

Viandes rouges et transformées dans le contexte de la santé et de l'environnement

many shades of **red** and **green**

De nombreuses nuances de **rouge** et de **vert**

Information brief



Organisation
mondiale de la Santé



World Health
Organization

Viandes rouges et transformées dans le contexte de la santé et de l'environnement

De nombreuses nuances de **rouge** et de **vert**

Note d'information

Red and processed meat in the context of health and the environment: many shades of red and green. Information brief

ISBN 978-92-4-007482-8 (electronic version)

ISBN 978-92-4-007483-5 (print version)

© World Health Organization 2023

Some rights reserved. This work is available under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO licence (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>).

Under the terms of this licence, you may copy, redistribute and adapt the work for non-commercial purposes, provided the work is appropriately cited, as indicated below. In any use of this work, there should be no suggestion that WHO endorses any specific organization, products or services. The use of the WHO logo is not permitted. If you adapt the work, then you must license your work under the same or equivalent Creative Commons licence. If you create a translation of this work, you should add the following disclaimer along with the suggested citation: "This translation was not created by the World Health Organization (WHO). WHO is not responsible for the content or accuracy of this translation. The original English edition shall be the binding and authentic edition".

Any mediation relating to disputes arising under the licence shall be conducted in accordance with the mediation rules of the World Intellectual Property Organization (<http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules/>).

Suggested citation. Red and processed meat in the context of health and the environment: many shades of red and green. Information brief. Geneva: World Health Organization; 2023. Licence: [CC BY-NC-SA 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo).

Cataloguing-in-Publication (CIP) data. CIP data are available at <http://apps.who.int/iris>.

Sales, rights and licensing. To purchase WHO publications, see <https://www.who.int/publications/book-orders>. To submit requests for commercial use and queries on rights and licensing, see <https://www.who.int/copyright>.

Third-party materials. If you wish to reuse material from this work that is attributed to a third party, such as tables, figures or images, it is your responsibility to determine whether permission is needed for that reuse and to obtain permission from the copyright holder. The risk of claims resulting from infringement of any third-party-owned component in the work rests solely with the user.

General disclaimers. The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of WHO concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted and dashed lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

The mention of specific companies or of certain manufacturers' products does not imply that they are endorsed or recommended by WHO in preference to others of a similar nature that are not mentioned. Errors and omissions excepted, the names of proprietary products are distinguished by initial capital letters.

All reasonable precautions have been taken by WHO to verify the information contained in this publication. However, the published material is being distributed without warranty of any kind, either expressed or implied. The responsibility for the interpretation and use of the material lies with the reader. In no event shall WHO be liable for damages arising from its use.

Design and layout: Genève Design

Acknowledgements

This paper was led by Dr Katherine Sievert (Deakin University, Australia) and prepared under the overall management of Ms Lina Mahy (WHO) and Ms Marjolein Smit (WHO) with an important contribution from Dr Andrew Reynolds (University of Otago, New Zealand).

Valuable inputs were also received from Dr Phillip Baker (Deakin University, Australia), Professor Mark Lawrence (Deakin University, Australia), Professor Christine Parker (University of Melbourne, Australia), Dr Priscila Pereira Machado (Deakin University, Australia), Dr Cherie Russell (Deakin University, Australia), Professor Gary Sacks (Deakin University, Australia), Mr Jorge Alvarez (WHO), Dr Amina Benyahia (WHO), Dr Francesco Branca (WHO), Dr Alexandra Cameron (WHO), Dr Katrin Engelhardt (WHO), Dr Laurence Grummer-Strawn (WHO), Dr Jason Montez (WHO), Dr Maria Neira (WHO), Dr Chizuru Nishida (WHO), Dr Juliana de Oliveira Mota (WHO), Dr Luz de Regil (WHO) and Dr Moez Saana (WHO).

Abréviations

AAE Acide aminé essentiel

CIRC Centre international de recherche sur le cancer

COP28 28e Conférence des parties à la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques

DALY disability-adjusted life-year - Espérance de vie corrigée de l'incapacité

DASH Dietary Approaches to Stop Hypertension - Approches diététiques pour arrêter l'hypertension

EAT-LDI EAT-Lancet Diet Index - Indice diététique EAT-Lancet

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations - Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

GES Gaz à effet de serre

HR hazard ratio – Rapport de risque

IARC International Agency for Research on Cancer

MCV Maladies cardiovasculaires

MNT Maladies non transmissibles

NDC nationally determined contributions - contributions déterminées au niveau national

OMS Organisation mondiale de la santé

PRE Pays à revenu élevé

PRFM Pays à revenu faible et moyen

QALY quality-adjusted life-year - année de vie pondérée par la qualité

RAM Résistance anti-microbienne

SFA Acide gras saturé

STEC Shiga toxin-producing Escherichia coli - Escherichia coli producteur de la toxine de Shiga

UN United Nations

WCRF World Cancer Research Fund - Fonds mondial de recherche sur le cancer

WCRF-AICR World Cancer Research Fund and American Institute for Cancer Research - Fonds mondial de recherche sur le cancer et Institut américain de recherche sur le cancer

WHO World Health Organization

WOAH World Organisation for Animal Health - Organisation mondiale de la santé animale

YLL years of life lost - années de vie perdues

Glossaire

Les définitions de la viande rouge et de la viande transformée varient considérablement. Dans le cadre de cette note d'information, les définitions suivantes s'appliquent :

Viande rouge : Toutes les chairs des mammifères adultes et juvéniles, y compris la viande de vache, de porc, de mouton, de cheval, de chèvre et de chameau (1).

Viande transformée : La viande transformée désigne la viande de tous les animaux (y compris le porc, la vache et les autres viandes rouges, ainsi que la volaille) qui a été transformée par salage, maturation, fermentation, fumage ou d'autres procédés afin d'en améliorer la saveur ou la conservation. La plupart des viandes transformées contiennent du porc ou du bœuf, mais elles peuvent également contenir d'autres viandes rouges, de la volaille, des abats ou des sous-produits de la viande tels que le sang (1).

La classification NOVA du niveau de transformations des produits alimentaires établit la catégorie des viandes "ultra-transformées", qui se réfère à des formulations d'ingrédients, pour la plupart à usage industriel exclusif, obtenues par la transformation de la viande de tous les animaux (y compris le porc, la vache et d'autres viandes rouges et la volaille). La viande "ultra-transformée" comprend par exemple les saucisses, les hamburgers, les hot-dogs et autres produits à base de viande reconstituée préparés industriellement (2).

En outre, les définitions suivantes sont utilisées pour les produits destinés à remplacer les viandes rouges (bien qu'il soit reconnu que différents termes sont appliqués à ces produits avec des définitions variables) :

Analogues de viande à base de plantes¹ : Également appelés imitations de viande ou fausses viandes, les analogues de viande d'origine végétale sont de nouveaux produits alimentaires généralement dérivés d'isolats de protéines de pois ou de soja qui se rapprochent des caractéristiques esthétiques et gustatives de la viande d'origine animale (3).

Viande cellulaire : Également appelée viande cultivée ou viande de laboratoire, la viande cellulaire est produite à l'aide d'une technologie de culture de cellules animales qui reproduit la viande animale par des processus in vitro (4).

¹ NdT : aussi appelés similis-carnés

Table des matières

Abréviations	6
Glossaire	7
Synthèse	10
1. Contexte	13
1.1 Consommation de viande rouge et de viande transformée - tendances et modèles à travers le monde.....	15
2. Viande rouge et transformée et la santé humaine	17
2.1 Contribution de la viande rouge à l'adéquation du régime alimentaire en termes de nutriments.....	18
2.1.1 Composition nutritionnelle de la viande rouge.....	18
2.1.2 Consommation de viande rouge pour l'apport de nutriments clés tout au long de la vie	18
2.2 Maladies non transmissibles (MNT).....	20
2.2.1 Viande rouge	20
2.2.2 Viande transformée.....	22
2.2 Sécurité alimentaire	23
2.3.1 Pathogènes d'origine alimentaire	23
2.3.2 Additifs alimentaires.....	23
3. La résistance aux antimicrobiens (RAM) et autres risques de zoonoses	25
3.1 Résistance aux antimicrobiens (RAM).....	26
3.2 Risque de zoonose.....	27
4. Viande rouge et transformées et l'environnement.....	28
4.1 Émissions de gaz à effet de serre (GES).....	29
4.2 Utilisation des sols et perte de biodiversité	30
4.3 Utilisation et pollution de l'eau	30
4.4 L'élevage et l'amélioration de l'environnement.....	31
4.5 Impact du changement climatique sur la production et la consommation futures de viande	31
5. Recommandations actuelles pour la viande rouge et la viande transformée	32
5.1 Recommandations alimentaires mondiales	33
5.2 Recommandations alimentaires nationales.....	33
5.3 Recommandations des groupes d'experts et d'universitaires	34
6. Alternatives aux consommations de viande rouge et transformée.....	36
6.1 Le passage à une consommation plus importante d'autres aliments d'origine animale (y compris les œufs, la volaille et les viandes moins couramment consommées)	37

6.2	Passer à une consommation plus importante d'aliments d'origine végétale peu transformés	38
6.3	Passage à une consommation plus importante d'aliments nouveaux.....	39
6.3.1	Analogues de viande d'origine végétale.....	39
6.3.2	Viande à base de cellules.....	39
6.3.3	Insectes.....	40
6.4	Acceptabilité culturelle des transitions alimentaires.....	40
7.	Le remplacement de la viande rouge et de la viande transformée et son impact sur la santé et l'environnement.....	42
7.1	Modélisation de la réduction de la viande rouge et de la viande transformée dans différentes régions géographiques et résultats.....	43
8.	Politique économique et dynamique de pouvoir.....	46
9.	Potentielles mesures pour modifier les habitudes alimentaires.....	48
10.	Résumé des preuves et recommandations.....	53
	Références.....	56

Synthèse

Messages clés

- La viande rouge peut constituer un élément important d'un régime alimentaire sain, en particulier à certains stades de la vie.
- La consommation excessive de viande rouge et de viande transformée est associée à un risque accru de maladies non transmissibles (MNT).
- Les recommandations actuelles en matière de santé suggèrent que la consommation de viande rouge devrait se situer entre 98 g et 500 g par semaine pour les adultes.
- Une réduction de 14 % de la consommation de viande rouge et de viande transformée dans les pays à revenu moyen supérieur, associée à une augmentation des sources d'aliments d'origine végétale, pourrait se traduire par une réduction de 65 000 décès imputables à la consommation actuelle.
- L'élevage intensif est associé à un risque accru de résistance aux antimicrobiens (RAM) et de nombreuses formes d'élevage sont associées à des impacts environnementaux non durables, tels que les émissions de gaz à effet de serre (GES), l'utilisation d'eau douce et de terres, et la perte de biodiversité.
- Une utilisation plus précise et plus cohérente des définitions est nécessaire pour produire des données probantes de haute qualité et mettre en œuvre des programmes de suivis et de surveillance.
- L'intégration de mesures d'incitation à l'échelle du système visant à abandonner les méthodes de production industrielle centralisée pourrait être bénéfique dans de nombreux domaines, notamment la réduction du risque de résistance aux antimicrobiens, l'amélioration du bien-être des travailleurs et des animaux, la protection de la biodiversité et la réduction de la pollution de l'eau.

Il existe un consensus international croissant sur l'importance de la transformation des systèmes alimentaires pour relever les défis de la malnutrition sous toutes ses formes, du fardeau des maladies non transmissibles, de la durabilité environnementale, de l'accroissement des inégalités et de la garantie du bien-être des travailleurs et des animaux (5). Face à l'urgence de ces défis, des questions se posent sur le rôle de la viande rouge et de la viande transformée dans des systèmes alimentaires sains et durables. À l'échelle mondiale, la production et la consommation de tous les types de viande ont considérablement augmenté au cours des 50 dernières années et, bien que la consommation de viande rouge atteigne aujourd'hui un plateau dans les pays à revenu élevé (PRE), on prévoit qu'elle augmentera encore de 50 % d'ici à 2050 (6). La consommation de viande reste très inégale tant entre les

pays qu'à l'intérieur de ceux-ci (7), et les apports en aliments d'origine animale, y compris la viande rouge, sont les plus faibles chez les personnes les plus exposées au risque de dénutrition (8). Cette note d'information synthétise les données relatives au rôle de la production et de la consommation de viande rouge et transformée sur la santé et l'environnement, dans différents contextes sociaux et politiques. Elle ne donne pas de recommandations de consommation, mais représente plutôt la première étape d'un processus d'évaluation qui pourrait conduire à des orientations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sur le rôle de la viande rouge et de la viande transformée dans les régimes alimentaires sains issus de systèmes alimentaires durables.

En ce qui concerne la santé humaine, la viande rouge peut être un élément important d'un régime alimentaire sain, en particulier aux stades clés de la vie. Elle est riche en vitamines et minéraux hautement biodisponibles - en particulier le fer et la vitamine B₁₂ - et autres composés essentiels à la croissance, au développement et à la bonne santé (9,10). La consommation excessive de viande rouge et de viande transformée est associée à un risque accru de maladies non transmissibles, notamment le cancer, les maladies cardiovasculaires et le diabète de type 2 (11). La cuisson à haute température (grillades, cuisson à la poêle avec de l'huile, friture et barbecues) produit de grandes quantités de composés nocifs (12, 13). Les viandes "ultra-transformées" semblent contribuer au risque de maladies non transmissibles en plus des risques liés aux viandes transformées (14). En outre, plus d'un tiers des maladies d'origine alimentaire sont liées à des aliments d'origine animale, y compris la viande (15), et certains des composés présents ou des additifs utilisés dans les viandes transformées peuvent accroître les risques en matière de sécurité alimentaire (16, 17). Parmi les autres problèmes de santé liés à l'élevage intensif et industrialisé, on peut citer les risques accrus de résistance aux antimicrobiens, en raison d'une mauvaise utilisation et d'un abus d'antibiotiques (18,103), et de la transmission de zoonoses entre les animaux et les humains (19, 20, 112).

L'élevage de ruminants est également associé à des impacts environnementaux non durables, tels que les émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation d'eau douce et de terres, et la perte de biodiversité (21). La production de viande rouge et de lait contribue à 55 % des émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture mondiale (22). Au niveau mondial, 30 % de la biodiversité de la flore et de la faune a été affectée par la déforestation liée à l'élevage (23). Ces impacts varient en fonction des différents systèmes de production, du type d'animal et de l'échelle de production. Certains systèmes de production animale, par exemple, peuvent avoir des effets positifs sur l'environnement. L'abandon des systèmes de production centralisés et intensifs au profit de systèmes plus diversifiés et intégrés, l'utilisation d'aliments de meilleure qualité, la rotation des pâturages et l'amélioration de la gestion du bétail peuvent tous avoir des effets positifs, tels que l'amélioration de la santé des sols, le piégeage du carbone, une meilleure qualité de vie pour le bétail et la protection contre la perte de biodiversité (24).

À ce jour, il est très rare que des recommandations quantitatives sur les apports en viande rouge soient incluses dans les directives diététiques nationales (25), mais les

recommandations sanitaires actuelles suggèrent que la consommation de viande rouge devrait se situer entre 98 g et 500 g par semaine pour les adultes.

Bien qu'il soit nécessaire d'obtenir des preuves supplémentaires en utilisant des définitions plus précises et plus cohérentes, les preuves existantes montrent clairement qu'une consommation élevée de viande rouge, et plus encore de viande transformée, peut avoir des effets néfastes sur la santé des populations et de la planète. Une distribution plus équitable de la viande rouge au sein des populations - en particulier celles qui sont exposées à l'insécurité alimentaire et aux carences en micronutriments - est nécessaire pour améliorer les résultats en matière de santé et d'équité. Dans les populations où la consommation de viande rouge et de viande transformée est élevée, voire excessive dans certains cas, une réduction globale de la consommation peut être une recommandation appropriée, tandis qu'une augmentation de la consommation peut être nécessaire et plus appropriée pour d'autres populations.

Les alternatives à la consommation de viande rouge et de viande transformée comprennent l'augmentation de la consommation d'autres aliments d'origine animale, d'aliments végétaux peu transformés ou de nouveaux substituts de viande (y compris les similis-carnés, la viande cellulaire et les insectes). Une réduction de 14 % de la consommation de viande rouge et de viande transformée dans les pays à revenu moyen supérieur, associée à une augmentation des sources d'aliments d'origine végétale, pourrait se traduire par 65 000 décès attribuables en moins (26).

Le réexamen de la nature centralisée de la production de viande rouge et de viande transformée à l'échelle mondiale peut être un élément clé des efforts visant à adopter des modes d'alimentation plus sains et plus durables. Les politiques qui encouragent des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement, qui réduisent le recours aux élevages intensifs et qui promeuvent et encouragent la disponibilité d'aliments d'origine végétale peu transformés, peuvent avoir de multiples effets bénéfiques sur la santé et l'environnement pour les humains, les animaux et la planète.

Pour progresser vers la consommation d'un régime alimentaire sain issu de systèmes alimentaires durables pour tous, il est nécessaire d'adopter un point de vue holistique et systémique. L'OMS utilise l'approche "Une seule santé" pour concevoir et mettre en œuvre des politiques, des programmes et des recherches qui intègrent les visions de plusieurs secteurs afin d'obtenir de meilleurs résultats en matière de santé publique (27). Cette approche est particulièrement pertinente en ce qui concerne la viande rouge et la viande transformée, étant donné la nature transversale des impacts qui y sont associés, notamment la sécurité alimentaire, la résistance aux antimicrobiens, le risque de zoonose et la santé environnementale.

1. Contexte

Messages clés

On s'interroge de plus en plus sur le rôle des viandes rouges et transformées dans les régimes alimentaires durables.

Les effets sur la santé, la sécurité alimentaire et l'environnement associés à la production et à la consommation de viande rouge et transformée varient selon les contextes sociaux et politiques.

Au niveau mondial, la production et la consommation de tous les types de viandes ont considérablement augmenté au cours des 50 dernières années et devraient encore augmenter de 50 % d'ici à 2050.

La consommation de viande rouge plafonne dans les pays à revenu élevé, mais continue d'augmenter dans les pays à revenu moyen.

Les apports moyens en viande transformée varient considérablement - avec une différence d'un facteur 10 par exemple, entre les pays à revenu élevé (30 g par personne et par jour) et l'Asie du sud (3g par jour).

La consommation de viande est très inégale entre les pays et à l'intérieur de ceux-ci, et les populations les plus exposées au risque de dénutrition sont parmi celles qui consomment le moins d'aliments d'origine animale en général, y compris de viande rouge.

Des approches spécifiques au contexte et nuancées seront nécessaires pour définir les niveaux appropriés de production et de consommation de viande rouge et de viande transformée.

Il existe un consensus international croissant sur l'importance de la transformation des systèmes alimentaires pour la réalisation des objectifs de durabilité environnementale (28). Ces objectifs recourent d'autres crises préoccupantes, notamment la malnutrition sous toutes ses formes, le fardeau mondial des maladies non transmissibles (MNT), l'accroissement des inégalités économiques et des richesses et le bien-être des travailleurs et des animaux (5). Au cours des cinquante dernières années, on a assisté à des transitions sans précédent dans les habitudes alimentaires avec l'abandon des régimes traditionnels au profit de régimes comprenant de grandes quantités d'aliments hautement transformés et d'origine animale (29). Ces transitions ont d'abord eu lieu dans les pays à revenu élevé, mais elles se produisent maintenant rapidement dans les pays à revenu moyen ou faible (30).

À la lumière de l'urgence des défis mondiaux en matière de durabilité environnementale, associée aux transitions alimentaires mondiales récentes et en cours, des questions se posent sur le rôle de la viande rouge et de la viande transformée dans les régimes alimentaires sains issus de systèmes alimentaires durables. Les analyses existantes mettent en évidence une série de facteurs à prendre en compte en ce qui concerne les niveaux appropriés de production et de consommation de viande rouge et de viande transformée et leurs impacts associés. Il s'agit notamment de la nature hautement contextuelle des résultats sanitaires et environnementaux, et de l'importance de la dynamique du pouvoir au sein des systèmes alimentaires. Il n'existe pas encore de consensus sur la meilleure façon de relever les défis liés à l'élevage et aux niveaux de consommation de viande rouge et de viande transformée.

Des approches contextuelles et nuancées seront nécessaires pour déterminer comment atténuer les effets sur la santé et l'environnement associés à certaines formes de production et à certains niveaux de consommation de viande rouge et de viande transformée. Il conviendra également de porter un regard critique sur les dynamiques de pouvoir en jeu dans les systèmes alimentaires, tant dans l'histoire qu'aujourd'hui.

Cette note d'information synthétise les données probantes sur le rôle de la production et de la consommation de viande rouge et de viande transformée sur la santé et l'environnement, dans différents contextes sociaux et politiques. Il ne s'agit pas d'une analyse systématique et complète des données et ne fournit pas de recommandations de consommation². Ce document représente la première étape d'un processus d'évaluation qui pourrait déboucher sur des orientations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sur le rôle de la viande rouge et de la viande transformée dans les régimes alimentaires sains issus de systèmes alimentaires durables.

Cette note d'information peut également être utilisée pour informer l'élaboration d'engagements et d'actions politiques sur le changement climatique et les systèmes

² L'OMS reconnaît qu'il existe des personnes qui, pour des raisons religieuses, éthiques ou culturelles, ne mangent pas de viande ou ne mangent que certains types de viande ou d'autres aliments d'origine animale. La discussion de cette note d'information sur les changements de régime alimentaire et les recommandations concernant la consommation de viande ne concerne pas ces populations.

alimentaires lors de la 28e Conférence des Parties de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (COP28) à la fin de l'année 2023 et au-delà.

1.1 Consommation de viande rouge et de viande transformée - tendances et modèles à travers le monde

Au niveau mondial, la consommation de viande en général (y compris la viande rouge, la volaille et les autres viandes) est très différente aujourd'hui de ce qu'elle a été pendant 99,5 % de l'évolution humaine (31). Historiquement, les habitudes alimentaires ont varié selon les époques et les lieux, mais la grande majorité de nos prédécesseurs consommaient une bien plus grande diversité d'aliments, y compris un large éventail d'aliments d'origine végétale et un meilleur équilibre entre les aliments d'origine végétale et les aliments d'origine animale (32).

Bien que les régimes alimentaires varient encore aujourd'hui en fonction du contexte géographique, la consommation mondiale moyenne de tous les types de viande par habitant a considérablement augmenté au cours des cinquante dernières années, et la production mondiale de viande devrait encore augmenter de 50 % d'ici à 2050 (6).

Bien que les données nationales soient limitées, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) fournit régulièrement des données sur les tendances régionales et nationales en matière de consommation (33). La consommation de viande (y compris de volaille) est répartie de manière inéquitable entre les régions et les pays, en particulier dans certaines régions, populations, groupes d'âge et niveaux de revenus (34). Les bilans alimentaires de la FAO montrent que la consommation moyenne de viande (y compris la volaille et les autres viandes) varie de 4 kg par habitant et par an dans certains pays subsahariens à 100 kg par habitant et par an aux États-Unis d'Amérique (33).

Jusqu'à récemment, la consommation de viande rouge non transformée par habitant était la plus élevée dans les pays à revenu élevé (tableau 1) (35). En 2019, les populations à forte consommation de viande rouge comprenaient les États-Unis d'Amérique, l'Australie et certains pays européens. Bien qu'ils restent supérieurs à la plupart des recommandations alimentaires nationales concernant les apports quotidiens de viande rouge (voir chapitre 5), les taux de consommation de viande rouge dans les pays à revenu élevé atteignent désormais un plateau. En comparaison, les apports en viande rouge augmentent - et dépassent même ces niveaux - dans de nombreux pays à revenu intermédiaire, ce qui témoigne de la transition des systèmes alimentaires (36). Les économies émergentes à croissance rapide deviennent également de grands consommateurs, en particulier de bœuf et de porc. Par exemple, en 2019, la Mongolie a consommé plus de 50 kg de viande ovine et caprine par personne, l'Argentine 48 kg de bœuf et 14 kg de porc par personne, le Brésil 37 kg de bœuf et 14 kg de

porc par personne et la Chine - où la consommation de viande porcine augmente le plus rapidement - 39 kg de porc par personne (7).

Tableau 1. Consommation annuelle de viande rouge par habitant

Consommation de viande rouge par habitant en 2019	
Pays	Viande (kg/habitant)
Pays à revenu élevé	
Espagne	Porc (55) ; bœuf (14)
Etats-Unis d'Amérique	Bœuf (38) ; Porc (31)
Australie	Porc (29) ; bœuf (26) ; mouton et chèvre (11)
Royaume-Uni et Irlande du Nord	Porc (24) ; bœuf (17)
Pays à revenu intermédiaire	
Mongolie	Ovins et caprins (51) ; Bœuf (27)
Argentine	Bœuf (48) ; Porc (14)
Brésil	Bœuf (37) ; Porc (14)
Chine	Porc (39)

Source : Ritchie et al : Données tirées de Ritchie et al, 2019 (7).

Bien qu'il y ait moins de données disponibles sur la consommation mondiale de viande transformée, des données récentes suggèrent des apports moyens d'environ 17 g/jour dans le monde. Toutefois, il existe des variations régionales significatives. Les apports moyens varient de 30 g/jour dans les régions à revenu élevé (comme l'Europe centrale) à 3 g/jour en Asie du Sud et 12 g/jour en Afrique subsaharienne (8).

Il existe peu de données publiées sur la manière dont les apports en viande varient au sein des pays. Par exemple, on sait peu de choses sur l'influence des différences de revenus sur les apports alimentaires en viande, qu'ils soient élevés ou faibles, et il existe peu de données sur la façon dont les apports varient en fonction du sexe ou de l'âge. Ce que l'on sait, c'est que de nombreuses populations dans le monde n'ont pas un accès adéquat à des apports nutritionnels et énergétiques suffisants et diversifiés et qu'elles risquent de souffrir de carences et d'affections liées à la dénutrition. Les populations à faible revenu d'Asie du Sud et d'Afrique subsaharienne, par exemple, en particulier les enfants et les femmes en âge de procréer, comptent parmi les populations les plus exposées à la dénutrition et aux carences en micronutriments, notamment en fer (30). Ces populations comptent également parmi les plus faibles consommateurs d'aliments d'origine animale en général, y compris de viande rouge (8).

2. Viande rouge et transformée et la santé humaine

Messages clés

La viande rouge est riche en vitamines et minéraux hautement biodisponibles - en particulier le fer et la vitamine B₁₂ - et autres composés essentiels à la croissance, au développement et à la santé.

La viande rouge peut faciliter l'apport de nutriments essentiels à des stades clés de la vie, notamment avant et pendant la grossesse et au cours des 1 000 premiers jours entre la conception et le deuxième anniversaire de l'enfant.

Bien que la consommation de viande rouge ne soit pas la seule source de ces composés, il existe des régions et des populations spécifiques où la viande rouge peut être la principale source biodisponible, bien que d'autres aliments présents dans le régime alimentaire puissent affecter la biodisponibilité.

La consommation excessive de viande rouge et de viande transformée est associée à un risque accru de maladies non transmissibles, notamment le cancer, les maladies cardiovasculaires et le diabète de type 2.

En ce qui concerne le cancer, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé la viande transformée comme "cancérogène pour l'homme" et la viande rouge comme "probablement cancérogène pour l'homme".

La façon dont la viande est préparée et transformée semble être liée au risque de maladie, car la cuisson à haute température (grillades, fritures, fritures profondes et barbecues) produit de grandes quantités de composés nocifs.

Plus d'un tiers des maladies d'origine alimentaire sont liées à des aliments d'origine animale - la viande rouge en particulier a été associée à un risque accru d'infections et d'épidémies par *Salmonella* et *Escherichia coli* - et certains des additifs utilisés dans les viandes transformées peuvent accroître les risques en matière de sécurité alimentaire.

2.1 Contribution de la viande rouge à l'adéquation du régime alimentaire en termes de nutriments

2.1.1 Composition nutritionnelle de la viande rouge

La viande rouge est riche en vitamines et minéraux hautement biodisponibles, ce qui signifie qu'ils sont facilement absorbés et utilisés par l'organisme. Il s'agit notamment d'une disponibilité élevée en fer et en vitamine B₁₂ (9, 10) et de plusieurs autres composés essentiels, notamment la vitamine D₃, la vitamine A, le zinc, la choline et tous les acides aminés essentiels (AAE), à savoir la lysine, la thréonine, la méthionine, la phénylalanine, le tryptophane, la leucine, l'isoleucine et la valine (37). Le fer joue un rôle clé dans le transport de l'oxygène et des électrons dans l'organisme, ainsi que dans la synthèse de l'ADN (38). La vitamine B₁₂ est un micronutriment vital qui contribue à la formation des globules rouges et de l'ADN, lequel joue également un rôle majeur dans le développement et le fonctionnement des cellules cérébrales et nerveuses (39). Bien que les AAE ne soient pas exclusifs à la viande rouge, ils jouent des rôles clés dans la santé humaine, notamment en régulant les voies anti-inflammatoires et immunitaires (40), la fonction hépatique (41, 42), la fonction cérébrale (43) et la santé cardiovasculaire (44).

La composition nutritionnelle de la viande rouge est influencée par la race animale, le type d'alimentation (céréales, pâturage ou herbe) et la génétique (45). La viande provenant de bovins élevés en pâturage est plus riche en acides gras polyinsaturés oméga-3 que la viande provenant de bovins élevés au grain (46, 47). Toutefois, nous manquons de preuves pour démontrer que ces petites variations dans la composition des graisses modifient les associations entre la consommation de viande rouge et la santé. Près de la moitié des graisses contenues dans la viande rouge sont des graisses saturées, principalement de l'acide palmitique. En raison de cette teneur en acides gras saturés (AGS), la viande rouge est une source alimentaire majeure de graisses saturées. Étant donné l'association entre la consommation d'AGS et la mortalité toutes causes confondues et l'incidence des maladies coronariennes (48), cela explique, au niveau des nutriments, pourquoi une réduction de la consommation de viande rouge est souvent préconisée pour la santé humaine.

2.1.2 Consommation de viande rouge pour l'apport de nutriments clés tout au long de la vie

À plusieurs étapes clés de la vie, la consommation de viande rouge peut faciliter l'apport de nutriments essentiels qui contribuent à la croissance, au développement, au maintien de la santé et à la réparation. Par exemple, les acides aminés tels que la taurine, la carnosine, l'ansérine, la créatine et la 4-hydroxyproline - que l'on trouve en abondance dans la viande rouge - sont importants pour la croissance optimale des enfants (49, 50). Une carence en ces éléments - et en d'autres composés - à certains stades de la vie (par exemple, pendant la grossesse ou au cours des 1 000 premiers jours entre la conception et le deuxième anniversaire de l'enfant) peut entraîner des troubles cognitifs, des malformations congénitales ou un risque accru d'infection ou de maladie (51).

Un autre exemple est la fourniture de fer aux femmes en âge de procréer - plus de 30 % des femmes de ce groupe d'âge sont touchées par l'anémie dans le monde, en particulier par l'anémie ferriprive (34, 52). La carence en fer est la plus répandue dans des pays comme l'Azerbaïdjan (43 % en 2013), l'Inde (37 % en 2016-2018) et le Pakistan (42 % en 2011), mais elle est également observée dans les pays à revenu élevé comme les États-Unis (22 % en 2015-2016) et le Royaume-Uni (31 % en 2008-2019) (53).

Plus généralement, la nature intergénérationnelle de la malnutrition - selon laquelle le mauvais état nutritionnel d'une femme affecte la croissance, le développement et la santé de son enfant - a des implications qui vont au-delà des conséquences immédiates sur la santé, notamment une perte de productivité, une diminution des revenus potentiels et une moins bonne qualité de vie (54). Bien que la consommation de viande rouge ne soit pas la seule source de ces composés, il existe des régions et des populations spécifiques où la viande rouge peut être la principale source biodisponible (55). De nombreux enfants des pays à revenu faible et intermédiaire (PRFI), par exemple, n'ont pas accès à des quantités suffisantes d'aliments riches en nutriments, y compris des aliments d'origine animale, pour favoriser leur croissance et leur développement (56). On estime que plus de la moitié (56 %) des enfants d'âge préscolaire dans le monde présentent des carences en au moins trois micronutriments essentiels (53). Dans ce contexte, les carences en fer et en zinc sont fréquentes pendant cette période de développement, étant donné que les jeunes enfants ont besoin d'un apport constant de composés biodisponibles, dont beaucoup peuvent être trouvés en grandes quantités dans la viande rouge (et d'autres aliments d'origine animale) (31).

La viande rouge est une source importante de vitamines B, comme la vitamine B₁₂, qui est presque exclusivement disponible dans les aliments d'origine animale. Une faible consommation de vitamine B₁₂ peut entraîner une augmentation de l'homocystéine, qui est un facteur de risque de maladie cardiovasculaire (57), et 100 g de viande de bœuf maigre fourniraient 79 % de la recommandation journalière de cette vitamine (11).

Les protéines sont des macronutriments essentiels qui facilitent la croissance et la réparation des cellules et le développement des hormones et des enzymes (58). Le rôle des protéines dans un régime alimentaire sain et durable est déterminé par la qualité des protéines (c'est-à-dire qu'elles contiennent des quantités adéquates d'acides aminés pour répondre aux besoins quotidiens par portion) ainsi que par la quantité. La viande rouge (ainsi que la viande en général) est une source de protéines de haute qualité, contenant tous les AAE.

La recherche met de plus en plus l'accent sur la contribution importante des synergies au sein des aliments entiers et entre eux à un régime alimentaire sain (59, 60). La matrice d'un aliment, c'est-à-dire la relation entre les différents composants des aliments et leur influence sur les relations et les processus moléculaires, joue un rôle important et global dans la détermination des résultats en matière de santé (61). Ce rôle s'étend également aux constellations d'aliments consommés ensemble et aux effets nutritionnels et sanitaires de ces synergies de nutriments (59). Par exemple, le fer contenu dans la viande rouge (sous forme

de fer héminique) est facilement absorbé et 1,5 à 2 fois plus biodisponible que le fer contenu dans les aliments végétaux (qui se présente sous la forme de fer non héminique) (62). Le contexte dans lequel le fer non héminique est consommé peut également améliorer ou inhiber sa biodisponibilité : les aliments riches en vitamine C, par exemple, peuvent favoriser l'absorption du fer, tandis que les aliments riches en phytates peuvent l'inhiber (31). La vitamine C se trouve généralement dans les aliments d'origine végétale, tels que les agrumes, les poivrons et les légumes crucifères (63). En revanche, les aliments riches en phytates, comme les lentilles ou certains fruits à coque, ou riches en tanins, comme le café ou le thé, peuvent empêcher l'absorption efficace du fer (64, 65). D'autres facteurs contribuent à l'absorption du fer, notamment le microbiome intestinal - c'est-à-dire le matériel génétique collectif des micro-organismes intestinaux - et l'état de santé général de l'individu (31).

2.2 Maladies non transmissibles (MNT)

Les MNT les plus courantes - notamment les maladies cardiaques, les accidents vasculaires cérébraux, le cancer, le diabète et les maladies pulmonaires chroniques - sont collectivement responsables de 74 % de l'ensemble des décès dans le monde (66). Une alimentation malsaine est l'un des quatre principaux facteurs de risque des MNT.

2.2.1 Viande rouge

En 2015, le CIRC a examiné les preuves concernant la viande rouge et le cancer, et l'a classée dans le groupe 2A des substances cancérigènes, ce qui signifie qu'elle est "probablement cancérigène pour l'homme" (11). Le CIRC a estimé que le risque augmente de 17 % (IC à 95 % : 5-31) pour 100 g de viande rouge consommés par jour.

La viande rouge non transformée est également associée à d'autres risques de maladies non transmissibles, en particulier lorsqu'elle est consommée en grandes quantités (les quantités spécifiques varient selon les études) et lorsqu'elle ne fait pas partie d'un régime alimentaire équilibré accompagné d'aliments d'origine végétale peu transformés (67, 68). Les mécanismes à l'origine de cette association ne sont pas entièrement compris, mais certaines données indiquent qu'une consommation élevée de fer héminique (le type de fer présent dans les aliments d'origine animale) est associée aux maladies cardiovasculaires, au diabète de type 2 et aux maladies métaboliques (12, 69-71), bien qu'un certain niveau de consommation soit bénéfique pour la santé, comme décrit ci-dessus.

D'autres composés présents dans la viande rouge ont également été impliqués dans le risque de diabète de type 2, notamment des métabolites de lipides et d'acides aminés et la production de composés connus sous le nom de produits finaux de glycation avancée lors du rôtissage ou du grillage à des températures élevées (12, 13).

Bien que les valeurs limites suggérées pour la consommation varient encore dans la littérature, certaines données fournissent des informations sur les risques relatifs d'une

consommation "élevée" par rapport à une consommation "faible" de viande rouge et de viande transformée. Il convient toutefois de noter que ces niveaux de consommation ne sont pas définis de manière cohérente, voire pas du tout. Par exemple, le risque relatif d'incidence du cancer du sein et du cancer du poumon lié à une consommation élevée de viande rouge par rapport à une consommation faible a augmenté de 39 % et 35 % respectivement, tandis que le risque relatif de certains décès était en fait plus faible chez les personnes ayant une consommation élevée que chez celles ayant une consommation faible de viande rouge ou de volaille, d'après des études portant sur des populations consommant peu de viande (72).

Les associations entre la consommation de viande rouge et les effets néfastes sont généralement tempérées dans les études d'intervention à court terme, en particulier dans les modèles alimentaires consistant en une consommation modérée de viande rouge non transformée et une consommation comparable d'aliments d'origine végétale non transformés (73, 74). Toutefois, la nature à court terme de ces études signifie que seuls les biomarqueurs peuvent être évalués, et non les résultats sanitaires à long terme tels que l'incidence des maladies non transmissibles. Plusieurs analyses récentes ont remis en question certaines preuves concernant la viande rouge et le risque de maladies non transmissibles, les jugeant faibles et insuffisantes pour formuler des recommandations concluantes (75-77). En particulier, les conclusions de l'étude Global Burden of Disease Study selon lesquelles les régimes alimentaires riches en viande rouge non transformée étaient responsables de 896 000 décès en 2019 (78) ont été contestées par une nouvelle analyse de cette étude et d'autres méta-analyses récentes (76, 79). Un consensus final n'a pas encore été établi, bien que les auteurs de l'étude Global Burden of Disease notent que la prochaine itération de l'étude aura probablement des estimations plus basses des décès attribuables à la viande rouge (80).

Dans l'ensemble, les preuves d'un lien entre la viande rouge et les maladies chroniques dans les PRFI font défaut. Toutefois, une analyse groupée d'études menées dans les pays asiatiques - qui comprennent de nombreux PRFI - n'a montré aucune relation avec les résultats en matière de morbidité (81).

La façon dont la viande rouge - ainsi que d'autres types de viande - est préparée et transformée semble être liée au risque de maladie. La cuisson à haute température (grillades, cuisson à la poêle avec de l'huile, friture et barbecues) produit des quantités plus importantes de composés nocifs, tels que les composés N-nitrosés, les composés aromatiques polycycliques et les amines aromatiques hétérocycliques, qui sont soupçonnés d'être cancérigènes (82, 83). La cuisson à basse température, comme l'ébullition et la cuisson à l'étouffée, produit des quantités moindres de ces composés. Une étude danoise a montré que la consommation de viande rouge cuite au barbecue et frite est la plus nocive, et que 298 et 156 années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI) pour 100 000 pourraient être évitées, respectivement, si elles étaient remplacées par de la viande rouge rôtie (84).

2.2.2 Viande transformée

Les risques associés à la consommation de viande transformée comprennent une teneur élevée en sodium, qui est à son tour associée à un risque accru d'hypertension, d'accident vasculaire cérébral, de maladie cardiovasculaire et de mortalité totale (85, 86). Le risque d'accident vasculaire cérébral lié à une consommation élevée de sodium est plus élevé lorsque cette consommation est associée à une faible consommation de potassium (86), ce qui confirme que le contexte dans lequel les aliments sont consommés a une influence sur les résultats en matière de santé (87, 88).

L'examen des données relatives aux risques liés aux viandes transformées montre clairement que les définitions du terme "transformé" varient, si tant est que ce terme soit défini. Par conséquent, il est difficile d'extrapoler le niveau de risque associé à la transformation. Néanmoins, sur la base des preuves disponibles, le CIRC a classé la viande transformée dans le groupe 1 des substances cancérigènes (ce qui signifie qu'elle est "cancérigène pour l'homme"), les preuves les plus solides concernant le risque de cancer colorectal et de cancer de l'estomac (11). Les conclusions du Fonds mondial de recherche sur le cancer (WCRF) sont comparables, avec des associations "convaincantes" entre la viande transformée et un risque accru de cancer colorectal, et des associations "limitées" ou "suggestives" entre la viande transformée et un risque accru de cancer du nasopharynx, de l'œsophage, du poumon, de l'estomac (à l'exclusion du cardia) et du pancréas (89).

Les associations avec le cancer seraient dues à la présence de composés tels que le sodium, les nitrites, les nitrates et/ou les graisses saturées (16, 17), ainsi qu'à ceux générés par la cuisson à haute température, tels que les amines hétérocycliques, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les produits finaux de glycation avancée (90, 91). Le groupe de travail du CIRC a constaté que chaque portion de 50 g de viande transformée consommée quotidiennement augmente le risque de cancer colorectal de 18 % (IC à 95 % : 10-28 %) (11). Les mécanismes cancérigènes - y compris le rôle de la cuisson et de la transformation - qui conduisent au cancer colorectal et à d'autres cancers ne sont pas entièrement compris.

Très peu d'études s'intéressent spécifiquement à la consommation de viande "ultra-transformée" et aux risques pour la santé. Toutefois, certaines études ont montré qu'une plus grande consommation de viandes "ultra-transformées" est associée à un déclin cognitif plus rapide chez les personnes atteintes de diabète de type 2 (92) et à une augmentation d'environ 5 % du risque de MCV (Hazard ratio (HR) : 1,05 ; 95 % CI : 1,02-1,08) (93). Bien que certains types de viande, comme les saucisses et les hamburgers, puissent être soit transformés (groupe 3 selon la classification NOVA), soit "ultra-transformés" (groupe 4 selon la classification NOVA)³, et que de nombreuses études ne fassent pas de distinction entre les

³ La transformation des aliments, et plus particulièrement l'"ultra-transformation", est un paramètre de plus en plus reconnu dans l'évaluation de la salubrité des aliments (ainsi que de leur impact sur l'environnement) (94). Le cadre NOVA est un système de classification qui différencie les niveaux de transformation entre les aliments.

niveaux de transformation, certaines données suggèrent des risques accrus associés à la viande "ultra-transformée". Ces données sont conformes à un nouveau corpus de recherche indiquant des effets nocifs sur la santé, associés aux aliments définis comme "ultra-transformés" par la classification NOVA en général (et pas seulement aux viandes "ultra-transformées") (95).

Il a été démontré que les viandes "ultra-transformées" contribuent à un apport énergétique plus élevé que les viandes transformées (groupe 3) dans la plupart des pays disposant de données représentatives au niveau national. Par exemple, aux États-Unis (2,3 % de l'apport énergétique total provenant de la viande "ultra-transformée" contre 1,2 % de la viande transformée) (96), au Royaume-Uni (3,8 % contre 0,5 %) (97), en Australie (2,4 % contre 1,2 %) (98), en France (4,4 % contre 3,3 %) (99) et au Chili (2,7 % contre 0,5 %) (100). Les viandes "ultra-transformées" semblent contribuer au risque de MNT, au-delà des risques liés aux viandes transformées. Cela peut s'expliquer par le fait que les viandes "ultra-transformées" contiennent non seulement des nitrites, des nitrates et des amines hétérocycliques, qui sont également présents dans les viandes transformées, mais qu'elles ont également subi des modifications physiques et chimiques. Ces modifications peuvent entraîner une déconstruction de la matrice alimentaire, un profil nutritionnel plus pauvre et la présence de substances telles que des huiles, des graisses et des sucres extraits d'aliments entiers, ainsi que des additifs tels que des épaississants, des arômes et des colorants susceptibles de perturber les micro-organismes de l'intestin ou d'être des perturbateurs endocriniens et/ou des obésogènes (14). Il est nécessaire de disposer de preuves plus systématiques concernant spécifiquement les viandes "ultra-transformées".

2.2 Sécurité alimentaire

2.3.1 Pathogènes d'origine alimentaire

Trente-cinq pour cent de toutes les maladies d'origine alimentaire sont imputables à des aliments d'origine animale, y compris la viande (15). La viande rouge en particulier a été associée à un risque accru d'infections et d'épidémies de Salmonella et d'Escherichia coli producteur de Shiga toxine (STEC) (101). Les États-Unis sont à l'origine de 50 % de toutes les épidémies d'E. coli signalées dans le monde, dont 88 % peuvent être attribuées à la viande de bœuf hachée, qui est le plus souvent consommée dans les restaurants rapides (101). En France, une étude a évalué le nombre de cas et d'AVCI liés aux risques biologiques. La viande rouge a été associée à huit agents pathogènes d'origine alimentaire (bactéries, parasites et virus). On a estimé à 670 (IC 95 % : 380-1 100) le nombre de maladies pour 100 000 habitants et les maladies ont causé 0,12 (IC 95 % : 0,07-0,19) décès et une perte de 39 (IC 95 % : 8-71) AVCI pour 100 000 habitants (102).

2.3.2 Additifs alimentaires

L'utilisation d'additifs dans la viande contribue également aux risques liés à la sécurité alimentaire. Par exemple, les additifs phosphatés utilisés comme stabilisants et émulsifiants dans les viandes transformées sont présents dans 65 % de tous les produits carnés

transformés (103). Un apport excessif de phosphate a un effet toxique sur un certain nombre de pathologies, notamment la calcification vasculaire, la formation de tumeurs et le vieillissement accéléré (104). Les nitrites sont souvent utilisés dans la viande transformée pour prévenir les maladies d'origine alimentaire, en particulier celles causées par *Clostridium botulinum*, *Salmonella* et *Listeria monocytogenes*. Cependant, certaines études épidémiologiques ont suggéré un lien entre la consommation de nitrites et le cancer colorectal (105). Certaines études mécanistes soutiennent cette théorie, suggérant qu'un processus connu sous le nom de nitrosylation de l'hème, dû au nitrate ou au nitrite du sel de salaison, est responsable (106).

3. La résistance aux antimicrobiens (RAM) et autres risques de zoonoses

Messages clés

La résistance aux antimicrobiens survient lorsque les bactéries, les virus, les champignons et les parasites ne réagissent plus aux agents antimicrobiens.

Les antibiotiques sont utilisés pour prévenir, contrôler ou traiter les infections chez les animaux, mais ils sont également encore utilisés dans 40 pays pour favoriser la croissance des animaux.

L'élevage intensif est associé à un risque accru de RAM en raison de la mauvaise utilisation et de l'abus d'antibiotiques dans la production animale.

Les efforts déployés au niveau mondial ont permis de réduire considérablement l'utilisation des antimicrobiens chez les animaux, mais des mesures supplémentaires sont nécessaires pour atteindre les objectifs fixés dans le *plan d'action mondial sur la résistance aux antimicrobiens*, et de nombreux pays ne disposent pas d'une réglementation et d'un suivi appropriés de l'utilisation des antibiotiques dans la production animale.

Il est impératif que les mesures visant à réduire la consommation de viande rouge et de viande transformée s'accompagnent de mesures encourageant une utilisation responsable et prudente des antimicrobiens dans la production d'animaux destinés à l'alimentation, y compris la viande blanche et le poisson issus d'élevages intensifs.

Il existe d'autres problèmes inter-espèces liés aux pratiques de production intensive et industrialisée, qui entraînent la transmission d'agents pathogènes zoonotiques entre les animaux et les humains, et il est urgent d'apporter des changements substantiels au mode de production des aliments d'origine animale.

3.1 Résistance aux antimicrobiens (RAM)

Les antimicrobiens sont des agents utilisés pour prévenir, contrôler et traiter les maladies infectieuses chez les humains, les animaux et les plantes. Ils comprennent les antibiotiques, les fongicides, les agents antiviraux et les parasitocides. Les désinfectants, les antiseptiques, d'autres produits pharmaceutiques et naturels peuvent également avoir des propriétés antimicrobiennes.

La résistance aux médicaments survient lorsque les bactéries, les virus, les champignons et les parasites ne réagissent plus aux agents antimicrobiens. En raison de la résistance aux médicaments, les antibiotiques et autres agents antimicrobiens deviennent inefficaces et les infections deviennent difficiles, voire impossibles à traiter, ce qui augmente le risque de propagation de la maladie, de maladie grave et de décès. En 2019, on estime que 1,27 million de décès sont imputables à la RAM bactérienne et que 4,95 millions de décès y sont associés (107).

Les antibiotiques sont utilisés par les vétérinaires pour prévenir, contrôler ou traiter les maladies infectieuses chez les animaux (108). Toutefois, les antibiotiques sont encore utilisés dans l'alimentation animale pour stimuler la croissance, ce qui est considéré comme une utilisation médicale non vétérinaire (109). Cette pratique est toujours en vigueur dans 40 pays, dont 12 % utilisent encore des antimicrobiens considérés comme hautement prioritaires et d'importance critique (110). Les risques associés au mauvais usage et à l'abus d'antibiotiques comprennent non seulement la transmission inter-espèces de bactéries résistantes aux antibiotiques, mais aussi par l'alimentation et les sources environnementales partagées, telles que l'eau contaminée ou d'autres cultures vivrières cultivées avec du fumier contaminé (18).

Les efforts déployés au niveau mondial ont permis de réduire considérablement l'utilisation des antimicrobiens chez les animaux (110). D'autres mesures seront toutefois nécessaires pour atteindre l'objectif 4 du plan d'action mondial sur la résistance aux antimicrobiens (111), à savoir l'optimisation de l'utilisation des antimicrobiens aux niveaux national et local, conformément aux normes internationales, afin de garantir le choix du bon médicament au bon moment sur la base de données probantes (31). De nombreux pays ne disposent actuellement pas d'une réglementation et d'un suivi appropriés de l'utilisation des antibiotiques dans la production animale. Les efforts déployés par quatre partenaires - la FAO, le Programme des Nations unies pour l'environnement, l'OMS et l'Organisation mondiale de la santé animale (WOAH) – connus collectivement sous le nom de Quadripartite, visent à renforcer les capacités et la durabilité de la mise en œuvre de la réglementation sur les antibiotiques dans

Il est impératif que les mesures visant à réduire la consommation de viande rouge et de viande transformée s'accompagnent de mesures encourageant une utilisation responsable et prudente des antimicrobiens dans la production d'animaux destinés à l'alimentation, y compris la viande blanche et le poisson issus d'élevage intensif.

la production animale. Les normes internationales fournies par la WOAHA ainsi que les lignes directrices du Codex Alimentarius. L'OMS fournit également des orientations dans ce domaine, en classant les antimicrobiens en fonction de leur importance en médecine humaine et en fournissant des orientations sur les mesures de gestion des risques lorsque les antimicrobiens sont utilisés chez les animaux et les plantes/cultures (112).

Il est important de noter que le risque de RAM ne se limite pas à la production de viande rouge, mais peut être associé à l'élevage intensif et industrialisé, y compris l'aquaculture (113). Il est impératif que les mesures visant à réduire la consommation de viande rouge et de viande transformée s'accompagnent de mesures encourageant une utilisation responsable et prudente des antimicrobiens dans la production d'animaux destinés à l'alimentation, y compris la viande blanche et le poisson issus d'élevages intensifs (114).

3.2 Risque de zoonose

Outre la résistance aux antimicrobiens, il existe d'autres problèmes inter-espèces liés aux pratiques de production intensive et industrialisée. La pandémie de COVID-19, bien que probablement dérivée de la transmission d'un agent pathogène zoonotique - en d'autres termes, des agents pathogènes transmis entre les animaux et les humains - dans un contexte de faune sauvage, met en évidence le besoin urgent de changements substantiels dans la manière dont les aliments d'origine animale sont produits. Depuis les années 1940, la proportion de la charge de morbidité infectieuse liée aux agents pathogènes zoonotiques a augmenté pour atteindre environ 60 % (115). Les porcs, par exemple, sont des vecteurs courants de maladies, comme en témoigne leur capacité accrue à propager des virus (tels que la grippe) entre les souches porcines, aviaires et humaines (116). Les risques de zoonose sont encore aggravés si l'on tient compte de la diversité génétique réduite des races de bétail utilisées dans la production intensive de viande, ce qui les rend plus vulnérables aux infections qui auraient moins d'impact sur le bétail génétiquement diversifié (19).

La conversion persistante des terres à des fins agricoles perturbe les écosystèmes précédemment intacts de ces terres et constitue donc un risque supplémentaire de propagation des zoonoses (117). Ce risque peut résulter de changements qui favorisent la propagation d'hôtes zoonotiques, tels que les petits rongeurs, dans des paysages modifiés par les humains, ou d'une perturbation d'origine humaine de l'équilibre naturel des prédateurs et des concurrents des espèces zoonotiques (20).

4

• Viande rouge et transformées et l'environnement

Messages clés

L'élevage de ruminants est associé à des impacts environnementaux non durables, tels que les émissions de gaz à effet de serre (GES), l'utilisation d'eau douce et de terres, et la perte de biodiversité.

La production de viande rouge et de lait contribue à 55 % des émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture mondiale.

Les systèmes d'élevage bovin, ainsi que la production de viande ovine et porcine, tendent à être les plus gros émetteurs, et devraient augmenter à mesure que les projections de production animale continuent de croître.

Les fortes contributions de GES associées à l'agriculture animale résultent également de la production d'aliments pour animaux, dont on estime qu'elle représente 55 % des émissions agricoles au niveau mondial.

Les émissions liées à la viande rouge peuvent varier en fonction des différents systèmes de production, du type d'animal et de l'échelle de production, et il est nécessaire de disposer de plus d'informations sur les systèmes mixtes et les opérations de production de petite ou moyenne taille.

La production de viande a eu des répercussions importantes sur la biodiversité de plusieurs régions tropicales très diversifiées et, à l'échelle mondiale, 30 % de la biodiversité de la flore et de la faune a été affectée par la déforestation liée à l'élevage.

Les systèmes d'élevage bovin sont particulièrement gourmands en eau et la production d'aliments pour animaux représente une pression importante sur les ressources en eau.

Les eaux usées provenant de l'industrie et de l'élevage intensif représentent plus de la moitié (57 %) de la pollution des cours d'eau et autres ressources naturelles.

Certains systèmes de production animale peuvent également avoir des effets positifs sur l'environnement, en s'éloignant des systèmes de production centralisés et intensifs, en utilisant des aliments de meilleure qualité, en faisant tourner les pâturages et en améliorant la gestion du bétail.

Si la crise climatique s'aggrave comme prévu, de nombreux éleveurs seront confrontés à des difficultés considérables pour poursuivre leur production, en raison des températures élevées et des conditions météorologiques extrêmes, ce qui aura des conséquences importantes sur les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire.

4.1 Émissions de gaz à effet de serre (GES)

On estime qu'un tiers de l'ensemble des émissions mondiales de GES provient des systèmes alimentaires (118). La production de viande rouge a été identifiée comme l'un des principaux responsables des émissions de GES agricoles, par rapport à d'autres types de production alimentaire. Avec le lait, la production de viande rouge contribue à 55 % des émissions totales de l'agriculture mondiale (22). Les aliments dérivés du bétail représentent plus généralement 72 à 78 % des émissions totales de l'agriculture (119) et, dans ce cadre, l'élevage bovin contribue à 80 % des émissions des ruminants.

Avec le lait, la production de viande rouge contribue à 55 % des émissions totales de l'agriculture mondiale.

Ces émissions se présentent principalement sous la forme de méthane et d'oxyde nitreux. Les émissions de méthane restent moins longtemps dans l'atmosphère que celles de dioxyde de carbone, mais elles sont beaucoup plus puissantes et continuent à contribuer de manière significative au réchauffement - environ 23 à 40 % du total (121). Les émissions liées à la viande rouge peuvent varier en fonction des différents systèmes de production, du type d'animal et de l'échelle de production (121-122). La grande majorité des preuves documentées proviennent de systèmes de production à grande échelle et à produit unique, ce qui laisse un vide pour davantage de preuves provenant de systèmes mixtes et d'opérations de production de petite ou moyenne taille (31). Malgré cela, l'analyse de la modélisation montre que les pratiques agricoles et les régimes alimentaires mondiaux, s'ils restent inchangés, contribueront à hauteur de $0,9 \pm 0,2$ °C à $7 \pm 0,2$ °C au-dessus des niveaux de réchauffement actuels, dont la viande et les produits laitiers contribuent pour plus de la moitié (123).

Les systèmes d'élevage bovin, ainsi que la production de viande ovine et porcine, tendent à être les plus gros émetteurs (31). Ces gaz proviennent de la fermentation entérique (intestinale) des animaux, de la fermentation anaérobie dans la gestion du fumier et des émissions non carbonées provenant des dépôts de fumier dans les pâturages (124). Les émissions associées sont appelées à augmenter à mesure que les projections de production de bétail continuent de croître. Au cours du siècle dernier, la population mondiale d'animaux d'élevage a triplé, tandis que les populations d'animaux sauvages ont diminué de deux tiers (32). La demande mondiale de viande devrait augmenter de 73 % d'ici 2050 par rapport à 2010 (32). Toutefois, la modélisation et la collecte des données sur les émissions peuvent être compliquées par le fait que de nombreuses estimations mondiales sont dérivées des données des pays à forte intensité de main-d'œuvre, où les systèmes de production intensive sont les plus répandus (31).

Les fortes contributions de GES associées à l'élevage résultent également de la production d'aliments pour animaux, dont on estime qu'elle représente 55 % des émissions agricoles au niveau mondial (119). Avec l'élevage, la nature centralisée et intensive de ces deux systèmes de production se traduit par des opérations à forte intensité énergétique.

En comparaison, les systèmes d'élevage extensifs se révèlent moins efficaces sur le plan énergétique si l'on se base uniquement sur la production du produit final. Toutefois, si l'on tient compte de la production de céréales utilisées pour l'alimentation des animaux dans les systèmes intensifs, les émissions totales de GES de ces systèmes extensifs sont considérablement réduites (de 26 à 47 % environ) (124).

4.2 Utilisation des sols et perte de biodiversité

Les ruminants, tels que les bovins, ont eu un impact significatif sur la biodiversité de plusieurs régions tropicales à très forte diversité, notamment en raison de l'augmentation de la production de viande en tant que ressource économique. Dans certains cas, notamment en Chine et au Brésil, de vastes étendues de régions forestières d'importance ont subi une forte déforestation pour répondre aux besoins de l'élevage et de la production d'aliments pour animaux (31). Cette déforestation s'est accompagnée d'une réduction considérable des habitats naturels et des populations d'animaux indigènes qui en découlent (125). On estime qu'à l'échelle mondiale, 30 % de la biodiversité de la flore et de la faune a été affectée par la déforestation liée à l'élevage (23). En outre, des effets négatifs en cascade découlent de la perte de biodiversité, notamment l'érosion des sols et la perte de végétation (126). La perte de diversité est également observée dans le secteur agricole, où seules cinq espèces animales fournissent la majorité des aliments d'origine animale, dont quatre (vaches, moutons, chèvres et porcs) contribuent à l'approvisionnement en viande rouge. La diversité des races génétiques au sein de ces espèces a également été considérablement réduite (127), ce qui peut entraîner une réduction de la diversité biologique et alimentaire et une diminution de la résilience face aux changements climatiques.

4.3 Utilisation et pollution de l'eau

Le secteur agricole représente environ 70 % de l'ensemble des prélèvements d'eau (128). Les systèmes d'élevage bovin sont particulièrement gourmands en eau, l'empreinte hydrique moyenne de la viande de vache étant 10 fois supérieure à celle de la production céréalière par kg produit (129). Toutefois, il s'agit principalement d'eau verte (c'est-à-dire d'eau de pluie qui n'est pas retirée de son cycle naturel), et il est donc recommandé de faire preuve de prudence lors de l'estimation de l'utilisation problématique de l'eau associée à l'élevage. La production d'aliments pour animaux - qui représente 40 % de la production céréalière mondiale - pèse lourdement sur les ressources en eau et est inextricablement liée à certaines formes de production animale, en particulier les élevages intensifs ou concentrés (130). En outre, la pollution des cours d'eau et d'autres ressources naturelles est fortement attribuée aux méthodes de production animale industrielle et intensive, représentant 57 % de ce type de pollution (131). Dans le contexte des installations de transformation de la viande, les eaux usées peuvent contenir d'autres matières organiques, notamment du sang, des fèces et des poils (131). Elles peuvent également contenir de grandes quantités d'azote, ce qui peut endommager les sols et acidifier l'eau (132).

4.4 L'élevage et l'amélioration de l'environnement

En revanche, certains systèmes de production animale peuvent également fonctionner en symétrie avec les objectifs de durabilité environnementale.

L'abandon des systèmes de production centralisés et intensifs au profit de systèmes plus diversifiés et intégrés, l'utilisation d'aliments de meilleure qualité, la rotation des pâturages et l'amélioration de la gestion du bétail peuvent tous avoir des effets positifs, tels que l'amélioration de la

Certains systèmes de production animale peuvent également fonctionner en symétrie avec les objectifs de durabilité environnementale.

santé des sols, la séquestration du carbone, une meilleure qualité de vie pour le bétail et la protection contre la perte de biodiversité (24). Dans de nombreux PRFI, les systèmes agricoles mixtes génèrent plus de 70 % de leur alimentation à partir de résidus ou de sous-produits de cultures, réduisant ainsi leur impact sur l'utilisation des terres et de l'eau et le recours à des intrants chimiques et technologiques intensifs (133).

4.5 Impact du changement climatique sur la production et la consommation futures de viande

Les températures élevées et les conditions météorologiques extrêmes dans certains pays peuvent avoir un impact sur la capacité à cultiver en plein air.

Bien que l'impact de la production animale sur le climat et les dommages environnementaux fasse l'objet de nombreuses discussions, si la crise climatique s'aggrave comme prévu, de nombreux éleveurs devront faire face à des défis importants pour continuer à produire. En effet, les températures élevées et les conditions météorologiques extrêmes dans certains pays peuvent avoir un impact sur la capacité à cultiver en plein air (134). Dans les PRFI, où l'élevage de type pastoral est prédominant, cela aura des conséquences importantes sur les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire (135).

Certains ont suggéré que « l'intensification durable » de la production de viande rouge - c'est-à-dire la gestion intensive des animaux dans des opérations d'alimentation en milieu confiné - pourrait être une solution possible pour compenser les émissions de carbone et répondre aux préoccupations en matière de sécurité alimentaire à la lumière de la demande accrue de produits carnés (136, 137). Toutefois, cette voie peut avoir des conséquences négatives inattendues, étant donné que les opérations d'alimentation intensive ont des effets néfastes sur le bien-être des animaux et des travailleurs, peuvent exacerber les déséquilibres de pouvoir dans le système alimentaire, favorisent l'émergence de la RAM et sont propices à la transmission d'un plus grand nombre d'agents pathogènes zoonotiques à partir d'animaux vivant dans des espaces confinés (138).

5. Recommandations actuelles pour la viande rouge et la viande transformée

Messages clés

Les principes directeurs mondiaux sur les régimes alimentaires sains et durables reconnaissent qu'un régime alimentaire sain peut inclure de "petites quantités de viande rouge", mais aucun niveau de consommation de viande transformée n'a été établi.

Les recommandations alimentaires nationales relatives à la consommation de viande rouge et de viande transformée varient d'un pays à l'autre et dépendent des niveaux actuels de consommation d'aliments d'origine animale.

Selon une étude récente, un guide alimentaire national sur dix (11 %) recommande de limiter ou de modérer la consommation de viande rouge ou transformée.

Seules six lignes directrices nationales fixant des limites quantitatives pour la consommation de viande rouge ou de viande transformée ont été identifiées, mais des limites quantitatives ont été proposées par un certain nombre de groupes d'experts/universitaires.

Les recommandations actuelles en matière de santé suggèrent que la consommation de viande rouge devrait se situer entre 98 g et 500 g par semaine pour les adultes.

5.1 Recommandations alimentaires mondiales

Au début des années 1990, les organisations mondiales ont commencé à fournir des conseils sur la nécessité de régimes alimentaires plus équilibrés (139) et, au cours des dernières décennies, ont commencé à recommander des limites supérieures pour la viande rouge et la viande transformée. En 2003, le rapport « Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases : report of a joint WHO/FAO expert consultation » a conclu que les régimes riches en viande rouge sont associés au développement de certains cancers, et a recommandé une consommation modérée (88). Aucune agence des Nations Unies n'a fixé d'objectifs de production ou de consommation, mais les principes directeurs FAO/OMS sur les régimes alimentaires sains et durables reconnaissent qu'un régime alimentaire sain peut inclure "des quantités modérées d'œufs, de produits laitiers, de volaille et de poisson, et de petites quantités de viande rouge" (15). La viande transformée n'est pas incluse dans ces lignes directrices, étant donné qu'aucune limite de consommation sûre n'a été établie.

Les directives alimentaires nationales basées sur l'alimentation abordent de plus en plus les questions liées à la durabilité et, comme le proposent des travaux récents de la FAO et de l'Université d'Oxford, les directives devraient dépendre des niveaux de consommation actuels⁴ :

- Dans les pays à forte consommation (généralement les pays à revenu élevé), des conseils devraient être donnés pour réduire la consommation de viande ;
- Dans les pays où les apports par habitant augmentent, il convient de donner des conseils pour "modérer" la consommation, afin d'éviter les problèmes liés aux niveaux de consommation dans les pays gros consommateurs de viande⁵ ;
- Dans les pays à faible revenu - où la consommation d'aliments d'origine animale est généralement très faible - l'accent devrait être mis sur les conseils visant à accroître la diversité des régimes alimentaires, y compris une plus grande consommation de légumes, de fruits, de légumineuses, de noix et de certains produits carnés et laitiers (140).

5.2 Recommandations alimentaires nationales

Les recommandations des lignes directrices alimentaires nationales relatives à la consommation de viande rouge et de viande transformée varient d'un pays à l'autre. Une étude récente portant sur 90 recommandations alimentaires basées sur l'alimentation a révélé que 53 % d'entre elles contenaient des messages clés relatifs à la viande en général, 11 % des recommandations alimentaires basées sur l'alimentation incluant une recommandation

⁴ Ces recommandations s'appliquent à tous les types de viande.

⁵ Il convient de noter que cette recommandation ne tient pas compte des variations de consommation à l'intérieur d'un même pays. Par exemple, dans les pays à revenu élevé, il peut encore exister des populations à faible niveau socio-économique qui ne consomment pas autant de viande que les populations à revenu élevé.

de limiter ou de modérer la consommation de viande rouge ou de viande transformée (141). Parmi ces recommandations, seuls quatre pays indiquent une limite supérieure spécifique : moins de 500 g/semaine (Finlande, Suède et Qatar) et quatre fois par mois (Grèce) (140, 141). Depuis la publication de ces données, la France a également inclus une limite supérieure de 500 g/semaine pour la viande rouge et de 150 g/semaine pour la viande transformée dans ses lignes directrices alimentaires (142). En outre, la Belgique a recommandé des limites supérieures de 300 g/semaine pour la viande rouge et de 30 g/semaine pour la viande transformée (143).

Ces dernières années, certaines recommandations alimentaires intègrent des dimensions de durabilité dans leurs recommandations relatives à la viande rouge⁵. Le Danemark, par exemple, conseille un régime riche en végétaux et varié, recommandant de limiter le bœuf, l'agneau et la viande transformée (comme la viande fumée et salée) "autant que possible" (144). Le Brésil, la Suède et le Qatar recommandent tous de limiter la consommation de viande rouge dans le cadre d'un régime alimentaire durable, les deux derniers mentionnant explicitement d'éviter les viandes transformées (140).

5.3 Recommandations des groupes d'experts et d'universitaires

La Commission EAT-Lancet sur les régimes alimentaires sains issus de systèmes alimentaires durables est l'un des rares groupes d'experts mondiaux à avoir proposé des objectifs quantitatifs pour la consommation de viande rouge et de viande transformée. Le groupe a déclaré que la consommation de viande rouge, au niveau mondial, devrait être réduite de plus de 50 % d'ici à 2050, afin d'avoir un régime alimentaire plus sain. Pour la viande rouge, il conseille de ne pas dépasser 98 g par habitant et par semaine. Ils conseillent "une faible consommation, voire aucune" de viande transformée (145). Un ensemble révisé d'objectifs scientifiques mondiaux - EAT-Lancet 2.0 - est en cours d'élaboration et devrait être publié en 2024 (146).

Une analyse récente de 48 indicateurs diététiques (dont beaucoup sont issus de lignes directrices nationales en matière d'alimentation) a révélé que seuls 14 indicateurs incluaient des recommandations pour une faible consommation de viande rouge, notamment l'indice EAT-Lancet Diet Index (EAT-LDI), qui recommande moins de 28 g/jour, les recommandations diététiques du World Cancer Research Fund-American Institute for Cancer Research (WCRF-AICR) pour moins de 71 g/jour et une limite de 0,5 portion/jour dans les scores Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) (147).

Dans leur article de 2018 publié dans Nature, Springmann et ses collègues n'ont pas suggéré de recommandations spécifiques sur la viande rouge et la viande transformée, mais ont modélisé des régimes conformes aux recommandations alimentaires mondiales pour la viande rouge (300 g par semaine) et les ont comparés à des régimes plus végétaux. Ils ont constaté que, par rapport aux projections environnementales de base pour 2050, un régime plus végétal pourrait réduire les émissions de GES de 56 % et d'autres impacts environnementaux de 6 à 22 % (148).

6. Alternatives aux consommations de viande rouge et transformée

Messages clés

Dans les populations qui consomment beaucoup, voire trop, de viande rouge et de viande transformée, une réduction globale de la consommation peut être une recommandation appropriée, tandis qu'une augmentation de la consommation peut être nécessaire et plus appropriée pour d'autres populations.

Les alternatives à la consommation de viande rouge et de viande transformée comprennent l'augmentation de la consommation d'autres aliments d'origine animale, d'aliments végétaux peu transformés ou de nouvelles alternatives à la viande (y compris les analogues de la viande, la viande à base de cellules et les insectes).

Il est essentiel d'adopter une approche globale des systèmes lorsque l'on étudie les changements de régime alimentaire de la population, et il est important de tenir compte des compromis possibles compte tenu des multiples incidences sanitaires, environnementales et sociales du remplacement de la viande rouge et de la viande transformée par d'autres aliments.

Une consommation accrue d'autres aliments d'origine animale, tels que les œufs et les viandes moins couramment consommées, comme le gibier, le chameau et la volaille sauvage, pourrait atténuer les effets sur la santé et l'environnement.

Il existe de nombreuses preuves qu'une transition vers un régime alimentaire sain et durable impliquerait idéalement une consommation accrue de légumes et de fruits entiers, de légumineuses et d'autres alternatives végétales peu transformées. Il est important que ce changement soit souligné par une transition vers des pratiques de production plus agroécologiques.

Les nouveaux substituts à la viande, tels que les analogues de viande d'origine végétale et les viandes d'origine cellulaire, sont de plus en plus considérés comme des substituts à la consommation de viande rouge, mais il existe encore peu de preuves solides et à long terme de leurs effets sur la santé et l'environnement.

Le remplacement de la viande rouge par des insectes, dont la qualité nutritionnelle est élevée et qui sont consommés dans de nombreux pays depuis des millénaires, pourrait avoir des effets bénéfiques sur la santé.

L'abandon de la viande rouge et de la viande transformée est un défi culturel et idéologique, et une stratégie clé pour aider à le relever pourrait consister à plaider en faveur de la diversité alimentaire - y compris une combinaison d'aliments riches en nutriments tels que la viande rouge, le poisson, la volaille et les légumineuses - afin de réduire les incidences sur la santé et l'environnement.

6.1 Le passage à une consommation plus importante d'autres aliments d'origine animale (y compris les œufs, la volaille et les viandes moins couramment consommées)

Lorsque l'on envisage des réductions potentielles de la production et de la consommation de viande rouge et de viande transformée, il est important de tenir compte de l'impact que de tels changements auraient sur la consommation d'autres aliments et sur la qualité globale du régime alimentaire. Selon le changement de régime alimentaire, il existe une myriade d'implications potentielles pour la santé humaine et l'environnement, tant positives que négatives. De telles transitions nécessitent donc des évaluations similaires des systèmes alimentaires.

Du point de vue de la santé humaine, une étude observationnelle a montré que le remplacement de 150 g/semaine de viande rouge par 150 g/semaine de volaille ou de poisson était associé à un risque plus faible de mortalité toutes causes confondues et de décès dus au cancer (149). Ceci est cohérent avec d'autres revues systématiques qui trouvent que le remplacement de toute la viande rouge par de la volaille (Risque relatif (RR) : 0,88 ; 95 %CI : 0,82-0,96) et du poisson (RR : 0,91 ; 95 %CI : 0,79-1,04) réduit le risque de maladie coronarienne de 12 % et 9 % respectivement (150). Une consommation plus importante de volaille par rapport à la viande rouge et à la viande transformée est également associée à un risque plus faible d'incidence du syndrome métabolique (151).

Comme pour la viande rouge, le poulet et le poisson peuvent être produits d'une multitude de manières, avec des impacts environnementaux variables - bien que toutes les méthodes de production produisent des émissions de GES nettement inférieures à celles de la viande rouge et de la viande transformée produites de manière intensive et industrielle (152).

Toutefois, il est essentiel d'adopter une approche globale des systèmes lorsque l'on envisage de modifier le régime alimentaire de vastes populations. Par exemple, le remplacement d'une viande par une autre viande issue d'un élevage intensif n'atténue pas les risques de transmission de la RAM ou d'agents pathogènes zoonotiques, ni d'autres problèmes de sécurité alimentaire (tels que la salmonelle), et n'atténue pas non plus les problèmes de bien-être des animaux et des travailleurs. La volaille est en passe de devenir le produit carné le plus consommé dans le monde, et près de 81 % de tous les poulets sont produits de manière intensive dans des exploitations industrielles (153). L'augmentation des niveaux de production de poulet et de poisson, bien que leurs profils d'émissions de GES soient inférieurs à ceux de la plupart des viandes de ruminants, peut avoir des effets d'entraînement sur d'autres domaines environnementaux préoccupants, tels que

Il est impératif de tenir compte de ces compromis potentiels liés aux changements de régime alimentaire, en particulier compte tenu des multiples impacts sanitaires, environnementaux et sociaux liés aux différents produits carnés et des implications du remplacement de la viande rouge et de la viande transformée par d'autres aliments.

l'eutrophisation (qui peut provoquer des proliférations d'algues nuisibles) ou l'acidification (154). Il est impératif de tenir compte de ces compromis potentiels liés aux changements de régime alimentaire, en particulier compte tenu des multiples impacts sanitaires, environnementaux et sociaux liés aux différents produits carnés et des implications du remplacement de la viande rouge et de la viande transformée par d'autres aliments.

Une consommation accrue d'autres aliments d'origine animale, tels que les œufs, ainsi que d'autres viandes moins couramment consommées, comme le gibier, le chameau et la volaille sauvage, pourrait être un moyen de diversifier les aliments d'origine animale dans l'approvisionnement alimentaire. Cela pourrait à son tour étendre davantage encore les impacts sanitaires et environnementaux qui y sont associés. Toutefois, des données de modélisation supplémentaires sont nécessaires pour évaluer les effets d'une telle transition. La consommation de viande d'animaux sauvages, bien qu'elle constitue une source alimentaire importante pour certaines populations, comporte un risque considérable de transmission de maladies zoonotiques.

6.2 Passer à une consommation plus importante d'aliments d'origine végétale peu transformés

En revanche, il existe de nombreuses preuves qui suggèrent qu'une transition vers un régime alimentaire sain et durable impliquerait idéalement une consommation accrue de légumes et de fruits entiers, ainsi que de légumineuses et d'autres alternatives végétales peu transformées. Dans un pays grand consommateur de viande rouge comme les États-Unis, le remplacement des produits à base de bœuf par des haricots, par exemple, pourrait réduire les émissions de carbone d'environ 334 millions de tonnes (155). En outre, au niveau de la population, il est prouvé qu'en réduisant la viande rouge de 50 % et en la remplaçant par des légumineuses dans le cadre d'un régime alimentaire équilibré, il serait possible de respecter les recommandations alimentaires en matière d'apport en protéines, en matières grasses, en zinc, en vitamine B₁₂ et en fer total (156). Toutefois, cela pourrait nécessiter des changements significatifs dans les attitudes et les comportements concernant le rôle et la quantité de viande dans les régimes alimentaires, et l'acceptabilité par les populations pourrait être un défi (157).

Les aliments d'origine végétale ne sont toutefois pas exempts de dommages environnementaux (123). Certains aliments d'origine végétale ne peuvent être produits que dans des pays spécifiques où les conditions sont favorables, et nécessitent donc de longues chaînes d'approvisionnement pour atteindre d'autres parties du monde. Par exemple, 90 % de la production de riz a lieu en Asie (158). La production de riz est généralement tributaire des engrais azotés, qui représentent une source primaire de pollution par l'ammoniac, les nitrates et les oxydes d'azote (159). Il est donc important que toute évolution vers une plus grande consommation d'aliments entiers d'origine végétale s'accompagne d'une transition vers des pratiques de production plus agroécologiques.

6.3 Passage à une consommation plus importante d'aliments nouveaux

Les nouveaux substituts de viande (tels que les analogues de viande à base de plantes ou les viandes cellulaires) sont de plus en plus considérés comme un substitut à la consommation de viande rouge (160). Étant donné leur entrée récente dans l'approvisionnement alimentaire, on manque de preuves solides et à long terme sur leur rôle dans la santé et les effets environnementaux, en particulier en raison de la diversité de la gamme de produits et des formulations.

6.3.1 Analogues de viande d'origine végétale

Les analogues de viande à base de plantes (tels que les hamburgers ou les saucisses imitant la viande) sont de plus en plus disponibles dans l'approvisionnement alimentaire. Toutefois, la composition nutritionnelle des analogues de viande d'origine végétale a suscité certaines inquiétudes, car ils ont été classés comme "ultra-transformés" (161, 162) et sont généralement plus riches en sodium (163). La qualité comparable des analogues de viande d'origine végétale en tant que source de protéines, par rapport aux protéines d'origine animale, n'est pas claire non plus, car des études suggèrent que si ces produits sont caloriquement comparables, ils sont plus pauvres en protéines, en calcium, en potassium, en magnésium, en zinc et en vitamine B₁₂ (164). En outre, la protection de l'environnement offerte par les analogues de la viande à base de plantes n'est pas claire, étant donné les preuves émergentes de la dépendance significative de la fabrication d'aliments transformés à l'égard des ressources environnementales limitées (165). Malgré cela, ces substituts de viande d'origine végétale peuvent encore jouer un rôle dans la substitution de la consommation de viande afin de réduire la consommation globale de viande rouge et de viande transformée. Cependant, il est probable que l'incorporation de ces produits à des régimes alimentaires d'ores et déjà pauvres en viande puisse annuler tout effet de substitution (166).

6.3.2 Viande cellulaire

La production de viande cellulaire, qui comprend l'ingénierie tissulaire et l'agriculture basée sur la fermentation, est également un marché émergent pour les substituts de viande. Bien que son développement soit relativement récent, cette approche vise à fournir un substitut de viande peu transformé dont la valeur nutritionnelle correspond à celle des produits carnés traditionnels à base d'animaux (160). À l'heure actuelle, on manque d'informations sur les aspects nutritionnels des aliments d'origine cellulaire (167). Les problèmes de sécurité alimentaire ont été examinés lors d'une réunion d'experts de la FAO et de l'OMS au début du mois de novembre 2022, qui a conclu que les principaux problèmes de sécurité alimentaire n'étaient pas nouveaux et qu'ils étaient comparables à ceux des produits alimentaires traditionnels (168). Toutefois, par rapport aux produits d'origine végétale, on ne sait pas comment les gens percevront la viande d'origine cellulaire et si elle sera acceptable pour les consommateurs.

La viande cellulaire pourrait constituer une alternative éthique à la production animale, qui pose actuellement des problèmes importants en termes de bien-être et de souffrance des animaux (169). À l'heure actuelle, cependant, la technologie est encore en cours de

développement et, de ce fait, il n'y a pas suffisamment de données sur la capacité de la viande cellulaire à agir comme une alternative écologique et éthique (170). En effet, la viande cellulaire peut entraîner une réduction des émissions de GES, de l'utilisation de l'eau, de l'eutrophisation et de l'utilisation des sols par rapport à la production conventionnelle de viande d'élevage (171-173). Toutefois, si la viande cellulaire consomme actuellement moins d'énergie que la viande animale, il n'est pas certain que la production de ces produits à la même échelle que la production animale actuelle se traduise nécessairement par des réductions nettes des émissions de GES à l'échelle mondiale.

6.3.3 Insectes

Les insectes ont également été proposés comme alternative potentielle aux viandes d'animaux terrestres de plus grande taille et sont consommés dans de nombreux pays depuis des millénaires (174). Les insectes ont une qualité nutritionnelle élevée, contenant des fibres, des AAE (tels que l'isoleucine, la leucine, la lysine, la méthionine et la cystine), ainsi que des vitamines et des minéraux (tels que le calcium, le phosphore, le potassium et le magnésium) (175). La biodisponibilité des protéines des insectes a été signalée comme étant plus élevée que celle de nombreuses protéines d'origine végétale, mais plus faible que celle des protéines d'origine animale (par exemple, les œufs et le bœuf).

(176). Toutefois, la production d'insectes destinés à l'alimentation présente plusieurs risques de contamination, notamment l'accumulation de contaminants chimiques au cours de la production et des risques d'allergènes pour les travailleurs et les consommateurs (177). Un projet européen (projet NovRBA)⁶ a évalué les risques et les avantages potentiels du remplacement de la viande de bœuf par des insectes comestibles (*Acheta domesticus*) et a estimé le changement attendu en termes d'AVCI lors du passage de la viande de bœuf aux insectes chez les adultes. Il a été estimé que, pour 100 000 habitants, environ 8 753 AVCI seraient épargnées en Grèce, 6 572 AVCI au Danemark et 21 972 AVCI en France (178). Une étude risques-avantages unique basée sur le remplacement de la viande rouge et de la viande transformée en France a montré que l'amélioration du nombre d'années perdues en raison d'un décès ou d'une invalidité l'emporterait sur tout risque potentiel de carence en micronutriments (179).

6.4 Acceptabilité culturelle des transitions alimentaires

Tout abandon de la viande rouge et de la viande transformée est sous-tendu par un défi culturel et idéologique, même lorsque les recommandations sont axées sur la réduction plutôt que sur l'éviction. La viande rouge, en particulier, est depuis longtemps un symbole de statut social et économique élevé et de valeurs masculines, ainsi qu'un élément central de nombreux événements festifs dans certaines cultures (180). De nombreuses viandes transformées sont artisanales ou fabriquées par des bouchers spécialisés et ont donc une importance socioculturelle dans de nombreux pays. L'objectif de la transformation est donc une distinction importante à faire car, à l'inverse, de nombreux produits carnés hautement

⁶ Le projet Novel foods as red meat replacers - an insight using Risk Benefit Assessment methods (le projet NovRBA).

transformés (tels que les nuggets de poulet) sont fabriqués de manière à ce que les aliments aient subi une transformation importante et puissent contenir très peu de viande ou des reconstitutions de la viande d'origine (94).

En outre, les protéines en tant que macronutriments sont devenues très importantes dans certaines cultures, en particulier en ce qui concerne les régimes, la santé et la forme physique (181). Par conséquent, la consommation est culturellement ancrée dans de nombreux pays à revenu élevé, et, à ce titre, les réponses aux appels à la réduction dans ces pays ont généralement été passionnelles et ont profondément divisé (182).

Une stratégie clé pourrait consister à plaider en faveur de la diversité alimentaire, c'est-à-dire de la consommation d'une combinaison d'aliments riches en nutriments, tels que la viande rouge, le poisson, la volaille et les légumineuses - afin de réduire les impacts sur la santé et l'environnement tout en veillant à ce que ces aliments soient abordables pour tous. Ceci est particulièrement important pour les populations ayant une consommation élevée, et dans certains cas, excessive, de viande rouge et transformée. Une réduction globale de la consommation de viande rouge et de viande transformée (ainsi que d'autres viandes) peut s'avérer nécessaire dans ces cas, alors qu'une augmentation de la consommation dans d'autres populations peut s'avérer nécessaire et plus appropriée (183). L'élevage est également une source importante de moyens de subsistance dans de nombreuses régions du monde, en particulier pour les femmes (31). Les efforts de réduction devront peut-être tenir compte des impacts socio-économiques potentiels, éventuellement par le biais d'un soutien gouvernemental.

7. Le remplacement de la viande rouge et de la viande transformée et son impact sur la santé et l'environnement

Messages clés

Les études de modélisation permettent d'évaluer le remplacement des apports en viande dans un contexte défini (par exemple dans un pays) sur les paramètres de santé, les profils d'émissions et d'autres résultats présentant un intérêt pour les décideurs politiques.

Les résultats des études de modélisation publiées montrent systématiquement que le remplacement de la viande rouge et de la viande transformée présente des avantages appréciables pour la santé, quel que soit le contexte. Elles montrent également une réduction des coûts des soins de santé et des inégalités en matière de santé.

Une réduction de 14 % de la consommation de viande rouge et de viande transformée dans les pays à revenu moyen supérieur, associée à une augmentation des sources d'aliments d'origine végétale, pourrait se traduire par une diminution de 65 000 décès imputables.

Les avantages environnementaux du remplacement de la viande rouge et de la viande transformée dans la littérature de modélisation publiée semblent cohérents, avec une réduction de 20 à 35 % des émissions de gaz à effet de serre liées à l'alimentation.

En l'absence de données suffisantes provenant d'essais randomisés sur la consommation de viande rouge et de viande transformée sur une période plus longue et sur des résultats tels que la mortalité prématurée, les études de modélisation donnent une indication des avantages potentiels, au niveau national, du remplacement de la viande rouge et de la viande transformée dans le régime alimentaire. Ces études ne sont que des applications théoriques, qui s'appuient sur un échantillonnage des apports alimentaires représentatif au niveau national et sur les associations régime-maladie établies dans le cadre de vastes initiatives de mise en commun des données, telles que l'étude sur la charge mondiale de morbidité (Global Burden of Disease Study) (78). Les études de modélisation permettent d'évaluer le remplacement des apports en viande dans un contexte défini (par exemple dans un pays) sur les paramètres de santé, les profils d'émissions et d'autres résultats présentant un intérêt pour les décideurs politiques. Ces études permettent également d'élaborer des scénarios de remplacement flexibles, dans lesquels la viande rouge et la viande transformée sont remplacées par des quantités spécifiques (184-186), conformément aux recommandations alimentaires (187) ou par des aliments comparables tels que les sources de protéines d'origine végétale (184, 188, 189).

Le remplacement le plus courant de la viande rouge et de la viande transformée modélisé à ce jour est le remplacement par des légumineuses (184, 188-190). Cela est probablement dû au fait que les légumineuses sont associées à des bienfaits pour la santé (191, 192) et que leur empreinte environnementale est considérablement réduite par rapport à la production de viande rouge (153). Parmi les autres substituts modélisés figurent le poisson (193), les combinaisons de sources de protéines animales et végétales (194), la viande cellulaire (167, 169, 184) et des substituts de viande d'origine végétale hautement transformés (184, 195, 196).

Une partie du travail de modélisation entrepris jusqu'à présent a consisté à étudier directement une modification de la consommation de viande rouge et de viande transformée sur les résultats (184). D'autres modélisations ont examiné les effets d'un changement dans l'environnement alimentaire qui devrait réduire la consommation de viande rouge et de viande transformée et avoir un impact ultérieur sur les résultats. Les principaux exemples de ces changements de l'environnement alimentaire modélisés sont les politiques fiscales (taxation) (26, 197-199) ou les politiques d'étiquetage des aliments (telles que les étiquettes sur le devant de l'emballage) (198).

7.1 Modélisation de la réduction de la viande rouge et de la viande transformée dans différentes régions géographiques et résultats

Les résultats pertinents pris en compte dans la modélisation du remplacement de la viande rouge et de la viande transformée comprennent les paramètres de santé, les coûts des

systèmes de santé, les limites planétaires, l'adéquation des nutriments, les coûts d'épicerie pour l'individu et l'équité.

Les paramètres de santé utilisés dans les études de modélisation intègrent souvent des paramètres de décès, de maladie et d'invalidité, tels que les AVCI (179), les années de vie corrigées de la qualité (QALY) (184) ou les années de vie perdues (YLL) (194). Certaines études incluent des critères d'évaluation de maladies individuelles en rapport avec la consommation de viande rouge (187, 197, 198), comme le cancer colorectal (187, 200). Les conclusions de ces études publiées montrent systématiquement que le remplacement de la viande rouge et de la viande transformée présente des avantages appréciables pour la santé, quel que soit le contexte. Bien qu'il y ait moins de publications qui aient pris en compte le coût du système de santé (184, 201) ou les inégalités en matière de santé (184), leurs conclusions sont cohérentes avec les paramètres de santé, suggérant des réductions du coût du système de santé et des inégalités lorsque les viandes rouges et transformées sont remplacées dans le régime alimentaire (tableau 2). Bien que l'on se soit inquiété du fait que le remplacement de la viande rouge et de la viande transformée dans l'alimentation puisse introduire de nouveaux risques, tels que certaines carences en micronutriments (comme le fer, le zinc et les vitamines B₆ et B₁₂), il convient de noter que la réduction de la viande rouge et de la viande transformée ne réduit pas les apports de volaille, de poisson, d'œufs et de produits laitiers, qui fournissent également ces éléments nutritifs. Les données de modélisation portant uniquement sur la consommation de viande (et non sur les régimes alimentaires en général, comme c'était le cas dans l'étude EAT Lancet (145)) dans les pays à faible revenu sont limitées, mais il y a quelques indications de gains potentiels pour la santé.

Tableau 2. Réduction et remplacement de la viande rouge et de la viande transformée sur les changements attendus en matière de santé, d'après des études de modélisation menées dans différents lieux géographiques

Localisation	Réduction VRT	Remplacement	Gain en santé
Pays à faible revenus (26)	1.2 % de la viande transformée	Autres aliments d'origine animales	880 décès attribuables en moins (a)
Pays à revenu moyen inférieur (26)	6.5 % de la viande transformée	Autres aliments d'origine animales	35 000 décès attribuables en moins (a)
Pays à revenus intermédiaire de la tranche supérieur (26)	14.3 % de la viande transformée	Autres aliments d'origine animales	65 000 décès attribuables en moins (a)
Nouvelle Zélande (184)	100 %	Légumineuses	297 QALY'S pour 1 000 personnes
Suède (194)	100 %	Volailles/poisson	1.4 millions YLL sur 30 ans

VRT : Viandes rouges et transformées ; QALY : année de vie ajustée à la qualité ; YLL : années de vie perdues.
a Estimation de la réduction de la mortalité en 2020 grâce à une taxe sur la réduction de la viande.

Les avantages environnementaux du remplacement de la viande rouge et de la viande transformée dans la littérature de modélisation publiée semblent cohérents, avec une réduction de 20 à 35 % des émissions de GES liées à l'alimentation (184, 187, 196, 202, 203) (tableau 3). Les publications concernant d'autres limites planétaires sont moins nombreuses. Il a toutefois été noté qu'une réduction de la consommation de viande rouge et de viande transformée permettrait de réduire l'empreinte de l'utilisation des terres (204) et d'atténuer les décès futurs liés au changement climatique (205).

Enfin, bien que peu d'études de modélisation aient pris en compte l'évolution du coût pour l'individu lorsqu'il fait ses courses (184, 206), les études qui ont examiné ce résultat ont montré que le remplacement de la viande rouge et de la viande transformée peut entraîner une économie lorsqu'il est remplacé par des aliments d'origine végétale moins transformés tels que les légumineuses, mais que le remplacement par des aliments d'origine végétale "ultra-transformés" serait plus onéreux.

Tableau 3. Changements d'émissions de GES attendus de la réduction et du remplacement de la viande rouge et de la viande transformée, d'après des études de modélisation dans différentes zones géographiques

Région/pays	Réduction de VRT	Remplacement	Réduction des émissions de GES liées à l'alimentation (%)
Canada (203)	50%	Volaille	31
Chine (186)	50 g/j	Soja	23
4 pays de l'UE (196)	75%	Principalement UPPB	24-39
Nouvelle-Zélande (184)	100%	Plats de légumineuses	34

VRT : Viandes rouges et transformées ; GES : gaz à effet de serre ; UE : Union européenne ; UPPB : alternatives végétales "ultra-transformées", telles qu'un hamburger ou un hot-dog végétarien.

8. Politique économique et dynamique du pouvoir

Messages clés

L'ampleur et la prédominance des méthodes industrielles actuelles de production de viande rouge et de viande transformée ont des effets néfastes sur de nombreux groupes, notamment les populations autochtones, les travailleurs des usines de conditionnement de la viande, les agriculteurs et les animaux d'élevage.

La réduction de la production et de la consommation de viande rouge et transformée peut avoir des conséquences à court et moyen terme pour un certain nombre d'acteurs, notamment les agriculteurs, les entreprises et les gouvernements des pays gros producteurs de viande.

Les politiques agricoles et alimentaires doivent être réorientées - y compris le soutien financier - pour soutenir des systèmes alimentaires sains et durables.

Le réexamen de la nature centralisée de la production de viande rouge et transformée à l'échelle mondiale pourrait constituer un élément clé des efforts visant à adopter des modèles alimentaires plus sains et plus durables.

La priorité accordée aux politiques relatives aux systèmes alimentaires dépend de facteurs sociaux dynamiques et influents, tels que les structures de gouvernance, les intérêts particuliers et les normes socioculturelles. La réduction de la production et de la consommation de viande rouge et de viande transformée aura des conséquences pour un certain nombre d'acteurs, notamment les éleveurs, les entreprises de conditionnement de viande et d'alimentation animale, ainsi que les gouvernements des pays gros producteurs de viande (207). Les perspectives de ces parties prenantes, en plus des contextes politiques des pays et de la sensibilisation aux questions sanitaires ou environnementales pertinentes - ainsi que l'importance de ces questions pour le gouvernement - sont des facteurs déterminants pour savoir si la politique agricole et alimentaire peut être réorientée avec succès vers des systèmes alimentaires sains et durables (113). Toutefois, les divers mécanismes de gouvernance et cadres réglementaires nécessaires pour faciliter et mettre en œuvre ces efforts de réorientation compliquent la situation. Le rapport sur l'état de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2022 note que le degré de protection de l'agriculture dans un pays donné dépend souvent du niveau de concurrence politique et économique (113).

Le réexamen de la nature centralisée de la production de viande rouge et de viande transformée à l'échelle mondiale pourrait donc constituer un élément clé des efforts visant à adopter des modèles alimentaires plus sains et plus durables.

Les efforts de transition vers des pratiques de production plus saines et plus durables peuvent nécessiter la prise en compte des impacts potentiels sur les parties prenantes concernées. Par exemple, les éleveurs de bétail qui ne produisent qu'une seule denrée peuvent bénéficier d'une aide gouvernementale pour passer à des systèmes agricoles mixtes ou à des méthodes de production qui

suivent les principes de l'agroécologie (208). Néanmoins, l'ampleur et la prédominance des méthodes industrielles de production de viande rouge et de viande transformée, telles qu'elles sont actuellement pratiquées dans la plupart des régions du monde, ont des effets néfastes sur de nombreux groupes, notamment les peuples autochtones, les travailleurs des usines de conditionnement de la viande, les agriculteurs et les animaux d'élevage. Par exemple, de nombreux peuples autochtones de la région amazonienne en Amérique du Sud ont été la cible de saisies illégales de terres afin de les défricher pour la production de soja, dont la majeure partie est expédiée à l'étranger pour être utilisée dans l'alimentation animale (209). Reconsidérer la nature centralisée de la production de viande rouge et de viande transformée à l'échelle mondiale pourrait donc être un élément clé des efforts visant à adopter des modèles alimentaires plus sains et plus durables (210-212).

9. Potentielles mesures pour modifier les habitudes alimentaires

Messages clés

Il est clairement établi qu'une consommation élevée de viande rouge, et plus encore de viande transformée, peut avoir des effets néfastes sur la santé des populations et de la planète.

Toutefois, il est également clair qu'une distribution plus équitable de la viande rouge au sein des populations - en particulier celles qui sont exposées à l'insécurité alimentaire et aux carences en micronutriments - est nécessaire pour améliorer les résultats en matière de santé et d'équité.

L'intégration d'incitations au niveau des systèmes, en s'éloignant des méthodes de production industrielle centralisées, pourrait être bénéfique dans de nombreux domaines, notamment la réduction du risque de RAM, l'amélioration du bien-être des travailleurs et des animaux, la protection de la biodiversité et la réduction de la pollution de l'eau.

Diverses mesures politiques relatives au système alimentaire - ciblant à la fois la production et la consommation - sont disponibles pour faire évoluer les habitudes alimentaires vers des résultats optimaux en matière de santé et d'environnement, ce qui peut inclure en fin de compte une diminution de la consommation de viande rouge et de viande transformée.

De nombreux facteurs influencent les types d'aliments consommés et la manière dont ils le sont. Les principes directeurs pour une alimentation saine et durable, définis par la FAO et l'OMS, reconnaissent que les régimes alimentaires s'appuient sur le contexte culturel dans lequel les aliments d'origine végétale et animale sont consommés, et qu'ils le respectent. Il s'agit notamment de respecter les pratiques et les traditions culinaires environnantes, ainsi que les connaissances et les valeurs liées à la manière dont les aliments sont obtenus, produits et consommés (15). Les aliments d'origine animale produits selon des pratiques traditionnelles ont des valeurs sociales et culturelles importantes et présentent souvent des profils nutritionnels et des contextes de consommation différents de ceux des aliments d'origine animale issus de la production alimentaire industrielle. Une prise de décision fondée sur des données probantes et consciente de la dynamique socioculturelle contribuera à éclairer les efforts spécifiques au contexte et nuancés visant à modifier les habitudes alimentaires pour les rendre à la fois saines et durables.

Les preuves présentées dans les chapitres précédents suggèrent qu'une consommation élevée de viande rouge, et plus encore de viande transformée, peut avoir des effets néfastes sur la santé des populations et de la planète. Toutefois, il est également évident qu'en ce qui concerne la viande rouge, une distribution plus équitable au sein des populations - en particulier celles qui sont exposées à l'insécurité

La prise de décision fondée sur des données probantes et consciente de la dynamique socioculturelle contribuera à éclairer les efforts spécifiques au contexte et nuancés visant à modifier les habitudes alimentaires pour les rendre à la fois saines et durables.

alimentaire et aux carences en micronutriments - est nécessaire pour améliorer les résultats en matière de santé et d'équité. Pour parvenir à des réductions appropriées et adaptées aux populations de la consommation de viande rouge et de viande transformée, ainsi que pour encourager des méthodes de production plus conformes à l'agroécologie, il faudra des mesures politiques à plusieurs niveaux et à l'échelle du système. Un certain nombre de propositions politiques ont été avancées dans le cadre de l'attention mondiale récente sur la nécessité de transformer les systèmes alimentaires, nécessité qui a été particulièrement mise en évidence lors du Sommet des Nations unies sur les systèmes alimentaires en 2021. Certaines de ces propositions politiques - telles que l'étiquetage nutritionnel ou les mesures fiscales - sont également pertinentes pour parvenir à réduire la consommation de viande rouge et de viande transformée. Il existe de multiples points d'appui dans les systèmes alimentaires qui peuvent être abordés simultanément afin d'éviter les conséquences imprévues ou l'aggravation des problèmes d'inégalité (212). Les instruments réglementaires qui dépassent le niveau du consommateur - en d'autres termes, les mesures qui ne visent pas uniquement à influencer le comportement des consommateurs - sont essentiels. Dans de nombreux pays à revenu élevé et moyen supérieur, le soutien financier à l'agriculture est actuellement accordé principalement à une gamme étroite d'aliments, y compris les cultures céréalières comme le maïs et le blé, la production laitière et les aliments d'origine animale, tandis que les producteurs de légumes et de fruits bénéficient généralement d'un soutien

moindre (113). La réorientation de ce soutien financier peut être une composante essentielle des changements de consommation induits par le système.

L'intégration d'incitations au niveau des systèmes, loin des méthodes de production industrielle centralisée, pourrait être bénéfique dans de nombreux domaines.

L'intégration d'incitations au niveau des systèmes, en s'éloignant des méthodes de production industrielle centralisée, pourrait être bénéfique dans de nombreux domaines, notamment la réduction du risque de RAM, l'amélioration du bien-être des travailleurs et des animaux, la protection de la biodiversité et la réduction de la pollution de l'eau (213). Une réorientation des incitations en matière de marchés publics vers l'achat d'aliments plus sains et plus durables, axée sur les aliments de qualité provenant de sources durables auraient des effets bénéfiques sur la santé de la population et de la planète. L'alignement des mesures politiques sur les objectifs de développement durable et l'accord de Paris⁷ reposera sur des actions politiques cohérentes d'un bout à l'autre des ministères et ciblant à la fois les domaines de la production et de la consommation (212).

Le tableau 4 présente une vue d'ensemble de certaines des actions politiques mises en œuvre et envisageables pour faire évoluer les habitudes alimentaires vers des résultats optimaux en matière de santé et d'environnement, ce qui pourrait inclure, à terme, une réduction de la consommation de viande rouge et de viande transformée.

Tableau 4. Interventions sur les systèmes alimentaires visant à promouvoir des modes d'alimentation permettant d'obtenir des résultats optimaux en matière de santé et d'environnement

Type d'action	Description
Approvisionnement en denrée alimentaire	
Subvention	Subventions en faveur des méthodes de production mixtes et agroécologiques
Impôts	Mesures fiscales dissuasives pour les méthodes de production centralisées et intensives (214)
Impôts	Mesures fiscales dissuasives pour l'utilisation des antibiotiques (215)
Subvention	Investissement dans la mise en œuvre de l'agroécologie et de l'agriculture régénérative
Investissement	Investissement dans les technologies agricoles - y compris l'innovation, la technologie et les connaissances pour les agriculteurs (207)
Mesure réglementaire	Réglementation du défrichement ou de la conversion de l'utilisation des terres
Impôts	Taxe sur la viande rouge produite de manière intensive (pour tenir compte des effets sur la santé et l'environnement) (215)
Subvention	Incitations des détaillants à acheter de la viande certifiée produite de manière durable (216)
Politique	Marchés publics de denrées alimentaires (217) - y compris des programmes spécifiques au contexte (notamment des programmes d'alimentation scolaire) qui tiennent compte des besoins des différentes populations.
Demande alimentaire	

⁷ L'Accord de Paris est un traité international sur le changement climatique, qui a été adopté le 12 décembre 2015, par 196 parties lors de la Conférence des Nations unies sur le changement climatique à Paris, en France. Il couvre les efforts d'atténuation du climat, l'adaptation et le financement.

Politique	Lignes directrices diététiques basées sur l'alimentation, y compris des conseils sur la consommation de viande rouge et de viande transformée (218)
Mesure réglementaire	Restrictions à la commercialisation des viandes transformées/"ultra-transformées" par les fabricants de denrées alimentaires, les détaillants alimentaires, y compris les supermarchés, et les restaurants à service rapide (219)
Impôts	Taxe zoonotique sur les viandes produites selon des méthodes de production à haut risque (par exemple, opérations d'alimentation animale en milieu confiné) (220)
Impôts	Taxe sur la viande rouge et la viande transformée dans les pays à revenu élevé et intermédiaire (221)
Mesure réglementaire	Étiquetage : déclarations nutritionnelles pour les graisses totales/insaturées, le sodium (222) ; étiquetage sur le devant de l'emballage pour le niveau de transformation (223) ; bien-être des animaux (224) ; commerce équitable ; émissions de carbone ; biodiversité
Politique	Incitation et éducation des consommateurs (225) - y compris la communication sur les changements sociaux et comportementaux pour tous, avec une attention particulière pour les femmes enceintes, les jeunes enfants ou les populations vivant dans des zones à faible sécurité alimentaire (31).
Transversales	
Mesure réglementaire	La politique de concurrence doit s'attaquer à la forte concentration des entreprises dans le secteur de la transformation de la viande
Mesure réglementaire	Réglementation transparente en matière de lobbying (226)
Politique	Politique commerciale - droits de douane sur le carbone (227) ou protection des petites exploitations pour un marché plus compétitif (31)
Politique	Politique en matière d'investissements directs étrangers
Politique	Les politiques fiscales, telles que l'incitation à la production et à la consommation d'aliments complets et à base de plantes et la consommation de produits végétaux (228)

Les plateformes politiques permettant de mettre en œuvre ces changements comprennent les plans nationaux d'adaptation et les contributions déterminées au niveau national pour l'action climatique, les voies nationales pour la transformation des systèmes alimentaires élaborées pour le sommet des Nations unies sur les systèmes alimentaires et les politiques de santé, d'agriculture et de protection sociale. Il s'agit de domaines de gouvernance importants pour faciliter la mise en œuvre globale de ces propositions politiques, même s'il est essentiel de préserver la santé publique et de protéger ces forums d'élaboration des politiques de toute influence indue due à des conflits d'intérêts réels, perçus ou potentiels.

L'adoption de mesures politiques visant à modifier les modes de production et de consommation peut donner lieu à plusieurs compromis. Par exemple, la suppression des subventions à l'élevage intensif peut inévitablement augmenter le coût de la viande rouge pour les consommateurs (229). Il pourrait en résulter une disponibilité encore plus inéquitable de la viande rouge, au profit des consommateurs à hauts revenus. Cependant, il existe de nombreux coûts environnementaux et sociaux cachés liés à la production de viande dans des exploitations intensives et industrialisées à grande échelle, qui peuvent faire baisser

artificiellement le prix de la viande pour augmenter sa disponibilité dans l'approvisionnement alimentaire (230). La cohérence des politiques pour aborder ces arbitrages potentiels pourrait inclure l'augmentation des subventions à la production de légumineuses, la mise en place d'incitations fiscales aux transitions agroécologiques pour les éleveurs et le soutien aux programmes de marchés publics pour s'approvisionner en aliments auprès de producteurs certifiés durables (229).

10. Résumé des preuves et recommandations

Messages clés

Certaines méthodes de production et certains niveaux de consommation de viande rouge et de viande transformée ont des conséquences négatives pour l'homme, les animaux et la planète.

Il existe des preuves suffisantes que des niveaux plus faibles (par rapport à des niveaux plus élevés) de consommation de viande rouge et de viande transformée sont bénéfiques pour la santé humaine.

La production et la consommation de viande rouge et de viande transformée peuvent toutefois être bénéfiques pour la santé humaine, l'environnement, les moyens de subsistance et/ou la culture.

Il est nécessaire de produire des preuves supplémentaires avec des définitions plus précises et plus cohérentes afin d'obtenir une image plus cohérente des risques et des avantages de la viande rouge et de la viande transformée.

Il est nécessaire d'intensifier le contrôle et la surveillance des régimes alimentaires au sens large, ainsi que d'explorer davantage les synergies entre les aliments et au sein de chacun d'entre eux.

Les régimes alimentaires sains issus de systèmes alimentaires durables peuvent inclure une réduction de la production et de la consommation de viande rouge et de viande transformée.

Les politiques axées sur une alimentation saine à partir de systèmes alimentaires durables, notamment en encourageant des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement, en réduisant les élevages intensifs et en promouvant et en encourageant la disponibilité d'aliments d'origine végétale peu transformés, peuvent avoir de multiples effets bénéfiques sur la santé et l'environnement.

Les données présentées dans ce dossier d'information brossent un tableau complexe de la relation entre la viande rouge et la viande transformée, d'une part, et la santé et l'environnement, d'autre part. Certaines méthodes de production et certains niveaux de consommation ont des conséquences négatives pour les humains, les animaux et la planète. Il existe cependant des moyens par lesquels la viande rouge et la viande transformée peuvent être bénéfiques pour la santé humaine, l'environnement, les moyens de subsistance et la culture. Plusieurs raisons expliquent pourquoi il est difficile de formuler des recommandations sur les niveaux de consommation maximum. Il s'agit notamment des différentes définitions de la viande rouge et de la viande transformée dans la littérature, du manque de distinction entre les niveaux de transformation et de la nature contradictoire des associations avec la santé et l'environnement. En outre, les définitions incohérentes utilisées pour ces viandes ont des conséquences sur la manière dont les outils d'évaluation de l'alimentation sont élaborés (par exemple, les éléments des questionnaires sur la fréquence des aliments), ce qui a un impact supplémentaire sur l'estimation des associations entre les différents types de viande et les résultats. Il est nécessaire de produire des preuves supplémentaires avec des définitions plus précises et plus fiables afin d'obtenir une image plus cohérente des risques et des avantages de la viande rouge et de la viande transformée. En outre, il est nécessaire de renforcer le contrôle et le suivi des habitudes alimentaires au sens large, ainsi que d'explorer davantage les synergies au sein des aliments et entre eux (par exemple, entre la viande et les légumes, entre la viande et les aliments ultra-transformés).

De manière plus générale, se concentrer sur des régimes alimentaires sains issus de systèmes alimentaires durables peut constituer une approche plus holistique et plus efficace pour traiter les risques et les avantages associés à la viande rouge et à la viande transformée. Une telle approche peut inclure une réduction de la production et de la consommation

Comme nous l'avons résumé dans les chapitres précédents, il existe suffisamment de preuves que la réduction de la consommation de viande rouge et de viande transformée est bénéfique pour la santé humaine.

de viande rouge et de viande transformée. L'incitation à des pratiques agricoles plus respectueuses de l'environnement et la réduction des élevages intensifs auront une multitude d'effets bénéfiques, notamment une diminution des risques liés à la RAM et aux agents pathogènes zoonotiques, une réduction des émissions de gaz à effet de serre, une diminution de la perte de biodiversité et l'amélioration du bien-être des travailleurs et des animaux. Comme nous l'avons résumé dans les chapitres précédents, il existe suffisamment de preuves qu'une consommation réduite de viande rouge et de viande transformée est bénéfique pour la santé humaine (contrairement à une consommation élevée). Promouvoir et encourager la disponibilité d'aliments d'origine végétale peu transformés partout où cela est possible, en particulier dans les pays à revenu élevé et intermédiaire, peut inévitablement influencer une réduction de la consommation de viande rouge et de viande transformée, en particulier dans les pays à revenu élevé et intermédiaire. En outre, la reconnaissance du rôle des dynamiques de pouvoir dans les systèmes alimentaires - et la promotion d'actions politiques ciblées visant à remédier à ce déséquilibre du pouvoir - sont des composantes essentielles de la

transformation durable des systèmes alimentaires pour la santé et le bien-être des personnes et de la planète. Positionner ces agendas politiques comme étant mutuellement bénéfiques et démontrer les multiples avantages à tirer dans plusieurs domaines peut être l'approche la plus propice à un changement politique réussi.

Pour progresser vers la consommation d'un régime alimentaire sain issu de systèmes alimentaires durables pour tous, il faudra adopter un point de vue holistique et systémique. L'OMS utilise l'approche "Une seule santé" pour concevoir et mettre en œuvre des politiques, des programmes et des recherches qui intègrent les visions de plusieurs secteurs afin d'obtenir de meilleurs résultats en matière de santé publique. Cette approche est particulièrement pertinente en ce qui concerne la viande rouge et la viande transformée, étant donné la nature transversale des impacts qui y sont associés, notamment la sécurité alimentaire, la résistance aux antimicrobiens, le risque de zoonose et la santé environnementale (27).

References

1. World Health Organization. Cancer: carcinogenicity of the consumption of red meat and processed meat [website]. Geneva: World Health Organization; 2015 (<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/cancer-carcinogenicity-of-the-consumption-of-red-meat-and-processed-meat#:~:text=What%20do%20you%20consider%20as,mutton%2C%20horse%2C%20and%20goat>, accessed 1 May 2023).
2. Monteiro CA, Cannon G, Levy RB, Moubarac J-C, Louzada ML, Rauber F et al. Ultra-processed foods: what they are and how to identify them. *Public Health Nutrition*. 2019;22(5):936-41. doi.org/10.1017/s1368980018003762.
3. Joshi V, Kumar, S. Meat analogues: Plant based alternatives to meat products: a review. *International Journal of Food and Fermentation Technology*. 2015;5:107-19. doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00001.5.
4. FAO, WHO. Food safety aspects of cell-based food. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2023 (<https://www.fao.org/3/cc4855en/cc4855en.pdf>, accessed 1 May 2023).
5. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, Atkins VJ, Baker PI, Bogard JR et al. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: The Lancet Commission Report. *Lancet*. 2019;393(10173):791-846. doi:10.1016/S0140-6736(18)32822-8.
6. The future of food and agriculture – alternative pathways to 2050. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2018 (<https://www.fao.org/3/I8429EN/i8429en.pdf>, accessed 1 May 2023).
7. Ritchie H, Rosado P, Roser, M. Meat and dairy production [Online]. Oxford: Our World in Data; 2019 (<https://ourworldindata.org/meat-production#>, accessed 1 May 2023).
8. Miller V, Reedy J, Cudhea F, Zhang J, Shi P, Erndt-Marino J et al. Global, regional, and national consumption of animal-source foods between 1990 and 2018: findings from the Global Dietary Database. *Lancet Planetary Health*. 2022;6(3):e243-e56. doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00352-1.
9. Czerwonka M, Tokarz A. Iron in red meat—friend or foe. *Meat Science*. 2017;123:157-65. doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.09.012.
10. Obeid R, Heil SG, Verhoeven MM, Van den Heuvel EG, De Groot LC, Eussen SJ. Vitamin B12 intake from animal foods, biomarkers, and health aspects. *Frontiers in Nutrition*. 2019;6:93. doi.org/10.3389/fnut.2019.00093.
11. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans: red meat and processed meat. Lyon: International Agency for Research on Cancer/World Health Organization; 2015 (<https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono114.pdf>, accessed 1 May 2023).
12. Feskens EJ, Sluik D, van Woudenberg GJ. Meat consumption, diabetes, and its complications. *Curr Diab Rep*. 2013;13(2):298-306. doi.org/10.1007/s11892-013-0365-0.
13. Wittenbecher C, Mühlenbruch K, Kröger J, Jacobs S, Kuxhaus O, Floegel A et al. Amino acids, lipid metabolites, and ferritin as potential mediators linking red meat consumption to type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr*. 2015;101(6):1241-50. doi.org/10.3945/ajcn.114.099150.
14. Srour B, Kordahi MC, Bonazzi E, Deschasaux-Tanguy M, Touvier M, Chassaing B. Ultra-processed foods and human health: from epidemiological evidence to mechanistic insights. *Lancet Gastroenterology & Hepatology*. 2022;7(12):1128-40. doi.org/10.1016/s2468-1253(22)00169-8.
15. FAO, WHO. Sustainable healthy diets – guiding principles. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2019 (<https://www.fao.org/3/ca6640en/ca6640en.pdf>, accessed 1 May 2023).
16. Lee SY, Jo C, Yoon Y, Jeong JY, Hur SJ. Effect on health from consumption of meat and meat products. *Journal of Animal Science and Technology*. 2021;63(5):955. doi.org/10.5187/jast.2021.e101.
17. Crowe W, Elliott CT, Green BD. A review of the in vivo evidence investigating the role of nitrite exposure from processed meat consumption in the development of colorectal cancer. *Nutrients*. 2019;11(11):2673.
18. Tang KL, Caffrey NP, Nóbrega DB, Cork SC, Ronksley PE, Barkema HW, et al. Restricting the use of antibiotics in food-producing animals and its associations with antibiotic resistance in food-producing animals and human beings: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Planetary Health*. 2017;1(8):e316-e27. doi.org/10.3390/nu11112673.
19. Anomaly J. Intensive animal agriculture and human health. In: Ed: Fischer B, editor. *The Routledge Handbook of Animal Ethics*. London: Routledge, Taylor & Francis; 2020.
20. Glidden CK, Nova N, Kain MP, Lagerstrom KM, Skinner EB, Mandle L et al. Human-mediated impacts on biodiversity and the consequences for zoonotic disease spillover. *Current Biology*. 2021;31(19):R1342-R61. doi.org/10.1016/j.cub.2021.08.070.
21. Gilbert N. One-third of our greenhouse gas emissions come from agriculture. *Nature*. 2012;31:10-2. doi.org/10.1038/nature.2012.11708.
22. Romanello M, Di Napoli C, Drummond P, Green C, Kennard H, Lampard P et al. The 2022 report of the Lancet Countdown on health and climate change: health at the mercy of fossil fuels. *Lancet*. 2022;400:1619-54. doi.org/10.1016/s0140-6736(22)01540-9.
23. Westhoek H, Lesschen JP, Rood T, Wagner S, De Marco A, Murphy-Bokern D et al. Food choices, health and environment: effects of cutting Europe's meat and dairy intake. *Global Environmental Change*. 2014;26:196-205. doi:10.1016/j.gloenvcha.2014.02.004.

24. Climate Change 2022: Mitigation of climate change. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change; 2022. (https://report.ipcc.ch/ar6/wg3/IPCC_AR6_WGIII_Full_Report.pdf, accessed 1 May 2023).
25. Contribution of terrestrial animal source food to healthy diets for improved nutrition and health outcomes: An evidence and policy overview on the state of knowledge and gaps. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2023 (www.fao.org/3/cc3912en/cc3912en.pdf, accessed 1 May 2023).
26. Springmann M, Mason-D'Croz D, Robinson S, Wiebe K, Godfray HCJ, Rayner M et al. Health-motivated taxes on red and processed meat: a modelling study on optimal tax levels and associated health impacts. *PloS one*. 2018;13(11):e0204139. doi:10.1371/journal.pone.0204139.
27. One Health [website]. Copenhagen: 2022. (www.who.int/europe/initiatives/one-health#, accessed 1 May 2023).
28. Rosenzweig C, Mbow C, Barioni LG, Benton TG, Herrero M, Krishnapillai M et al. Climate change responses benefit from a global food system approach. *Nature Food*. 2020;1(2):94-7. doi:10.1038/s43016-020-0031-z.
29. Popkin BM. Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2006;84(2):289-98. doi:10.1093/ajcn/84.1.289.
30. Popkin BM, Corvalan C, Grummer-Strawn LM. Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *Lancet*. 2020;395(10217):65-74. doi:10.1016/s0140-6736(19)32497-3.
31. Iannotti L. Livestock-derived foods and sustainable healthy diets. Rome: UN Nutrition; 2021 (www.unnutrition.org/wp-content/uploads/Livestock-Paper-EN_WEB.pdf, accessed 1 May 2023).
32. Percival R. The meat paradox: eating, empathy, and the future of meat. London: Little, Brown Book Group Limited; 2022.
33. FAOSTAT Statistical Database [online database]. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 1997 (www.fao.org/faostat/en/#home, accessed 1 May 2023).
34. The state of the world's biodiversity for food and agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2019. (www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf, accessed 1 May 2023).
35. Henchion M, Moloney AP, Hyland J, Zimmermann J, McCarthy S. Review: Trends for meat, milk and egg consumption for the next decades and the role played by livestock systems in the global production of proteins. *Animal*. 2021;15:100287. doi:10.1016/j.animal.2021.100287.
36. Weis T. Meatification. *Handbook of Critical Agrarian Studies*: Edward Elgar Publishing; 2021.
37. Williams P. Nutritional composition of red meat. *Nutrition and Dietetics*. 2007;64:S113-S9. doi:10.1111/j.1747-0080.2007.00197.x.
38. Abbaspour N, Hurrell R, Kelishadi R. Review on iron and its importance for human health. *J Res Med Sci*. 2014;19(2):164-74.
39. O'Leary F, Samman S. Vitamin B12 in health and disease. *Nutrients*. 2010;2(3):299-316. doi: 10.3390/nu2030299.
40. Li P, Yin Y-L, Li D, Woo Kim S, Wu G. Amino acids and immune function. *British Journal of Nutrition*. 2007;98(2):237-52. doi:10.1017/s000711450769936x.
41. López-Cervantes J, Sánchez-Machado DI, Campas-Baypoli ON, Cantú-Soto EU, de la Mora-López GS. Influence of other nutrients (eg, l-arginine, taurine, and choline) on liver diseases. *Influence of Nutrients, Bioactive Compounds, and Plant Extracts in Liver Diseases*. 2021:193-208. doi:10.1016/B978-0-12-816488-4.00003-6.
42. Zeisel SH. Choline: an important nutrient in brain development, liver function and carcinogenesis. *Journal of the American College of Nutrition*. 1992;11(5):473-81. doi:10.1080/07315724.1992.10718251.
43. Zhang H, Hardie L, Bawajeeh AO, Cade J. Meat consumption, cognitive function and disorders: a systematic review with narrative synthesis and meta-analysis. *Nutrients*. 2020;12(5):1528. doi:10.3390/nu12051528.
44. Millard HR, Musani SK, Dibaba DT, Talegawkar SA, Taylor HA, Tucker KL, et al. Dietary choline and betaine; associations with subclinical markers of cardiovascular disease risk and incidence of CVD, coronary heart disease and stroke: the Jackson Heart Study. *European Journal of Nutrition*. 2018;57(1):51-60. doi:10.1007/s00394-016-1296-8.
45. Ahmad RS, Imran A, Hussain MB. Nutritional composition of meat. In: Arshad MS, editor. *Meat science and nutrition*. London: IntechOpen; 2018:61-75. doi:10.5772/intechopen.77045.
46. Givens DI. The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal-derived foods in relation to chronic disease. *Proceedings of the Nutrition Society*. 2005;64(3):395-402. doi:10.1079/pns2005448.
47. Steen R, Lavery N, Kilpatrick D, Porter M. Effects of pasture and high concentrate diets on the performance of beef cattle, carcass composition at equal growth rates, and the fatty acid composition of beef. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2003;46(2):69-81. doi:10.1080/00288233.2003.9513533.
48. Reynolds A, Hodson L, de Souza R, Tran Diep Pham H, Vlietstra L, Mann J. Saturated fat and trans-fat intakes and their replacement with other macronutrients: a systematic review and meta-analysis of prospective observational studies. Geneva: World Health Organization; 2022 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/366301>, accessed 1 May 2023).
49. Wu G. Important roles of dietary taurine, creatine, carnosine, anserine and 4-hydroxyproline in human nutrition and health. *Amino Acids*. 2020;52(3):329-60. doi:10.1007/s00726-020-02823-6.
50. National Research Council (US) Subcommittee on the Tenth Edition of the Recommended Dietary Allowances. *Recommended dietary allowances: 10th Edition* Washington (DC): National Academies Press (US); 1989.
51. Beal T, Gardner CD, Herrero M, Iannotti LL, Merbold L, Nordhagen S et al. Friend or foe? The role of animal-source foods in healthy and environmentally sustainable diets. *Journal of Nutrition*. 2023. doi:10.1016/j.tjn.2022.10.016.

52. Stevens GA, Paciorek CJ, Flores-Urrutia MC, Borghi E, Namaste S, Wirth JP et al. National, regional, and global estimates of anaemia by severity in women and children for 2000–19: a pooled analysis of population-representative data. *Lancet Global Health*. 2022;10(5):e627–e39. doi:10.1016/S2214-109X(22)00084-5.
53. Stevens GA, Beal T, Mbuya MNN, Luo H, Neufeld LM, Addo OY et al. Micronutrient deficiencies among preschool-aged children and women of reproductive age worldwide: a pooled analysis of individual-level data from population-representative surveys. *Lancet Global Health*. 2022;10(11):e1590–e9. doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00367-9.
54. Black RE, Victora CG, Walker SP, Bhutta ZA, Christian P, de Onis M, et al. Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *Lancet*. 2013;382(9890):427–51. doi.org/10.1016/s0140-6736(13)60937-x.
55. Enahoro D, Mason-D’Croz D, Mul M, Rich KM, Robinson TP, Thornton P, et al. Supporting sustainable expansion of livestock production in South Asia and Sub-Saharan Africa: scenario analysis of investment options. *Global Food Security*. 2019;20:114–21. doi.org/10.1016/j.gfs.2019.01.001.
56. Parikh P, Semba R, Manary M, Swaminathan S, Udomkesmalee E, Bos R et al. Animal source foods, rich in essential amino acids, are important for linear growth and development of young children in low- and middle-income countries. *Matern Child Nutr*. 2022;18(1):e13264. doi.org/10.1111/mcn.13264.
57. McAfee AJ, McSorley EM, Cuskelly GJ, Moss BW, Wallace JM, Bonham MP et al. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. *Meat Sci*. 2010;84(1):1–13. doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.08.029.
58. Young VR, Pellett PL. Protein intake and requirements with reference to diet and health. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1987;45(5):1323–43. doi:10.1093/ajcn/45.5.1323.
59. Barabási A-L, Menichetti G, Loscalzo J. The unmapped chemical complexity of our diet. *Nature Food*. 2020;1(1):33–7. doi.org/10.1038/s43016-019-0005-1.
60. Fardet A, Rock E. Toward a new philosophy of preventive nutrition: from a reductionist to a holistic paradigm to improve nutritional recommendations. *Adv Nutr*. 2014;5(4):430–46. doi:10.3945/an.114.006122.
61. Jacobs DR, Jr., Gross MD, Tapsell LC. Food synergy: an operational concept for understanding nutrition. *Am J Clin Nutr*. 2009;89(5):1543s–8s. doi.org/10.3945/ajcn.2009.26736b.
62. Beal T, Ortenzi F. Priority micronutrient density in foods. *Frontiers in Nutrition*. 2022;379. doi:10.3389/fnut.2022.806566.
63. Granger M, Eck P. Chapter Seven - Dietary vitamin C in human health. *Advances in Food and Nutrition Research*. 2018;83:281–310. doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.11.006.
64. Piskin E, Cianciosi D, Gulec S, Tomas M, Capanoglu E. Iron absorption: factors, limitations, and improvement methods. *ACS omega*. 2022;7(24):20441–56. doi:10.1021/acsomega.2c01833.
65. Delimont NM, Haub MD, Lindshield BL. The impact of tannin consumption on iron bioavailability and status: a narrative review. *Curr Dev Nutr*. 2017;1(2):1–12. doi.org/10.3945/cdn.116.000042.
66. Noncommunicable diseases. Key facts [website]. Geneva: World Health Organization; 2022 (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>, accessed 1 May 2023).
67. Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, Ghissassi FE, Benbrahim-Tallaa L et al. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *Lancet Oncology*. 2015;16(16):1599–600. doi.org/10.1016/s1470-2045(15)00444-1.
68. Grosso G, La Vignera S, Condorelli RA, Godos J, Marventano S, Tieri M et al. Total, red and processed meat consumption and human health: an umbrella review of observational studies. *Int J Food Sci Nutr*. 2022;73(6):726–37. doi.org/10.1080/09637486.2022.2050996.
69. Cui K, Liu Y, Zhu L, Mei X, Jin P, Luo Y. Association between intake of red and processed meat and the risk of heart failure: a meta-analysis. *BMC Public Health*. 2019;19(1):354. doi.org/10.1186/s12889-019-6653-0.
70. Fang X, An P, Wang H, Wang X, Shen X, Li X et al. Dietary intake of heme iron and risk of cardiovascular disease: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2015;25(1):24–35. doi.org/10.1016/j.numecd.2014.09.002.
71. Guo H, Ding J, Liang J, Zhang Y. Association of red meat and poultry consumption with the risk of metabolic syndrome: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Frontiers in Nutrition*. 2021;8:691848. doi.org/10.3389/fnut.2021.691848.
72. Yip CSC, Lam W, Fielding R. A summary of meat intakes and health burdens. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2018;72(1):18–29. doi.org/10.1038/ejcn.2017.117.
73. Maki KC, Wilcox ML, Dicklin MR, Buggia M, Palacios OM, Maki CE et al. Substituting lean beef for carbohydrate in a healthy dietary pattern does not adversely affect the cardiometabolic risk factor profile in men and women at risk for type 2 diabetes. *J Nutr*. 2020;150(7):1824–33. doi.org/10.1093/jn/nxaa116.
74. Markova M, Koelman L, Hornemann S, Pivovarovova O, Sucher S, Machann J et al. Effects of plant and animal high protein diets on immune-inflammatory biomarkers: a 6-week intervention trial. *Clin Nutr*. 2020;39(3):862–9. doi.org/10.1016/j.clnu.2019.03.019.
75. Lescinsky H, Afshin A, Ashbaugh C, Bisignano C, Brauer M, Ferrara G et al. Health effects associated with consumption of unprocessed red meat: a Burden of Proof study. *Nature Medicine*. 2022;28(10):2075–82. doi.org/10.1038/s41591-022-01968-z.
76. Stanton AV, Leroy F, Elliott C, Mann N, Wall P, De Smet S. 36-fold higher estimate of deaths attributable to red meat intake in GBD 2019: is this reliable? *Lancet*. 2022;399(10332):e23–e6. doi:10.1016/S0140-6736(22)00311-7.

77. Johnston BC, Zeraatkar D, Han MA, Vernooij RWM, Valli C, El Dib R, et al. Unprocessed red meat and processed meat consumption: dietary guideline recommendations from the Nutritional Recommendations (NutriRECS) Consortium. *Ann Intern Med.* 2019;171(10):756-64. doi:10.7326/m19-1621.
78. Murray CJ, Aravkin AY, Zheng P, Abbafati C, Abbas KM, Abbasi-Kangevari M, et al. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet.* 2020;396(10258):1223-49. doi:10.1016/S0140-6736(20)30752-2.
79. Gordon-Dseagu VLZ, Wiseman MJ, Allen K, Buttriss J, Williams C. Troubling assumptions behind GBD 2019 on the health risks of red meat. *Lancet.* 2022;400(10350):427-8. doi:10.1016/s0140-6736(22)01283-1.
80. Murray CJL. 36-fold higher estimate of deaths attributable to red meat intake in GBD 2019: is this reliable? – Author's reply. *Lancet.* 2022;399(10332):e27-e8. doi:10.1016/S0140-6736(22)00311-7.
81. Lee JE, McLerran DF, Rolland B, Chen Y, Grant EJ, Vedanthan R, et al. Meat intake and cause-specific mortality: a pooled analysis of Asian prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr.* 2013;98(4):1032-41. doi:10.3945/ajcn.113.062638.
82. Graudal NA, Hubeck-Graudal T, Jurgens G. Effects of low sodium diet versus high sodium diet on blood pressure, renin, aldosterone, catecholamines, cholesterol, and triglyceride. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2020(12). doi:10.1002/14651858.CD004022.pub5.
83. Martínez Góngora V, Matthes KL, Castaño PR, Linseisen J, Rohrmann S. Dietary heterocyclic amine intake and colorectal adenoma risk: a systematic review and meta-analysis. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention.* 2019;28(1):99-109. doi:10.1158/1055-9965.epi-17-1017.
84. Berjia FL, Poulsen M, Nauta M. Burden of diseases estimates associated to different red meat cooking practices. *Food and Chemical Toxicology.* 2014;66:237-44.
85. Lackland DT, Weber MA. Global burden of cardiovascular disease and stroke: hypertension at the core. *Canadian Journal of Cardiology.* 2015;31(5):569-71. doi:10.1016/j.cjca.2015.01.009.
86. Jayedi A, Ghomashi F, Zargar MS, Shab-Bidar S. Dietary sodium, sodium-to-potassium ratio, and risk of stroke: a systematic review and nonlinear dose-response meta-analysis. *Clinical Nutrition.* 2019;38(3):1092-100. doi:10.1016/j.clnu.2018.05.017.
87. Tong TYN, Papier K, Key TJ. Meat, vegetables and health – interpreting the evidence. *Nature Medicine.* 2022;28(10):2001-2. doi:10.1038/s41591-022-02006-8.
88. WHO, FAO. Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2003 (<https://www.who.int/publications-detail-redirect/924120916X>, accessed 1 May 2023).
89. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Meat, fish and dairy products and the risk of cancer. Online: World Cancer Research Fund; 2018 (<https://www.wcrf.org/wp-content/uploads/2021/02/Meat-fish-and-dairy-products.pdf>, accessed 1 May 2023).
90. Ali A, Waly MI, Devarajan S. Impact of processing meat on the formation of heterocyclic amines and risk of cancer. In Saad B, Tofalo R, editors. *Biogenic amines in food: analysis, occurrence and toxicity.* 1st edition Cambridge: The Royal Society of Chemistry Books; 2019:187-211.
91. Flores M, Mora L, Reig M, Toldrá F. Risk assessment of chemical substances of safety concern generated in processed meats. *Food Science and Human Wellness.* 2019;8(3):244-51. doi:10.1016/j.fshw.2019.07.003.
92. Weinstein G, Vered S, Ivancovsky-Wajcman D, Ravona-Springer R, Heymann A, Zelber-Sagi S, et al. Consumption of ultra-processed food and cognitive decline among older adults with type-2 diabetes. *The Journals of Gerontology: Series A.* 2022;glac070. doi:10.1093/gerona/glac070.
93. Juul F, Vaidean G, Lin Y, Deierlein Andrea L, Parekh N. Ultra-processed foods and incident cardiovascular disease in the Framingham Offspring Study. *Journal of the American College of Cardiology.* 2021;77(12):1520-31. doi:10.1016/j.jacc.2021.01.047.
94. Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome; 2019 (<https://www.fao.org/3/ca5644en/ca5644en.pdf>, accessed 1 May 2023).
95. Baker P, Machado P, Santos T, Sievert K, Backholer K, Hadjidakou M et al. Ultra processed foods and the nutrition transition: global, regional and national trends, food systems transformations and political economy drivers. *Obesity Reviews.* 2020;21(12):e13126. doi:10.1111/obr.13126.
96. Martínez Steele E, Popkin BM, Swinburn B, Monteiro CA. The share of ultra-processed foods and the overall nutritional quality of diets in the US: evidence from a nationally representative cross-sectional study. *Population Health Metrics.* 2017;15(1). doi:10.1186/s12963-017-0119-3.
97. Rauber F, Da Costa Louzada ML, Steele EM, Millett C, Monteiro CA, Levy RB. Ultra-processed food consumption and chronic non-communicable diseases-related dietary nutrient profile in the UK (2008–2014). *Nutrients.* 2018;10(5):587. doi:10.3390/nu10050587.
98. Machado PP, Steele EM, Levy RB, Sui Z, Rangan A, Woods J, et al. Ultra-processed foods and recommended intake levels of nutrients linked to non-communicable diseases in Australia: evidence from a nationally representative cross-sectional study. *BMJ Open.* 2019;9(8):e029544. doi:10.1136/bmjopen-2019-029544.
99. Calixto Andrade G, Julia C, Deschamps V, Srour B, Hercberg S, Kesse-Guyot E et al. Consumption of ultra-processed food and its association with sociodemographic characteristics and diet quality in a representative sample of French adults. *Nutrients.* 2021;13(2):682. doi:10.3390/nu13020682.

100. Cediel G, Reyes M, Corvalán C, Levy RB, Uauy R, Monteiro CA. Ultra-processed foods drive to unhealthy diets: evidence from Chile. *Public Health Nutr.* 2021;24(7):1698-707. doi.org/10.1017/s1368980019004737.
101. Omer MK, Álvarez-Ordoñez A, Prieto M, Skjerve E, Asehun T, Alvseike OA. A systematic review of bacterial foodborne outbreaks related to red meat and meat products. *Foodborne Pathogens and Disease.* 2018;15(10):598-611. doi.org/10.1089/fpd.2017.2393.
102. De Oliveira Mota J, Guillou S, Pierre F, Membré J-M. Quantitative assessment of microbiological risks due to red meat consumption in France. *Microbial Risk Analysis.* 2020;15:100103. doi.org/10.1016/j.mran.2020.100103.
103. Thangavelu KP, Kerry JP, Tiwari BK, McDonnell CK. Novel processing technologies and ingredient strategies for the reduction of phosphate additives in processed meat. *Trends in Food Science and Technology.* 2019;94:43-53. doi.org/10.1016/j.tifs.2019.10.001.
104. Razzaque MS. Phosphate toxicity: new insights into an old problem. *Clin Sci (Lond).* 2011;120(3):91-7. doi:10.1042/CS20100377.
105. Bedale W, Sindelar JJ, Milkowski AL. Dietary nitrate and nitrite: benefits, risks, and evolving perceptions. *Meat Sci.* 2016;120:85-92. doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.009.
106. Bastide NM, Pierre FH, Corpet DE. Heme iron from meat and risk of colorectal cancer: a meta-analysis and a review of the mechanisms involved. *Cancer Prev Res (Phila).* 2011;4(2):177-84. doi.org/10.1158/1940-6207.capr-10-0113.
107. Murray CJL, Ikuta KS, Sharara F, Swetschinski L, Robles Aguilar G, Gray A, et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet.* 2022;399(10325):629-55. doi:10.1016/S0140-6736(21)02724-0.
108. You Y, Silbergeld EK. Learning from agriculture: understanding low-dose antimicrobials as drivers of resistome expansion. *Frontiers in Microbiology.* 2014;5:284. doi:10.3389/fmicb.2014.00284.
109. Hao H, Cheng G, Iqbal Z, Ai X, Hussain HI, Huang L et al. Benefits and risks of antimicrobial use in food-producing animals. *Frontiers in Microbiology.* 2014;5:288. doi:10.3389/fmicb.2014.00288.
110. Annual report on antimicrobial agents intended for use in animals (6th edition). Paris: World Organisation for Animal Health (WOAH); 2022 (<https://www.woah.org/app/uploads/2022/06/a-sixth-annual-report-amu-final-1.pdf>, accessed 1 May 2023).
111. Global action plan on antimicrobial resistance. Geneva: World Health Organization; 2015. (<https://www.who.int/publications/i/item/9789241509763>, accessed 1 May 2023).
112. Critically important antimicrobials for human medicine: 6th revision. Geneva: World Health Organization; 2019 (<https://www.who.int/publications/i/item/9789241515528>, accessed 1 May 2023).
113. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO. The state of food security and nutrition in the world 2022: repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2022 (<https://www.fao.org/3/cc0639en/cc0639en.pdf>, accessed 1 May 2023).
114. FAO, WHO. Conference outcome document: framework for action. Second International Conference on Nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2014 (www.fao.org/3/mm215e/mm215e.pdf, accessed 1 May 2023).
115. Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL et al. Global trends in emerging infectious diseases. *Nature.* 2008;451(7181):990-3. doi.org/10.1038/nature06536.
116. Brozek W, Falkenberg C. Industrial animal farming and zoonotic risk: COVID-19 as a gateway to sustainable change? A scoping study. *Sustainability.* 2021;13(16):9251. doi:10.3390/su13169251.
117. Ostfeld RS. Biodiversity loss and the ecology of infectious disease. *Lancet Planetary Health.* 2017;1(1):e2-e3. doi:10.1016/S2542-5196(17)30010-4.
118. Crippa M, Solazzo E, Guizzardi D, Monforti-Ferrario F, Tubiello FN, Leip A. Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food.* 2021;2(3):198-209. doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9.
119. Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J et al. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2013 (www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf, accessed 1 May 2023).
120. Davison TM, Black JL, Moss JF. Red meat—an essential partner to reduce global greenhouse gas emissions. *Animal Frontiers.* 2020;10(4):14-21. doi.org/10.1093/af/vfaa035.
121. Ritchie H. The carbon footprint of foods: are differences explained by the impacts of methane? [website] Oxford: Our World in Data; 2020 (<https://ourworldindata.org/carbon-footprint-food-methane>, accessed 1 May 2023).
122. Herrero M, Havlík P, Valin H, Notenbaert A, Rufino MC, Thornton PK et al. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 2013;110(52):20888-93. doi:10.1073/pnas.13081491.
123. Ivanovich CC, Sun T, Gordon DR, Ocko IB. Future warming from global food consumption. *Nature Climate Change.* 2023. doi.org/10.1038/s41558-023-01605-8.
124. Mbow CC, Rosenzweig LG, Barioni TG, Benton M, Herrero M, Krishnapillai E et al. Chapter Five: Food security. In: Shukla PR et al, editors. *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.* Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change; 2019 (www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/11/08_Chapter-5.pdf, accessed 1 May 2023).

125. Machovina B, Feeley KJ, Ripple WJ. Biodiversity conservation: The key is reducing meat consumption. *Science of the Total Environment*. 2015;536:419-31. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.07.022.
126. Batchelor JL, Ripple WJ, Wilson TM, Painter LE. Restoration of riparian areas following the removal of cattle in the northwestern Great Basin. *Environmental Management*. 2015;55(4):930-42. doi.org/10.1007/s00267-014-0436-2.
127. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. Linkages between biodiversity, food and nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2013 (www.fao.org/3/mg285e/mg285e.pdf, accessed 1 May 2023).
128. Sabaté J, Sranacharoenpong K, Harwatt H, Wien M, Soret S. The environmental cost of protein food choices. *Public Health Nutrition*. 2015;18(11):2067-73. doi.org/10.1017/s1368980014002377.
129. Mekonnen MM, Hoekstra AY. A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*. 2012;15(3):401-15. doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8.
130. Hoekstra AY. Water for animal products: a blind spot in water policy. *Environmental Research Letters*. 2014;9. doi.org/10.1088/1748-9326/9/9/091003.
131. The global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Bonn: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; 2019 (www.ipbes.net/global-assessment, accessed 1 May 2023).
132. Petrovic Z, Djordjevic V, Milicevic D, Nastasijevic I, Parunovic N. Meat production and consumption: environmental consequences. *Procedia Food Science*. 2015(5):235-8. doi:10.1016/j.profoo.2015.09.041.
133. Blümmel M, Hailesslassie A, Samireddypalle A, Vadez V, Notenbaert A. Livestock water productivity: feed resourcing, feeding and coupled feed-water resource data bases. *Animal Production Science*. 2014;54(10):1584-93. doi:10.1071/AN14607.
134. Bernabucci U. Climate change: impact on livestock and how can we adapt. *Anim Front*. 2019;9(1):3-5. doi:10.1093/af/vfy039.
135. Godde CM, Mason-D'Croz D, Mayberry DE, Thornton PK, Herrero M. Impacts of climate change on the livestock food supply chain; a review of the evidence. *Global Food Security*. 2021;28:100488. doi:10.1016/j.gfs.2020.100488.
136. Hayek MN, Miller SM. Underestimates of methane from intensively raised animals could undermine goals of sustainable development. *Environmental Research Letters*. 2021;16(6):063006. doi.org/10.1088/1748-9326/ac02ef.
137. Rust JM. The impact of climate change on extensive and intensive livestock production systems. *Anim Front*. 2019;9(1):20-5. doi:10.1093/af/vfy028.
138. From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. Brussels: IPES-Food; 2016 (www.ipes-food.org/_img/upload/files/UniformityToDiversity_FULLL.pdf, accessed 1 May 2023).
139. International Conference on Nutrition. World declaration and plan of action for nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization; 1992 (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/61051>, accessed 1 May 2023).
140. Fischer CG, Garnett T. Plates, pyramids and planets – developments in national healthy and sustainable dietary guidelines: a state of play assessment. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, The Food Climate Research Network at The University of Oxford; 2016 (www.fao.org/3/i5640e/i5640e.pdf, accessed 1 May 2023).
141. Herforth A, Arimond M, Álvarez-Sánchez C, Coates J, Christianson K, Muehlhoff E. A global review of food-based dietary guidelines. *Adv Nutr*. 2019;10(4):590-605. doi.org/10.1093/advances/nmy130.
142. Programme National Nutrition Santé 2019-2023 [National Nutrition and Health Programme]. Ministère des Solidarités et de la Santé, République Française (www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4_2019-2023.pdf, accessed 1 May 2023).
143. Dietary guidelines for the Belgian adult population - 2019 [website]. Belgium Federal Public Service - Health Food Chain Safety and Environment; 2019 (<https://www.health.belgium.be/nl/advies-9284-fbdg-2019>, accessed 1 May 2023).
144. The official dietary guidelines - good for health and climate. Ministry of Food, Agriculture and Fisheries of Denmark/ Danish Veterinary and Food Administration; 2021 (www.altomkost.dk/fileadmin/user_upload/altomkost.dk/Publikationsdatabase/De_officielle_Kostraad_2021/Danish_Official_Dietary_Guidelines_Good_for_Health_and_climate_2021_PRINT_ENG.pdf, accessed 1 May 2023).
145. Willett W, Rockström 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. *The Lancet*. 2019;393(10170):447-92. doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4.
146. About EAT-Lancet 2.0 [website]. EAT Forum; 2022 (<https://eatforum.org/eat-lancet-commission/eat-lancet-commission-2-0/about-eat-lancet-commission-2-0/>, accessed 1 May 2023).
147. Machado P, McNaughton SA, Livingstone KM, Hadjikakou M, Russell C, Wingrove K et al. Measuring adherence to sustainable healthy diets: a scoping review of diet quality metrics. *Adv Nutr*. 2023;14(1):147-60. doi.org/10.1016/j.advnut.2022.11.006.
148. Springmann M, Clark M, Mason-D'Croz D, Wiebe K, Bodirsky BL, Lassaletta L, et al. Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*. 2018;562(7728):519-25. doi.org/10.1038/s41586-018-0594-0.
149. Nielsen TB, Würtz AML, Tjønneland A, Overvad K, Dahm CC. Substitution of unprocessed and processed red meat with poultry or fish and total and cause-specific mortality. *British Journal of Nutrition*. 2022;127(4):563-9. doi.org/10.1017/S0007114521001252.

150. Hidayat K, Chen J-S, Wang H-P, Wang T-C, Liu Y-J, Zhang X-Y et al. Is replacing red meat with other protein sources associated with lower risks of coronary heart disease and all-cause mortality? A meta-analysis of prospective studies. *Nutrition Reviews*. 2022;80(9):195901973. doi.org/10.1093/nutrit/nuac017.
151. Becerra-Tomás N, Babio N, Martínez-González MÁ, Corella D, Estruch R, Ros E et al. Replacing red meat and processed red meat for white meat, fish, legumes or eggs is associated with lower risk of incidence of metabolic syndrome. *Clinical Nutrition*. 2016;35(6):1442-9. doi.org/10.1016/j.clnu.2016.03.017.
152. Clark MA, Springmann M, Hill J, Tilman D. Multiple health and environmental impacts of foods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2019;116(46):23357-62. doi:10.1073/pnas.1906908116.
153. Ritchie H. Environmental impacts of food production. Online: Our World in Data; 2021 (<https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food#dairy-vs-plant-based-milk-what-are-the-environmental-impacts>, accessed 1 May 2023).
154. Bonnet C, Bouamra-Mechemache Z, Réquillart V, Treich N. Viewpoint: regulating meat consumption to improve health, the environment and animal welfare. *Food Policy*. 2020;97:101847. doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101847.
155. Harwatt H, Sabaté J, Eshel G, Soret S, Ripple W. Substituting beans for beef as a contribution toward US climate change targets. *Climatic Change*. 2017;143(1):261-70. doi.org/10.1007/s10584-017-1969-1.
156. Rööös E, Carlsson G, Ferawati F, Hefni M, Stephan A, Tidåker P, et al. Less meat, more legumes: prospects and challenges in the transition toward sustainable diets in Sweden. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2020;35(2):192-205. doi.org/10.1017/S1742170518000443
157. Reuzé A, Méjean C, Carrère M, Sirieix L, Druesne-Pecollo N, Péneau S, et al. Rebalancing meat and legume consumption: change-inducing food choice motives and associated individual characteristics in non-vegetarian adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2022;19(1):112. doi.org/10.1186/s12966-022-01317-w.
158. Bandumula N. Rice production in Asia: Key to global food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. 2018;88:1323-8. doi:10.1007/s40011-017-0867-7.
159. Tayefeh M, Sadeghi SM, Noorhosseini SA, Bacenetti J, Damalas CA. Environmental impact of rice production based on nitrogen fertilizer use. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018;25(16):15885-95. doi.org/10.1007/s11356-018-1788-6.
160. Sexton AE, Garnett T, Lorimer J. Framing the future of food: the contested promises of alternative proteins. *Environment and Planning E: Nature and Space*. 2019;2(1):47-72. doi:10.1177/2514848619827009.
161. Bohrer BM. An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Science and Human Wellness*. 2019;8(4):320-9. doi:10.1016/j.fshw.2019.11.006.
162. Lacy-Nichols J, Hattersley L, Scrinis G. Nutritional marketing of plant-based meat-analogue products: an exploratory study of front-of-pack and website claims in the USA. *Public Health Nutrition*. 2021;24(14):4430-41. doi.org/10.1017/s1368980021002792.
163. Curtain F, Grafenauer S. Plant-based meat substitutes in the flexitarian age: an audit of products on supermarket shelves. *Nutrients*. 2019;11(11):2603. doi:10.3390/nu11112603.
164. Tso R, Forde CG. Unintended consequences: nutritional impact and potential pitfalls of switching from animal- to plant-based foods. *Nutrients*. 2021;13(8):2527.
165. Anastasiou K, Baker P, Hadjidakou M, Hendrie G, Lawrence M. A conceptual framework for understanding the environmental impacts of ultra-processed foods and implications for sustainable food systems. *Journal of Cleaner Production*. 2022:133155. doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133155.
166. Michel F, Hartmann C, Siegrist M. Consumers' associations, perceptions and acceptance of meat and plant-based meat alternatives. *Food Quality and Preference*. 2021;87:104063. doi:10.1016/j.foodqual.2020.104063.
167. Santo RE, Kim BF, Goldman SE, Dutkiewicz J, Biehl E, Bloem MW et al. Considering plant-based meat substitutes and cell-based meats: a public health and food systems perspective. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020:134. doi:10.3389/fsufs.2020.00134.
168. Food safety aspects of cell-based food. Background document three – Regulatory frameworks. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2022 (www.fao.org/3/cc2353en/cc2353en.pdf, accessed 1 May 2023).
169. Rubio NR, Xiang N, Kaplan DL. Plant-based and cell-based approaches to meat production. *Nature Communications*. 2020;11(1):1-11. doi.org/10.1038/s41467-020-20061-y.
170. Stephens N, Di Silvio L, Dunsford I, Ellis M, Glencross A, Sexton A. Bringing cultured meat to market: technical, socio-political, and regulatory challenges in cellular agriculture. *Trends in Food Science & Technology*. 2018;78:155-66. doi:10.1016/j.tifs.2018.04.010.
171. Lynch J, Pierrehumbert R. Climate impacts of cultured meat and beef cattle. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2019:5. doi:10.3389/fsufs.2019.00005.
172. Sinke P, Odegard I. LCA of cultivated meat: future projections for different scenarios. Delft.; CE Delft; 2021 (www.gfieuropa.org/wp-content/uploads/2022/04/CE_Delft_190107_LCA_of_cultivated_meat_Def.pdf, accessed 1 May 2023).
173. Tuomisto HL, Teixeira de Mattos MJ. Environmental impacts of cultured meat production. *Environmental Science & Technology*. 2011;45(14):6117-23. doi:10.1021/es200130u.

174. Liceaga AM, Aguilar-Toalá JE, Vallejo-Cordoba B, González-Córdova AF, Hernández-Mendoza A. Insects as an alternative protein source. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2022;13(1):19-34. doi:10.1146/annurev-food-052720-112443.
175. Orkusz A. Edible insects versus meat-nutritional comparison: knowledge of their composition is the key to good health. *Nutrients*. 2021;13(4). doi:10.3390/nu13041207.
176. Finke MD. Complete nutrient content of four species of feeder insects. *Zoo Biology*. 2013;32(1):27-36. doi.org/10.1002/zoo.21012.
177. Cappelli A, Cini E, Lorini C, Oliva N, Bonaccorsi G. Insects as food: a review on risks assessments of Tenebrionidae and Gryllidae in relation to a first machines and plants development. *Food Control*. 2020;108:106877. doi:10.1016/j.foodcont.2019.106877.
178. Naska A, Ververis E, Niforou A, Pires SM, Poulsen M, Jakobsen LS et al. Novel foods as red meat replacers – an insight using Risk Benefit Assessment methods (the NovRBA project). *EFSA Supporting Publications*. 2022;19(5):7316E. doi:10.2903/sp.efsa.2022.EN-7316.
179. Mota JDO, Guillou S, Pierre F, Membré J-M. Public health risk-benefit assessment of red meat in France: current consumption and alternative scenarios. *Food and Chemical Toxicology*. 2021;149:111994. doi.org/10.1016/j.fct.2021.111994.
180. Hartmann C, Siegrist M. Our daily meat: justification, moral evaluation and willingness to substitute. *Food Quality and Preference*. 2020;80:103799. doi:10.1016/j.foodqual.2019.103799.
181. Blaxter T, Garnett, T. *Primed for power: a short cultural history of protein*. Oxford, UK: TABLE, University of Oxford, Swedish University of Agricultural Sciences and Wageningen University and Research; 2022 (www.tabledebates.org/publication/primed-power-short-cultural-history-protein, accessed 1 May 2023).
182. Sievert K, Lawrence M, Parker C, Russell CA, Baker P. Who has a beef with reducing red and processed meat consumption? A media framing analysis. *Public Health Nutrition*. 2022;25(3):578-90. doi.org/10.1017/s1368980021004092.
183. Sievert K, Lawrence M, Parker C, Baker P. What's really at 'steak'? Understanding the global politics of red and processed meat reduction: a framing analysis of stakeholder interviews. *Environmental Science & Policy*. 2022;137:12-21. doi:10.1016/j.envsci.2022.08.007.
184. Reynolds AN, Mhurchu CN, Kok Z-Y, Cleghorn C. The neglected potential of red and processed meat replacement with alternative protein sources: simulation modelling and systematic review. *Eclinicalmedicine*. 2023;56:101774. doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101774.
185. Van de Kamp ME, Seves SM, Temme EH. Reducing GHG emissions while improving diet quality: exploring the potential of reduced meat, cheese and alcoholic and soft drinks consumption at specific moments during the day. *BMC Public Health*. 2018;18(1):1-12. doi.org/10.1186/s12889-018-5132-3.
186. Wang L, Cui S, Hu Y, O'Connor P, Gao B, Huang W, et al. The co-benefits for food carbon footprint and overweight and obesity from dietary adjustments in China. *Journal of Cleaner Production*. 2021;289:125675. doi:10.1016/j.jclepro.2020.125675.
187. Farchi S, De Sario M, Lapucci E, Davoli M, Michelozzi P. Meat consumption reduction in Italian regions: health co-benefits and decreases in GHG emissions. *PLoS one*. 2017;12(8):e0182960. doi.org/10.1371/journal.pone.0182960.
188. Fabricius FA, Thomsen ST, Fagt S, Nauta M. The health impact of substituting unprocessed red meat by pulses in the Danish diet. *European Journal of Nutrition*. 2021:1-12. doi.org/10.1007/s00394-021-02495-2.
189. Kaartinen NE, Tapanainen H, Maukonen M, Päivärinta E, Valsta LM, Itkonen ST et al. Partial replacement of red and processed meat with legumes: a modelling study of the impact on nutrient intakes and nutrient adequacy on the population level. *Public Health Nutrition*. 2023;26(2):303-14. doi.org/10.1017/s1368980022002440.
190. Harwatt H, Sabate J, Eshel G, Soret S, Ripple W. Eating away at climate change—substituting beans for beef to help meet US climate targets. *The FASEB Journal*. 2016;30:894.3-3.
191. Afshin A, Micha R, Khatibzadeh S, Mozaffarian D. Consumption of nuts and legumes and risk of incident ischemic heart disease, stroke, and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2014;100(1):278-88. doi.org/10.3945/ajcn.113.076901.
192. Marventano S, Pulido MI, Sánchez-González C, Godos J, Speciani A, Galvano F et al. Legume consumption and CVD risk: a systematic review and meta-analysis. *Public Health Nutrition*. 2017;20(2):245-54. doi.org/10.1017/s1368980016002299.
193. Thomsen ST, de Boer W, Pires SM, Devleeschauwer B, Fagt S, Andersen R, et al. A probabilistic approach for risk-benefit assessment of food substitutions: a case study on substituting meat by fish. *Food and Chemical Toxicology*. 2019;126:79-96. doi.org/10.1016/j.fct.2019.02.018.
194. Patterson E, Eustachio Colombo P, Milner J, Green R, Elinder LS. Potential health impact of increasing adoption of sustainable dietary practices in Sweden. *BMC Public Health*. 2021;21:1-10. doi.org/10.1186/s12889-021-11256-z.
195. Vatanparast H, Islam N, Shafiee M, Ramdath DD. Increasing plant-based meat alternatives and decreasing red and processed meat in the diet differentially affect the diet quality and nutrient intakes of Canadians. *Nutrients*. 2020;12(7):2034. doi:10.3390/nu12072034.

196. Mertens E, Biesbroek S, Dofková M, Mistura L, D'Addezio L, Turrini A, et al. Potential impact of meat replacers on nutrient quality and greenhouse gas emissions of diets in four European countries. *Sustainability*. 2020;12(17):6838. doi:10.3390/su12176838.
197. Peñalvo JL, Cudhea F, Micha R, Rehm CD, Afshin A, Whitsel L et al. The potential impact of food taxes and subsidies on cardiovascular disease and diabetes burden and disparities in the United States. *BMC Medicine*. 2017;15(1):1-13. doi:10.1186/s12916-017-0971-9.
198. Kim DD, Wilde PE, Michaud DS, Liu J, Lizewski L, Onopa J et al. Cost effectiveness of nutrition policies on processed meat: implications for cancer burden in the US. *American Journal of Preventive Medicine*. 2019;57(5):e143-e52. doi.org/10.1016/j.amepre.2019.02.023.
199. Schönbach J-K, Thiele S, Lhachimi SK. What are the potential preventive population-health effects of a tax on processed meat? A quantitative health impact assessment for Germany. *Preventive Medicine*. 2019;118:325-31. doi.org/10.1016/j.ypmed.2018.11.011.
200. Lourenço S, Gunge VB, Andersson TM-L, Andersen CLE, Lund A-SQ, Køster B et al. Avoidable colorectal cancer cases in Denmark—the impact of red and processed meat. *Cancer Epidemiology*. 2018;55:1-7. doi.org/10.1016/j.canep.2018.04.010.
201. Drew J, Cleghorn C, Macmillan A, Mizdrak A. Healthy and climate-friendly eating patterns in the New Zealand context. *Environmental Health Perspectives*. 2020;128(1):017007. doi:10.1289/EHP5996.
202. Michelozzi P, Lapucci E, Farchi S. [Meat consumption reduction policies: benefits for climate change mitigation and health.] *Recenti Progressi in Medicina*. 2015;106(8):354-7. doi.org/10.1701/1960.21296.
203. Dyer J, Worth D, Vergé X, Desjardins R. Impact of recommended red meat consumption in Canada on the carbon footprint of Canadian livestock production. *Journal of Cleaner Production*. 2020;266:121785. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121785.
204. Wood SL, Alam M, Dupras J. Multiple pathways to more sustainable diets: shifts in diet composition, caloric intake and food waste. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2019;3:89. doi:10.3389/fsufs.2019.00089.
205. Springmann M, Mason-D'Croz D, Robinson S, Garnett T, Godfray HCJ, Gollin D, et al. Global and regional health effects of future food production under climate change: a modelling study. *Lancet*. 2016;387(10031):1937-46. doi.org/10.1016/s0140-6736(15)01156-3.
206. Springmann M, Clark MA, Rayner M, Scarborough P, Webb P. The global and regional costs of healthy and sustainable dietary patterns: a modelling study. *Lancet Planetary Health*. 2021;5(11):e797-e807. doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00251-5.
207. Sievert K, Lawrence M, Parker C, Baker P. Understanding the political challenge of red and processed meat reduction for healthy and sustainable food systems: a narrative review of the literature. *International Journal of Health Policy and Management*. 2020;10:793-808. doi:10.34172/IJHPM.2020.238.
208. Parker C, Carey R, Haines F, Johnson H. Can labelling create transformative food system change for human and planetary health? A case study of meat. *International Journal of Health Policy and Management*. 2020;10:923-933. doi:10.34172/IJHPM.2020.239.
209. Sauer S. Soy expansion into the agricultural frontiers of the Brazilian Amazon: the agribusiness economy and its social and environmental conflicts. *Land Use Policy*. 2018;79:326-38. doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.030.
210. Brynne A, Katz-Rosene R, Martin SJ. The structural constraints on green meat. *Green Meat? Sustaining eaters, animals, and the planet*. McGill-Queens University Press. 2020:185-205.
211. Katz-Rosene R, Heffernan A, Arora A. Protein pluralism and food systems transition: a review of sustainable protein meta-narratives. *World Development*. 2023;161:106121. doi:10.1016/j.worlddev.2022.106121.
212. Sievert K, Chen V, Voisin R, Johnson H, Parker C, Lawrence M et al. Meat production and consumption for a healthy and sustainable Australian food system: policy options and political dimensions. *Sustainable Production and Consumption*. 2022. doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.007.
213. Hundscheid L, Wurzinger M, Gühneemann A, Melcher AH, Stern T. Rethinking meat consumption – how institutional shifts affect the sustainable protein transition. *Sustainable Production and Consumption*. 2022;31:301-12. doi:10.1016/j.spc.2022.02.016.
214. Howard PH. Corporate concentration in global meat processing: The role of feed and finance subsidies. In Winders W, Ransom E, editors. *Global meat: the social and environmental consequences of the expanding meat industry*. Cambridge: The MIT Press, 2019:31-53.
215. Giubilini A, Birkel P, Douglas T, Savulescu J, Maslen H. Taxing meat: taking responsibility for one's contribution to antibiotic resistance. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 2017;30:179-98. doi.org/10.1007/s10806-017-9660-0.
216. Chkanikova O, Mont O. Corporate supply chain responsibility: drivers and barriers for sustainable food retailing. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 2015;22(2):65-82. doi:10.1002/csr.1316.
217. Sonnino R. Translating sustainable diets into practice: the potential of public food procurement. *Redes*. 2019;24(1):14-29. dx.doi.org/10.17058/redes.v24i1.13036.
218. Monteiro CA, Cannon G, Moubarac J-C, Martins APB, Martins CA, Garzillo J et al. Dietary guidelines to nourish humanity and the planet in the twenty-first century. A blueprint from Brazil. *Public Health Nutrition*. 2015;18(13):2311-22. doi.org/10.1017/s1368980015002165.

219. Peralta DG. Publicidad para enfermar: restricciones al mercadeo de productos alimenticios ultraprocesados dirigido a niños y niñas en la Constitución colombiana [Advertising to get sick: restrictions to the marketing of ultra-processed food to children in the colombian constitution]. *Rev Derecho del Estado*. 2022;51:5. doi:18601/01229893.n51.01 (in Spanish).
220. Espinosa R, Tago D, Treich N. Infectious diseases and meat production. *Environmental and Resource Economics*. 2020;76(4):1019-44. doi.org/10.1007/s10640-020-00484-3.
221. Caro D, Frederiksen P, Thomsen M, Pedersen AB. Toward a more consistent combined approach of reduction targets and climate policy regulations: the illustrative case of a meat tax in Denmark. *Environmental Science & Policy*. 2017;76:78-81. doi:10.1016/j.envsci.2017.06.013.
222. Ares G, Antúnez L, Curutchet MR, Giménez A. Warning labels as a policy tool to encourage healthier eating habits. *Current Opinion in Food Science*. 2023:101011.
223. Mialon M. Front-of-pack nutrition labeling: ultra-processed foods are the elephant in the room. *Lancet Regional Health–Americas*. 2023;18. doi:10.1016/j.lana.2023.100442.
224. Sørensen JT, Schrader L. Labelling as a tool for improving animal welfare—the pig case. *Agriculture*. 2019;9(6):123. doi:10.3390/agriculture9060123.
225. De Bakker E, Dagevos H. Reducing meat consumption in today's consumer society: questioning the citizen-consumer gap. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. 2012;25(6):877-94. doi.org/10.1007/s10806-011-9345-z.
226. Lacy-Nichols J, Cullerton K. A proposal for systematic monitoring of the commercial determinants of health: a pilot study assessing the feasibility of monitoring lobbying and political donations in Australia. *Globalization and Health*. 2023;19(1):2. doi.org/10.1186/s12992-022-00900-x.
227. Chung MG, Li Y, Liu J. Global red and processed meat trade and non-communicable diseases. *BMJ Global Health*. 2021;6(11):e006394. doi:10.1136/bmjgh-2021-006394.
228. De Marco MM, Ng SW, Sheppard B, Hoeffler S, Curran N, Lu I, editors. Healthy helping: a fruit and vegetable incentive program to address food insecurity during the pandemic. APHA 2021 Annual Meeting and Expo. APHA; 2021.
229. Garnett T, Mathewson S, Angelides P, Borthwick F. Policies and actions to shift eating patterns: what works? A review of the evidence of the effectiveness of interventions aimed at shifting diets in more sustainable and healthy directions. Oxford: Food Climate Research Network and Chatham House; 2015 (https://www.tabledebates.org/sites/default/files/2020-10/fcrn_chatham_house_0.pdf, accessed 1 May 2023).
230. Fuchs D, Di Giulio A, Glaab K, Lorek S, Maniates M, Princen T et al. Power: the missing element in sustainable consumption and absolute reductions research and action. *Journal of Cleaner Production*. 2016;132:298-307. doi:10.1016/j.jclepro.2015.02.006.

UNITED NATIONS DECADE OF
ACTION ON NUTRITION



2016-2025



For more information, please contact:
World Health Organization
Avenue Appia 20, CH-1211 Geneva 27, Switzerland
Email: nfs@who.int
Website: www.who.int/teams/nutrition-and-food-safety

