



HAL
open science

Quel modèle pour couvrir ses besoins dans le cadre d'une alimentation durable? Focus sur les protéines et le calcium

Bernard Guy-Grand, Véronique Coxam, François Mariotti, Jean-Louis J.L. Peyraud, Aurélie Wilfart, Béatrice Morio

► To cite this version:

Bernard Guy-Grand, Véronique Coxam, François Mariotti, Jean-Louis J.L. Peyraud, Aurélie Wilfart, et al.. Quel modèle pour couvrir ses besoins dans le cadre d'une alimentation durable? Focus sur les protéines et le calcium. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 2024, 59 (2), pp.76-81. 10.1016/j.cnd.2024.01.001 . hal-04495509

HAL Id: hal-04495509

<https://hal.inrae.fr/hal-04495509v1>

Submitted on 8 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

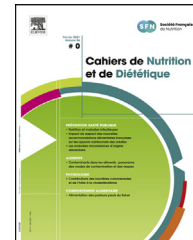


Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



COMMUNICATION BRÈVE

Quel modèle pour couvrir ses besoins dans le cadre d'une alimentation durable ? *Focus* sur les protéines et le calcium. Synthèse du workshop SFN en partenariat avec Bel donné en visioconférence le mercredi 21 juin 2023

How can we cover our nutritional requirements with a sustainable diet? Focus on proteins and calcium. Summary of the online SFN workshop in partnership with Bel held on Wednesday 21st June 2023

**Bernard Guy-Granda^a, Véronique Coxam^b,
François Mariotti^c, Jean-Louis Peyraud^d,
Aurélien Wilfart^e, Béatrice Morio^{a,*}**

^a Nutrition, Paris Sorbonne université, Paris, France

^b INRAE, unité de nutrition humaine, Saint-Genès Champanelle, France

^c Université Paris-Saclay, AgroParisTech, INRAE, UMR PNCA, Palaiseau, France

^d INRAE, institut Agro, PEGASE, Le Clos, Saint-Gilles, France

^e INRAE, institut Agro, SAS, Rennes, France

Received 13 December 2023; accepted 17 January 2024

MOTS CLÉS

Alimentation durable;
Protéines;
Calcium

Résumé La société se trouve confrontée à de nouveaux enjeux planétaires rendant nécessaires des modifications de nos systèmes alimentaires. La SFN, avec le soutien financier de Bel, a organisé un webinaire sur les modèles de régimes alimentaires permettant de couvrir les besoins nutritionnels dans le cadre d'une alimentation durable, avec un *focus* sur les

* Auteur correspondant.

E-mail address: beatrice.morio@inrae.fr (B. Morio).

<https://doi.org/10.1016/j.cnd.2024.01.001>

0007-9960/© 2024 L'Auteur(s). Publié par Elsevier Masson SAS au nom de Société française de nutrition. Cet article est publié en Open Access sous licence CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

protéines et le calcium. Cette session s'est tenue en digital le 21 juin 2023. L'intégralité des conférences est disponible gratuitement sur le site de la SFN à l'adresse suivante : <https://sfnutrition.fr/workshop-de-la-sfn/>. Nous en présentons ici une synthèse.

© 2024 The Author(s). Published by Elsevier Masson SAS on behalf of Société française de nutrition. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Sustainable food;
Protein;
Calcium

Summary Society is facing new global challenges that require changes to our food systems. The SFN, with the financial support of Bel, organised a webinar on models for optimising diets to meet nutritional requirements as part of a sustainable diet, with a focus on proteins and calcium. This session was held digitally on 21st June 2023. All the presentations are available free of charge on the SFN website at <https://sfnutrition.fr/workshop-de-la-sfn/>. We present a summary here.

© 2024 The Author(s). Published by Elsevier Masson SAS on behalf of Société française de nutrition. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

La société se trouve confrontée à de nouveaux enjeux planétaires rendant nécessaires des modifications de nos systèmes alimentaires :

- le vieillissement de la population, source de maladies chroniques et de diminution de l'espérance de vie en bonne santé ;
- l'expansion démographique mondiale (avec plus de 10 milliards d'humains en 2050) qui met en tension les ressources agricoles et engendre des difficultés d'accessibilité à une alimentation saine, source de sous-alimentation (9 % de la population mondiale y compris dans les pays industrialisés), et de malnutrition (déséquilibres nutritionnels qualitatifs ou quantitatifs insuffisance en micronutriments) ;
- l'émergence de nouvelles exigences des consommateurs en matière de bien-être animal ;
- enfin et surtout, l'urgence climatique puisque les activités liées aux systèmes alimentaires représentent plus de 25 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) mondiaux ; une hausse de 2 °C de la température moyenne mondiale entraînerait une augmentation de 189 millions de sujets exposés à la faim.

Une transition alimentaire semble donc nécessaire, inéluctable et repose sur une végétalisation de l'assiette. Cette évolution devra être accompagnée par une modification des politiques publiques et des dispositifs de soutien. D'où, à l'échelle nationale, l'inscription dans la Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat (SNANC) de la volonté de « soutenir une alimentation saine et durable pour tous et peu émettrice de GES », selon les recommandations du Haut Conseil de la santé publique (HCSP).

Certains de ces objectifs peuvent être contradictoires d'où la nécessité de trouver des compromis pouvant conduire à différentes solutions. Ainsi, des travaux de modélisation [1] ont construit un modèle de régime optimisé à partir d'une alimentation moyenne de la population française, montrant qu'il est possible de réduire de 30 %

Selon la proposition de la FAO et de l'OMS en 2019¹, les régimes alimentaires sains et durables se doivent :

- de contribuer à la sécurité alimentaire et nutritionnelle, nutritionnellement adéquate, pour les générations actuelles et futures ;
- d'exercer un faible impact environnemental (déforestation, ressources hydriques, pollution, gaspillage...);
- d'inclure une dimension socioculturelle ;
- d'être accessibles, économiquement et équitables et abordables.

¹ FAO et WHO. *Sustainable health diets, guiding principles*. Rome 2019.

la production de GES, l'eutrophisation et l'acidification des écosystèmes tout en respectant les recommandations nutritionnelles pour la grande majorité des nutriments. Il s'agit de manger sans excès et sans éviction d'aucune catégorie alimentaire, en diminuant la viande de ruminant et de charcuterie et en favorisant les apports en fruits et légumes, céréales, légumes secs et fruits à coque. Dans une démarche comparable de modélisation à celle précédemment citée [2], l'Anses a établi des régimes nutritionnellement adéquats, qui intègrent en plus la minimisation du risque de maladies chroniques induits par certains groupes alimentaires et par l'exposition aux contaminants, tout en étant le plus proche possible des régimes observés dans la population française adulte. Ces régimes ont servi de base à la révision des repères du Programme national nutrition-santé (PNNS) [3]. Ils sont considérablement végétalisés, avec eux aussi davantage de fruits et légumes, de légumes secs et de fruits à coques et moins de viande rouge et de charcuterie par rapport à la consommation moyenne observée dans la population française adulte.

Dans les deux études, les modèles sont contraints par leur proximité avec les régimes observés, ce qui répond au

critère d'« acceptabilité ». Il s'agit donc bien dans les deux approches d'un compromis. On peut trouver des profils alimentaires s'écartant davantage des régimes observés et qui sont clairement mieux disant du point de vue des pressions environnementales, comme le célèbre régime EAT-Lancet [4], les régimes végétariens ou végétaliens du GIEC [5], ou différents régimes « flexitariens » [6]. Ces régimes sont souvent clairement associés à un moindre risque pour la santé [4,7], mais leur adéquation nutritionnelle a été beaucoup questionnée [8].

Focus sur les protéines et les sources protéiques : de fortes marges de progression en termes de durabilité

La démarche de végétalisation de l'alimentation s'accompagne souvent de préoccupations concernant l'adéquation protéique. La végétalisation entraîne en effet une légère baisse des apports protéiques, sachant cependant qu'on part d'un niveau de base très élevé dans la population générale. Dans des régimes variés, les profils protéiques des divers aliments d'origine animale et végétale se complètent et il n'y a pas vraiment de risques en termes d'insuffisance d'apports de certains acides aminés. Dans les régimes végétariens et même végétaliens, les apports protéiques restent satisfaisants, à condition toutefois que les sources de protéines végétales soient variées, associant céréales et légumineuses.

L'apport en protéines (et plus encore en acides aminés) n'est donc pas limitant dans les modèles de végétalisation saine de l'alimentation. Le problème vient plutôt des autres nutriments associés aux protéines. Ainsi, quand on modélise des régimes bons pour la santé avec une contribution croissante des protéines végétales, les nutriments qui deviennent limitants sont le fer et le zinc biodisponibles, les vitamines A, B2, B12, le calcium et l'iode ; des compléments peuvent devenir alors nécessaires [9]. Les données récentes conduisent à considérer le fer et le zinc biodisponibles comme des nutriments critiques de la végétalisation de l'alimentation [10]. Cependant, ces freins n'apparaissent pas quand il s'agit de modèles de réduction ou de suppression de la seule consommation de viande de ruminant.

Les impacts environnementaux des modèles de végétalisation protéique sont aussi plus faibles (jusqu'à -43 % de GES par rapport à l'observé) [9]. Cela s'explique en grande partie par la suppression de la viande, et notamment de la viande rouge. En France, à l'inverse des profils d'apports protéiques pauvres en viande qui ont de très faibles impacts, les profils d'apports protéiques fortement influencés par la viande de ruminant sont les moins bons du point de vue du risque nutritionnel et de santé à long-terme, et les moins favorables pour ce qui concerne les GES, l'utilisation des terres, l'eutrophisation terrestre, l'émission de particules, et l'acidification [11].

Focus sur le calcium

La question du calcium diffère largement de celle des protéines. En effet, bien que le besoin en calcium reste

encore imprécis, le risque d'insuffisance d'apport en calcium est assez élevé dans la population générale dans le monde avec de fortes disparités entre pays du nord et pays du sud : 15 à 30 % des adultes et 60 % des personnes âgées ne couvriraient pas leurs besoins [12]. En outre, en contraste avec le fer et la viande rouge, les produits laitiers, vecteur principal des apports calciques, ne sont pas clairement associés au risque au risque d'incidence de maladies chroniques. On considère même que les produits laitiers sont favorablement associés à la santé à long terme [13]. Ils apparaissent comme un vecteur calcique difficilement contournable. Dans les régimes végétalisés, sans produits laitiers, les apports calciques observés s'avèrent trop faibles et le risque associé pour la santé osseuse a été confirmé par des études récentes, au moins en vie entière [14].

Dans l'étude d'analyse de végétalisation protéique déjà citée [9], les produits laitiers, sous forme de lait essentiellement, résistent à la végétalisation protéique. La diminution du lait exigé par une plus forte végétalisation (c.-à-d. supérieure à 70 % de protéines végétales) conduit à dégrader l'objectif santé, puis n'est plus possible au-delà de 77 % de protéines végétales car il n'y a alors pas de solution diététique simple pour assurer la couverture du besoin en calcium à l'échelle populationnelle [9]. L'iode et la vitamine B12 deviennent aussi critiques. Ce résultat ne signifie pas qu'il n'existe pas de solution alternative dans l'absolu, mais plutôt, qu'elles n'existent pas ou qu'elles ne sont pas suffisamment opérantes en l'état actuel de l'offre alimentaire et des habitudes de consommations prévalentes [9].

Les boissons végétales pourraient offrir naturellement une alternative au lait. Cependant, des études de simulation, dont celle menée à partir de données françaises de consommation et d'offre [15], indiquent que cette substitution ne tend pas à améliorer le profil en nutriments des régimes et conduit à augmenter le risque d'un trop fort déficit calcique et d'une carence en iode [16]. Cela pourrait justifier l'enrichissement de ces boissons en calcium et iode, ou plus largement des politiques d'enrichissement des matières premières en nutriments concernés par la végétalisation de l'alimentation [16]. Un plus grand apport de fibres par les boissons végétales pourrait contribuer à réduire le risque de maladies mais la composition de ces produits est très variable et les boissons végétales peuvent aussi contribuer à augmenter légèrement la consommation de produits ultra transformés déjà élevée en France [15,16].

Analyse comparative des prospectives alimentaires : impacts sur les régimes et les systèmes d'élevage

L'urgence climatique soulignée par les différents rapports du GIECC met en évidence la nécessité de réduire les émissions de CO₂ d'origine anthropique. La loi européenne sur le climat et son paquet neutralité carbone ainsi que les stratégies nationales SNBC (1 et 2) imposent des objectifs de réduction de 46 % d'ici 2050. Six des dix limites planétaires sont dépassées alors que la population et la demande alimentaire sont en plein accroissement. Le système alimentaire mondial génère 71 % des émissions de GES d'origine anthropique. En France, le système alimentaire

gène près de 163,3 Mt eq CO₂ dont les deux tiers ont pour origine l'activité agricole. Les productions animales, qui représentent 40 % des protéines ingérées dans le monde, représentent 14,5 % des GES et les tendances mondiales prévoient une augmentation de la production de monogastriques de 32 % (porcins) à 61 % (volailles) d'ici 2050. Cinq prospectives abordant l'alimentation en 2050 à différentes échelles méritent analyse : Monde (Agrimonde Terra, Food Planet Health), Europe (Tyfa) et France (Afterres2050, Transition 2050). Ces différents scénarios alimentaires proposent des évolutions des systèmes d'élevage (quantité, type) pour soutenir les baisses d'émissions :

- Agrimonde Terra (2018) considère l'augmentation de la demande alimentaire mondiale et les impacts environnementaux associés dans un contexte de changement climatique en explorant 5 scénarios pour l'usage des terres à l'échelle de la planète. Quatre hypothèses d'évolution des régimes alimentaires sont explorées : transition basée sur des produits ultra transformés, transition basée sur des produits animaux, diversité régionale du système alimentaire, régimes et diversité alimentaire pour des régimes sains. Ainsi dans les scénarios alimentaires d'Agrimonde Terra, on observe entre -20 % et +30 % de produits animaux (tous types y compris ceux provenant de pisciculture) issus d'élevages conventionnels intensifs utilisant soit des ressources locales ou des ressources importées, mais aussi des élevages agroécologiques et des petits élevages diffus. La scénarisation induit une tendance à augmenter les surfaces cultivées de +3 à +40 % ainsi qu'une augmentation des surfaces en pâtures ;
- l'autre prospective à l'échelle mondiale, Food Planet Health, communément appelée « Eat-Lancet » propose 4 scénarios pour des régimes planétaires sains pour l'homme et pour la planète. Ces scénarios résultent de la combinaison de 5 blocs : *business as usual* ou virage alimentaire, réduction ou non de moitié des pertes et des déchets alimentaires et 2 niveaux de pratiques de production (améliorée ou ambition élevée). Par rapport à Agrimonde Terra, Eat-lancet considère en plus la réduction de la mortalité et des pathologies, et la préservation de la biodiversité en adoptant des régimes avec moins de produits animaux, plus de produits végétaux notamment des oléagineux, plus de produits de meilleure qualité issus de systèmes agricoles préservant la biodiversité, sans réduction de la quantité journalière de calories (2500 kcal/j) ;
- l'échelle européenne, il n'existe que la prospective Tyfa (2018) qui explore un scénario de système alimentaire pour une Europe agroécologique en 2050. Dans ce scénario, les régimes alimentaires sains suivent les recommandations ANSES, EFSA et de l'OMS, pour un apport calorique moyen de 2500 kcal/j. Le régime de référence contient de manière prépondérante des céréales complètes, des légumes et fruits, des légumineuses et des fruits à coques. Les produits animaux ne représentent que 12 % des calories ingérées, produits laitiers inclus. Dans Tyfa, le scénario alimentaire induit -45 % produits animaux avec un effectif bovin viande conservé pour favoriser le maintien des prairies, -20 % de bovins laitiers, -50 % œufs, -70 % volailles et -50 % pour le porc. Les élevages sont extensifs et biologiques et les bovins sont

alimentés à base de prairies dans lesquelles ils sont 40 % du temps ;

- enfin à l'échelle de la France, Solagro propose le scénario Afterres2050 pour mieux nourrir la population française en 2050 en considérant les demandes sociétales mais aussi les aspects santé en réduisant de moitié les surconsommations de protéines et de sucres, et les impacts environnementaux de l'alimentation. Pour Afterres 2050, le scénario alimentaire induit une diminution de moitié des élevages de volailles, de -35 % pour les porcs, de -60 % pour les bovins laitiers et de -20 % des élevages allaitants. Les systèmes évoluent vers des systèmes moins productifs et de plus forte valeur ajoutée (10 % élevages raisonnés, 45 % biologiques, 45 % intégrés). Les vaches laitières sont issues à 70 % de systèmes avec pâturage dominant, les porcs se répartissent entre 40 % de systèmes conventionnels améliorés, 55 % bio, 5 % en systèmes très extensifs alors que les poules pondeuses sont issues pour 30 % de systèmes standards, 40 % bio et 40 % de systèmes labels. Les poulets de chair eux proviennent de systèmes standards pour 10 %, 45 % bio et 45 % certifiés et labels. Le scénario propose une augmentation des surfaces en forêt et une diminution des surfaces fourragères au profit de cultures pour l'alimentation humaine ;
- enfin l'ADEME a produit récemment 4 scénarios pour atteindre la neutralité carbone en France pour 2050, l'alimentation n'étant qu'un des secteurs économiques considérés. Ainsi dans le scénario « Génération frugale », 3 fois moins de viande est consommée, les aliments sont majoritairement locaux et la portion calorique journalière réduite à 1750 kcal/j. Dans le scénario « Coopération territoriale », l'alimentation se base sur une coopération entre territoires de production. Le scénario « Technologies vertes » explore lui le consumérisme vert alors que le scénario « Consommation de masse » se base sur une agriculture intensive. Au final ces scénarios explorent des combinaisons de différents régimes plus sains et moins carnés mais de meilleure qualité avec une réduction allant -10 à -70 % de la consommation de viande selon les scénarios en utilisant des produits à forte valeur environnementale, de saison et relocalisés, mais également en réduisant de 50 % les pertes et gaspillages alimentaires. Dans ADEME 2050, les scénarios 1 et 2 où les consommations de viande sont divisées par 3, les systèmes d'élevage sont majoritairement agroécologiques et biologiques alors que dans les scénarios 3 et 4 les systèmes présentent une dualité système agroécologiques et systèmes technologiques. Les différents scénarios explorent des voies de stockage de carbone dans les sols.

Rôles, services et impacts de l'élevage laitier dans les systèmes agri-alimentaires durables

Les systèmes bovins laitiers sont aujourd'hui questionnés par la société sur plusieurs enjeux : émissions de méthane, préservation des écosystèmes et de la biodiversité, utilisation des ressources. Face à ces enjeux, la réduction de l'élevage apparaît souvent comme une solution évidente et

est mise en avant par de nombreux scénarios. Cependant, dans le même temps, l'élevage de ruminants ne peut être dissocié de la production de viande. Par ailleurs, il peut être un contributeur important à des systèmes alimentaires durables. En effet, l'élevage laitier est recycleur par nature, il recycle dans la chaîne alimentaire les biomasses végétales non consommables par l'homme (cellulose) qui représentent 70 à 95 % des aliments des bovins ; il peut produire de 1 à plus de 2 kg de protéines dans le lait et la viande associée au lait pour 1 kg de protéines végétales consommées par l'animal. L'efficience est maximale en systèmes très herbagers.

La bonne valorisation des lisiers permet de réduire l'usage des engrais de synthèse (il faut par contre mettre en œuvre des pratiques qui limitent la volatilisation de l'ammoniac) et les fumiers permettent quant à eux d'améliorer la fertilité des sols par l'apport de leur matière organique. Mais l'élevage laitier produit des services écosystémiques surtout via la prairie qu'il valorise. Les sols des prairies ont des stocks de carbone élevés qu'il convient de préserver et offrent un potentiel de séquestration aussi important que la forêt et sans risque d'incendies. La prairie limite très fortement les risques d'érosion des sols, elle permet de gérer les flux d'eau et de nitrates. Au sein des paysages, la prairie et les éléments associées (comme les haies) fournissent des habitats pour la flore et la faune sauvage et les prairies permanentes exploitées de manière pas trop intensives sont des hot spots de biodiversité. Introduite au sein de rotations céréalières, la prairie temporaire permet de rompre les cycles de plantes invasives et de pathogènes des cultures et donc l'usage des produits phytosanitaires. Enfin sur un plan nutritionnel, la prairie permet de produire un lait riche en acides gras omega-3 et en antioxydants [17].

Face à l'enjeu du réchauffement climatique, la recherche d'une meilleure efficience des troupeaux devrait permettre de réduire de 30 % l'intensité des émissions de méthane. Cependant, ceci passe par l'accroissement de la durée de vie productive des vaches (vêlages plus précoces, accroissement du nombre de lactation par vache), par l'utilisation d'additifs alimentaires² et, à plus long terme, de la mise à disposition d'animaux moins émetteurs. L'utilisation des légumineuses dans les rations est un autre levier qui permet de réduire les émissions de protoxyde d'azote du fait d'un moindre usage d'engrais azotés.

Conclusion

En conclusion, d'après ces prospectives, pour réduire l'empreinte carbone de l'alimentation, les régimes alimentaires sains et durables en 2050 sont végétalisés surtout du point de vue des sources protéiques. Une bonne végétalisation protéique en défaveur de la viande augmente la durabilité des systèmes, surtout avec la réduction de viande rouge et tout particulièrement de viande de ruminant. En revanche, la bonne végétalisation en défaveur du lait et des produits laitiers maigres est difficile en population générale, notamment en raison des apports en calcium. Elle

est d'autant plus difficile pour les individus se trouvant dans les fenêtres de vulnérabilité pour le calcium (enfance et personnes âgées). Une très forte végétalisation des régimes semble appeler à une offre de nouveaux produits végétaux enrichis, notamment en fer, en calcium et en certaines vitamines, car les alternatives végétales telles que disponibles actuellement pourraient conduire à augmenter le risque d'un trop fort déficit calcique et d'une carence en iode.

Les produits devront être de meilleure qualité, moins transformés, et de saison pour les produits frais. Au niveau de la production primaire, les systèmes agricoles devraient évoluer vers une meilleure intégration entre élevage et cultures en tenant compte de la valorisation des filières, notamment en développant des débouchés vers la nutrition humaine et du recyclage des nutriments pour des systèmes alimentaires plus efficaces. Concernant l'élevage, les cheptels devront être réduits mais il sera nécessaire de maintenir des prairies pour le stockage de carbone et la biodiversité.

Néanmoins, les résultats de ces prospectives sont très liés aux objectifs et hypothèses formulées. Ils devront être revisités en questionnant la diversité des territoires. En effet, il n'y a pas de solution unique et les adaptations sont à penser localement compte tenu de la grande diversité des contextes régionaux (bassins de production, grandes métropoles...). Par ailleurs, les prospectives présentent des diètes types mais, elles doivent être déclinées en tenant compte des préférences culturelles et les stades physiologiques des populations (enfants, personnes âgées...).

Remerciements

La SFN tient à remercier Bel pour son soutien financier. La SFN remercie les orateurs et la modératrice pour leur précieuse contribution au workshop et pour leur contribution active à la rédaction de la synthèse.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

References

- [1] Barré T, Perignon M, Gazan R, Vieux F, Micard V, Amiot MJ, et al. Integrating nutrient bioavailability and co-production links when identifying sustainable diets: how low should we reduce meat consumption? *PLoS One* 2018;13(2):e0191767, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0191767> [eCollection 2018].
- [2] ANSES. Actualisation des repères du PNNS : révision des repères de consommations alimentaires. Décembre 2016.
- [3] Haut Conseil de la santé publique. Avis relatif aux objectifs de santé publique quantifiés pour la politique nutritionnelle de santé publique (PNNS) 2018–2022. https://www.hcsp.fr/IMG/pdf/hcspa20180209_avisrelaaxobjequanpourlapolinut.pdf.
- [4] Willett W, Rockstrom J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, et al. Food in the anthropocene: the EAT-Lancet commission on healthy diets from sustainable food systems. *Lancet* 2019;393:447–92, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4).
- [5] The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change and Land—An IPCC Special Report on climate

² Comme définit par l'EFSA : <https://www.efsa.europa.eu/fr/topics/topic/food-additives>.

- change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. 2019.
- [6] Springmann M, Wiebe K, Mason-D'Croz D, Sulser TB, Rayner M, Scarborough P. Health and nutritional aspects of sustainable diet strategies and their association with environmental impacts: a global modelling analysis with country-level detail. *Lancet Planet Health* 2018;2:e451–61, [http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30206-7](http://dx.doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30206-7).
- [7] Jafari S, Hezaveh E, Jalilpiran Y, Jayedi A, Wong A, Safaiyan A, et al. Plant-based diets and risk of disease mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2022;62:7760–72, <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2021.1918628>.
- [8] Springmann M. Eating a nutritionally adequate diet is possible without wrecking long-term health, the planet, or the pocket. *Lancet Planet Health* 2023;7:E544, [http://dx.doi.org/10.1016/s2542-5196\(23\)00129-8](http://dx.doi.org/10.1016/s2542-5196(23)00129-8).
- [9] Fouillet H, Dussiot A, Perraud E, Wang J, Huneau J-F, Kesse-Guyot E, et al. Plant to animal protein ratio in the diet: nutrient adequacy, long-term health and environmental pressure. *Front Nutr* 2023;10, <http://dx.doi.org/10.3389/fnut.2023.1178121>.
- [10] Dussiot A, Fouillet H, Wang J, Salome M, Huneau JF, Kesse-Guyot E, et al. Modeled healthy eating patterns are largely constrained by currently estimated requirements for bioavailable iron and zinc—a diet optimization study in French adults. *Am J Clin Nutr* 2022;115:958–69, <http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/nqab373>.
- [11] Perraud E, Wang J, Salome M, Mariotti F, Kesse-Guyot E. Dietary protein consumption profiles show contrasting impacts on environmental and health indicators. *Sci Total Environ* 2023;856:159052, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159052>.
- [12] Anses. In: AVIS de l'Anses relatif à l'évaluation des apports en vitamines et minéraux issus de l'alimentation non enrichie, de l'alimentation enrichie et des compléments alimentaires dans la population française: estimation des apports usuels, des prévalences d'inadéquation et des risques de dépassement des limites de sécurité. Paris: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses); 2015 [Available at: <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012sa0142.pdf>].
- [13] Kiesswetter E, Stadelmaier J, Petropoulou M, Morze J, Grummich K, Roux I, et al. Effects of dairy intake on markers of cardiometabolic health in adults: a systematic review with network meta-analysis. *Adv Nutr* 2023, <http://dx.doi.org/10.1016/j.advnut.2023.03.004>.
- [14] Appleby P, Roddam A, Allen N, Key T. Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford. *Eur J Clin Nutr* 2007;61:1400–6, <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602659>.
- [15] Salome M, Huneau JF, Le Baron C, Kesse-Guyot E, Fouillet H, Mariotti F. Substituting meat or dairy products with plant-based substitutes has small and heterogeneous effects on diet quality and nutrient security: a simulation study in French adults (INCA3). *J Nutr* 2021;151:2435–45, <http://dx.doi.org/10.1093/jn/nxab146>.
- [16] Mariotti F. Nutritional and health benefits and risks of plant-based substitute foods. *Proc Nutr Soc* 2023 [In press].
- [17] Średnicka-Tober D, Barański M, Seal CJ, Sanderson R, Benbrook C, Steinshamn H, et al. Higher PUFA and n-3 PUFA, conjugated linoleic acid, (-tocopherol and iron, but lower iodine and selenium concentrations in organic milk: a systematic literature review and meta- and redundancy analyses. *Br J Nutr* 2016;115(6):1043–60, <http://dx.doi.org/10.1017/S0007114516000349>.