

EQUATION NUTRITION

**MODÉLISATION: DES OUTILS AU SERVICE DE
LA CONCEPTION DE RÉGIMES ALIMENTAIRES
SAINS ET DURABLES**



N°246 - **Février 2024**

EDITO

Ainsi que le définit la FAO, **concevoir des régimes alimentaires durables** nécessite de **garantir un équilibre entre les quatre dimensions** – environnementale, économique, nutritionnelle et socioculturelle – de la **durabilité** (FAO, 2010).

Si cette **définition** est **pertinente** à l'échelle **mondiale**, sa **mise en œuvre** au niveau **national** ou **régional** reste **complexe**. En effets, les **habitudes culturelles** et **alimentaires varient considérablement** dans le monde. Ainsi, **élaborer des régimes alimentaires sains, nutritionnellement adéquats, abordables et culturellement acceptables constitue un véritable défi**. Pour le relever, plusieurs approches basées sur la **modélisation** sont utilisées par les chercheurs, chacune présentant des **variations méthodologiques** et des **objectifs différents**.

Ce mois-ci, l'édition d'Équation Nutrition met en avant trois publications scientifiques récentes illustrant le **rôle** de ces **différentes approches** de **modélisation** dans la **compréhension** et l'**adhésion** à des **régimes alimentaires plus sains et durables**.

Le premier article aborde les **défis** liés à la **définition** de **modèles alimentaires** à la fois **sains** et **durables** à travers l'exemple du Royaume-Uni. Ce travail montre qu'il est actuellement **difficile de transposer des principes globaux aux contextes nationaux** et de **comparer les directives recommandations alimentaires nationales** en raison notamment de **différences méthodologiques** – hypothèses, contraintes, utilisation de données... – dans leur **élaboration**.

Le deuxième évalue et compare la **qualité nutritionnelle** et l'**impact environnemental** de l'**alimentation** des adultes français (données de l'étude INCA3) **selon leurs apports en fruits et légumes**. Ce travail montre que **les Français consommant le plus de fruits et légumes ont une alimentation présentant à la fois une meilleure qualité nutritionnelle et un moindre impact environnemental**, à l'exception de l'utilisation d'eau. Ces conclusions soulignent, une nouvelle fois, l'**importance** de la **promotion** d'une **alimentation riche en fruits et légumes** tant pour la **santé humaine** et **planétaire**.

Le dernier article propose une **approche innovante** de **modélisation** pour la **conception** de **plans alimentaires durables**. Basée sur la **modélisation** par programmation linéaire, cette méthode **inclut** notamment la **notion d'acceptabilité culturelle et sociale**. Le modèle a été **testé avec succès** pour élaborer des menus servis en **restauration scolaire** ainsi qu'en de **maisons de retraite**. **D'après ce travail, l'application du modèle proposé** permettrait de **réduire significativement l'impact environnemental** des plans alimentaires **tout en garantissant des apports nutritionnels adéquats, culturellement acceptables et à des prix abordables**.

Ensemble, ces articles montrent qu'**il existe différentes approches complémentaires pour élaborer des régimes alimentaires**. Certaines se basent sur l'**observation** et la **comparaison des habitudes de consommation** tandis que d'autres visent à **concevoir et optimiser des régimes alimentaires sains et durables**.



Caroline Méjean
Épidémiologiste en nutrition

INRAE, MONTPELLIER

A PROPOS DE L'AUTEUR

Caroline Méjean est épidémiologiste en nutrition à l'INRAE et dirige l'équipe « Sécurité alimentaire et nutritionnelle durable » de l'unité de recherche [MoISA](#) (Montpellier Interdisciplinary centre for sustainable agri-food systems). Ses recherches portent sur les déterminants individuels et environnementaux d'une alimentation durable, notamment au sein des populations vulnérables. Elle s'intéresse particulièrement aux déterminants de la transition alimentaire dans les départements et régions d'Outre-mer territoires français d'outre-mer (Antilles françaises, Réunion pour favoriser l'adoption de comportements alimentaires durables. Elle a notamment supervisé l'expertise scientifique collective sur l'alimentation et la nutrition dans les départements et régions d'outre-mer mandatée par le ministère de la Santé (2018-2019). Elle a coordonné plusieurs études épidémiologiques telle que la cohorte Nutrinet-Santé 2009-2016.

Note de l'équipe Aprifel - Également à découvrir dans ce numéro

- [L'avis d'expert - Deux questions à Florent Vieux sur l'utilisation de la modélisation pour des alimentations durables](#)
- [Notre infographie - Modélisation : des outils complémentaires pour définir et concevoir des régimes alimentaires durables](#)
- [5 conseils pratiques pour rendre pas à pas votre alimentation plus durable](#)
- [5 brèves issues de notre veille scientifique](#)

DU GLOBAL AU LOCAL : INTÉGRER LA DURABILITÉ DANS LES RECOMMANDATIONS ALIMENTAIRES PRÉSENTE DE NOMBREUX DÉFIS ET NÉCESSITE D'IMPLIQUER TOUS LES ACTEURS DES SYSTÈMES ALIMENTAIRES



Les systèmes alimentaires font actuellement face à un double enjeu : le poids des maladies chroniques et le dérèglement climatique. Améliorer la durabilité des systèmes alimentaires et des consommations est un élément de réponse dans les deux cas. Pour y parvenir, des travaux de recherche sont en cours dans l'optique élaborer des recommandations alimentaires durables vers lesquelles accompagner les populations. Un article récent présente et analyse des travaux réalisés au Royaume-Uni sur ce sujet. Ce travail illustre toute la complexité de l'exercice, notamment pour passer de cadres conceptuels globaux à une échelle concrète et adaptée localement.

La nécessité de faire évoluer les habitudes et systèmes alimentaires dans un objectif de santé et de durabilité fait aujourd'hui consensus. Organiser la **transition des systèmes alimentaires actuels** vers des systèmes qui permettent de trouver le **juste équilibre entre santé humaine et environnement** est ainsi un scénario « gagnant-gagnant » ([Clark et al., 2019](#) ; [Willett et al., 2019](#)). Pour autant, la **manière d'y parvenir reste un enjeu scientifique et politique fort.**

En effet, si les principes de ce qu'est une alimentation durable ont été définis au niveau global par la FAO. La **traduction concrète et locale** en recommandations alimentaires fait face à de nombreux **enjeux de recherche** (qualité et disponibilité des données, articulation des différentes dimensions de la durabilité, ...), mais également à des questions économiques et sociales – habitudes et besoins nutritionnels des populations, aliments disponibles, acceptabilité et accessibilité des régimes proposés, capacité agricole et logistique de la région etc. De nombreux guides réalisés par des autorités nationales ou des acteurs privés (association/fondations) cherchent ainsi à orienter les changements à opérer pour organiser la transition nécessaire ([Gonzales Fischer et al, 2019](#)).

Un article récent ([Steenon et al., 2020](#)) **présente et analyse des travaux et initiatives réalisées au Royaume-Uni** pour élaborer des recommandations alimentaires durables. Cet exemple illustre toute la

complexité, les **difficultés** et **questions** restant à lever pour passer du global au local.

Les recommandations internationales et modèle globaux fournissent une cible générale

Ainsi que le rappellent les auteurs, le **cadre actuel** permettant de réfléchir les régimes alimentaires durables reste la **définition** proposée en 2010, par la **FAO** (FAO, 2010). Selon cette définition, les régimes alimentaires durables incluent les dimensions d'impact environnemental, d'adéquation nutritionnelle, d'accessibilité et de développement économique. A partir de cette définition, des **travaux de modélisation** incluant une ou plusieurs dimensions de la durabilité ont été développés pour proposer des **régimes alimentaires théoriques et des recommandations à l'échelle internationale et nationale**.

En 2019, la **commission EAT-Lancet regroupant des experts en alimentation, santé publique et environnement a notamment publié un rapport dans le journal biomédical The Lancet qui propose les principes d'un « régime mondial bon pour la santé et l'environnement »**. Selon les membres de la Commission EAT-Lancet, ce régime pourrait nourrir **10 milliards d'humains d'ici 2050** et **prévenir 11 millions de décès prématurés dans le monde** (19-24% des décès annuels chez les adultes). Il ne s'agit cependant pas d'un régime exact à suivre par tous, mais d'options de consommation par groupes d'aliments.



Figure 1 : Modèle alimentaire proposé par la commission EAT-Lancet, 2019

Ces recommandations ont été reprises et complétées par de nombreuses organisations comme World Wide Fund for Nature (WWF), au Royaume-Uni. Ainsi l'agro-biodiversité, le maintien des habitats naturels ; la préservation des écosystèmes, la résilience des paysages sont **inclus** dans ces modèles et se traduisent dans des recommandations nationales, partagées auprès des politiques et autres parties prenantes (WWF UK, Livewell, 2020 ; WWF France, assiette durable, 2020).

Cependant, comme le soulignent Steenson et al., si les avantages pour l'environnement et la santé d'une transition vers des régimes alimentaires sains et durables sont bien documentés, les **conséquences pour les producteurs, les transformateurs et les autres acteurs du secteur alimentaire** sont **moins connues** (Park et al, 2020). De même, l'**accessibilité** – c'est-à-dire la disponibilité de l'offre alimentaire, et son prix – n'est que **très rarement intégrée** dans les recommandations issues de ces modèles (Hirvonen et al, 2019).

Ainsi, l'**acceptabilité sociale** et l'**impact nutritionnel individuel demeurent des déterminants à intégrer** (Touzard et al, 2014) en **prenant en compte des spécificités locales** comme les traditions culinaires, les besoins nutritionnels selon les populations, etc.

EAT WELL un guide plus en lien avec la réalité mais nécessitant des compléments

Pour ce faire, d'autres approches basées cette fois ci sur l'optimisation des consommations réelles ont été explorées. Basé sur les habitudes alimentaires, et développé en 2016 par Scarborough et al, le **guide britannique EAT WELL** propose, ainsi, avant tout des **recommandations alimentaires pour encourager les**

citoyens britanniques à adopter des régimes plus sains ([UK government, EAT WELL Guide, 2016](#)).

Comme le soulignent Steenson et al, le travail de modélisation de Scarborough et al **inclut pas spécifiquement les contraintes liées à la durabilité**. Cependant, une analyse commandée par Public Health England et réalisée par le Carbon Trust a révélé que si le régime alimentaire représenté dans le guide Eatwell était adopté par tous les adultes britanniques, il en résulterait une **réduction de 32% de l'impact global sur l'environnement, y compris une réduction des émissions de gaz à effet de serre** ([Carbon Trust, 2016](#)).

La modélisation de Reynolds et al. a complété l'approche en **incluant les revenus des foyers britanniques et la part réservée aux achats alimentaires**. Cette étude illustre que **le revenu du foyer est un cadre de raisonnement essentiel** et que les **recommandations alimentaires développées doivent être adaptées selon ce cadre**. Ainsi, la **transition vers des systèmes alimentaires durables va nécessiter plus de changements pour les populations à faible revenus** ([Reynolds et al. 2019](#)).

Selon Steenson et al, **encourager les consommateurs britanniques à suivre les recommandations nutritionnelles** existantes aurait des **effets bénéfiques** en termes d'**amélioration de la santé** de la population et de **réduction de l'impact environnemental** mais l'adoption par la population devra être adaptée.

Parmi les marges d'amélioration du guide Eat Well les auteurs pointent la **prise en compte du gaspillage alimentaire** et les **différents bénéfices individuels et collectifs** qui sont associés à sa **réduction**. Selon eux, le gaspillage alimentaire pourrait aussi être un « **catalyseur** » des **changements de régimes**, si les gains économiques pour les foyers étaient mis en avant au même titre que son cout environnemental ([Gonzalez et al. 2020](#)).

Augmenter de la part végétale des régimes doit rester cadré par les besoins nutritionnels des populations et des individus

Parmi les **points de vigilance** essentiels identifiés par [Steenson et al.](#) pour la **définition de recommandations alimentaires durables** figure la **couverture des besoins nutritionnels des populations**. En effet, alors que les connaissances sur les impacts environnementaux et les données associées sont encore construction, certains guides ou communications pourraient **encourager les populations à exclure totalement ou à substituer certains groupes d'aliments**. Définir des recommandations alimentaires adaptées aux contextes locaux demande ainsi de **prendre en compte les besoins nutritionnels et la place des groupes d'aliments dans les régimes alimentaires traditionnels**. Ainsi que le rapporte [Steenson et al.](#), **la British Dietetic Association (BDA) mène actuellement un projet (One Blue Dot) sur les régimes alimentaires écologiquement viables et ne soutient pas l'idée qu'une alimentation durable doit être végétalienne ou végétarienne**, même si les bénéfices de ces régimes sur l'environnement pourraient être très important.

En effet, **la viande et les produits d'origine animale** (fromage, laitages, œufs etc) **constituent des éléments centraux des habitudes alimentaires britanniques**. Ce sont par ailleurs des **vecteurs clés de nutriments spécifiques** - fer, iode, vitamine D et B12, sélénium ... En supprimant ou en restreignant drastiquement la consommation de ces groupes d'aliments sans alternative adéquant, **les régimes végétariens ou végétaliens pourraient accentuer les inadéquations nutritionnelles déjà constatées dans la population britannique** (cf. tableau 1).

	Homme (19-64 ans)	Femme (19-64 ans)
Fer	2	27
Calcium	7	11
Iode	9	15
Zinc	7	8
Magnésium	14	11

Selenium	25	47
Riboflavine	6	14

Tableau 1 : Part de la population britannique (en %) en deçà des recommandations nutritionnelles Public Health England, 2016)

Ainsi, afin de **concilier santé et impact environnemental**, la British Dietetic Association recommande que les individus prennent des **mesures modestes mais réalisables** pour **adapter** leur **régime alimentaire** et **réduire leur consommation de viande** et de **produits laitiers**, avec pour objectif à plus long terme d'atteindre les conseils du Eatwell Guide du gouvernement britannique. L'association insiste aussi sur la **nécessité de prendre en compte l'appropriation culturelle** des régimes proposés, comme un élément clé de changement, cette appropriation reste peu éprouvée aujourd'hui.

En conclusion de ce travail, Steenson et al soulignent que **l'optimisation des modèles théoriques et des guides** qui en **découlent** est une des solutions pour réussir à appliquer la définition des régimes alimentaires durables de la FAO. Cependant, aujourd'hui aucune de ces études n'a permis de prendre en compte toutes les dimensions de la définition (Dussiot A, 2022). **Accompagner les consommateurs** avec un **principe de réalité** est également une des solutions pour enclencher le changement tout en évitant d'induire des effets négatifs notamment sur la partie nutritionnelle. Enfin, les auteurs rappellent qu'œuvrer à la transformation des systèmes alimentaires nécessite de **comprendre ces dits systèmes à l'échelle la plus appropriée** et avec les acteurs les plus légitimes, c'est-à-dire les plus impliqués (David-Benz et al, 2022).

Basé sur : Steenson, S. and Buttriss, J.L. The challenges of defining a healthy and 'sustainable' diet. Nutr Bull, 2020; 45: 206-222.

Méthodologie

L'étude est une revue des différentes publications sur les **régimes alimentaires durables** en Grande Bretagne.

Messages clés

- Concilier environnement et nutrition semble réalisable.
- Certaines dimensions de la définition des régimes durables de la FAO restent à intégrer dans les recommandations .
- L'adaptation locale des modèles est indispensable pour garantir l'équilibre entre nutrition et durabilité.
- Le gaspillage alimentaire, les traditions culinaires et l'impact social restent à intégrer.

Références

British Dietetic Association, One blue dot, 2019

Carbon Trust (2016) The Eatwell Guide: a More Sustainable Diet, Methodology and Results Summary (February 2016)

Clark MA, et al. Multiple health and environmental impacts of foods. Proc Nat Acad Sci. 2019; 116:23357-62.

FRANCE : LES GROS CONSOMMATEURS DE FRUITS ET LÉGUMES ONT UNE ALIMENTATION PLUS SAINES ET PLUS FAVORABLE À L'ENVIRONNEMENT



Si les bienfaits des fruits et légumes sur la santé humaine ne sont plus à démontrer, leur contribution à la santé de l'environnement fait encore l'objet de débats. Récemment, une étude a examiné la qualité nutritionnelle et l'empreinte environnementale des régimes alimentaires des adultes français selon leur niveau d'apport en fruits et légumes. D'après ce travail, une consommation importante de fruits et légumes est associée à une alimentation de meilleure qualité nutritionnelle et à un moindre impact environnemental, à l'exception de l'utilisation d'eau. Les conclusions portées par cette étude confirment l'importance de la promotion d'une alimentation riche en fruits et légumes pour la santé humaine et environnementale.

Ainsi que le définit la FAO, les **régimes alimentaires durables** sont des "régimes ayant de faibles conséquences sur l'environnement, qui contribuent à la sécurité alimentaire et nutritionnelle ainsi qu'à une vie saine pour les générations actuelles et futures" (FAO, 2010). Afin d'atteindre ces objectifs, il est nécessaire de modifier les régimes actuels et d'impulser la transition vers une alimentation plus végétale, en augmentant notamment la consommation de fruits et légumes.

En effet, les **bienfaits des fruits et légumes** pour la santé humaine ne sont plus à démontrer. De nombreuses études confirment notamment leur rôle dans la prévention de **maladies non transmissibles** comme les maladies cardiovasculaires, le diabète et certains cancers (Aune et al., 2017 ; WCRF, 2018). Au-delà des bienfaits sur la santé, la **consommation de fruits et légumes** permettrait également de **limiter les émissions de gaz à effet de serre** et, par conséquent, l'impact des régimes alimentaires sur l'environnement (FAO, 2021).

Dans ce contexte, une **étude récente** (Komati et al., 2023) a évalué la **qualité nutritionnelle** et les **impacts environnementaux** des **régimes alimentaires des adultes français** selon leurs **apports en fruits et légumes**. Au total, les données de consommation alimentaire de 2121 adultes (enquête INCA3) ont été incluses.

Une amélioration de la qualité de l'alimentation avec l'augmentation des apports en fruits et légumes

La **qualité nutritionnelle** des **régimes alimentaires** a été évaluée à l'aide de **4 indicateurs** :

- le ratio d'adéquation moyen (MAR) des **nutriments à favoriser**,
- le ratio d'excès moyen (MER) des **nutriments à limiter**,
- la **densité énergétique**,
- le **score PNNS-GS2** utilisé pour **estimer l'adhésion** des **régimes alimentaires** aux **recommandations** du Programme National Nutrition Santé.

Les résultats montrent que **l'ensemble de ces indicateurs**, et par conséquent, la **qualité de l'alimentation**, **s'améliorent** avec **l'augmentation des apports en fruits et légumes**.

Plus spécifiquement, les **grands consommateurs de fruits et légumes** bénéficient d'**apports plus importants en vitamine C, potassium et fibres** et présentent une **densité énergétique** et des **apports en sucres plus faibles** que les autres participants. Si une **augmentation des apports en fibres** a été observée conjointement à celle des **apports en fruits et légumes**, les scores d'adhésion aux **recommandations** du PNNS montrent toutefois que **les recommandations concernant les fibres ne sont pas atteintes**.

Par ailleurs, la meilleure qualité nutritionnelle des régimes n'est pas uniquement liée aux apports accrus en fruits et légumes. En effet, chez les gros consommateurs de **fruits et légumes** on note également des **apports plus élevés en nutriments** qui ne sont pas retrouvés dans ce groupe d'aliments tels que **l'iode**, les **oméga 3** et le **calcium**. De plus, la consommation accrue de fruits et légumes n'**apas été associée** à une **diminution des apports en nutriments spécifiques** à la viande tels que le fer et la vitamine B12. Ces résultats suggèrent ainsi que **les grands consommateurs de fruits et légumes présentent une alimentation plus équilibrée**.

De faibles impacts environnementaux à l'exception de l'utilisation d'eau

Afin d'évaluer les **impacts environnementaux** des **régimes alimentaires**, **score global de leur empreinte environnementale** ainsi que **4 indicateurs d'impact** supplémentaires ont été examinés :

- Le **changement climatique** (en kg/eq CO₂) ;
- L'**appauvrissement de la couche d'ozone** (en E-06 kg d'équivalent CFC 11) ;
- L'**exposition aux particules fines** (en E-06 incidence des maladies) » **contient = « Ont un effet sur la santé humaine par le biais de l'exposition à l'air (unité: E-06 incidence des maladies) »]** ;
- L'**utilisation d'eau** (en m³).

L'analyse des indicateurs montre qu'une **consommation importante de fruits et légumes** est **associée** à de **faibles impacts** sur le **changement climatique**, les émissions de **particules fines** ainsi que l'**appauvrissement de la couche d'ozone**. Néanmoins, un **impact plus important** a été observé sur **l'utilisation de l'eau**.

Concernant le **score d'empreinte environnementale**, **aucune différence significative** n'a été **observée** entre les différents groupes de consommateurs de fruits et légumes. Ce résultat peut s'expliquer par la **faible contribution** des **fruits et légumes** à l'**empreinte environnementale globale** comparé à celle des autres groupes alimentaires.

Optimiser les pratiques agricoles pour bénéficier des bienfaits des fruits et légumes tout en limitant leur impact sur l'environnement

Les conclusions de ce travail **confirment** les **bienfaits des fruits et légumes** pour la **santé humaine** et celle de l'**environnement**. **Augmenter leur part** dans les **régimes alimentaires** est ainsi **essentiel** pour une **alimentation saine et durable**.

L'impact observé sur l'**utilisation d'eau** pourrait être **atténué** en **optimisant les pratiques agricoles** en amont plutôt qu'en réduisant la consommation de fruits et légumes. Il serait notamment pertinent d'**étudier le choix de variétés de cultures** et de **méthodes de production** qui **utilisent au mieux les ressources**. Cette approche permettrait de **bénéficier** des **bienfaits** des **fruits et légumes** tout en limitant leur **impact négatif sur l'utilisation d'eau**.

Des **recherches supplémentaires** sont ainsi **nécessaires** afin de mieux prendre en compte les **pratiques agricoles** qui permettent de **réduire l'impact de la consommation de fruits et légumes** sur **l'environnement**.

Basé sur : Komati, N., Vieux, F., Maillot, M. et al. Environmental impact and nutritional quality of adult diet in France based on fruit and vegetable intakes. Eur J Nutr 63, 195–207 (2024).

Méthodologie

- Les estimations des apports alimentaires et nutritionnels sont issues de l'enquête alimentaire française INCA3 (2014-2015).
- La population (n = 2121 adultes) a été répartie en cinq quintiles selon les niveaux d'apports en fruits et légumes, en g/j (Q1 représentant l'apport le plus faible, et Q5 l'apport le plus élevé).
- La qualité nutritionnelle des régimes alimentaires a été évaluée à l'aide de 4 indicateurs : le ratio d'adéquation moyen (MAR), la densité énergétique solide, le ratio d'excès moyen (MER) et le score 2 du Programme National Nutrition Santé (PNNS-GS2)
- Les impacts environnementaux, issus de la base de données Agribalyse 3.1, ont été mesurés à l'aide du score global de l'empreinte environnementale et de 4 indicateurs supplémentaires : le changement climatique, l'appauvrissement de la couche d'ozone, les particules fines et l'utilisation de l'eau.
- Les indicateurs ont été comparés entre les quintiles.
- L'analyse a été effectuée sur des régimes alimentaires ajustés à 2000 kcal.

Messages clés

- Une amélioration des indicateurs de qualité nutritionnelle a été observée avec l'augmentation des apports en fruits et légumes
- Aucune différence significative n'a été observée entre les quintiles de consommation de fruits et légumes en ce qui concerne le score d'empreinte environnementale global.
- Des consommations élevées de fruits et légumes sont associées à un impact moindre sur le changement climatique, les particules fines et l'appauvrissement de la couche d'ozone. Inversement, l'impact sur l'utilisation de l'eau augmente avec la consommation de fruits et légumes.

Références

FAO, 2012. Sustainable diets and biodiversity: directions and solutions for policy, research and action. <https://FAO.org>

Aune D, et al. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality—a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *International Journal of Epidemiology*. 2017; 46:1029–1056.

WCRF, 2018. Diet, nutrition, physical activity and cancer: a global perspective: a summary of the Third expert report. <https://www.wcrf.org>

Vieux F, et al. High nutritional quality is not associated with low greenhouse gas emissions in self-selected diets of French adults. *The American journal of clinical nutrition*. 2013;97:569–83.

CONCEPTION DE REPAS DURABLES : UNE NOUVELLE MÉTHODE TENANT COMPTE DE L'ACCEPTABILITÉ VALIDÉE PAR DES ÉTUDES DE CAS



Un nombre croissant de travaux utilise la modélisation dans le but de concevoir des régimes alimentaires plus durables. Si ces méthodes se sont montrées efficaces pour intégrer les aspects nutritionnels, économiques et environnementaux, elles ne tiennent pas compte des habitudes culturelles et de l'attractivité des repas. Afin d'y pallier, une étude récente a proposé une approche innovante, basée sur la programmation linéaire, pour intégrer ces paramètres. Cette méthode a été testée avec succès pour la définition des menus servis en restauration scolaire ainsi qu'en maison de retraite.

Concevoir des régimes alimentaires durable nécessite de tenir compte des différentes dimensions de la durabilité que sont la santé humaine, la santé de l'environnement et les aspects socio-économiques. Pour répondre à cet objectif, plusieurs outils mathématiques ont été développés tels que la programmation linéaire. Cette dernière s'est notamment avérée efficace pour proposer des régimes adéquats sur le plan nutritionnel tout en minimisant leur impact économique et environnemental. Toutefois, des progrès restent à faire pour intégrer à ces modèles la question de l'acceptabilité socio-culturelle (van Dooren et al., 2018).

En effet, l'acceptabilité est un élément clé à considérer lors de la conception de régimes alimentaires. Elle repose sur la palatabilité des aliments et les habitudes alimentaires qui, à leur tour, sont déterminées par des facteurs culturels, traditionnels et environnementaux (Reddy et al., 2015). Si plusieurs tentatives ont été menées pour inclure ce paramètre dans l'élaboration de régimes durables, aucune étude ne s'est pour le moment montrée concluante.

Récemment, une équipe de chercheurs (Benvutti et al., 2020) a proposé une approche innovante de modélisation linéaire qui permettrait de tenir compte de l'acceptabilité dans la conception de plans alimentaires.

Un modèle qui tient compte de l'acceptabilité pour la conception de repas durables

Le modèle évalué dans cette étude est utilisé pour **concevoir des plans alimentaires** en fournissant la **séquence** et la **composition de repas quotidiens** (ordre et liste des plats constituant le repas) sur une **période donnée**. Chaque repas peut être constitué de plats issus d'un ensemble de **recettes préalablement définies et habituelles pour les utilisateurs**. Ainsi, cette approche permet de **modéliser la répartition de plats** à des **moments donnés** d'un emploi du temps, se voulant la **plus réaliste possible**.

Afin de tenir compte de l'ensemble des **dimensions** de la **durabilité des régimes**, cette méthode utilise divers **critères** pour la **sélection** des plats :

- **Paramètres nutritionnels** : densité énergétique et teneurs en macro et micronutriments ;
- **Impacts environnementaux** : utilisation des terres, de l'eau, eutrophisation, empreinte carbone ;
- **Paramètre économique** : prix du plat.

Enfin, pour répondre aux **exigences culturelles** et **garantir l'attractivité** et la **diversité** du **plan alimentaire**, chaque plat a été caractérisé par sa **composition** et son **rôle** dans le repas :

- **Groupe alimentaire** : général (céréales, produits laitiers, fruits/légumes...) ou détaillé (pâtes, riz, pain, fromage, yaourt, lait...)
- **Groupe d'utilisation** : plat principal, deuxième plat, accompagnement...etc.

Une méthode testée et approuvée dans 3 études de cas

L'**efficacité** de ce nouveau **modèle** a été **testée** dans **3 études de cas**. Deux d'entre elles ont porté sur la conception d'un plan alimentaire en **cantine scolaire** sur une période de 4 semaines ([Ribal et al., 2016](#) ; [Benvenuti et al., 2016](#)). La dernière s'est intéressée à l'élaboration d'un plan alimentaire en **maison de retraite sur 14 jours** ([Benvenuti et al., 2019](#)).

Le tableau 1 résume le nombre de paramètres utilisés dans chaque étude pour concevoir les plans alimentaires. Ces travaux ont utilisé le **modèle d'optimisation** dans un **ordre croissant de complexité**, la troisième étude ayant intégré un nombre plus important de paramètres et de groupes d'aliments.

Nombre de paramètres et de groupes	Etude 1 - Cantine scolaire	Etude 2 - Cantine scolaire	Etude 3 - Maison de retraite
Paramètres nutritionnels	15	7	3
Impacts environnementaux	1	2	7
Paramètre économique	1	0	1
Groupes alimentaires	0	12	18
Groupe d'utilisation	3	5	8
Possibilité de repas	2800	36 432	697 750

Tableau 1 : Paramètres utilisés pour la conception des plans alimentaires dans les études de cas (d'après [Benvutti et al., 2020](#))

Pour chaque étude, les résultats montrent que les **plans alimentaires** élaborés garantissent des **apports nutritionnels adéquats**, sont **variés, culturellement acceptables, abordables** et présentent de **faibles impacts environnementaux**. Ensemble, ces travaux **confirment** donc l'**efficacité** du nouveau modèle d'optimisation.

Un modèle transposable à d'autres secteurs de la restauration

Dans les 3 études présentées dans cet article, **l'ensemble des plats** envisagés pour l'élaboration des plans alimentaires correspondent à des **recettes habituellement proposées** dans les **écoles** ou les **maisons de retraite**. Ainsi, les conclusions de ce travail montrent que le **modèle d'optimisation** fournit un **calendrier intelligent de repas** ne nécessitant **pas de frais supplémentaire** pour **adapter** des recettes existantes.

Par conséquent, la méthode peut être **appliquée à d'autres secteurs de la restauration**, tels que les cantines d'entreprise et les chaînes de restauration. Il serait également pertinent d'envisager des **contraintes supplémentaires** liées par exemple à des **besoins nutritionnels spécifiques** en cas de diabète, de maladie cœliaque, etc.

Basé sur : Benvenuti L, De Santis A. Making a Sustainable Diet Acceptable: An Emerging Programming Model With Applications to Schools and Nursing Homes Menus. *Front Nutr.* 2020 Nov 6;7:562833.

Messages clés

- Trois études de cas ont montré l'efficacité du nouveau modèle de programmation linéaire, tenant compte de l'acceptabilité.
- Les plans alimentaires proposés dans ce travail garantissent un apport nutritionnel adéquat à des prix abordables tout en réduisant fortement les impacts environnementaux.
- Le modèle d'optimisation proposé pourrait être appliqué à d'autres secteurs de la restauration.

Références

- Reddy S, Anitha M. Culture and its influence on nutrition and oral health. *Biomed Pharmacol J.* 2015; 8:613–20.
- Maillot M, et al. Are the lowest-cost healthful food plans culturally and socially acceptable? *Public Health Nutr.* 2010;13:1178–85.
- Parlesak A, et al. Use of linear programming to develop cost-minimized nutritionally adequate health promoting food baskets. *PLoS ONE.* 2016; 11:e0163411.
- Ribal J, et al. Designing healthy, climate friendly and affordable school lunches. *Int J Life Cycle Assess.* 2016; 21:631–45.
- Benvenuti L, et al. An optimal plan for food consumption with minimal environmental impact: the case of school lunch menus. *J Clean Prod.* 2016;129:704–13.
- Benvenuti L, et al. Concurrent economic and environmental impacts of food consumption: are low emissions diets affordable? *J Clean Prod.* 2019;236:117645.

AVIS D'EXPERT - UTILISER LES OUTILS DE MODÉLISATION AU SERVICE DES RÉGIMES DURABLES : 2 QUESTIONS À FLORENT VIEUX



Florent Vieux
Directeur général MS Nutrition

MARSEILLE

A PROPOS DE L'EXPERT

Florent Vieux est directeur général et chercheur au sein de l'entreprise MS-Nutrition (pour Modélisation et Statistiques pour la nutrition). Il est titulaire d'un doctorat d'Aix-Marseille Université portant sur la relation entre qualité nutritionnelle et impact carbone des choix alimentaires individuels. Il est titulaire d'un master en Modélisation et Apprentissage Statistique en Sciences Sociales de l'Université Pierre Mendès France (Grenoble) et d'une licence en statistiques de l'Université of the west of England (Bristol).



IDÉE REÇUE 1

Toutes les approches de modélisation se valent

Vrai & Faux

On distingue 2 approches de modélisation : la première, appelée **scénarios alimentaires**, a pour objectif de **quantifier l'impact de changements alimentaires prédéfinis par le chercheur** : une diminution des consommations de viande, une augmentation de la part des fruits et légumes etc. Cette approche permet par exemple de simuler l'impact de l'adoption d'un régime végétarien sur la nutrition de la personne, l'environnement... Une caractéristique de l'approche par scénario est de **fournir des résultats simples à comprendre** : « Remplacer toute la consommation de viande et poisson par des légumes secs abouti à... ». Toutefois, le **résultat peut être ambivalent** avec des bénéfices vis à vis de certaines métriques (par exemple « l'impact carbone est réduit de X% ») et négatif sur d'autres (par exemple « l'apport en vitamine D est réduit de YY% »).

La seconde approche, appelée **optimisation**, cherche à **quantifier les changements alimentaires à opérer pour atteindre des objectifs nutritionnels, environnementaux...** Une caractéristique de cette approche est de pouvoir **contrôler simultanément l'ensemble des métriques à disposition**. Le chercheur peut par exemple générer un régime qui respecte l'ensemble des recommandations nutritionnelles, tout en réduisant l'impact carbone et en étant le plus abordable possible.

Une **limite** commune aux 2 approches est leur **dimension « théorique »**. La notion d'**acceptabilité culturelle** est ainsi **difficile à contrôler**. Ainsi, ces 2 approches ne permettent pas de répondre aux mêmes questions, le chercheur peut ainsi opter pour l'une ou l'autre selon le sujet de sa recherche.



IDÉE REÇUE 2

La science ne permet pas de quantifier la durabilité de notre alimentation

Faux

L'alimentation durable (ou saine et durable) fait appel au **respect de 4 dimensions** : santé, environnement, culture et économie. Pour le chercheur, il convient d'adosser des mesures quantitatives à ces dimensions.

Pour le traitement de la dimension santé, on peut s'appuyer sur la **base de données CIQUAL** proposée par l'Anses qui contient la composition nutritionnelle – teneur calorique, en fibres, en macronutriments et en plusieurs vitamines et minéraux – de plus de 2000 aliments. On peut également s'appuyer sur les **recommandations nutritionnelles**.

Pour le traitement de la dimension environnementale, l'impact carbone est l'indicateur le plus connu mais d'autres existent tels que l'utilisation de l'eau, l'eutrophisation des sols, etc. Pour cela, l'ADEME et l'INRAE met à libre disposition **la base de données Agribalysse** qui recense les impacts environnementaux de plus de 2000 produits alimentaires.

Pour évaluer la dimension culturelle, on pourra s'appuyer sur les **recettes** des plats préparés, sur **la structure du menu** (entrée, plat, dessert) ou sur les **habitudes de consommation** des individus qu'on peut retrouver dans les études de consommations individuelles comme les études INCA menées par l'Anses en France dans lesquelles des milliers d'individus déclarent leurs consommations alimentaires pendant une période de quelques jours.

La dimension économique est enfin la plus difficile à quantifier car elle repose généralement sur le **prix des aliments** qui est très variables dans l'espace et le temps. D'autres métriques peuvent être mobilisées **comme la part du prix alloué à la rémunération du producteur** par exemple.

INFOGRAPHIE - RÉGIMES ALIMENTAIRES DURABLES : DES OUTILS COMPLÉMENTAIRES AU SERVICE DES CHERCHEURS

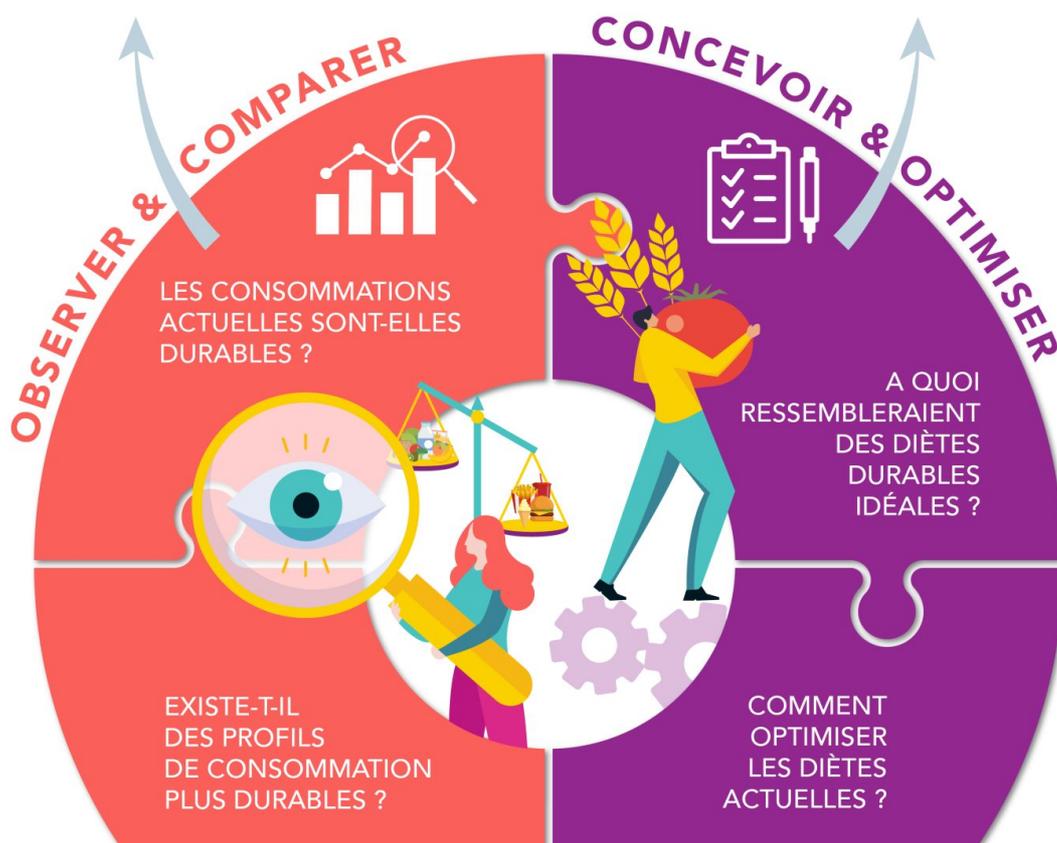
Une **alimentation durable**, telle que définie par la FAO, « contribue à protéger et à respecter la **biodiversité et les écosystèmes**, est **culturellement acceptable**, économiquement **équitable et accessible**, **abordable**, **nutritionnellement** sûre et saine, et permet d'optimiser les ressources naturelles et humaines » (FAO, 2010). Plusieurs outils sont utilisés par les scientifiques pour proposer des **régimes alimentaires** qui tentent de prendre en compte les **différentes dimensions de la durabilité**. Ces approches présentent des **variations méthodologiques** avec des **objectifs différents**. En effet, certaines **observent et comparent les consommations actuelles pour identifier des marges de progrès**. D'autres conçoivent des régimes théoriques par simulation et **optimisent mathématiquement** les régimes actuels **sous contrainte de durabilité**. Les résultats issus de ces différentes approches doivent ainsi être interprétés avec précaution. Ces approches sont **complémentaires pour construire des politiques qui visent à encourager des régimes alimentaires durables**.

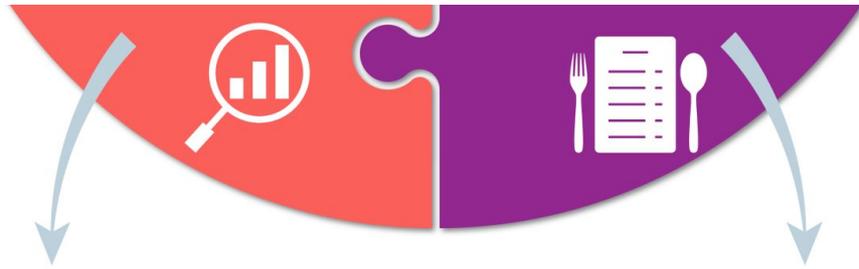


POSER UN DIAGNOSTIC,
QUI PERMETTRA DE DÉFINIR LES MARGES DE
PROGRÈS POUR UNE ALIMENTATION DURABLE.



DÉFINIR UN CADRE CONCEPTUEL,
QUI NÉCESSITE PAR LA SUITE UNE ADAPTATION
AU NIVEAU LOCAL.





IDENTIFIER DES RÉGIMES DURABLES EN PARTANT DES CONSOMMATIONS RÉELLES D'UNE LARGE POPULATION, CE QUI GARANTIT UNE BONNE ACCEPTABILITÉ.

CONCEVOIR DES RÉGIMES ALIMENTAIRES DURABLES QUI MINIMISENT LES CHANGEMENTS APPORTÉS AUX RÉGIMES EXISTANTS.



Références

Nicole Darmon. Avantages et limites des approches mises en oeuvre pour identifier des choix alimentaires plus durables. Webinaire AFZ :Evaluation et affichage environnemental des produits d'élevage, Association Française de Zootechnie, Sep 2021, En ligne, France. 31 p. [powerpoint]

Steenon, S. and Buttriss, J.L. (2020), The challenges of defining a healthy and 'sustainable' diet. *Nutr Bull*, 45: 206-222

EN PRATIQUE - 5 CONSEILS ULTRA SIMPLES ET CONCRETS POUR UNE ALIMENTATION PLUS DURABLE



Adopter une alimentation durable, pour prendre soin de soi et de la planète, est devenu une réelle préoccupation. Mais pas toujours simple de savoir comment se lancer. Comment adopter des petits gestes concrets au quotidien, à son niveau et en fonction de ses possibilités ? Dans ces nouvelles astuces pratiques, on vous livre 5 astuces simples à mettre en application pour rendre votre alimentation plus durable.

CONSEILS PRATIQUES

1 Voir petit

L'idée est d'essayer d'avancer à son rythme, sans placer la barre trop haut. En effet, se fixer des objectifs trop ambitieux, pourrait s'avérer décourageant. **Partez de vos habitudes et procédez par petites touches progressives**, le moindre petit changement compte ! Par exemple, pour prendre soin de votre alimentation sans bousculer toutes vos habitudes : remplacez parfois le pain blanc par le **pain complet ou aux céréales**, testez d'introduire une **crudité** avant le plat principal (carottes râpées, pamplemousse...), ou encore pensez à ajouter un **fruit** - banane, kiwi, abricots - **au petit déjeuner**. Tous ces petits changements seront déjà une grande avancée !

2 Changer de point de vue pour une assiette plus végétale

En France, nos repas principaux sont généralement construits autour de la viande ou du poisson, les autres aliments venant en complément. Une des clés pour une assiette plus durable est de **revoir ces proportions en donnant plus de place aux aliments végétaux**. Pour rééquilibrer et donner plus de place au végétal dans nos menus, et si on réfléchissait à l'envers en essayant de déconstruire nos habitudes ? Pour vous lancer, **composez votre assiette en commençant par les aliments d'origine végétale** comme les légumes, les fruits ou encore les légumineuses (lentilles, pois chiche, haricots...) **puis en y ajoutant les aliments d'origine animale**. De cette manière, vous prendrez l'habitude de faire la part belle aux produits végétaux dans votre quotidien.

3 Partir de ses habitudes et du contenu de ses placards

Pas besoin d'acheter 1001 aliments nouveaux pour rendre son alimentation plus durable Avant d'aller faire vos courses, [procéder à un inventaire](#) de votre congélateur mais aussi des conserves que vous avez dans vos placards pour acheter juste ce dont vous avez besoin. Cette astuce va vous permettre d'**économiser**, en évitant les achats superflus mais également de limiter le gaspillage, en **consommant en priorité les aliments disponibles à la maison**.

4 Devenir un pro du recyclage

Pour éviter de jeter des aliments encore consommables, pensez à les recycler en leur donnant une seconde vie. En cuisine par exemple, **réutilisez vos restes de la veille**, en intégrant vos légumes dans un [gratin](#), une quiche ou encore dans une soupe. Pensez aussi à **cuisiner vos fruits et légumes qui commencent à fatiguer** - bananes tachetés, carottes ramollies... -, ils se transformeront parfaitement en une [compote](#), une [purée](#), un [cake](#) ou encore une délicieuse [tarte](#) ! Enfin, en cas de surplus, pensez à **congeler vos aliments**, vous pourrez les consommer plus tard, en les ajoutant à une nouvelle recette.

5 Apprivoiser les légumes et les légumineuses

La consommation de ces deux groupes d'aliment est particulièrement recommandée afin d'adopter une [alimentation plus durable](#). Pour les intégrer plus facilement dans votre quotidien, **pensez pratique** : les surgelés et les conserves sont de bonnes alternatives pour en consommer davantage. Mettez aussi sur les **recettes minutes** avec des préparations rapides, comme le [houmous de pois chiche](#), [les tartines de légumes](#), ou encore les [tomates cerises](#), [carotte](#) ou [concombre](#) à tremper dans une sauce aux fromages blancs et fines herbes. Vous pouvez aussi vous inspirer des recettes du monde, avez-vous déjà testé le [dahl indien](#) ? Délicieux et rassasiant, ce plat complet vous fera découvrir les légumineuses d'une autre façon !

En savoir plus :

- [Alimentation saine et durable : comment proposer des recommandations accessibles et acceptables par tous ?](#)
- [En pratique - 5 astuces inspirées des traditions du monde pour une alimentation plus durable](#)
- [Fruits et légumes et santé globale : 10 astuces pratiques](#)
- [En pratique : Comment rendre son alimentation plus durable ?](#)

EN BREF



Découvrez 5 articles récents issus de notre veille scientifique sur l'alimentation saine et durable.



USA : les consommateurs de fruits rouges ont une alimentation de meilleure qualité et moins de facteur de risque cardio-métaboliques

Une étude récente a analysé les niveaux de consommation de fruits rouges d'adultes et examiné les éventuelles associations avec la qualité de l'alimentation et les facteurs de risque cardiométaboliques. Les données relatives à l'alimentation de 33 082 adultes issus de l'enquête nationale sur la santé et la nutrition ont été recueillies. D'après les résultats, environ 25% des adultes américains consomment des fruits rouges, la consommation moyenne de fraises étant plus élevée que celles des autres baies. Les consommateurs de fruits rouges présentent un score d'alimentation saine significativement plus élevé et des facteurs cardiométaboliques meilleurs que les non-consommateurs. Ce travail suggère ainsi que les fruits rouges exercent un rôle positif dans la qualité de l'alimentation et dans la santé cardiométabolique.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38242289/>



Encourager des changements alimentaires sains et durables : privilégier les messages concrets, positifs et mettant en avant les bénéfices individuels

Une étude récente a examiné les réactions de jeunes adultes face à des messages encourageant des changements alimentaires en faveur d'une alimentation plus saine et durable. Dans ce but, 4 groupes de discussion en ligne rassemblant de jeunes américains âgés de 18 à 25 ans ont été créés. Chaque groupe a été confronté à 3 types de messages incitant à changer ses habitudes alimentaires. D'après ce travail, les messages perçus comme les plus efficaces sont courts, pertinents, adoptent un ton positif, évoquent des changements alimentaires réalisables et associent ces changements à des conséquences claires. Les thématiques ayant suscité le plus de réactions sont celles qui soulignent que mêmes les plus petits changements peuvent avoir d'importants effets sur la santé et l'environnement, et qui abordent les potentiels effets néfastes des choix alimentaires.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38246428/>



Etats-Unis : comparaison de deux interventions d'éducation à la santé pour promouvoir de meilleures habitudes alimentaires

Depuis 2011, le gouvernement américain soutient 2 approches visant à améliorer la composition de la masse grasse de la population. Une étude récente a cherché à comparer les effets de ces approches sur la satiété et sur la composition corporelle de 261 adultes aux revenus modestes. Sur un suivi de 12 mois, les participants ont assisté à 11 sessions d'éducation à la santé comportant des messages issus du programme MyPlate ou du programme de prévention contre le diabète. Les résultats montrent que les scores de satiété ont augmenté pour l'ensemble des participants bien qu'aucune perte de poids significative n'ait été rapportée. Seul le groupe ayant bénéficié des interventions MyPlate a réduit son tour de taille de 2 cm après l'intervention. A l'issue des 12 mois, les deux groupes ont déclaré avoir augmenté leur consommation de fruits et légumes et réduit celle de boissons sucrées. Ce travail démontre ainsi le potentiel d'interventions d'éducation à la santé pour promouvoir de meilleures habitudes alimentaires et améliorer certains paramètres anthropométriques.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38226935/>



Politiques publiques : le Mexique un exemple à suivre concernant l'amélioration de l'environnement alimentaire

Face à l'augmentation de la prévalence du surpoids et de l'obésité au Mexique, les autorités publiques ont élaboré plusieurs stratégies visant à améliorer l'environnement alimentaire et promouvoir des comportements sains. Une étude récente les présente et les évalue. Ces mesures comprennent des taxes, l'étiquetage en face avant des emballages, un encadrement du marketing alimentaire, ainsi que des recommandations alimentaires. Cette étude souligne l'importance du déploiement de telles stratégies dans des régions où les inégalités socio-économiques sont marquées et les choix alimentaires sains limités. L'expérience mexicaine en matière de conception, de mise en œuvre et d'évaluation de politiques publiques peut être utile à d'autres pays en voie de développement confrontés à des défis similaires.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38246349/>



« A good way to start the day » : une étude britannique explore le potentiel des légumes pour le petit déjeuner

La consommation de légumes chez les enfants britanniques pourrait être largement améliorée. Afin d'envisager une nouvelle occasion de consommation, une étude a recueilli les perceptions et expériences de parents concernant le fait de proposer des légumes à leurs enfants au petit-déjeuner. Si les parents étaient largement favorables à l'idée, ils citent comme freins les normes sociales/comportementales, des contraintes pratiques et le fait que les enfants n'aiment généralement pas les légumes. Parmi les leviers proposés, ils indiquent le fait que les enfants n'ont pas encore développé à cet âge de normes sociales en matière d'alimentation. Ils suggèrent également des solutions pratiques et trouvent nécessaire d'avoir des campagnes d'information/sensibilisation pour comprendre comment et pourquoi les légumes devraient être intégrés au petit-déjeuner des enfants.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38301866/>