



iStock©Franck-Boston

### Résumé

- La viande tient une place importante dans la tradition culinaire française, mais elle est de plus en plus contestée.
- Les viandes désignées comme rouges ont en commun une teneur plus ou moins forte en fer, élément particulièrement bien assimilé par l'organisme sous cette forme héminique. Mais une consommation excessive est reconnue comme cancérigène, ce qui a amené les autorités sanitaires à encourager la modération, alors que des recherches visent à limiter ces effets négatifs tant à la production ou à la préparation qu'à l'absorption de la viande rouge.
- L'impact indéniable de l'élevage bovin sur l'environnement stimule lui aussi la réflexion et l'innovation en matière d'alimentation animale ou de nouvelles pratiques agro-écologiques.

Antoine Herth, député, membre de l'Office

### La « viande rouge », notion avant tout culturelle

La notion de viande rouge n'est pas strictement définie. Elle ne répond pas à une définition chimique, ni même seulement à une méthode unique de production. La référence à une couleur déterminée ne correspond d'ailleurs pas nécessairement aux données de l'observation immédiate. Comme l'ont montré les historiens des mentalités, la **couleur nommée et perçue n'est pas forcément la couleur réelle**<sup>1</sup>. Plus encore, la première peut même influencer sur la seconde, puisque les veaux de boucherie sont privés d'aliments solides contenant du fer, tels que l'herbe, afin de satisfaire les attentes chromatiques des Français<sup>2</sup>. Pour les besoins de la présente note, le terme « viande rouge » s'entendra comme désignant la « viande hors volaille », y compris la viande de porc<sup>3</sup>.

La viande rouge est traditionnellement regardée comme une **nourriture particulièrement fortifiante et reconstituante**, voire indispensable<sup>4</sup>. Comme le souligne l'OCDE, sa consommation est liée au niveau de vie et associée à une augmentation des revenus<sup>5</sup>. Dans les pays économiquement développés, cette relation tend cependant à s'inverser au sein de la population<sup>6</sup>.

En France, 32 % de la population consomme au moins 500 grammes de viandes rouges par semaine, cette proportion étant plus élevée chez les hommes (41 %) que chez les femmes (24,1 %)<sup>7</sup>. Cette consommation a un effet tant sur la santé humaine que sur l'environnement, du fait de son empreinte carbone.

**Une alimentation de bonne qualité nutritionnelle est-elle compatible avec un faible impact carbone ?**

**Quelles sont les solutions permettant d'améliorer l'empreinte carbone de la viande rouge ou ses bénéfices pour la santé humaine, voire les deux à la fois ?** Comment peuvent-elles être, ou sont-elles déjà, mises en œuvre au sein de partenariats entre établissements de recherche scientifique et exploitations d'élevage ?

### Viande rouge et santé humaine, bienfaits et dangers

#### • Caractéristiques chimiques

La viande rouge a pour trait distinctif, sur le plan chimique, une importante teneur en fer héminique. Ce fer est contenu dans l'hémoglobine et la myoglobine. D'une revue des études publiées sur le sujet, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (AESA) tire cependant la conclusion que « le contenu de la viande en fer héminique varie considérablement » d'une viande à l'autre<sup>8</sup>. L'AESA reprend, comme proportion en fer héminique dans leur teneur en fer total, les valeurs de 69 % pour le bœuf et de 39 % pour le porc. Ainsi, « en pratique, derrière le boudin noir, la viande bovine est l'aliment qui contient le plus de fer total, et de fer héminique, devant la viande de mouton, de porc et celles de volailles »<sup>9</sup>.

Le fer héminique peut être dénaturé pendant la cuisson, ces pertes pouvant être par exemple plus importantes lorsque la viande d'agneau est bouillie que lorsqu'elle est grillée<sup>10</sup>. Les **modes de préparation** de l'aliment doivent donc impérativement être pris en compte pour mesurer son effet sur la santé humaine.

- **Assimilabilité accrue du fer héminique**

Le défaut de fer pouvant conduire à l'anémie, la viande rouge jouit d'un avantage comparatif sur les autres aliments, en matière diététique, dans la mesure où le fer héminique est d'un type plus facilement assimilable par l'organisme. Le **fer héminique**, contenu dans les viandes et poissons, est mieux absorbé par l'organisme que le **fer non héminique**, contenu dans les végétaux et produits laitiers<sup>11</sup>. « Le fer apporté dans l'alimentation des Français est pour 70 % de nature non héminique, mais ne représente que 20 % du fer retrouvé dans le corps ; en revanche, le fer héminique ne constitue que 30 % du fer ingéré, mais 80 % du fer du corps y puise son origine »<sup>12</sup>. Mais d'autres facteurs entrent en compte, tels que le régime alimentaire ou les caractéristiques de l'individu concerné<sup>13</sup>.

En France, d'après les études épidémiologiques disponibles, les risques de formes évoluées de déficience en fer correspondant aux anémies ferriprives sont cependant assez faibles en population générale, puisqu'elles ne concernent que 3 % à 4 % des femmes en âge de procréer<sup>14</sup>.

- **Risque cancérigène**

Les bienfaits liés à la consommation de viande rouge sont indissociables des risques qui y sont liés, dans la mesure où « des études expérimentales ont identifié le fer héminique comme principal responsable de la promotion de la cancérogenèse colique induite par les viandes »<sup>15</sup>. Le fer héminique produit en effet, au cours de la digestion, une réaction enzymatique qui catalyse l'oxydation des lipides pour former des alcénals. Ces alcénals sont à la fois cytotoxiques et génotoxiques, c'est-à-dire qu'ils lysent les cellules coliques et provoquent des cassures de leur ADN.

Aussi le Programme national nutrition santé (PNNS) recommande-t-il de ne pas consommer plus de 500 grammes de viande rouge par semaine<sup>16</sup>. Pour la part éventuellement consommée sous forme de charcuterie, la limite maximale est fixée à 150 grammes par semaine (PNNS 2019-2023). En 2018, s'appuyant sur les résultats d'un groupe de travail rassemblant 22 experts internationaux, le CIRC a classé la charcuterie comme cancérigène avéré pour l'homme<sup>17</sup>.

En France en 2015, plus de 4 000 cancers étaient attribuables à la consommation de viande transformée. Pour plus des quatre cinquièmes, il s'agissait de cancers colorectaux. Dans le même temps, environ 2 000 cancers étaient attribuables à la consommation de viande rouge, pour une proportion de cancers colorectaux à peu près équivalente. L'OMS a aussi classé la viande rouge comme cancérigène. Fondant sa classification sur des méta-analyses, elle estime que consommer 100 g de viande rouge par jour augmente en moyenne de 17 % le risque de décès par ce type de cancers, alors que cette augmentation s'élève à 18 % dès 50 g de charcuterie consommés par jour.

- **Risques cardiovasculaires**

Deux méta-analyses ont montré que l'augmentation de la consommation de viande et de viande transformée est associée à une augmentation significative du risque de maladies cardio-vasculaires, notamment d'accidents vasculaires cérébraux (AVC) : augmenter de 50 g la consommation de viande transformée majore de 42 % le risque d'AVC<sup>18</sup> ; augmenter de 100 g la consommation de viande dont la moitié est transformée majore le même risque de 10 %<sup>19</sup>.

Tant pour le cancer colorectal que pour les maladies cardiovasculaires, une réduction de consommation de viande rouge amène une diminution des risques associés. Cette recommandation sanitaire concerne à plus forte raison les **gros mangeurs de viande rouge** (huit prises par semaine)<sup>20</sup>.

- **Vers de nouvelles recommandations ?**

De premières études expérimentales suggèrent que cet effet peut être réduit par l'absorption concomitante de certains antioxydants comme les polyphénols<sup>21</sup>. Une étude épidémiologique a par exemple mis en évidence une diminution du risque d'adénomes colorectaux chez les femmes ayant une consommation alimentaire élevée d'antioxydants. L'accompagnement par des légumes, au sein du même bol alimentaire, paraît donc favorable à une réduction du risque cancérigène associé à la consommation de viande.

Les résultats obtenus ne présentent pas, ou du moins pas encore, un niveau de preuve suffisant pour établir un message de prévention en population générale. Mais les travaux de recherche en cours sont encourageants.

- **Stratégies de réduction objective du risque**

De l'avis concordant des praticiens consultés, les recommandations nutritionnelles ne touchent que les publics déjà sensibilisés et, partant, les moins concernés par elles. Les essais menés pour améliorer l'offre en viande elle-même, sous le rapport des bénéfices pour la santé humaine, prennent tout leur sens dans cette perspective<sup>22</sup>.

Certains modes de préparation de la viande en boucherie préviennent la peroxydation lipidique au cours de l'ingestion. La marinade de la viande bovine avec des extraits d'un mélange d'antioxydants raisin-olive constitue un tel mode de prévention<sup>23</sup>. Le curcuma constitue de même un excellent condiment, mais son acceptabilité par le consommateur paraît moindre, dans la mesure où il affecte la couleur « rouge » de la viande<sup>24</sup>.

Plus en amont de la chaîne alimentaire, au stade de la production, « l'identification du rôle de la peroxydation et de la nitrosylation ouvre la porte à la prévention nutritionnelle du risque par ajout d'antioxydants (...) dans les produits carnés pendant leur production ou dans la ration des animaux d'élevage »<sup>25</sup>. Ce levier antioxydant dans la ration des bovins peut même

engendrer un **bénéfice double, pour la santé humaine et pour l'environnement**, en diminuant l'activité méthanogène du bétail.

### Viande rouge et environnement

La consommation de viande rouge a des répercussions environnementales en termes de bien-être animal, de pollution directe et d'empreinte carbone. Les deux premiers points dépendent considérablement du mode d'élevage et sont en dehors du périmètre de cette note, même s'ils donnent lieu à d'importants débats de société.

Le propos se concentrera ici sur l'élevage de ruminants, en premier lieu de bovins, et sur la manière significative dont il contribue aux émissions de gaz à effet de serre (GES). Dès lors, il est aisé d'en déduire qu'une non-consommation de viande est bénéfique pour le climat. Une récente étude définit une équation de Kaya où le nombre de têtes de bétail apparaît comme la principale variable multiplicatrice des émissions de GES dues à l'élevage en France. Mais ses auteurs estiment eux-mêmes que « le potentiel de réduction [des GES] est difficile à appréhender sans une approche systémique qui tienne compte d'autres externalités environnementales comme la biodiversité, la préservation des sols et stocks de carbone et le bien-être animal »<sup>26</sup>.

De fait, certaines surfaces agricoles ne peuvent être valorisées en dehors de l'élevage herbager à moins de les convertir à d'autres usages comme la forêt.

Une approche plus fine montre une forte variabilité des émissions selon les modes d'élevage. Pour 100 g de protéines produites sous forme de viande de bœuf, l'empreinte carbone moyenne est de 25 kg en équivalents-carbone, mais les valeurs accusent une forte dispersion statistique<sup>27</sup>, de 9 kg pour le premier décile à 105 kg pour le dernier. Ce constat stimule les nombreuses recherches sur les techniques de production pour en améliorer le bilan carbone.

- **Quantification de l'impact environnemental**

Le bilan environnemental de la viande bovine diffère selon les méthodes de calcul utilisées.

Pour attribuer à l'élevage 14,5 % des émissions d'origine anthropique, la FAO retient la méthode dite d'analyse du cycle de vie (*life cycle assessment*). Celle-ci prend en compte les émissions observées au sein de **l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement**, de l'utilisation des terres et de la production de fourrage, jusqu'à l'élevage, l'abattage et le transport jusqu'au point de vente du détaillant. « En raison d'émissions estimées à 7,1 gigatonnes d'équivalents-carbone par an, représentant 14,5 % des émissions de GES produites par l'homme, le secteur de l'élevage joue un rôle important dans le changement climatique ; la production de bœuf et l'élevage laitier représentent la majorité de ces émissions, y contribuant pour 41 % et pour 20 %

respectivement »<sup>28</sup>. Des écarts d'estimation importants sont cependant signalés<sup>29</sup>.

En tout état de cause, les émissions directes par exploitation ne sont pas imputables aux seuls animaux. Certes, les principaux gaz émis sont le méthane (CH<sub>4</sub>) généré par les fermentations entériques et les déjections d'élevage, et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), essentiellement lié au cycle de l'azote dans l'agrosystème (volatilisation ou lessivage de l'azote des engrais et déjections d'élevage, émissions d'ammoniac par les élevages). Le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) provient de la combustion des énergies fossiles (principalement le fioul des tracteurs) et des amendements des sols comme la chaux<sup>30</sup>.

Il n'en demeure pas moins que la principale source d'émissions de méthane (CH<sub>4</sub>) en France métropolitaine est l'élevage, du fait de la fermentation entérique et de la gestion des déjections animales, le solde correspondant aux émissions des rizières. Entre 1990 et 2017, ces émissions ont légèrement diminué du fait, notamment, de la baisse du cheptel des vaches laitières. Cependant, d'autres paramètres comme l'augmentation des systèmes de gestion des déjections sous forme de lisier ont une contribution inverse. En termes d'équivalent CO<sub>2</sub>, le sous-secteur élevage contribue à 48 % des émissions du secteur agricole, principalement du fait du CH<sub>4</sub><sup>31</sup>.

- **Externalités environnementales positives**

Si l'impact environnemental négatif attribué au secteur de l'élevage dépasse souvent de beaucoup l'empreinte au sol du bétail, des agronomes appellent à prendre également en considération ses externalités positives<sup>32</sup>.

L'élevage à l'herbe contribue à la production d'une eau de qualité grâce au pouvoir filtrant des prairies<sup>33</sup>.

Ensuite, les ruminants peuvent produire du lait et de la viande à partir de ressources fourragères non utilisables par l'homme. En outre, la prairie stocke du carbone<sup>34</sup>. Enfin, les prairies permanentes sont reconnues comme une importante source de biodiversité en Europe.

- **Impact environnemental élargi**

Pour mesurer l'impact environnemental de l'élevage, cinq paramètres méritent d'être pris en compte : l'émission de GES et la variation des stocks de carbone du sol ; la qualité des eaux, la qualité de l'air ; l'emploi des ressources naturelles ; l'usage des terres ; l'impact sur la biodiversité<sup>35</sup>.

- **Leviers d'action disponibles**

Dans un rapport, l'INRAE a proposé dix mesures pour réduire l'impact environnemental de l'élevage<sup>36</sup>, notamment : réduire le recours aux engrais minéraux de synthèse, en les utilisant mieux et en valorisant plus les ressources organiques, pour réduire les émissions de N<sub>2</sub>O ; accroître la part de légumineuses en grande culture et dans les prairies temporaires ; développer les techniques culturales sans labour pour stocker du

carbone dans le sol ; réduire les apports protéiques dans les rations animales pour limiter les teneurs en azote des effluents et les émissions de N<sub>2</sub>O ; développer l'agroforesterie et les haies pour favoriser le stockage de carbone dans le sol et la biomasse végétale ; optimiser la gestion des prairies pour favoriser le stockage de carbone ; développer la méthanisation et installer des torchères, pour réduire les émissions de CH<sub>4</sub> liées au stockage des effluents d'élevage.

- **Les pistes d'amélioration indirectes**

Plusieurs pistes d'amélioration indirectes sont actuellement explorées. D'abord, les déchets gras de l'agro-alimentaire peuvent être valorisés, réduisant les pertes de masse<sup>37</sup>. Il existe en outre des stratégies de réduction des émissions de polluants atmosphériques et de GES d'origine agricole sur les territoires<sup>38</sup>. Des mesures d'atténuation des émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) peuvent être appliquées aux bâtiments d'élevage (lavage d'air, évacuation des effluents), et au stockage des effluents (couverture des fosses de stockage et bâchage des tas de fumier et lors de leur épandage (incorporation rapide).

Enfin, la méthanisation, comme processus biologique naturel, permet de valoriser des matières organiques, tels que des déchets, effluents d'élevage ou résidus de cultures, en leur permettant de produire du biogaz susceptible d'être valorisé sous forme d'électricité et de chaleur (cogénération) ou par injection de biométhane dans le réseau de gaz naturel (biogaz épuré). La valorisation du biogaz en chaleur, électricité ou carburant renouvelable peut notamment se substituer à la consommation d'énergie fossile émettrice de CO<sub>2</sub><sup>39</sup>.

- **Le cas spécifique de la fermentation entérique**

Les ruminants doivent leur nom à la fermentation entérique qui se déroule dans leur panse (rumen). Cette fermentation entraîne une formation de méthane (CH<sub>4</sub>) plus ou moins importante selon les espèces, leur développement, mais aussi la qualité et la quantité de nourriture ingérée.

Dans sa 7<sup>e</sup> recommandation, l'INRAE propose de substituer, en élevage intensif, des glucides à des lipides insaturés et d'utiliser un additif (nitrate) dans les rations des ruminants pour réduire la production de CH<sub>4</sub> entérique. Selon certaines études, la réduction de méthane entérique par incorporation de légumineuses et de chicorée dans l'alimentation des bovins pourrait atteindre 20 %<sup>40</sup>.

- **Les pistes d'amélioration directes**

Les pratiques d'élevage constituent un autre domaine où des améliorations sensibles peuvent être réalisées.

Une étude a par exemple montré comment les qualités génétiques de la vache charolaise peuvent être combinées à une alimentation animale plus efficiente pour réduire l'émission de méthane entérique<sup>41</sup>. L'amélioration génétique des races d'élevage constitue

donc une piste d'atténuation.

Plus spécifiquement, en France, les génisses vèlent à 28 ou 29 mois, contre 24 mois ailleurs en Europe. En les faisant vèler plus tôt, il serait possible de faire baisser les émissions moyennes de GES d'un élevage d'environ 3 %<sup>42</sup>. Une meilleure répartition entre vaches laitières et vaches à viande, ou vaches allaitantes, qui produisent moins de viande pour une même quantité de fourrages consommée, permet également de maîtriser l'impact environnemental<sup>43</sup>.

Ni l'évaluation objective de l'impact environnemental des élevages locaux ni la recherche d'améliorations concrètes n'épuisent cependant la question de la nécessaire traçabilité des produits importés, notamment eu égard à la déforestation et aux atteintes à la biodiversité<sup>44</sup>.

- **Le bovin, chaînon de biodiversité ?**

Une étude de l'INRAE a mis en lumière que « les déjections [des herbivores domestiques, ovins, bovins, équidés] contribuent à la biodiversité en système agricole de par leur impact sur l'hétérogénéité du milieu »<sup>45</sup>. Leur présence au sein de l'écosystème prairial favorise notamment le maintien des insectes coléoptères coprophages, communément appelés bousiers<sup>46</sup>.

Poussant ce raisonnement à l'extrême, la fondation néerlandaise Taurus soutient des expériences de retour à la nature sauvage (*rewilding*). Elles reposent sur la réintroduction de grands herbivores, soit couplés dans la vallée de Côa (Portugal) avec la présence de chevaux sauvages<sup>47</sup>, soit, au sud des Carpates, sous la forme de bisons<sup>48</sup>. Dans ces expérimentations radicales, c'est l'homme qui s'efface de la scène, devant une nature où toute la chaîne de la biodiversité est reconstituée sans lui.

### Choix nutritionnels et environnement

Les modèles élaborés pour analyser l'impact environnemental de la viande rouge reposent sur des hypothèses complexes de régime alimentaire. Les citoyens ont le choix entre une palette de régimes équilibrés où cette viande représente une part plus ou moins importante, voire est absente<sup>49</sup>. La constitution de ces régimes ne se fait pas par simple substitution – de protéines animales par des protéines végétales, par exemple – mais demande une réglementation cohérente.

Les recommandations pour une alimentation saine et durable dépendent beaucoup de la culture, des traditions et de la société. Cette note montre que l'impact sanitaire et environnemental de la viande rouge peut être amélioré, en particulier via la modération dans sa consommation, sans forcément l'éliminer.

Sites Internet de l'Office :

<http://www.assemblee-nationale.fr/commissions/opecest-index.asp>

<http://www.senat.fr/opecest>

## Personnes consultées

---

Mme Carine Barbier, ingénieure de recherche CNRS, co-auteure d'une étude sur le contenu carbone de l'alimentation des ménages en France

Mme Marie-Christine Boutron-Ruault, directrice de recherche Inserm DR1, médecin interniste à compétence gastroentérologique

M. Jean-Louis Peyraud, directeur scientifique adjoint « Agriculture » de l'INRAE

M. Fabrice Pierre, chef de département adjoint du département « Alimentation humaine » de l'INRAE et responsable de l'équipe « Prevention and Promotion of Carcinogenesis by Food » de l'UMR INRAE ToxAlim

M. Franck Porcher, directeur général, Mmes Cécile Crespel, responsable commerciale, Justine Bercy, ingénieur, Charlotte Epinay, consultante en communication, et M. Théo Mannechez, chargé d'études, Cooperl Environnement

## Références

---

<sup>1</sup> Michel Pastoureau (2010). *Les Couleurs de nos souvenirs*. Éditions du Seuil, « La Librairie du XXI<sup>e</sup> siècle », 2010.

<sup>2</sup> Sous l'intitulé « Le bien-être et la protection des veaux » (sic), le ministère de l'Agriculture présente comme suit la situation : « Les veaux de boucherie sont des bovins abattus au plus tard à l'âge de 8 mois. Ils sont élevés pour la consommation de leur viande. Afin d'être conforme aux habitudes de consommation des français, la viande doit avoir une couleur rose pâle. À la naissance, le muscle des veaux est clair. Il prend une couleur rouge lorsque les animaux se mettent à manger des aliments solides contenant du fer, de l'herbe par exemple. Les veaux sont donc gardés dans l'étable afin d'éviter d'en consommer. » <https://agriculture.gouv.fr/le-bien-etre-et-la-protection-des-veaux> Un rapport d'information de l'Assemblée nationale sur les sels nitrés dans l'industrie agro-alimentaire, paru en janvier 2021, a donné l'exemple du même phénomène dans le domaine de la charcuterie, évoquant « la couleur naturelle de la viande cuite qu'est le jambon blanc – non pas rose mais davantage brune, grise ou beige », couleur modifiée par le recours à des sels nitrés. [https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-eco/l15b3731\\_rapport-information#](https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-eco/l15b3731_rapport-information#)

<sup>3</sup> Avis de l'ANSES de décembre 2016, Rapport d'expertise collective, « Actualisation des repères du PNNS : révision des repères de consommation alimentaire », p. 27 : « Dans la plupart des études épidémiologiques et dans les documents d'expertise internationaux, le terme de « viande hors volaille », c'est-à-dire les viandes de bœuf, porc, veau, mouton, agneau, chèvre et cheval est regroupée sous le terme « red meat ». Pour éviter tout risque de confusion avec le terme « viande rouge » qui en français regroupe les viandes de bœuf, mouton, agneau et cheval, le terme « viande hors volaille » est utilisé dans ce document. » Pour mémoire, beaucoup d'autres espèces sont cependant mangées elles aussi sur la surface du globe : lapin, kangourou, cerf, sanglier... <https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2012SA0103Ra-1.pdf>

<sup>4</sup> Roland Barthes (1951). « Le bifteck et les frites », *Mythologies*, Éditions du Seuil, coll. « Points », p. 72-74.

<sup>5</sup> OCDE (2021), Consommation de viande (indicateur). <https://data.oecd.org/fr/agroutput/consommation-de-viande.htm>

<sup>6</sup> Tavoularis G., Sauvage E., 2018, Les nouvelles générations transforment la consommation de viande, *Consommation et modes de vie*, CREDOC n°300, Deloitte Développement Durable, Septembre 2018. <https://www.credoc.fr/download/pdf/4p/CMV300.pdf>

<sup>7</sup> Santé publique France (2019), « Adéquation aux nouvelles recommandations alimentaires des adultes âgés de 18 à 54 ans vivant en France ».

<https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/documents/rapport-synthese/adequation-aux-nouvelles-recommandations-alimentaires-des-adultes-ages-de-18-a-54-ans-vivant-en-france-etude-esteban-2014-2016.-volet-nutrition> (tableau 2, p. 3).

<sup>8</sup> Autorité européenne de sécurité des aliments (AESa ou European Food Safety Authority, EFSA), Avis scientifique du 23 septembre 2015 sur les valeurs diététiques de référence pour le fer, *Journal de l'AESA*, 21 octobre 2015, p. 13 : <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2015.4254>. L'AESA reprend sur ce point Balder HF, Vogel J, Jansen MC, Weijenberg MP, van den Brandt PA, Westenbrink S, van der Meer R and Goldbohm RA, 2006. Heme and chlorophyll intake and risk of colorectal cancer in the Netherlands cohort study. *Cancer Epidemiology, Biomarkers and Prevention*, 15, 717-725. <https://cebp.aacrjournals.org/content/cebp/15/4/717.full.pdf>

<sup>9</sup> Bulletin de l'Académie nationale de médecine (novembre 2011), tome 195, n° 8, Compte rendu de la séance commune de l'Académie d'Agriculture de France et de l'Académie nationale de médecine consacrée aux viandes d'origine bovine dans l'alimentation, p. 1783-1829 : « En pratique, derrière le boudin noir, la viande bovine est l'aliment qui contient le plus de fer total, et de fer héminique, devant la viande de mouton, de porc et celles de volailles » (p. 1791). <https://www.academie-medecine.fr/apports-nutritifs-des-viandes-bovines/>

<sup>10</sup> Pourkhalili A, Mirlohi M and Rahimi E, (2013). Heme iron content in lamb meat is differentially altered upon boiling, grilling, or frying as assessed by four distinct analytical methods. *Scientific World Journal*, 2013, 374030.

---

[https://www.researchgate.net/publication/237057692\\_Heme\\_Iron\\_Content\\_in\\_Lamb\\_Meat\\_Is\\_Differentially\\_Altered\\_upon\\_Boiling\\_Grilling\\_or\\_Frying\\_as\\_Assessed\\_by\\_Four\\_Distinct\\_Analytical\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/237057692_Heme_Iron_Content_in_Lamb_Meat_Is_Differentially_Altered_upon_Boiling_Grilling_or_Frying_as_Assessed_by_Four_Distinct_Analytical_Methods)

<sup>11</sup> Valérie Weinborn, Fernando Pizarro, Manuel Olivares, Alex Brito, Miguel Arredondo, Sebastián Flores et Carolina Valenzuela, « The Effect of Plant Proteins Derived from Cereals and Legumes on Heme Iron Absorption », *Nutrients*, vol. 7, n° 11, novembre 2015, p. 8977–8986. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4663574/> « Hallberg and Rossander found that when half of the meat was replaced by “soy-meat” in hamburgers, the total amount of Fe absorbed, including heme Fe, was much lower. The addition of heme Fe as blood to the half meat, half soy hamburgers resulted in an increase in the absorption of Fe to the level measured in all meat hamburgers. »

<sup>12</sup> Voir Bulletin de l'Académie nationale de médecine (novembre 2011), tome 195, n° 8, précité.

<sup>13</sup> Autorité européenne de sécurité des aliments (AESA ou European Food Safety Authority, EFSA), Avis scientifique du 23 septembre 2015 sur les valeurs diététiques de référence pour le fer : « Iron is inefficiently and variably absorbed, depending on dietary and host-related factors. » (p. 2).

<sup>14</sup> Nous remercions M. le professeur Serge Herberg, président du programme national nutrition santé, d'avoir appelé notre attention sur ce point. Les prévalences observées chez les femmes non ménopausées en population générale sont conformes à l'objectif de santé publique du PNNS2 (3 %) avec cependant des inégalités sociales. En effet, seules les femmes en âge de procréer en situation de grande précarité ou dans les Départements d'Outre-Mer, et les femmes enceintes paraissent à risque élevé d'anémie ferriprive.

<sup>15</sup> Marie-Christine Boutron-Ruault, Fabrice Pierre et Nadia Bastide (2018). Consommation de fer hémique et risque de cancéro-génèse colorectale : étude d'interaction avec des polyphénols potentiellement protecteurs dans la cohorte E3N, et validation expérimentale in vivo. <https://www.anses.fr/fr/system/files/181002-PNREST-PlanCancer-DP.pdf>

<sup>16</sup> Programme national nutrition santé 2019-2023. [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4\\_2019-2023.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnns4_2019-2023.pdf) Parmi les objectifs spécifiques définis par le Haut Conseil de la santé publique, dans son avis du 9 février 2018, l'un se rapporte à la viande hors volaille : « Diminuer la consommation de viande « rouge » (bœuf, porc, veau, mouton, chèvre, cheval, sanglier, biche) dans la population de sorte que : 100 % de la population consomme en dessous du seuil de 500g de viande par semaine ».

<sup>17</sup> Voir le rapport de la mission d'information de l'Assemblée nationale sur les sels nitrités dans l'industrie agro-alimentaire : [https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-eco/115b3731\\_rapport-information.pdf](https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion-eco/115b3731_rapport-information.pdf) (p. 43).

<sup>18</sup> Micha, R., Wallace, S.K., Mozaffarian, D. (2010). Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Circulation* 121, 2271-83. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2885952/> Le CIRC définit la viande transformée comme une viande « transformée par le salage, le durcissement, la fermentation, le fumage, ou d'autres processus pour rehausser sa saveur ou en améliorer la conservation. Les viandes les plus transformées contiennent du porc ou du bœuf, mais les viandes transformées peuvent aussi contenir d'autres viandes rouges, de la viande de volaille, des abats, de la viande ou des sous-produits tels que le sang » (IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans ; volume 114, p. 37). <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Red-Meat-And-Processed-Meat-2018>

<sup>19</sup> Chen, G.C., Lv, D.B., Pang, Z., Liu, Q.F. (2013). Red and processed meat consumption and risk of stroke: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Clin Nutr* 67, 91-5. <https://www.nature.com/articles/ejcn2012180>

<sup>20</sup> Cette indication a été fournie au rapporteur par M. Fabrice Pierre (voir liste des personnes consultées). Dans l'étude citée note 23, les différents taux de consommation sont ainsi définis : « Averaged across studies, consumption (mean±SD) levels in the lowest vs. highest category of intake were 1.1±1.1 vs. 8.3±2.7 servings/week for red, 0.4±0.8 vs. 5.7±3.9 servings/week for processed, and 1.8±1.7 vs. 10.5±4.2 servings/week for total meat intake, respectively. »

<sup>21</sup> Voir référence citée à la note précédente, p. 23.

<sup>22</sup> Nadia Bastide, novembre 2012, Fer hémique et cancérogenèse colorectale, Étude des mécanismes et recherche de stratégies préventives, thèse de doctorat de l'Université de Toulouse III, p. 4 : « (...) l'intégration des molécules protectrices dans le processus de fabrication des charcuteries permettrait d'étendre la prévention du cancer colorectal à l'ensemble de la population, y compris les personnes socialement défavorisées, en général insensibles aux messages nutritionnels. »

<sup>23</sup> Targeting colon luminal lipid peroxidation limits colon carcinogenesis associated with red meat consumption. Océane Martin, Nathalie Naud, Sylviane Taché, Laurent Debrauwer, Sylvie Chevolleau, Jacques Dupuy, Céline Chantelauze, Denis Durand, Estelle Pujos-Guillot, Florence Blas-Y-Estrada, Christine Urbano, Gunter GC Kuhnle, Véronique Santé-Lhoutellier, Thierry Sayd, Didier Viala, Adeline Blot, Nathalie Meunier, Pascal Schlich, Didier Attaix, Françoise Guéraud, Valérie Scislowski, Denis E. Corpet and Fabrice HF Pierre. *Cancer Prev Res June* 28 2018 DOI: [10.1158/1940-6207.CAPR-17-0361](https://doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-17-0361)

<sup>24</sup> Cette indication a été fournie au rapporteur par M. Fabrice Pierre (voir liste des personnes consultées).

---

<sup>25</sup> Fabrice Pierre. Association positive entre la consommation de viandes rouges, de charcuteries et le risque de cancer du côlon: vers une prévention par modification des modes de production et d'élevage ? *Innovations Agronomiques*, INRAE, 2019, 78, pp.117-125. ([10.15454/8rkb-a908](https://doi.org/10.15454/8rkb-a908)), ([hal-02915127](https://hal.inrae.fr/hal-02915127))

<sup>26</sup> À l'occasion de la présentation en conseil des ministres du projet de loi « Climat et Résilience » issu de la convention citoyenne pour le climat, le ministère de la transition écologique a chargé le Boston Consulting Group de mener une étude visant à évaluer l'impact des mesures, prises depuis 2017 ou actuellement en discussion, sur la trajectoire bas-carbone au regard de la réalisation de l'objectif de réduction de 40 % des émissions de gaz à effet de serre à horizon 2030. Pour l'élevage, voir p. 14. <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-37027-etude-bcg-loi-climat.pdf> Les auteurs s'appuient notamment sur l'étude conjointe du conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) et du conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER), publiée en décembre 2020, « Changement climatique, eau, agriculture : quelles trajectoires d'ici 2050 ? – 2020 ». <https://agriculture.gouv.fr/changement-climatique-eau-agriculture-quelles-trajectoires-d-ici-2050> S'agissant de l'empreinte carbone, celle-ci fait en particulier référence à l'étude de l'INRA parue en juin 2019 « Stocker du carbone dans les sols français : quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? » <https://www.territoires-climat.ademe.fr/actualite/etude-de-linra-stocker-du-carbone-dans-les-sols-francais-quel-potentiel-au-regard-de-lobjectif-4-pour-1000-et-a-quel-cout>

<sup>27</sup> Hannah Ritchie and Max Roser (2020) - "Environmental impacts of food production". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>

<sup>28</sup> P. J. Gerber et al. (2013). « Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities » (FAO, 2013). <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf> Citation extraite de la p. 13.

<sup>29</sup> Schweitzer Louis (2020). Faut-il arrêter de manger de la viande ? (notamment, p. 65 et suiv., « Un calcul contesté »).

<sup>30</sup> Barbier C., Couturier C., Pourouchottamin P., Cayla J-M, Sylvestre M., Pharabod I. (2019). « L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France », Club Ingénierie Prospective Energie et Environnement, Paris, IDDRI, 24p. Janvier 2019. [http://www2.centre-cired.fr/IMG/pdf/empreinte\\_carbone\\_alimentation\\_en\\_france\\_fr\\_052019.pdf](http://www2.centre-cired.fr/IMG/pdf/empreinte_carbone_alimentation_en_france_fr_052019.pdf) (p. 6).

<sup>31</sup> Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques. Bilan des émissions en France de 1990 à 2017. Rapport national d'inventaire. Format SECTEN, CITEPA, 2019.

<sup>32</sup> Bulletin de l'Académie nationale de médecine (novembre 2011), tome 195, n° 8, Compte rendu de la séance commune de l'Académie d'Agriculture de France et de l'Académie nationale de médecine consacrée aux viandes d'origine bovine dans l'alimentation, Contribution de Jean-Louis Peyraud. <https://www.academie-medecine.fr/dimension-economique-et-impact-environnemental-de-la-production-de-viande-bovine-en-france/>

<sup>33</sup> Dans la mesure où la présence d'un couvert végétal permanent contribue à limiter le risque d'eutrophisation des eaux, c'est-à-dire de déséquilibre des milieux aquatiques provoqué par une augmentation de la concentration d'azote et de phosphore. Encore faut-il cependant que ces prairies reçoivent une fertilisation organique et, dans une moindre mesure, une fertilisation minérale en azote, en phosphore et en potassium. INRA (mars 2012), J.-L. Peyraud, P. Cellier, (coord.), F. Aarts, F. Béline, C. Bockstaller, M. Bourblanc, L. Delaby, C. Donnars, J.Y. Durmad, P. Dupraz, P. Durand, P. Faverdin, J.L. Fiorelli, C. Gaigné, A. Girard, F. Guillaume, P. Kuikman, A. Langlais, P. Le Goffe, S. Le Perchec, P. Lescoat, T. Morvan, C. Nicourt, V. Parnaudeau, J.L. Peyraud, O. Réchauchère, P. Rochette, F. Vertes, P. Veysset. Les flux d'azote liés aux élevages, réduire les pertes, rétablir les équilibres. Expertise scientifique collective, rapport, Inra (France), 527 pages. [https://belinra.inrae.fr/doc\\_num.php?explnum\\_id=1794](https://belinra.inrae.fr/doc_num.php?explnum_id=1794) Lire notamment « Les flux d'azote à l'échelle des prairies et des systèmes de culture », p. 257 et suiv.

<sup>34</sup> Gac A., Agabriel J., Dollé J.-B., Faverdin P., Van Der Werf H., « Le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre en productions bovines », *Innovations Agronomiques* 37 (2014), 67-81, notamment p. 71. [http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/INNOVATIONS\\_AGRONOMIQUES\\_37\\_00-07-2014\\_67-81.pdf](http://idele.fr/fileadmin/medias/Documents/INNOVATIONS_AGRONOMIQUES_37_00-07-2014_67-81.pdf)

<sup>35</sup> Doreau, M., Farruggia, A., & VEYSSET, P. (2017). Aménités et impacts sur l'environnement des exploitations françaises élevant des bovins pour la viande. *INRAE Productions Animales*, 30(2), 165–178. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2017.30.2.2242>

<sup>36</sup> Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Rapport d'étude, INRA (France), 454 p. <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/37cdee0e58f99f555be7f4655faf63c0.pdf> Les 2 recommandations restantes sont : Introduire davantage de cultures intermédiaires, de cultures intercalaires et de bandes enherbées dans les systèmes de culture pour stocker du carbone dans le sol et limiter les émissions de N<sub>2</sub>O ; réduire, sur l'exploitation, la consommation d'énergie fossile des bâtiments et équipements agricoles pour limiter les émissions directes de CO<sub>2</sub>.

---

<sup>37</sup> Pierre-Henry Devillers (2002). « Les déchets gras : quelle valorisation possible sur site dans quatre secteurs agroalimentaires ? », Bulletin de liaison n° 6/20 du centre technique de la salaison, de la charcuterie et des conserves de viandes. <https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/2002devillersbul6a.pdf>

<sup>38</sup> Hassouna, Mélynda & Eglin, Thomas & Cellier, Pierre & Colomb, Vincent & Cohan, Jean-Pierre & Decuq, Celine & Delabuis, Monique & Edouard, Nadège & Espagnol, Sandrine & Eugène, Maguy & Fauvel, Yannick & Fernandes, Emilie & Fischer, Nicolas & Flechard, Christophe & Générmont, Sophie & Godbout, Stéphane & Guingand, Nadine & Guyader, Jessie & Lagadec, Solène & Rochette, Yvonne. (2015). Mesurer les émissions gazeuses en élevage : gaz à effet de serre, ammoniac et oxydes d'azote.

[https://www.researchgate.net/publication/319976275\\_Mesurer\\_les\\_emissions\\_gazeuses\\_en\\_elevage\\_gaz\\_a\\_effet\\_de\\_serre\\_amm\\_oniac\\_et\\_oxydes\\_d%27azote](https://www.researchgate.net/publication/319976275_Mesurer_les_emissions_gazeuses_en_elevage_gaz_a_effet_de_serre_amm_oniac_et_oxydes_d%27azote)

<sup>39</sup> Paul Laurent, Sophie Benchimol et David Guianvarc (2016). Étude technique, économique et environnementale sur l'injection portée de biométhane dans le réseau de gaz. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/injection-biomethane-reseau-gaz-rapport.pdf>

<sup>40</sup> Dolle J.-B., Chambaut H., Delagarde R., Edouard N., Eugene M., Foray S., Lorinquer E., Manneville V., Innovations Agronomiques 55 (2017), 301-315 « Mesures d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre en élevage bovin lait et viande ».

<https://www6.inrae.fr/ciag/content/download/6072/45051/file/Vol55-22-Dolle.pdf>

Innovations Agronomiques 37 (2014), 67-81 Le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre en productions bovines.

<sup>41</sup> Giger Amélie, Quantification des émissions individuelles de méthane des bovins : du système à l'animal, ADEME : <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-greencow-quantification-emissions-methane-bovins-2019.pdf>

<sup>42</sup> Cette indication a été fournie au rapporteur par M. Jean-Louis Peyraud (voir liste des personnes consultées).

<sup>43</sup> Cette indication a été fournie au rapporteur par M. Jean-Louis Peyraud (voir liste des personnes consultées). En 1985, les troupeaux se partageaient à peu près à parts égales entre les deux types, alors que la vache allaitante, beaucoup moins efficace qu'une vache laitière, constitue aujourd'hui 70 % des troupeaux.

<https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/21788/document/plaquette%20des%20chiffres%20cl%C3%A9sBD2.pdf?version=3> En matière de souffrance animale, il y a en outre une différence considérable entre vaches allaitantes et vaches laitières, puisque les secondes sont systématiquement séparées de leurs veaux.

<sup>44</sup> La France a adopté en 2018 une stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée :

[https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2018.11.14\\_dp\\_sndi\\_mtes.pdf](https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2018.11.14_dp_sndi_mtes.pdf)

<sup>45</sup> J.M.G. Bloor, P. Jay-Robert, A. Le Morvan, G. Fleurance, « Déjections des herbivores domestiques au pâturage : caractéristiques et rôle dans le fonctionnement des prairies », INRA Prod. Anim., 2012, 25 (1), 45-56.

[https://www6.inrae.fr/productions-animales/content/download/6168/86385/version/1/file/Prod\\_Anim\\_2012\\_25\\_01\\_4.pdf](https://www6.inrae.fr/productions-animales/content/download/6168/86385/version/1/file/Prod_Anim_2012_25_01_4.pdf)

<sup>46</sup> Voir référence citée à la note précédente, p. 48, figure 3.

<sup>47</sup> <https://rewildingeuropa.com/areas/greater-coa-valley/>

<sup>48</sup> <https://rewildingeuropa.com/areas/southern-carpathians/>

<sup>49</sup> Nicole Darmon (2017). « Quelle compatibilité entre qualités nutritionnelle et environnementale de l'alimentation en France ? Apports du profilage nutritionnel des aliments, de l'épidémiologie nutritionnelle et de la modélisation de rations », Cholé-doc, n° 154. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01594648/document>