densité calorique et/ou protéique des plats servis sans augmenter la taille des portions. Ainsi, le soir, c'était soupe enrichie pour la plupart des résidents ! Les résultats, encourageants, ont montré que l'état nutritionnel des résidents à risque de dénutrition s'est stabilisé tandis qu'il s'est altéré dans un établissement ne bénéficiant pas de cette intervention.

Ces travaux montrent que la dénutrition n'est pas une fatalité, et qu'une série de gestes simples peut faire toute la différence.



Alimentation des seniors : mettons les bouillies au rebut

Le plaisir de manger n'est pas qu'une affaire de goût. La texture et le confort en bouche des aliments comptent aussi. Ces aspects, parfois négligés par la recherche, sont particulièrement importants pour les personnes âgées. En effet, avec le grand âge peuvent survenir des problèmes de santé bucco-dentaire qui rendent difficile l'ingestion d'aliments. Ceci est d'ailleurs l'une des causes contribuant à la dénutrition chez les seniors.

Afin de mieux caractériser ce confort en bouche, une équipe de chercheurs a testé une offre alimentaire adaptée aux seniors en regardant de près les aspects mastication et déglutition. Dans le cadre du projet AlimaSSenS, les scientifiques ont demandé à cent personnes âgées de consommer douze aliments préparés spécialement pour elles par des entreprises agroalimentaires. Parmi ces produits, des spécialités céréalières comme des brioches, des produits laitiers (fromages et crèmes dessert) et des préparations à base de viande. L'idée était de proposer des produits qui répondent à leurs besoins nutritionnels, qui soient faciles à ingérer et qui s'écartent le plus possible des purées, potées et bouillies que les seniors apprécient peu et trouvent souvent infantilisantes.

Globalement, les produits présentés ont été appréciés du panel. Les avis ont bien montré que le confort en bouche est bien un facteur clé d'acceptabilité. Pour séduire les seniors, les aliments doivent, avant tout être appétissants et savoureux. En somme, pour qu'un aliment sain soit durablement choisi, sa qualité nutritionnelle ne doit pas dégrader sa valeur hédonique.

Ces résultats devraient donner des pistes aux industriels qui voudraient développer des gammes de produits ciblant les seniors. La population française comptera 29% de personnes de plus de 65 ans en 2080, à bon entendre !



03.



Vers des systèmes alimentaires sains
et durables : accompagner la transition
à travers les politiques publiques



Mieux comprendre les choix des consommateurs afin d'éclairer les pouvoirs publics

Opticourses : lutter contre les inégalités nutritionnelles

Les enquêtes sociologiques l'ont bien montré : les populations défavorisées savent très bien quels sont les enjeux santé de leur alimentation. Mais ceci ne change rien au problème de fond : bien se nourrir lorsqu'on en est en difficulté financière est un défi quotidien. A calories égales, les produits gras, sucrés et salés et les céréales raffinées sont meilleur marché que les aliments sains. Imbattables sur le prix, ils viennent logiquement remplir les caddies des plus démunis. Résultat : un risque accru de développer des maladies métaboliques.

Néanmoins, si le budget alimentaire n'est pas trop faible (au moins 3,85€ par jour et par personne), c'est quand même possible de bien manger. Mais pour cela, il faut bien connaître les aliments de bonne qualité nutritionnelle et de bon prix. C'est de ce constat qu'est né le projet Opticourses. Le but était de proposer des actions pour améliorer l'équilibre alimentaire des approvisionnements d'habitants de quartiers défavorisés. En agissant sur deux leviers : l'offre et la demande.

Côté offre, Opticourses s'est allié à deux supermarchés Dia pour une intervention de marketing social. L'idée était de labéliser certains produits avec le logo « Manger Top » qui guidait les clients vers des choix à la fois bon marché et nutritifs. Côté demande, chercheurs et animateurs ont réalisé des ateliers collectifs. Au travers d'activités ludiques sur le goût, la nutrition et le prix, ces derniers ont découvert des astuces pour améliorer la qualité de leurs achats sans ruiner leurs finances et leur plaisir à l'heure du repas. L'évaluation postérieure de ces deux volets a montré que la sensibilisation et le marketing avaient modifié positivement leurs consommations.

Initialement co-construit entre chercheurs, professionnels et habitants des quartiers Nord de Marseille, Opticourses est aujourd'hui un programme de promotion de la santé utilisable par tous ceux qui veulent faire bouger l'alimentation des populations défavorisées. Une mallette pédagogique est en cours de création. Pour donner plus de souffle à l'initiative, INRAE planche cette année sur la création d'une marque collective pour Opticourses.



L'alimentation au temps de la Covid-19

Jamais, depuis la guerre, les habitudes des Français n'avaient été bouleversées de façon aussi radicale et subite. Il s'agit, bien sûr, du confinement en réponse à la pandémie de la Covid-19. Travail, sommeil, liens sociaux... absolument tout a été chamboulé au cours de ces trois mois. L'alimentation et l'activité physique n'y ont pas échappé.

Une équipe de chercheurs a voulu savoir comment le confinement avait affecté ces pans de la vie quotidienne. Pour cela, ils disposaient d'un outil hors-pair : l'enquête NutriNet-Santé à laquelle participent, depuis 2009, plus de 170 000 volontaires. Pour ce travail sur le confinement, 37 000 de ces Nutrinautes ont répondu à l'appel et ont bien voulu répondre aux questions des chercheurs.

Résultats : 35% des enquêtés admettent avoir pris du poids : 1,8 kg en moyenne. Un peu plus de la moitié ont réduit leur activité physique et 63% sont devenus plus sédentaires, restant assis 7h par jour. Dans le même temps, leur consommation de produits frais a diminué. Pour beaucoup de Français, le confinement s'est traduit par une augmentation du grignotage, notamment de biscuits, gâteaux et autres sucreries. Les moteurs de cette tendance : l'ennui et le stress.

Dans le même temps, pour une partie des Français, ceux des classes les plus aisées en particulier, le confinement a eu l'effet inverse : une meilleure alimentation, plus d'activité physique et une prise de conscience renouvelée du lien entre santé et nutrition. Ainsi, le confinement a fait perdre du poids à 23% des participants. Le confinement a donc accentué les inégalités sociales.

Les chercheurs poursuivent leurs travaux sur l'alimentation et l'activité physique aux temps de la Covid-19. Ils cherchent en particulier des facteurs de risque face au virus qui pourraient se cacher dans nos habitudes alimentaires. De prochaines études pourraient contribuer à l'étude des facteurs de risques, ou protecteurs, notamment ceux liés au mode de vie et aux habitudes alimentaires. D'autres travaux permettront de savoir si la crise sanitaire a modifié les motivations des choix alimentaires en France, en particulier pour la viande et les produits animaux. Et voir si les habitudes prises durant le confinement, bonnes et mauvaises, se sont maintenues par la suite.



Quels outils pour éclairer les pouvoirs publics ?

Oqali : un observatoire pour mesurer l'évolution de la qualité nutritionnelle de l'offre alimentaire

Dans de nombreux pays, les pouvoirs publics mettent en place des politiques visant à améliorer la qualité nutritionnelle des aliments en incitant les entreprises à conduire des démarches de reformulation des produits. L'objectif est, à travers la réduction des teneurs en sel, en sucres et en matières grasses, ou encore l'augmentation de la teneur en fibres des produits, d'améliorer les apports nutritionnels des consommateurs.

L'Observatoire de la Qualité de l'Alimentation [www.oqali.fr] a été créé dans cette perspective en février 2008 par les ministères en charge de l'Agriculture, de la Santé et de la Consommation, qui en ont confié la mise en œuvre conjointement à l'Anses et l'INRAE. Ce dispositif, inscrit dans la loi depuis novembre 2018, permet de suivre l'évolution de la qualité nutritionnelle des aliments transformés disponibles sur le marché français. Il mesure ainsi, de manière objective, la concrétisation des changements mis en œuvre par les acteurs des filières alimentaires, ainsi que les impacts des actions conduites par les pouvoirs publics pour favoriser des améliorations qualitatives par les entreprises.

Les études de l'Oqali montrent, tout d'abord, une variabilité importante de composition nutritionnelle au sein de nombreuses familles de produits, attestant que des marges de manœuvre existent pour améliorer la qualité de l'offre. Les études montrent aussi des évolutions significatives dans certains secteurs de produits, en particulier en matière de réduction des teneurs en sel : parmi les 15 secteurs alimentaires pour lesquels l'évolution des teneurs en sel ou sodium a été étudiée par l'Oqali, 14 présentent des familles avec des teneurs moyennes en sel en baisse, de manière significative. Globalement cependant, ces démarches de reformulation des produits couvrent une partie encore trop restreinte de l'offre pour avoir des impacts importants sur les apports nutritionnels des consommateurs.

Une difficulté souvent mise en avant pour expliquer la faiblesse des démarches de reformulation réside dans leurs impacts sur le goût des aliments qui peuvent conduire les consommateurs à refuser des produits moins riches en sel, en gras ou en sucres. Les études montrent en effet que les consommateurs modifient parfois leurs achats au détriment des produits améliorés sur le plan nutritionnel. Mais, quand on considère la population dans son ensemble, cet effet lié aux modifications des achats des consommateurs reste généralement plus faible que les améliorations permises par les démarches de reformulation.



Onze ans en compagnie de NutriNet-Santé

Lancée en 2009, NutriNet-Santé poursuit sa fascinante aventure scientifique. Cette enquête scrute les comportements alimentaires en lien avec la santé des Français avec une richesse de détails inégalée dans le monde. Cela, grâce aux 170 000 « Nutrinautes » qui répondent régulièrement aux questionnaires en ligne des chercheurs.

Plus de 200 études scientifiques ont été publiées grâce à NutriNet-Santé. Elles ont permis de mieux comprendre les liens entre nutrition et maladies chroniques et d'identifier des facteurs de risque ou de protection dans nos habitudes quotidiennes. Parmi les hauts-faits de l'enquête, la découverte de la relation entre les aliments ultra-transformés et le cancer, les maladies cardiovasculaires et les symptômes dépressifs. NutriNet a aussi montré que la consommation d'aliments Bio est liée à un risque plus faible de développer le cancer et le syndrome métabolique.

Mais l'impact de NutriNet va bien au-delà des laboratoires et des publications scientifiques. L'enquête nourrit les débats sociétaux et contribue à faire bouger la législation. Un exemple ? Le Nutri-Score a été développé en grande partie grâce aux résultats de NutriNet. Autre signe de son succès, le Mexique, le Brésil et le Canada viennent de lancer leur propre étude calquée sur le modèle français.

L'aventure n'est pas près de s'arrêter. Les chercheurs sont déjà parés pour la nouvelle décennie de NutriNet-Santé. Parmi leurs projets, l'étude de l'impact santé des additifs alimentaires et la caractérisation de l'exposition des Français aux contaminants. Ils tenteront aussi d'appréhender les évolutions dans l'alimentation, et notamment, l'effet des recommandations alimentaires. Les Nutrinautes permettront aussi de voir si la réduction de la consommation de viande se maintient et si celle d'aliments végétaux augmente. En d'autres termes, NutriNet veut accompagner la transition vers une alimentation plus saine et durable du point de vue environnemental. www.etude-nutrinet-sante.fr

La chaîne alimentaire sous surveillance

Qu'importe leur origine, les aliments peuvent véhiculer des micro-organismes pathogènes tels que des virus, bactéries ou encore parasites, responsables d'intoxications chez l'humain. En plus de ces agents pathogènes, une grande diversité de produits chimiques (additifs, pesticides, polluants industriels ou issus des emballages) ou de substances d'origine naturelle (éléments traces métalliques, toxines de plantes) peuvent être de la partie. Face à ces risques sanitaires, les Etats Généraux de l'Alimentation de 2017 préconisaient de renforcer le dispositif national de surveillance et de prévention sanitaire. C'est pourquoi INRAE et 13 partenaires se sont associés en juillet 2018 au travers d'une convention-cadre pour créer la Plateforme de Surveillance de la Chaîne Alimentaire (SCA).

Cette Plateforme SCA offre un espace de concertation pour l'ensemble des acteurs privés et publics, pour améliorer la cohérence des actions de surveillance sanitaire de la chaîne alimentaire, et d'en optimiser les coûts. Ainsi des travaux ont pu être lancés sur deux pathogènes : les salmonelles, responsables de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) * et les *Escherichia coli* productrices de shigatoxines (STEC) *, susceptibles d'entraîner des syndromes hémolytiques et urémiques (SHU) * chez l'enfant. Des réflexions sont aussi menées sur les contaminants chimiques, domaine porté par INRAE. Dans ce contexte, un

travail de hiérarchisation des dangers de la chaîne alimentaire est mené, et un premier groupe de travail s'attèle à la problématique du cadmium * dans les aliments. Le rôle de la plateforme SCA est de permettre aux organismes concernés par la surveillance du cadmium de mettre en commun leurs données et stratégies afin de mener une réflexion commune sur cette problématique à tous les maillons de la chaîne alimentaire et dans les différentes filières pour réduire la contamination des denrées.

Afin de mieux appréhender les problématiques de santé publique, de santé animale et d'environnement, dans une démarche « One Health », la plateforme SCA s'est associée à deux autres dispositifs d'épidémiologie : la plateforme d'épidémiologie en santé animale (ESA) préexistante, et la plateforme santé végétale (ESV). La plateforme d'épidémiologie en santé animale (ESA) est chargée de

couvrir tout danger sanitaire ayant ou pouvant avoir un impact sur la santé animale et/ou la santé publique et pour lequel une surveillance est requise chez les animaux. Cette plateforme réunit un ensemble pluridisciplinaire d'acteurs publics et privés, autour des questions de sécurité sanitaire. Sa plus grande force réside dans l'engagement de ses membres autour du partage des données dont ils disposent, permettant non seulement d'améliorer les connaissances sur la thématique choisie, mais aussi de détecter rapidement un « trou dans la raquette », autrement dit une faille éventuelle dans le dispositif d'épidémiologie. La plateforme ESV est quant à elle le pendant végétal de la plateforme ESA.



Plateforme SCA
www.plateforme-sca.fr/

Plateforme ESA
www.plateforme-esa.fr/

Plateforme ESV
plateforme-esv.fr



TIAC (Toxi-infection alimentaire collective): apparition d'au moins 2 cas avec des symptômes similaires, en général gastro-intestinaux, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire.

STEC (*Escherichia coli* productrices de shigatoxines): souches d'*Escherichia coli*, qui produisent des toxines (shigatoxines) responsables de colites hémorragiques et d'épidémies de syndrome hémolytique et urémique.

SHU (syndromes hémolytiques et urémiques): choc toxique induit le plus souvent par des shigatoxines, parfois surnommé « maladie du hamburger » car les premiers cas décrits étaient liés à des viandes hachées insuffisamment cuites contaminées à cœur par ces bactéries. Les symptômes sont l'anémie, l'insuffisance rénale et une diminution de plaquettes.

Cadmium: élément chimique utilisé dans l'industrie, présent naturellement à l'état de traces dans les engrais phosphatés, notamment ceux produits à partir des roches phosphatées qui proviennent d'Europe, du Maroc ou d'Algérie. Le cadmium a des effets toxiques sur les reins, le squelette et l'appareil respiratoire et est classé comme cancérigène pour l'Homme.



Des évolutions à entreprendre à différentes échelles

Dijon : le laboratoire de la transition alimentaire

«Dijon, alimentation durable 2030» : c'est le nom de l'un des projets lauréats de l'appel «Territoires d'Innovation» du Plan d'Investissement d'Avenir. Piloté par INRAE, il a pour objectif de faire de Dijon et de sa région une vitrine de l'alimentation et l'agriculture de demain, exportable sur d'autres territoires.

Vingt-quatre grandes actions ont été lancées dès 2020. De la protection des sols à la promotion d'une alimentation équilibrée pour tous, ces actions engagent laboratoires de recherche d'INRAE, entreprises, communautés territoriales et producteurs. Il s'agit de démontrer à l'échelle territoriale que la transition alimentaire est vertueuse à la fois pour l'environnement, l'activité économique et la cohésion sociale.



Un label *made in territoire*

A titre d'exemple, le projet intègre la construction d'un label pour certifier, outre leur origine locale, la qualité des produits et leur impact positif sur l'environnement. Ici, les critères et les seuils seront construits de concert par les producteurs et les consommateurs en fonction des spécificités locales et de celles des produits.

Les producteurs feront évoluer leurs pratiques agricoles en fonction des objectifs attendus et des spécificités environnementales de leur exploitation et de leur territoire. Ceci, par le biais du partage d'expériences et de diagnostics. Le consommateur, informé de l'origine locale et de la qualité des produits labellisés, devra certes payer un prix légèrement supérieur pour les produits labellisés, mais, grâce à son acte d'achat, il contribuera à promouvoir la transition agroécologique et la qualité de l'environnement dans lequel il vit. En retour, cette consommation incitera les agriculteurs à s'engager dans la transition agroécologique. Ils bénéficieront d'une meilleure rétribution et d'une meilleure reconnaissance de leur travail.



Une expérimentation grandeur nature en restauration collective

Chaque jour, 8 000 repas sont servis aux élèves des écoles maternelles et élémentaires de ce territoire. De même, les employés municipaux se restaurent tous les midis dans un restaurant d'entreprise. Ces milliers de repas quotidiens pourraient constituer un puissant levier pour dynamiser les circuits courts et la production locale de qualité et impulser des consommations alimentaires plus durables. C'est pourquoi le projet «Dijon, alimentation durable 2030» consacre l'une de ses actions à la restauration collective.

Cette action réunit des chercheurs d'INRAE et professionnels de la restauration, qu'elle soit auto-gérée ou concédée. Les scientifiques vont travailler à des indicateurs de durabilité prenant en compte la qualité nutritionnelle des aliments, leur empreinte environnementale, leur impact économique sur le territoire et, bien entendu, la satisfaction des consommateurs. Ainsi, les scientifiques et les professionnels pourront identifier des marges d'amélioration sur la base de ce diagnostic. L'un des buts : réduire l'impact environnemental, par exemple en utilisant autant de produits locaux que possible dans la restauration collective, et en particulier des produits labellisés DijonAgroécologie.

Enfin, les chercheurs d'INRAE, leurs partenaires académiques et les acteurs de terrain réaliseront dans les cantines scolaires et les cafétérias d'entreprise, des actions d'information tout en prenant soin d'évaluer leur impact sur les consommations. Le but : sensibiliser employés et scolaires au goût, à la nutrition et aux méthodes de production des aliments. Une expérimentation grandeur nature qui devrait rendre concrète la transition alimentaire.



Promotion des légumineuses : quand les chefs cuisiniers s'en mêlent

Les légumineuses ont été les grandes perdantes de la transition alimentaire du 20^e siècle. De 7 kg par an auparavant, leur consommation n'est plus que de 2 kg par an aujourd'hui. Ces aliments ont subi de plein fouet un processus de verrouillage agro-industriel : moins de consommation a entraîné moins d'investissements, moins d'innovation et moins de production. Considérées comme la viande du pauvre, les légumineuses sont devenues moins rentables que les céréales et les produits carnés qui désormais prennent presque toute la place comme sources de protéines dans nos assiettes.

Or, rendre l'alimentation durable équivaut à redonner aux légumineuses une place centrale. Augmenter leur production et consommation permettront de réduire notre consommation de protéines animales et notre dépendance vis-à-vis du soja importé. Voilà pourquoi la Politique Nationale Nutrition Santé recommande d'en manger au moins 2 fois par semaine.

Mais les bonnes intentions ne suffisent pas. Le verrouillage est toujours là pour limiter leur développement. Comment casser ce cercle vicieux infernal ? C'est la question que se posent les économistes du laboratoire Agroécologie, Innovations, territoires (AGIR) d'INRAE. Et voici l'une de leurs pistes : la restauration collective. Qu'elle soit scolaire ou d'entreprise, la restauration collective prépare autour de 3 milliards de repas par an ! On comprend tout de suite la puissance de ce levier : si les légumineuses pouvaient entrer plus souvent dans la composition de ces repas, le verrou pourrait commencer à céder. Bien des barrières psychologiques tomberaient si les chefs cuisiniers proposaient régulièrement des légumes secs à leurs convives.

Pour explorer cette voie, les chercheurs INRAE ont réalisé une enquête auprès de 500 chefs cuisiniers de la restauration collective. Ce questionnaire visait à évaluer leurs connaissances sur les légumineuses et à savoir s'ils les utilisent habituellement. Résultat : peut mieux faire. 60% d'entre eux les offrent moins de deux fois par semaine. Et pour cause : la plupart considère que les légumineuses ne sont pas appréciées de leurs convives. De plus, pour une majorité de chefs cuisiniers, les légumineuses sont, au mieux, un accompagnement à des produits carnés, plutôt qu'un substitut.

Cependant, quelques notes positives ressortent de cette enquête. 80% des chefs cuisiniers considèrent que les légumineuses sont des aliments « intéressants » et « innovants ». 90% d'entre eux voudraient accéder à des formations spécifiques pour apprendre à mieux les préparer. En outre, ils souhaiteraient privilégier leur approvisionnement par des circuits courts ou régionaux. Conclusion de ces recherches INRAE : un effort d'accompagnement des professionnels de la restauration collective pourrait catalyser ce mouvement général vers une alimentation durable.

Quelle note pour le Nutri-Score ?

Depuis quelques années, les systèmes d'étiquetage nutritionnels foisonnent. En France, c'est le Nutri-Score. En Suède, c'est le Keyhole. En Australie, c'est le Health Star Rating. En Italie c'est la NutriInform Battery. Outils de politique sanitaire, leur but est d'améliorer la qualité des achats des consommateurs. Pour ce faire, chaque pays a sa méthode. Le Chili a opté pour des mises en garde : attention, ce produit est mauvais pour la santé ! La Suède, au contraire, recommande les produits sains. Le Royaume-Uni a fait le choix de la complexité et bombarde le consommateur d'autant d'informations que possible. À lui de se débrouiller ! La France a choisi la simplicité avec le Nutri-Score. Celui-ci intègre des données nutritionnelles complexes grâce à un algorithme et classe les produits en cinq catégories identifiables au premier coup d'œil. Mais alors, de tous ces systèmes, lequel a le plus d'influence sur le consommateur lambda ? C'est la question que s'est posée une équipe d'économistes d'INRAE de Grenoble. Pour y répondre, les chercheurs n'ont pas lésiné sur les moyens. Ils ont créé rien de moins qu'une épicerie expérimentale dotée de 290 produits courants. Puis, ils ont invité 690 personnes à venir y faire leurs courses. Dans un premier temps, les produits étaient dépourvus d'étiquettes nutritionnelles. Puis, une fois les paniers remplis, les chercheurs ont placé les étiquettes nutritionnelles, pour tester un système à la fois. Ils ont alors demandé aux consommateurs de revenir sur leurs pas et de refaire leur choix avant de payer leurs courses. Ainsi, les chercheurs ont pu voir quels types d'étiquetages produisaient les paniers de consommation les plus sains.

Résultat : ce sont les étiquetages les plus faciles à comprendre qui sont les plus efficaces. Le consommateur veut choisir sans effort. Il n'a ni le temps ni l'envie de faire des calculs compliqués sur les quantités de lipides, sucres et sel. Ainsi, une étiquette qui intègre le tout dans une catégorie facilement identifiable s'avère le système générant le plus de changements. Autre conclusion de cette expérience : l'étiquetage doit concerner tous les produits. Les systèmes qui ne font que recommander les aliments « sains » ou déconseiller les plus nocifs n'ont pas l'impact espéré. En somme, parmi toutes les options disponibles, c'est le système Nutri-Score qui remplit le mieux sa mission.



De **A** pour les produits les plus favorables sur le plan nutritionnel...



... à **E** pour les produits les moins favorables sur le plan nutritionnel

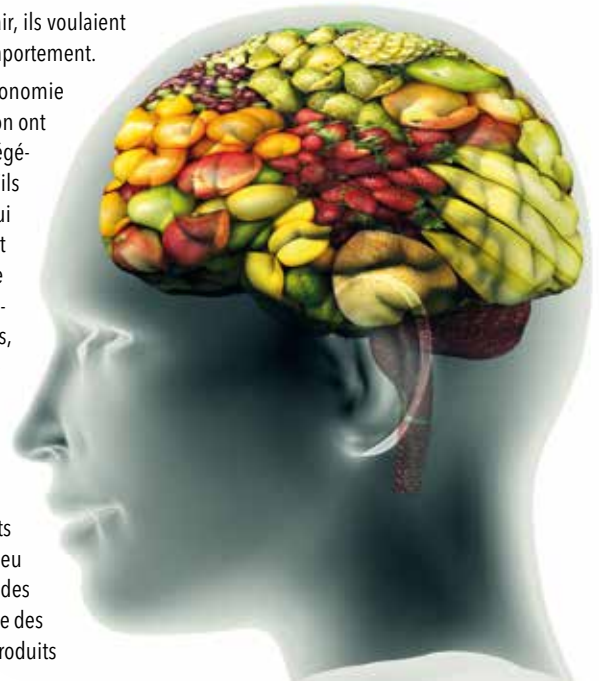
L'information peut-elle modifier les habitudes alimentaires ?

Comment inciter les Français à adopter des régimes plus durables ? Pendant longtemps, les pouvoirs publics ont compté sur l'information. Il suffisait, pensaient-ils, de bien leur expliquer ce qui est bon pour eux pour que, petit à petit, leur alimentation s'améliore. Mais voilà, les résultats des campagnes d'information se sont avérés moins efficaces qu'escompté. Des chercheurs ont tenté de mieux comprendre comment fonctionne l'information auprès des consommateurs. En clair, ils voulaient savoir si l'information dont ils disposent sur un produit particulier modifie leur comportement.

Dans une première expérience, des chercheurs de l'unité mixte de recherche Economie Publique de Grignon et du Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation de Dijon ont demandé à 122 consommateurs de goûter une sélection de saucisses de porc et végétariennes. Ils leur ont demandé d'exprimer leurs préférences et d'indiquer le prix qu'ils seraient prêts à payer pour chaque produit. Résultat, ce sont les saucisses de porc qui ont été les plus appréciées. Puis, dans un second temps, les chercheurs leur ont fait lire des informations sur les bénéfices du substitut végétarien tant du point de vue de la santé que de l'environnement. Résultat, l'écart entre les deux produits s'est légèrement réduit. Les consommateurs se sont dit prêts, pour les saucisses végétariennes, à payer un peu plus qu'avant de lire le message. Toutefois, ce montant est resté inférieur à celui des saucisses traditionnelles.

Lors d'une deuxième expérience, les chercheurs des unités mixtes de recherche Economie Publique et SayFood de Grignon ont fait goûter aux consommateurs plusieurs fromages à base de pois fermentés. Ces fromages présentaient une proportion variable de lait de vache et de protéines de pois. Là aussi, ce sont les produits les plus proches de la version traditionnelle, ceux contenant le plus de lait, qui ont eu la faveur du public. L'information sur les bienfaits sur la santé et l'environnement des produits végétaux a eu un effet significatif, sans pour autant bouleverser la hiérarchie des préférences. Toutefois, 53% des consommateurs se sont dit disposés à acheter des produits avec du pois, du moins ceux qui contenaient une forte proportion de lait.

Ces travaux montrent que l'information peut modifier légèrement le comportement des consommateurs. Cependant, en matière d'achats, les habitudes gardent le dessus.



Transition alimentaire : le rôle des pouvoirs publics

Face à l'épidémie de maladies chroniques liées à l'alimentation, les gouvernements de nombreux pays ont pris des mesures radicales. Mais faire bouger les habitudes des consommateurs n'est pas chose facile. Souvent, les grandes décisions politiques peinent à transformer les choses. Pour y voir plus clair, les chercheurs d'INRAE évaluent les initiatives lancées par différents états pour déterminer ce qui marche bien ou moins bien.

Un constat d'abord : longtemps, les pouvoirs publics ont cru que les campagnes informatives sur la santé et l'environnement seraient suffisantes pour guider les citoyens vers une alimentation durable. Mais c'est oublier que les critères de choix des consommateurs sont nombreux. Le prix et la qualité gustative pèsent lourd lors des achats, souvent plus que les enjeux de santé ou environnementaux. L'information s'est donc montrée insuffisante pour changer les comportements.

Les états ont toutefois plus d'une flèche dans leur carcan. Depuis une dizaine d'années, ils ont mis en place de nouvelles stratégies pour cibler l'offre plutôt que le consommateur. Par exemple, des taxes sur des nutriments tels que le sucre dans les boissons ont été imposées avec un certain succès dans de nombreux pays.

Une autre approche consiste à inciter l'industrie agroalimentaire à reformuler ses produits. Le Royaume-Uni et la France l'ont fait pour baisser les taux de sel, de sucres ou de gras dans les aliments. Avec une différence : le Royaume-Uni est bien plus directif et déterminé. La Couronne britannique fait peser la menace de mesures drastiques si l'industrie n'atteint pas certains objectifs fixés à l'avance. La France, en revanche, semble faire confiance aux firmes et parie sur leur bonne volonté. Résultat, les impacts de cette politique sont plus importants au Royaume-Uni qu'en France.

Mais il ne suffit pas de réduire la consommation de sel, gras et sucre. Il faudrait aussi pouvoir augmenter celle d'aliments sains comme les fruits et légumes. Pour cela, les politiques sont un peu plus limitées, mais elles existent quand même. Par exemple, la loi Egalim oblige les cantines scolaires à servir un plat végétarien par semaine. D'autres méthodes, comme la distribution de coupons pour l'achat de fruits et légumes parmi les ménages défavorisés, ont aussi été tentées au Royaume-Uni.

Dans tous les cas, les études le montrent, les politiques publiques prises une à une ont des effets limités. D'où ce constat simple : pour faire bouger le curseur vers la durabilité, les décideurs doivent actionner autant de leviers que possible, et ceci, de façon cohérente.



Des taxes pour garder la santé

Pour lutter contre les boissons sucrées, dont on connaît les effets nocifs sur la santé, une quarantaine de pays, dont la France, ont choisi la voie de la fiscalité. Généralement, la stratégie a payé : les taxes ont bien réduit la soif des consommateurs pour ces boissons.

Mais les économistes d'INRAE de l'Ecole d'Economie de Paris et du laboratoire ALISS d'Ivry-sur-Seine ont voulu en savoir plus et comprendre en détail le fonctionnement de ces taxes. Ils se sont intéressés pour cela au cas français. Première observation : la taxe s'est traduite par une hausse du prix de vente. Pour les marques leaders, 20% environ de la taxe ont été transférés au prix de vente. Pour les marques de distributeur (les sodas vendus sous le nom d'un supermarché), ainsi que pour les marques plus modestes, cette hausse a été plus prononcée : 60% de la taxe est passée dans le prix.

La réduction observée de la consommation, en particulier chez les ménages défavorisés, s'explique en partie par cette hausse des prix. Mais il y a aussi une autre raison. Taxer l'alcool, les cigarettes ou les sodas est un signal fort qui parle à tout le monde : il montre que l'État a identifié ce produit comme nocif. Ainsi, le coup de projecteur lors de la mise en place de la taxe a servi à informer les citoyens sur l'impact santé des boissons sucrées.

Au-delà de leurs impacts sur les prix et la consommation, les taxes peuvent également faire réagir les producteurs. Ainsi, les marques leaders ont diversifié leur offre en boostant leurs lignes « light » « 0% de sucre ajouté », ainsi que des produits alternatifs comme les thés glacés. Suite à la réforme de la taxe SODA en 2018, qui indexe le montant de la taxe sur le contenu en sucre, certaines marques plus modestes ont reformulé leurs boissons afin de réduire leur contenu en sucre et gagner en compétitivité. Ceci illustre le double impact des taxes nutritionnelles : elles réduisent la consommation et améliorent la qualité de l'offre.



Mettre la Politique Agricole Commune au service d'objectifs climatiques et environnementaux ambitieux

La prise de conscience planétaire n'y a rien fait jusqu'à ce jour : les écosystèmes agricoles européens continuent de se détériorer. Ceci en dépit des instruments climatiques et environnementaux incorporés dès les années 1990 dans la Politique Agricole Commune (PAC). Cette dernière conditionne l'octroi des aides directes aux agriculteurs au respect d'exigences environnementales, et accorde des aides pour compenser les surcoûts liés à des pratiques agricoles qui vont au-delà de ces exigences minimales. Néanmoins, les tensions entre compétitivité et protection de l'environnement limitent l'ampleur de ces mesures. Difficile, en outre, d'accorder les positions de 27 Etats Membres qui n'ont pas les mêmes intérêts agricoles.

Rediscutée en 2020, la nouvelle PAC et les propositions de la Commission européenne ont fait l'objet d'une analyse des chercheurs d'INRAE au regard de leur compatibilité avec les objectifs du Pacte Vert de l'Union européenne. Leurs conclusions sont mitigées.

Certes, les objectifs affichés sont louables : lutte contre le changement climatique (et adaptation à ses impacts), meilleure gestion des ressources naturelles, protection de la biodiversité. Mais le défi ne pourra être relevé que si la PAC est ambitieuse, c'est-à-dire, si elle réserve une part significative de son budget aux mesures climatiques et environnementales, renforce les critères de la conditionnalité, et encourage les pratiques et systèmes permettant de réduire les émissions agricoles de gaz à effet de serre, de stocker le carbone et de protéger la biodiversité.

Les chercheurs soulignent que la PAC laissera de fortes marges de manœuvre aux Etats Membres. D'un côté, cela pourrait être positif, car les Etats connaissent mieux leurs besoins. Mais de l'autre, cette latitude pourrait créer des distorsions de concurrence et induire un alignement vers le bas sur le plus petit dénominateur commun. En outre, les pays pourraient privilégier les biens environnementaux locaux au détriment des biens globaux que sont le climat et la biodiversité.

L'urgence climatique et environnementale requiert une PAC forte au service de l'enjeu, tout en tenant compte des aspects économiques. La voie est étroite. Mais il faut résolument s'y engager. Et ouvrir le champ des possibles en agissant aussi sur les régimes alimentaires pour les rendre plus respectueux du climat, de l'environnement et de la santé.



Comment nourrir 10 milliards d'humains ?

La Terre portera près de 10 milliards d'êtres humains en 2050. Les porter passe encore, mais les nourrir... Pour explorer les futurs possibles de l'agriculture et de l'alimentation dans le monde INRAE et le Cirad ont réalisé une étude prospective appelée Agrimonde-Terra. Celle-ci a permis d'élaborer plusieurs scénarios d'évolution de l'usage des terres et de la sécurité alimentaire en 2050. Ces scénarios intègrent une grande diversité de régimes alimentaires. Ils prennent en compte les problématiques nutritionnelles et de santé, ainsi que les processus d'urbanisation et de transformation rurale qui sont souvent manquants dans les scénarios existants.

Ces scénarios confirment que si les tendances observées actuellement se maintenaient, les systèmes alimentaires auront des effets néfastes sur l'environnement et la santé des populations. A l'inverse, si l'on parvenait à redresser la barre et aller vers des régimes alimentaires plus sains et vers des systèmes de production plus durables (basés notamment sur l'agroécologie), on pourrait assurer la sécurité alimentaire mondiale tout en limitant l'expansion des terres agricoles.

Agrimonde-Terra élargit le champ des possibles en proposant deux nouvelles trajectoires. La première explore les reconnections entre l'industrie agroalimentaire et la production régionale pour aller vers des systèmes alimentaires régionaux plus durables et résilients. La seconde, plus pessimiste, considère une combinaison de crises multiples, climatique, écologique, socio-économique, qui ne va pas sans rappeler la crise Covid-19. Les changements et problèmes décrits dans ces deux scénarios résonnent avec l'impact de la pandémie sur les systèmes et la sécurité alimentaires. Le scénario de crise d'Agrimonde-Terra, tout comme la pandémie, révèle la fragilité des chaînes d'approvisionnement alimentaire. Tandis que le premier scénario montre qu'une réponse à ces vulnérabilités pourrait être la régionalisation des systèmes alimentaires.

Les scénarios proposés par Agrimonde-Terra enrichissent le débat actuel sur l'évolution des systèmes alimentaires et sur l'usage des terres. Ils doivent aider les décideurs et la communauté scientifique à identifier de nouvelles problématiques de recherche pour construire de futurs systèmes alimentaires plus sains et plus durables.



Contacts scientifiques

Coordinateur scientifique

Louis-Georges Soler / louis-georges.soler@inrae.fr
Directeur scientifique adjoint de la structure
Alimentation & Bioéconomie

01. Du champ à l'assiette : de nombreux leviers d'action pour des bénéfices de santé

Reconnaître le lait des vaches des champs

Bruno Martin / bruno.martin@inrae.fr
UMR sur les Herbivores (UMRH) / DS ECOSOCIO et PHASE /
INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

Sélectionner les meilleures vaches à fromager

Marie-Pierre Sanchez / marie-pierre.sanchez@inrae.fr
UMR « Génétique Animale et Biologie Intégrative » (GABI) /
DS GA / INRAE Ile-de-France-Jouy-en-Josas-Antony
Hélène Larroque / helene.larroque@inrae.fr
UMR « Génétique Physiologie et Systèmes d'Elevage »
(GenPhySE) / Département scientifique GA /
INRAE Occitanie-Toulouse

Salmonelle : les poussins font de la résistance

Philippe Velge / philippe.velge@inrae.fr
UMR « Infectiologie et Santé Publique » (ISP) /
DS MICA et SA / INRAE Val de Loire

Contaminants chimiques :

la viande française passée au crible

Gaud Dervilly / gaud.dervilly@oniris-nantes.fr
Laboratoire d'étude des Résidus et Contaminants dans les
Aliments (LABERCA) / DS ALIMH / INRAE Val de Loire

Contaminants alimentaires : la recherche appuie sur l'accélérateur

Erwan Engel / erwan.engel@inrae.fr
UR Qualité des Produits Animaux (QuaPA) / DS TRANSFORM /
INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes
Fabien Jourdan / fabien.jourdan@inrae.fr
UMR « Toxicologie alimentaire » (ToxAlim) / DS ALIMH /
INRAE Occitanie-Toulouse

Des formules infantiles à l'image du lait maternel

Didier Dupont / didier.dupont@inrae.fr
UMR « Science et Technologie du Lait et de l'œuf » (STLO) /
DS MICA et TRANSFORM / INRAE Bretagne Normandie

Comment choisir sa pizza ?

Anne Saint-Eve / anne.saint-eve@inrae.fr
UMR « Paris-Saclay Food and Bioproduct Engineering
Research Unit » (SayFood) / DS TRANSFORM /
INRAE Ile-de-France-Versailles-Grignon
Isabelle Souchon / isabelle.souchon@inrae.fr
UMR « Sécurité et Qualité des Produits d'Origine Végétale »
(SQPOV) / DS TRANSFORM / INRAE Provence-Alpes-Côte d'Azur

Les multiples facettes de la qualité

Sophie Prache / sophie.prache@inrae.fr
UMR sur les Herbivores (UMRH) / DS PHASE /
INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

C'est du propre ! Les chercheurs font évoluer l'hygiène industrielle

Thierry Benezech / thierry.benezech@inrae.fr
UMR « Unité Matériaux Et Transformations » (UMET) /
DS MICA et TRANSFORM / INRAE Hauts-de-France

Cure minceur pour le foie

Hervé Guillou / herve.guillou@inrae.fr
UMR « Toxicologie alimentaire » (ToxAlim) / DS ALIMH et SA /
INRAE Occitanie-Toulouse

Des filets de poulets plus tendres et plus juteux

Elisabeth Duval / elisabeth.duval@inrae.fr
UMR « Biologie des Oiseaux et Aviculture » (BOA) / DS GA /
INRAE Val de Loire

La vitamine E pour prévenir le risque de cancer associé à la consommation de charcuterie ?

Fabrice Pierre / fabrice.pierre@inrae.fr
UMR « Toxicologie alimentaire » (ToxAlim) / DS ALIMH /
INRAE Occitanie-Toulouse

Des bénéfices de la tomate stressée

Nadia Bertin / nadia.bertin@inrae.fr
UMR « Plantes et Systèmes de Culture Horticoles » (PSH) /
DS AGROECOSYSTEM / INRAE Provence-Alpes-Côte d'Azur

Mycotoxines : l'offensive est lancée

Florence Forget / florence.forget@inrae.fr
UMR « Mycologie et Sécurité des Aliments » (MycSA) /
DS MICA et SPE / INRAE Nouvelle-Aquitaine-Bordeaux

Mycotoxines : quel rôle dans l'inflammation de l'intestin ?

Isabelle Oswald / isabelle.oswald@inrae.fr
UMR « Toxicologie alimentaire » (ToxAlim) / DS ALIMH /
INRAE Occitanie-Toulouse

Fermentations d'avenir

Florence Valence Bertel / florence.valence-bertel@inrae.fr
UMR « Science et Technologie du Lait et de l'œuf » (STLO) /
DS MICA et TRANSFORM / INRAE Bretagne Normandie

Maladies métaboliques et pesticides : les liens se précisent

Laurence Payrastra / laurence.payrastra@inrae.fr
UMR « Toxicologie alimentaire » (ToxAlim) / DS ALIMH /
INRAE Occitanie-Toulouse

Les pesticides dans l'air sous surveillance

Carole Bedos / carole.bedos@inrae.fr
UMR « Ecologie fonctionnelle et écotoxicologie des
agroécosystèmes » (ECOSYS) / DS AGROECOSYSTEM /
INRAE Ile-de-France-Versailles-Grignon

Vers des vignobles plus verts

Marc Voltz / marc.voltz@inrae.fr
Laboratoire d'étude des Interactions Sol - Agrosystème -
Hydrosystème (LISAH) / DS AGROECOSYSTEM /
INRAE Occitanie-Montpellier

02. Mode de consommation, régimes alimentaires : quels impacts sur la santé et l'environnement ?

Viandes rouges : comparer le pour et le contre

Jeanne Marie Membre / Jeanne-Marie.Membre@inrae.fr
UMR « Sécurité des Aliments et Microbiologie » (SECALIM) /
DS MICA / INRAE Pays de la Loire

La transition alimentaire à petits pas

François Mariotti / francois.mariotti@agroparistech.fr
UMR « Physiologie de la Nutrition et du Comportement
Alimentaire » (PNCA) / DS ALIMH /
INRAE Ile-de-France-Jouy-en-Josas-Antony

L'alimentation durable est-elle compatible avec les habitudes alimentaires ?

Nicole Darmon / Nicole.Darmon@inrae.fr
UMR « Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies
d'Acteurs » (MOISA) / DS ALIMH et ECOSOCIO /
INRAE Occitanie-Montpellier

L'effet protecteur du Bio

Emmanuelle Kesse / Emmanuelle.Kesse-Guyot@inrae.fr
CR Epidémiologiques et Bio Statistiques de Sorbonne Paris
Cité (CRESS) / DS ALIMH / Ile-de-France-Jouy-en-Josas-Antony

Comment les césariennes affectent le microbiote digestif du bébé

Rebecca Martin-Rosique / rebecca.martin-rosique@inrae.fr
UMR « Microbiologie de l'Alimentation au service
de la Santé » (MICALIS) / DS ALIMH et MICA /
Ile-de-France-Jouy-en-Josas-Antony

Quand utiliser les formules hypoallergéniques ?

Karine Adel-Patient / Karine.ADEL-PATIENT@cea.fr
UMR « Médicaments et Technologies pour la Santé » (MTS) /
DS ALIMH / Ile-de-France-Jouy-en-Josas-Antony

Petite enfance : quand le plaisir de manger rime avec santé

Sophie Nicklaus / sophie.nicklaus@inrae.fr
Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation (CSGA) /
DS ALIMH et TRANSFORM / INRAE Bourgogne-Franche-Comté

Le petit-déjeuner sous pression

Marie Plessz / marie.plessz@inrae.fr
Centre Maurice Halbwachs (CMH) / DS ECOSOCIO /
INRAE Ile-de-France-Versailles-Grignon

Des protéines végétales pour muscler le monde

Stéphane Walrand / stephane.walrand@inrae.fr
UMR « Unité de Nutrition Humaine » (UNH) / DS ALIMH /
INRAE Clermont-Auvergne-Rhône-Alpes

L'Outre-Mer face à la mauvaise alimentation

Caroline Méjean / caroline.mejean@inrae.fr
UMR « Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies
d'Acteurs » (MOISA) / DS ALIMH et ECOSOCIO /
INRAE Occitanie-Montpellier

Alimentation des seniors : mettons les bouillies au rebut

Gilles Feron / gilles.feron@inrae.fr
Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation (CSGA) /
DS ALIMH et TRANSFORM / INRAE Bourgogne-Franche-Comté

A la table des grands petits mangeurs

Claire Sulmont-Rossé / claire.sulmont-rosse@inrae.fr
Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation (CSGA) /
DS ALIMH et TRANSFORM / INRAE Bourgogne-Franche-Comté

03. Vers des systèmes alimentaires sains et durables : accompagner la transition à travers les politiques publiques

Opticourses :

Lutter contre les inégalités nutritionnelles

Nicole Darmon / nicole.darmon@inrae.fr
UMR « Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies
d'Acteurs » (MOISA) / DS ALIMH et ECOSOCIO /
INRAE Occitanie-Montpellier

L'alimentation au temps de la Covid-19

Benjamin Allès / benjamin.alles@inrae.fr
CR Epidémiologiques et Bio Statistiques de Sorbonne Paris
Cité (CRESS) / DS ALIMH / Ile-de-France-Jouy-en-Josas-Antony

Oqali : un observatoire pour mesurer l'évolution de la qualité nutritionnelle de l'offre alimentaire

Ghislaine Narayanane / ghislaine.narayanane@inrae.fr
UR « Alimentation et Sciences Sociales » (ALISS) /
DS ECOSOCIO / INRAE Ile-de-France-Versailles-Grignon

Onze ans en compagnie de NutriNet-Santé

Benjamin Allès / benjamin.alles@inrae.fr
CR Epidémiologiques et Bio Statistiques de Sorbonne Paris
Cité (CRESS) / DS ALIMH / Ile-de-France-Jouy-en-Josas-Antony

La chaîne alimentaire sous surveillance

Hélène Bernard / helene.bernard@inrae.fr
Laboratoire d'étude des Résidus et Contaminants dans les
Aliments (LABERCA) / DS ALIMH / INRAE Val de Loire

Dijon : le laboratoire de la transition alimentaire

Sophie Nicklaus / sophie.nicklaus@inrae.fr
Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation (CSGA) /
DS ALIMH et TRANSFORM / INRAE Bourgogne-Franche-Comté
Philippe Lemanceau / philippe.lemanceau@inrae.fr
UMR Agroécologie / DS AGROECOSYSTEM et SPE /
INRAE Bourgogne-Franche-Comté

Promotion des légumineuses : quand les chefs cuisiniers s'en mêlent

Marie-Benoît Magrini / marie-benoit.magrini@inrae.fr
UMR « Agroécologie, Innovations, terRitoires » (AGIR) /
DS ACT et AGROECOSYSTEM / INRAE Occitanie-Toulouse

Quelle note pour le Nutri-Score ?

Laurent Muller / laurent.muller@inrae.fr
UMR « Economie Appliquée de Grenoble » (GAEL) /
DS ECOSOCIO / INRAE Lyon-Grenoble-Auvergne-Rhône-Alpes

L'information peut-elle modifier les habitudes alimentaires ?

Stephan Marette / stephan.marette@inrae.fr
UMR « Economie Publique » (ECO-PUB) / DS ECOSOCIO /
INRAE Ile-de-France-Versailles-Grignon

Transition alimentaire :

le rôle des pouvoirs publics

Vincent Réquillart / vincent.requillart@inrae.fr
UMR « Toulouse School of Economics - Recherche » /
DS ECOSOCIO / INRAE Occitanie-Toulouse

Des taxes pour garder la santé

Fabrice Etile / fabrice.etile@inrae.fr
UMR « Paris-Jourdan Sciences Economiques » / DS ECOSOCIO /
INRAE Ile-de-France-Versailles-Grignon

Mettre la Politique Agricole Commune au service d'objectifs climatiques et environnementaux ambitieux

Hervé Guyomard / herve.guyomard@inrae.fr
SDAR Bretagne-Normandie / INRAE Bretagne-Normandie
Cécile Detang-Dessendré / cecile.detang-dessendré@inrae.fr
Directrice scientifique adjointe de la structure Agriculture /
INRAE Bourgogne-Franche-Comté
Louis-Georges Soler / louis-georges.soler@inrae.fr
Directeur scientifique adjoint de la structure Alimentation &
Bioéconomie / INRAE Ile-de-France-Versailles-Grignon

Comment nourrir 10 milliards d'humains ?

Chantal Le Mouél / chantal.le-mouel@inrae.fr
Laboratoire d'Etudes et de Recherches en Economie sur les
Structures et Marchés Agricoles, Ressources et Territoires /
DS ECOSOCIO / INRAE Bretagne-Normandie

CR / Centre de Recherche
DS / Département Scientifique
SDAR / Service d'Appui à la Recherche
UMR / Unité Mixte de Recherche
UR / Unité de Recherche



Centre-siège Paris-Antony
Service Presse
Tél.: +33 (0)1 42 75 91 86
presse.inrae.fr

Rejoignez-nous sur:



[inrae.fr/presse](https://www.inrae.fr/presse)

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



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INRAE