

EMPREINTES SOL, ENERGIE ET CARBONE DE L'ALIMENTATION, Partie 1

Empreintes de régimes alimentaires
selon les parts de protéines animales et végétales



EXPERTISES

Déc.
2020



REMERCIEMENTS

Carine BARBIER (CNRS-CIRED),
Christian COUTURIER (SOLAGRO),
Patrice DUMAS (CIRAD-CIRED),
Emmanuelle KESSE-GUYOT (INRAE-EREN),
Sarah MARTIN (ADEME)
Ivan PHARABOD (PhiLabs)
Antoine PIERART (ADEME)

CITATION DE CE RAPPORT

BARBIER Carine, COUTURIER Christian, DUMAS Patrice, KESSE-GUYOT Emmanuelle, PHARABOD Ivan, ADEME. 2020. Empreintes sol, énergie et carbone de l'alimentation. Partie 1: empreintes de régimes alimentaires selon les parts de protéines animales et végétales. 33 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'oeuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Ce document est diffusé par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 19MAR001092

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : BARBIER Carine (CNRS-CIRED), COUTURIER Christian (SOLAGRO), DUMAS Patrice (CIRAD-CIRED), KESSE-GUYOT Emmanuelle (INRAE-EREN), PHARABOD Ivan (PhiLabs)

Coordination technique - ADEME : PIERART Antoine et MARTIN Sarah - ingénieurs

Direction/Service : Service Forêt, Alimentation et Bioéconomie

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCTION | 5 |
| 2. ANALYSE DES SURFACES AGRICOLES NECESSAIRES A L'ALIMENTATION DES MENAGES FRANÇAIS EN FONCTION DU TAUX DE CONSOMMATION DE PROTEINES ANIMALES VS VEGETALES | 6 |
| 2.1. Introduction et méthodologie..... | 6 |
| 2.1.1. Les régimes alimentaires sélectionnés | 6 |
| 2.1.2. La mise en correspondance des régimes alimentaires et des productions agricoles | 6 |
| 2.1.3. La traduction en émissions de gaz à effet de serre, surfaces, et consommation d'énergie | 7 |
| 2.1.4. Les assiettes représentées | 9 |
| 2.1.5. Méthode de calcul des empreintes | 9 |
| 2.2. Résultats..... | 11 |
| 2.2.1. Surfaces mobilisées pour l'alimentation à l'année d'une personne | 11 |
| 2.2.2. Consommation d'énergie (MJ par personne et par an) | 13 |
| 2.2.3. Émissions de gaz à effet de serre (kg éq. CO2 par personne et par an) | 14 |
| 2.3. Comparaisons..... | 15 |
| 2.3.1. Impact des modes de production à régime identique | 15 |
| 2.3.2. Corrélation avec la consommation de viande | 16 |
| 2.3.3. Comparaison « iso-énergie » | 17 |
| 2.4. Part des importations dans l'empreinte GES et sol de l'alimentation..... | 18 |
| 2.4.1. Part des importations dans l'alimentation des ménages | 18 |
| 2.4.2. Les aliments importés pour la production animale | 18 |
| 2.4.3. Empreinte métropolitaine et empreinte importée | 19 |
| 2.4.4. Impact du mode de production sur la part importée de l'empreinte | 21 |
| 3. CONCLUSION | 22 |
| 4. ANNEXES | 23 |
| 4.1. Comparaison des facteurs d'empreinte entre les 3 sources utilisées | 23 |
| 4.2. Les assiettes analysées..... | 23 |
| 4.3. Données EREN | 24 |
| 4.4. Regroupement des aliments en grandes catégories | 25 |
| 4.5. Exemples de facteurs d'émission [Westhoek, 2011]..... | 27 |
| 4.6. Aliments ingérés – grammes par jour (hors eaux et boissons type café thé)..... | 28 |
| 4.7. Consommation d'énergie - MJ par personne et par an..... | 29 |
| 4.8. Emissions de GES –kg CO ₂ eq par personne et par an..... | 30 |
| 4.9. Surface – m ² par personne | 31 |

RÉSUMÉ

Les analyses menées dans cette étude ont mis l'accent sur les surfaces mobilisées pour l'alimentation de la population française, « l'empreinte sol », avec deux volets :

- Une empreinte sol en fonction des parts de protéines animales vs végétales dans le régime alimentaire (Partie 1, ce rapport)
- L'empreinte sol et la localisation de la production des denrées alimentaires importées par la France (Partie 2, voir rapport correspondant¹).

La surface nécessaire à l'alimentation de la population métropolitaine française a été évaluée à **26 millions d'hectares**, soit légèrement moins que la surface agricole qui est de 28,7 Mha. **Ce bilan presque équilibré cache l'importance des échanges internationaux de produits agricoles de la France**, et par là même des surfaces agricoles mobilisées à l'étranger par les produits importés et celles en France dédiées aux exportations. Nous montrons dans cette étude que sur les 26 Mha nécessaires à l'alimentation de la population, 37% sont des surfaces mobilisées hors de France, soit 9,6 Mha, et 63% en France, soit 16,4 Mha. Sur les 28,7 Mha mobilisés par la production agricole française totale, de l'ordre de 12 Mha sont dédiés à des productions pour l'exportation (céréales, lait et produits laitiers, produits divers). Concernant l'empreinte carbone, les émissions de gaz à effet de serre au stade agricole des produits importés pour l'alimentation représentent 29% de l'empreinte carbone de l'alimentation de la population française, soit 47 MteqCO₂ sur 163 MteqCO₂.

L'importance des surfaces mobilisées est fortement corrélée au taux de protéines animales dans le régime alimentaire. 85% des 26 Mha nécessaires à l'alimentation de la population française, sont dédiés à l'élevage. Le régime actuel (basé sur l'enquête INCA2) nécessite 4280 m² de surface agricole par personne au total. Un régime végétalien requiert 1200 m²/pers (en production conventionnelle) ; quand un régime à 170g de viande par jour (contre 107g pour la moyenne actuelle) requiert 5200 m²/pers soit 4,5 fois plus. Les émissions de gaz à effet de serre, elles, évoluent de 315 kgeqCO₂ pour le régime végétalien à 1900 kgeqCO₂ pour le régime le plus carné (170g/j), soit un facteur 6.

Lorsque les aliments sont issus de l'agriculture biologique, les surfaces mobilisées sont plus élevées qu'en production conventionnelle du fait de l'écart de rendement entre les deux modes de production. Les besoins en surface varient de 1600 m²/pers pour le régime végétalien à 7500 m²/pers pour le régime le plus carné. Les émissions de GES sont quasiment identiques entre les deux systèmes de production à même niveau de consommation de viande. Par contre, la consommation d'énergie est moindre en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle.

Le poids des produits carnés dans l'empreinte de l'alimentation étant élevé, celui des produits carnés importés l'est donc également. **Les produits carnés à eux seuls représentent respectivement 74% et 72% des importations exprimées respectivement en GES et en surface.** Ainsi, réduire la part carnée de l'alimentation permettra de libérer des terres agricoles en France et hors de France de manière significative, de faciliter ainsi la conversion en bio des systèmes agricoles et de relocaliser des productions pour les besoins domestiques. 10 grammes de viande en moins consommés par jour conduit à une baisse de 5,2% des émissions totales de GES au stade agricole auxquelles s'ajouteront les gains d'émissions liés à la réduction de la demande en transport.

1. INTRODUCTION

La ressource sol est fragile et non renouvelable à l'échelle des temps humains. L'agriculture, à l'instar des autres secteurs (industrie, urbanisation...), affecte cette ressource à la fois qualitativement et quantitativement. Or, l'empreinte sol de l'alimentation est encore peu décrite, et les premières fourchettes d'empreinte estimées dans l'étude CECAM² établies à partir des données de consommation alimentaires des français recueillies dans la base de données INCA 2³ montrent que celle-ci dépend fortement des régimes alimentaires. Au regard de l'importance du secteur de l'alimentation dans le bilan carbone des ménages (1/4 de l'empreinte carbone des ménages, autant que le logement ou transport - alimentation hors domicile comprise⁴), il est nécessaire de mieux appréhender l'impact environnemental de l'alimentation dans le cadre d'une réflexion long terme sur l'évolution des modes et des lieux de production agricole, du régime alimentaire et des pratiques alimentaires des ménages. En effet, l'évolution de ces régimes, au travers des évolutions d'habitudes de consommation peut générer des impacts non négligeables sur la ressource sol à l'échelle mondiale. Il est donc nécessaire d'affiner son estimation.

Par ailleurs, le secteur de l'agriculture et l'alimentation est un secteur complexe, où interviennent de multiples acteurs à toutes les étapes de la filière et qui est largement ouvert au commerce international. Ce secteur est également en interaction avec d'autres (production de biomasse pour l'énergie ou le bâtiment par exemple). Évaluer l'impact de l'évolution de nos régimes alimentaires et des modes et lieux de production en termes de changements d'affectation et d'usage des sols, de flux matières, énergie et GES, impose la définition d'un champ précis des flux pris en compte et de nécessaires simplifications, sans pour autant gommer toutes les hétérogénéités de pratiques ou d'organisation des systèmes productifs. De ce fait, l'analyse des impacts de l'agriculture et de l'alimentation françaises ne saurait se réduire aux émissions et plus généralement aux impacts territoriaux, une partie des enjeux étant délocalisée aux travers des importations. Mieux connaître l'empreinte de la chaîne agro-alimentaire française (alimentation des français comprise), en dehors de notre pays, est indispensable pour bien appréhender les enjeux associés à ses évolutions, qu'il s'agisse de relocalisation de la production, d'évolution des pratiques agricoles, d'évolution des régimes et pratiques alimentaires.

De fait, la présente étude a deux objectifs, traités dans deux rapports distincts dans la mesure où les méthodologies différentes limitent les comparaisons possibles entre les résultats de ces deux approches :

- Évaluer les empreintes sol, énergie et émissions de gaz à effet de serre (GES) de la production agricole liée à l'alimentation de différents ménages français en fonction du taux de consommation de protéines animales /protéines végétales (présent rapport);
- Évaluer, pour les produits agricoles et d'élevage à la base de l'assiette actuelle des français, les surfaces utilisées pour leur production à l'étranger, les pays d'origine, ainsi que les émissions de GES et l'énergie associées à cette production (partie 2¹).

Les méthodes et résultats présentés dans ce rapport doivent être considérés comme une première approche visant à estimer les impacts de plusieurs régimes alimentaires contrastés, ouvrant la voie à des travaux ultérieurs plus poussés et aux choix des scénarios de prospective de l'ADEME pour le secteur alimentaire.

¹ Barbier et al. 2020. Empreintes sol, énergie et carbone de l'alimentation, partie 2 : Empreintes des importations agricoles et alimentaires françaises. 35p.

² Barbier et al., – « L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France », 2019. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-francais-bilan-carbone-alimentation-france-2019.pdf>

³ <https://www.anses.fr/fr/content/inca-2-les-r%C3%A9sultats-d'une-grande-%C3%A9tude>

⁴ Barbier et al., *ibid*, 2019.

2. Analyse des surfaces agricoles nécessaires à l'alimentation des ménages français en fonction du taux de consommation de protéines animales vs végétales

2.1. Introduction et méthodologie

2.1.1. Les régimes alimentaires sélectionnés

L'étude s'appuie sur l'analyse comparée de 25 régimes alimentaires provenant de sources diverses. Certains régimes sont des régimes observés – par exemple issus des enquêtes INCA ou Bionutrinet. D'autres sont des régimes construits dans le cadre d'études prospectives antérieures.

Les 6 régimes (ou « assiettes ») retenus dans les graphiques du corps du rapport sont fournis par le laboratoire EREN pour la présente étude. Il s'agit de régimes observés à partir du programme Bionutrinet. Ils sont classés en fonction de la quantité de produits carnés consommés, l'un des objets de la présente étude étant de mesurer l'impact du niveau de consommation de produits carnés sur les émissions de gaz à effet de serre et les surfaces mobilisées.

Les assiettes sont donc nommées selon ce critère : nous avons retenu 3 assiettes intitulées Viande_30g, Viande_75g, Viande_170g (en fonction de la quantité journalière de viande consommée), où la consommation de protéines animales varie de 37 à 81 grammes par personne et par jour ; une assiette pescetarienne avec 31 g de protéines animales provenant principalement du poisson ; une assiette végétarienne avec 18 g de protéines animales (lait, œufs) ; et une assiette végétalienne sans protéines animales⁵.

2.1.2. La mise en correspondance des régimes alimentaires et des productions agricoles

Les aliments ingérés sont regroupés par catégorie pour en faciliter la lecture. Comme les travaux utilisés proviennent d'origines différentes, les comptabilités sont hétérogènes et nous avons effectué des regroupements. Par exemple la nomenclature INCA2 est basée sur plus de 1300 aliments différents alors que le programme BIONUTRINET en utilise 264. Les travaux qui s'intéressent à la chaîne alimentaire (du champ à l'assiette), partent pour certains des questions nutritionnelles, et pour d'autres des questions agricoles.

Il est donc nécessaire de mettre en correspondance les aliments ingérés tels que les entendent les nutritionnistes, et les denrées agricoles consommées telles que les comprennent les économistes. La convergence des deux approches – l'une partant de la demande, l'autre de la production - a été discutée dans le projet CECAM.

Dans l'étude CECAM, c'est l'approche « système » (basée sur une analyse macroscopique des bilans d'approvisionnement à l'échelle nationale) qui a été privilégiée sur l'approche « chaînes » (basée sur l'évaluation des impacts aliments par aliments en utilisant des méthodes de type analyse cycle de vie). Autrement dit, dans CECAM l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture française est réalisée sur la base d'une description détaillée de la production agricole, à l'aide de l'outil d'évaluation CLIMAGRI.

Cependant, pour estimer non pas les émissions à la production, mais les émissions liées à la consommation des ménages, c'est-à-dire leur empreinte, il est nécessaire d'estimer en outre les émissions de GES des produits importés et des produits exportés, car l'outil CLIMAGRI fournit les émissions de GES de la production agricole et non de la consommation.

Cette estimation a été réalisée dans l'étude CECAM en affectant un contenu GES aux produits importés, les quantités importées étant basées elles-mêmes sur les bilans d'approvisionnement, qui résultent de la balance entre la production et la consommation.

⁵ L'assiette végétalienne contient 3 grammes de protéines animales par jour. Il s'agit de régimes alimentaires observés à partir de groupes de populations se déclarant végétaliens, non de régimes prescrits. Dans les résultats, on verra donc apparaître l'impact de produits animaux dans des régimes qui en sont théoriquement exempts, mais en pratique en comportent de faibles quantités.

Dans la présente étude, cette fois-ci c'est l'approche « chaîne » qui a été privilégiée pour l'ensemble de l'analyse, car l'objectif est de déterminer la part relative des empreintes aliment par aliment.

La méthode consiste à décrire un régime alimentaire (aliments ingérés par jour) puis à le traduire en denrées agricoles à l'aide d'une matrice de conversion qui permet de calculer la quantité des différents ingrédients alimentaires, et qui prend en compte les pertes ou variations de masse aux différents stades de la préparation et de la transformation, afin de remonter jusqu'au produit agricole proprement dit.

Un régime alimentaire peut donc être décrit selon trois systèmes comptables :

- Les **aliments** ingérés (pain, yaourt, jambon, plats préparés...)
- Les **denrées** agricoles sur le marché au sens des bilans d'approvisionnement (sucre, huile, blé, lait, viande en équivalent carcasse...)
- Les **productions** agricoles (blé, betterave, graine de colza, animaux en poids vif...)

Tableau 1 : comparaison synthétique des 2 méthodes utilisables pour estimer les empreintes d'un régime alimentaire

| | Approche par les bilans ou approche système | Approche par les chaînes, de type analyse de cycle de vie |
|---|---|--|
| Système comptable de description du régime alimentaire | Bilans d'approvisionnement (commodités mises sur le marché en milliers de tonne par an au niveau national) | Aliments ingérés (en grammes par adulte et par an) |
| Évaluation des impacts | Par modélisation du système de production (par exemple format CLIMAGRI) | Description de la chaîne conduisant de la production agricole à l'aliment ingéré |
| Contraintes | Nécessité d'ajouter les importations et de déduire les exportations, et de distinguer la nourriture des autres utilisations, pour évaluer les empreintes liées à la consommation alimentaire. | Nécessité de choisir des jeux d'attribution des facteurs de production et des impacts en cas de combinaisons complexes. Exemple : allocation entre lait et viande au niveau agricole ; utilisation des déjections d'élevage en fertilisation des cultures ; co-produits de l'agroalimentaire |
| Intérêts | La méthode s'appuie sur des statistiques disponibles et permet d'éviter plus facilement les omissions et les doubles-comptes. | La méthode permet de décrire les empreintes de chaque aliment. |
| Limites | Cette méthode ne permet pas d'affecter un facteur d'impact à un produit alimentaire donné. | Le jeu des allocations ne permet pas de comparer et vérifier les bilans avec les données statistiques disponibles. |
| Utilisation | Étude CECAM (2019), complétée par l'approche par les chaînes pour les importations. | Étude présente. |

2.1.3. La traduction en émissions de gaz à effet de serre, surfaces, et consommation d'énergie

Les productions agricoles sont ensuite traduites en émissions de gaz à effet de serre, en surfaces mobilisées, et en consommation d'énergie.

Pour cela on affecte à chaque produit agricole des facteurs d'empreinte : émissions de GES, surface mobilisée et consommation d'énergie.

Les facteurs utilisés proviennent de travaux antérieurs menés dans le cadre du programme Bionutrinet, ils sont basés sur la base de données DIALECTE maintenue par SOLAGRO.

Cette base de données comprend notamment une proportion significative d'exploitations en agriculture biologique, elle a été jugée pertinente pour évaluer les impacts des systèmes biologiques. Les facteurs

obtenus pour les systèmes conventionnels sont proches des résultats d'autres bases de données, notamment d'Agribalyse ou des bases d'ACV comme Ecoinvent.

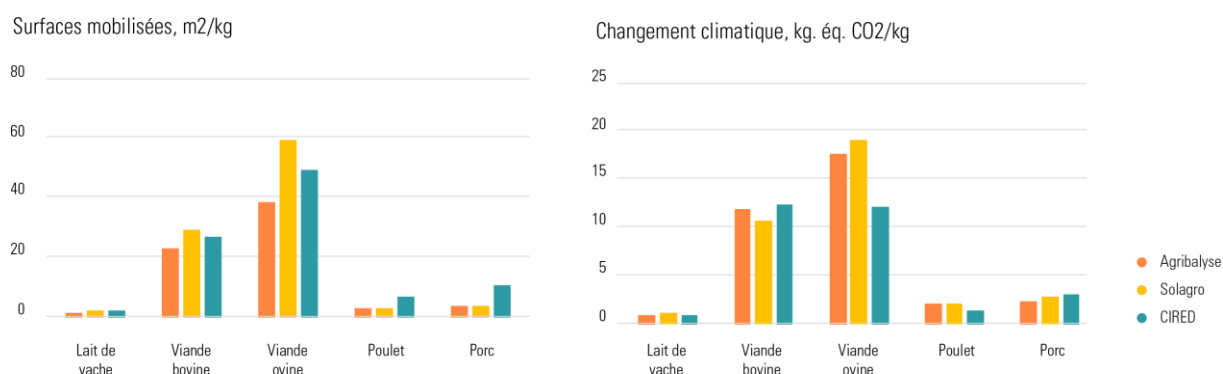
Dans le cadre du présent programme, cette méthode a été comparée à celle du CIRED (voir volet 2) et on observe une convergence satisfaisante.

Rappelons que les facteurs d'émissions peuvent diverger très fortement selon les études. [Westhoek 2011]⁶ par exemple donne une valeur de 23 à 52 kg CO₂ eq/kg de viande de boucherie⁷ pour les bovins viande en système herbager, soit de 1 à 2. L'empreinte pour la viande de bœuf varie entre 9 kg CO₂ eq/kg de viande (vache laitière de réforme) à 129 kg CO₂ eq/kg de viande (systèmes pastoraux extensifs – mais ceux-ci peuvent aussi descendre à 12 kg CO₂ eq/kg de viande).

Les facteurs utilisés dans cette étude s'appliquent aux produits agricoles bruts. C'est le cas notamment pour la viande, où nos facteurs sont exprimés par kg de poids vif, et non par kg de carcasse ni par kg de viande de boucherie. C'est le cas aussi pour l'huile, où l'on indique la quantité de graines de tournesol ou de colza, ou la quantité d'olives. Ces précisions sont importantes lorsque l'on souhaite utiliser les bilans d'approvisionnement, où certains produits agricoles sont en partie transformés (les produits carnés sont exprimés en poids carcasse).

La figure 1⁸ indique les facteurs obtenus selon 3 méthodes : la base Agribalyse⁹, la méthode SOLAGRO¹⁰, et la méthode CIRED (voir en volet 2 de la présente étude) pour les principaux produits animaux. Les facteurs s'appliquent aux produits agricoles, donc au poids vif pour les animaux. Le facteur correctif carcasse / poids vif est de 60% pour les ruminants (bovins, ovins) et de 75% pour les monogastriques (poulets, porcs).

Figure 1. Surface agricole mobilisée et émission de CO₂



Les méthodes Agribalyse et SOLAGRO sont assez comparables et donnent des résultats voisins, sauf pour le lait : les allocations entre le lait et la viande sont légèrement différentes. La méthode SOLAGRO donne également des facteurs plus élevés pour la viande ovine. La méthode CIRED donne également des résultats assez proches, sauf pour le facteur « surfaces mobilisées » pour les monogastriques, avec des facteurs doubles de ceux obtenus dans Agribalyse et Solagro¹¹.

⁶ Voir annexe 4.5

⁷ Pour les bovins, l'étude considère que 500 kg de poids vif donnent 300 kg de poids carcasse, 225 kg de viande de boucherie, et 180 kg de viande consommée. Les ratios utilisés dans cette étude sont donnés en poids vif, il faut donc diviser par 2 environ les ratios de [Westhoek 2011] pour obtenir la correspondance avec nos valeurs.

⁸ Les données de la figure sont en annexe 3.1.

⁹ Pour Agribalyse il s'agit des valeurs moyennes nationales pour le lait, le poulet et le porc ; du bovin viande pour la viande bovine ; et de l'agneau conventionnel système spécialisé bergerie pour la viande ovine. A noter : compte tenu du calendrier de cette étude, il n'était pas envisageable d'utiliser directement les données Agribalyse v3.0, qui n'étaient pas encore disponibles et ne comprennent pas l'empreinte sol.

¹⁰ Pour SOLAGRO on a retenu le mode de production Agriculture Conventionnelle.

¹¹ Pour le porc et la volaille, les différences de rendement après application de l'intensité culturale sont peu importantes selon les 3 sources (de l'ordre de 10% pour le porc, encore moins pour la volaille). Les

Pour les oléagineux, les coefficients sont également exprimés par kg de produit agricole, donc de graine oléagineuse. La conversion entre les différents modes de calcul (basés les uns sur les produits agricoles – graine de colza, poids vif...- et les autres sur les commodités au sens des bilans d’approvisionnement – huile, tourteau, carcasse) s’effectue par un jeu de coefficients : rendement huile, rendement carcasse.

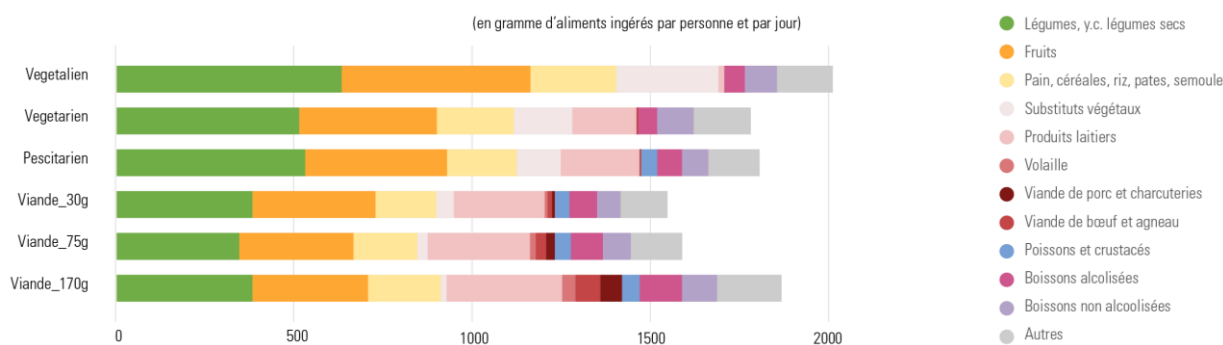
Tableau 2 : Coefficients de conversion des produits agricoles en commodités

| Produit agricole | Code FAO | Produit FAO (commodités) | Coefficient |
|-------------------------------|----------|------------------------------|-------------|
| Colza | 2574 | Huile de colza | 0,56 |
| Olive | 2580 | Huile d’olive | 0,18 |
| Soja | 2580 | Huile de soja | 0,50 |
| Tournesol | 2555 | Huile de tournesol | 0,54 |
| Viande bovine, poids vif | 2731 | Viande bovine, carcasse | 0,60 |
| Viande ovine, poids vif | 2732 | Viande ovine, carcasse | 0,60 |
| Viande de porc, poids vif | 2733 | Viande de porc, carcasse | 0,75 |
| Viande de volaille, poids vif | 2734 | Viande de volaille, carcasse | 0,75 |

2.1.4. Les assiettes représentées

La figure 2 indique la quantité d’aliments ingérés en gramme par personne et par jour. Les groupes retenus sont les aliments issus des **céréales** (pain, riz, pâtes, semoule, etc.), les **légumes** (y compris les légumes secs), les **fruits**, les **substituts végétaux** des boissons lactées et des viandes (qui prennent une place importante dans les régimes végétariens et végétaliens), les produits **laitiers**, les différentes **viandes** de volaille, bovine, ovine et porcine (charcuteries comprises), les **poissons** et crustacés, les boissons **alcoolisées**, les boissons **non alcoolisées** (hors eau, dont l’empreinte sol est négligeable). La catégorie « **autres** » englobe le sucre, les pommes de terre, les œufs, les huiles, ainsi qu’une rubrique « plats » qui comprend les pizzas, sandwichs, cassoulet, quiches, etc (une partie contenant de la viande transformée).

Figure 2. Composition des assiettes



Chaque assiette est traduite en « produits agricoles » (en kg par personne et par an) grâce au système de correspondance. Les « céréales et oléo-protéagineux » ici comprennent par exemple le soja utilisé pour la fabrication du lait de soja. Les « viandes » sont exprimées en kg de poids vif.

2.1.5. Méthode de calcul des empreintes

Pour chaque assiette, sont calculées :

différences d'efficacité sont importantes, avec 60% de plus de besoin de grain pour le porc (4,26 kg de grains pour 1 kg de porc/poids vif), 10% étant expliqué par un effet année (2010 versus années plus récentes, 2015 par exemple), le reste provenant des données utilisées et, très probablement dans une moindre mesure, par leur remise à l'échelle sur les données de production et d'utilisation totale d'alimentation animale par produit de FAOSTAT.

- La part importée
- La consommation d'énergie, en MJ par personne et par an
- La surface nécessaire, en m² par personne
- Les émissions de gaz à effet de serre, en kg éq. CO₂ par personne et par an

Ces calculs sont effectués à chaque fois :

- avec un mode de production conventionnel (AC ou Conventioennel)
- avec un mode de production en agriculture biologique (AB ou Bio)

Il est à noter qu'il s'agit d'un calcul théorique pour les deux modes de production, appliqué à une assiette moyenne puis à des assiettes spécifiques. Dans les faits, le régime alimentaire des consommateurs habituels des produits issus de l'agriculture biologique diffère de celui du consommateur moyen.

Chaque production agricole est ensuite affectée d'un facteur d'empreinte (énergie, surface, émissions de GES) calculé d'une part sur les productions métropolitaines et d'autre part sur les importations. Le facteur global tient compte de la part des importations dans l'alimentation.

Les facteurs concernant les productions métropolitaines sont tirés de la méthode SOLAGRO, ou par défaut d'Agribalyse. Pour les productions importées, on utilise la méthode CIRED pour les surfaces et les GES. Comme on ne dispose pas de facteur pour l'énergie, on a adopté les mêmes valeurs que pour les productions métropolitaines.

On ne s'intéresse ici qu'au périmètre agricole. Les facteurs d'empreinte prennent en compte les consommations directes (carburant tracteur, chauffage serres, séchage, électricité) et indirectes (engrais et autres intrants) de l'agriculture, mais ne prennent pas en compte la transformation (industries agro-alimentaires), le transport, la distribution, la préparation des repas.

Les facteurs d'empreinte présentés dans les tableaux suivants sont des facteurs pondérés des différents produits consommés.

Pour les produits halieutiques, on n'a pas considéré de surfaces mobilisées. La part de l'aquaculture reste minoritaire, toutefois elle augmente et les consommations de végétaux pour ces productions pourraient être mieux prises en compte. On minore donc ici le facteur surface en négligeant ce poste.

Tableau 4: Facteurs d'empreinte retenus par catégorie de produits pour les productions métropolitaines et les produits importés, en mode *Agriculture Conventioennelle*

| Mode Agriculture Conventioennelle | GES territoriaux | GES importés | Surface métropolitaine | Surface importée | Energie consommée |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| | kg eq CO ₂ /kg | kg eq CO ₂ /kg | m ² /kg | m ² /kg | MJ/kg |
| Blé tendre | 0,38 | 0,38 | 1,5 | 3,1 | 2,7 |
| Autres céréales | 0,44 | 2,03 | 1,7 | 2,6 | 3,4 |
| Oléoprotéagineux | 0,72 | 0,55 | 4,0 | 5,6 | 5,8 |
| Légumes | 0,53 | 0,10 | 0,5 | 0,7 | 8,9 |
| Fruits | 0,22 | 0,12 | 0,8 | 0,8 | 2,5 |
| Sucre | 0,05 | 0,18 | 0,1 | 0,9 | 0,2 |
| Pommes de terre | 0,07 | 0,09 | 0,2 | 0,5 | 0,9 |
| Stimulants (café, thé, cacao) | | 0,77 | | 14,0 | 12,2 |
| Œuf | 1,77 | 1,77 | 3,1 | 5,1 | 11,3 |
| Volaille (poids vif) | 2,16 | 1,51 | 3,1 | 7,4 | 15,6 |
| Porc (poids vif) | 2,78 | 3,53 | 3,4 | 13,5 | 15,9 |
| Viande ovine (poids vif) | 19,07 | 15,83 | 59,0 | 72,8 | 22,9 |
| Viande bovine (poids vif) | 10,74 | 11,02 | 28,7 | 34,2 | 23,7 |
| Lait | 1,03 | 1,03 | 2,2 | 2,9 | 3,1 |
| Coquillages et crustacés | 0,19 | 1,23 | | | 11,6 |
| Poissons | 1,54 | 1,58 | | | 24,1 |

Pour le mode Agriculture Biologique, on utilise également les valeurs SOLAGRO pour les productions métropolitaines.

Pour les productions importées, on a considéré par défaut une même proportionnalité entre AB et AC que pour les productions métropolitaines. Par exemple le ratio de surface pour le blé tendre est de 2,03

entre le mode AB et le mode AC, on a donc considéré que le blé importé Bio demandait 2,03 fois plus de surfaces que le blé importé Conventionnel.

Pour les productions importées (café, thé, cacao, fruits et productions tropicales) dont on n'a pas d'équivalent en métropole, nous n'avons pas distingué le mode AC et le mode AB, faute de données.

Les différences entre les productions métropolitaines et les productions importées proviennent probablement de deux causes principales :

- pour les productions végétales, des différences de rendements et d'itinéraires techniques, qui expliqueraient que les produits importés aient souvent des facteurs supérieurs aux produits français (lorsque la comparaison est possible)
- pour les productions des ruminants, par le caractère plus extensif des élevages (par exemple ovin néo-zélandais, bœuf argentin), qui expliquerait les facteurs supérieurs pour les surfaces. En revanche, les facteurs GES sont assez proches car le poids des fermentations entériques est similaire.

Tableau 5 : Facteurs d'empreinte retenus par catégorie de produits pour les productions métropolitaines et les produits importés, en mode Agriculture Biologique

| Mode Agriculture Biologique | GES territoriaux | GES importés | Surface métropolitaine | Surface importée | Energie consommée |
|-------------------------------|------------------|--------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| | Kg eq CO2/kg | Kg eq CO2/kg | m ² /kg | m ² /kg | MJ/kg |
| Blé tendre | 0,27 | 0,38 | 3,1 | 3,1 | 2,5 |
| Autres céréales | 0,40 | 2,03 | 2,4 | 2,6 | 3,4 |
| Oléoprotéagineux | 0,51 | 0,55 | 6,0 | 5,6 | 5,3 |
| Légumes | 0,21 | 0,10 | 0,6 | 0,7 | 3,1 |
| Fruits | 0,21 | 0,12 | 1,0 | 0,8 | 2,3 |
| Sucre | 0,03 | 0,18 | 0,2 | 0,9 | 0,2 |
| Pommes de terre | 0,08 | 0,09 | 0,3 | 0,5 | 0,8 |
| Stimulants (café, thé, cacao) | | 0,77 | | 14,0 | 12,1 |
| Œuf | 1,91 | 1,77 | 5,1 | 5,1 | 19,0 |
| Volaille (poids vif) | 2,33 | 1,51 | 7,2 | 7,4 | 16,5 |
| Porc (poids vif) | 3,46 | 3,53 | 10,6 | 13,5 | 16,6 |
| Viande ovine (poids vif) | 18,73 | 15,83 | 65,2 | 72,8 | 32,8 |
| Viande bovine (poids vif) | 11,68 | 11,02 | 36,6 | 34,2 | 22,7 |
| Lait | 0,95 | 1,03 | 2,9 | 2,9 | 2,7 |
| Coquillages et crustacés | 0,19 | 1,23 | | | 11,6 |
| Poissons | 1,54 | 1,58 | | | 24,1 |

2.2. Résultats

2.2.1. Surfaces mobilisées pour l'alimentation à l'année d'une personne

Les surfaces mobilisées par personne, en AC, varient de plus de 5200 m² pour le régime Viande_170g à près de 1 200 m² pour le régime végétalien, soit un rapport de 1 à 4,5. Entre Viande_75g et Viande_170g, le rapport de surface est presque égal à 2. Il existe donc une forte corrélation entre les surfaces mobilisées et le niveau de consommation de viande. Dans le régime Viande_170g, les surfaces consacrées à la production de viande représentent 85% des surfaces totales. On peut aussi noter que les régimes sans viande mobilisent un peu plus de surfaces en céréales, légumes et fruits, mais l'écart est très modéré comparé aux surfaces économisées sur le poste viande et lait.

Tableau 6 : Surfaces mobilisées selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Conventionnelle (m² par personne)

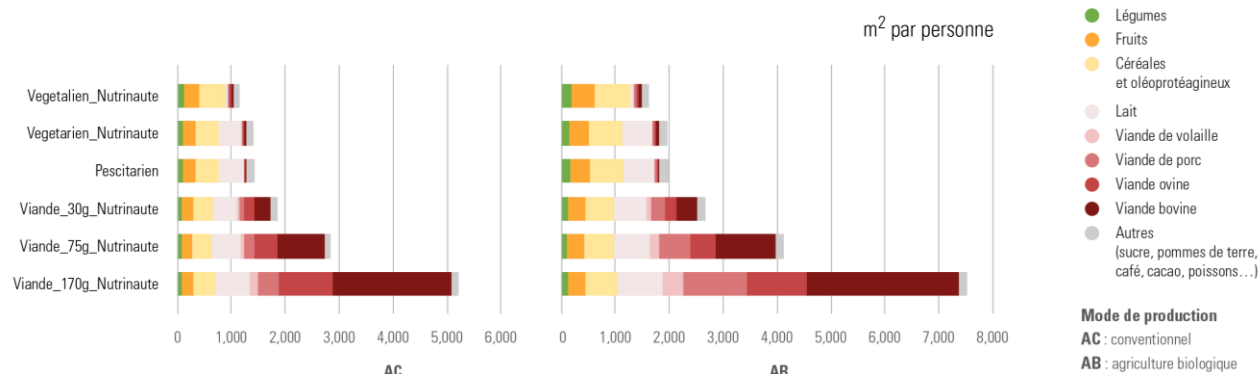
| Agriculture conventionnelle | Viande_170g | Viande_75g | Viande_30g | Pescetarien | Vegetarien | Vegetalien |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Céréales et oléoprotéagineux | 397 | 366 | 371 | 431 | 439 | 481 |
| Légumes | 85 | 76 | 82 | 109 | 108 | 129 |
| Fruits | 216 | 206 | 203 | 227 | 223 | 279 |
| Viande de volaille | 158 | 74 | 35 | 1 | 1 | 2 |
| Viande de porc | 371 | 176 | 81 | 12 | 14 | 10 |
| Viande ovine | 1 012 | 431 | 197 | 14 | 31 | 37 |
| Viande bovine | 2 201 | 880 | 313 | 26 | 40 | 52 |
| Lait | 647 | 520 | 457 | 464 | 421 | 53 |
| Autres (sucre, pommes de terre, café, cacao, œufs, poissons...) | 131 | 121 | 124 | 136 | 133 | 116 |
| Total | 5 218 | 2 850 | 1 862 | 1 421 | 1 411 | 1 159 |
| Dont part produits animaux | 85% | 74% | 59% | 38% | 38% | 14% |

En AB, ces surfaces varient entre 7.519 m² pour le régime Viande_170g à 1.616 m² pour le régime végétalien.

Tableau 7 : Surfaces mobilisées selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Biologique (m² par personne)

| Agriculture biologique | Viande_170g | Viande_75g | Viande_30g | Pescetarien | Vegetarien | Vegetalien |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Céréales et oléoprotéagineux | 590 | 546 | 547 | 618 | 629 | 649 |
| Légumes | 123 | 109 | 118 | 156 | 154 | 183 |
| Fruits | 323 | 314 | 319 | 366 | 353 | 441 |
| Viande de volaille | 384 | 180 | 84 | 3 | 3 | 5 |
| Viande de porc | 1 179 | 558 | 256 | 37 | 45 | 33 |
| Viande ovine | 1 118 | 476 | 218 | 15 | 34 | 41 |
| Viande bovine | 2 806 | 1 122 | 399 | 33 | 52 | 67 |
| Lait | 839 | 673 | 587 | 589 | 540 | 71 |
| Autres (sucre, pommes de terre, café, cacao, œufs, poissons...) | 156 | 142 | 143 | 159 | 155 | 126 |
| Total | 7 519 | 4 120 | 2 670 | 1 976 | 1 962 | 1 616 |
| Dont part produits animaux | 85% | 74% | 59% | 37% | 36% | 14% |

Figure 3. Surface agricole mobilisée



2.2.2. Consommation d'énergie (MJ par personne et par an)

Les consommations d'énergie par personne varient de 8.492 MJ par an pour le régime Viande_170g à 4.372 MJ pour le régime végétalien, soit un rapport de 1 à 2. La différence entre les régimes sans viande ou avec peu de viande est faible. Le poste « légumes » prend d'autant plus d'importance que les postes « viandes et lait » diminuent. La modélisation ici ne prend pas en compte de changements de modes de consommation, en particulier on ne fait pas l'hypothèse que les régimes avec peu ou pas de viande seraient par ailleurs plus enclins à consommer des légumes de saison, donc avec un facteur d'empreinte énergétique qui serait plus faible pour le poste « légumes ».

En agriculture biologique, on note que le poste légumes est bien plus faible qu'en mode de production conventionnel, ce qui s'explique par la quasi-absence de production sous serre chauffée en agriculture biologique. Les autres postes étant voisins de ceux de l'agriculture conventionnelle, le total est donc plus faible – pour un régime alimentaire donné - en mode de production biologique comparé au mode de production conventionnel.

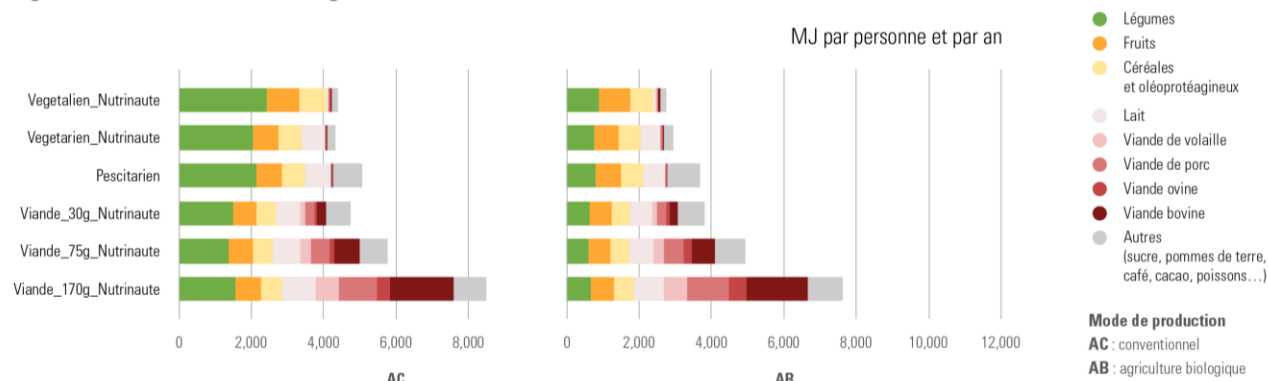
Tableau 8 : Consommation d'énergie pour l'étape de production agricole selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Conventionnelle (MJ par personne et par an)

| Agriculture conventionnelle | Viande_170g | Viande_75g | Viande_30g | Pescetarien | Végétarien | Végétalien |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Céréales et oléoprotéagineux | 596 | 544 | 550 | 638 | 649 | 716 |
| Légumes | 1 568 | 1 388 | 1 506 | 2 126 | 2 040 | 2 430 |
| Fruits | 693 | 660 | 638 | 720 | 715 | 909 |
| Viande de volaille | 615 | 290 | 135 | 5 | 4 | 8 |
| Viande de porc | 1 081 | 512 | 235 | 34 | 41 | 30 |
| Viande ovine | 356 | 152 | 69 | 5 | 11 | 13 |
| Viande bovine | 1 753 | 701 | 249 | 20 | 32 | 42 |
| Lait | 934 | 756 | 672 | 696 | 619 | 73 |
| Autres (sucre, pommes de terre, café, cacao, œufs, poissons...) | 896 | 751 | 691 | 820 | 199 | 151 |
| Total | 8 492 | 5 752 | 4 745 | 5 062 | 4 309 | 4 372 |
| Dont part produits animaux | 65% | 54% | 42% | 30% | 19% | 5% |

Tableau 9 : Consommation d'énergie pour l'étape de production agricole selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Biologique (MJ par personne et par an)

| Agriculture biologique | Viande_170g | Viande_75g | Viande_30g | Pescetarien | Végétarien | Végétalien |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Céréales et oléoprotéagineux | 553 | 504 | 510 | 592 | 605 | 668 |
| Légumes | 657 | 587 | 627 | 809 | 757 | 891 |
| Fruits | 655 | 627 | 615 | 693 | 681 | 855 |
| Viande de volaille | 649 | 306 | 143 | 5 | 4 | 8 |
| Viande de porc | 1 126 | 533 | 245 | 35 | 43 | 32 |
| Viande ovine | 509 | 217 | 99 | 7 | 15 | 19 |
| Viande bovine | 1 674 | 669 | 238 | 19 | 31 | 40 |
| Lait | 826 | 670 | 599 | 626 | 553 | 63 |
| Autres (sucre, pommes de terre, café, cacao, œufs, poissons...) | 964 | 805 | 740 | 883 | 256 | 160 |
| Total | 7 615 | 4 918 | 3 816 | 3 671 | 2 945 | 2 736 |
| Dont part produits animaux | 74% | 64% | 52% | 41% | 28% | 8% |

Figure 4. Consommation d'énergie



2.2.3. Émissions de gaz à effet de serre (kg éq. CO₂ par personne et par an)

Les émissions de gaz à effet de serre par personne varient de près de 1.900 kg CO₂éq. par personne et par an pour le régime Viande_170g à 315 kg CO₂éq. par personne et par an pour le régime végétalien, soit un rapport de 1 à 6. On observe une forte corrélation avec la consommation de viande. Les niveaux d'émissions sont très proches entre l'agriculture biologique et l'agriculture conventionnelle, à régime alimentaire donné. Les émissions pour les productions de viande sont un peu plus élevées en AB, elles sont un peu plus faibles pour les productions végétales.

Tableau 10 : Émissions de gaz à effet de serre (kg éq.CO₂ par personne et par an) pour la phase de production agricole selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Conventionnelle

| Agriculture conventionnelle | Viande_170g | Viande_75g | Viande_30g | Pescetarien | Vegetarien | Vegetalien |
|---|--------------|--------------|------------|-------------|------------|------------------|
| Céréales et oléoprotéagineux | 82 | 73 | 74 | 85 | 87 | 98 |
| Légumes | 59 | 52 | 57 | 81 | 78 | 93 |
| Fruits | 40 | 37 | 37 | 40 | 39 | 47 |
| Viande de volaille | 81 | 38 | 18 | 1 | 0 | 1 |
| Viande de porc | 199 | 94 | 43 | 6 | 8 | 6 |
| Viande ovine | 274 | 117 | 53 | 4 | 8 | 10 |
| Viande bovine | 798 | 319 | 113 | 9 | 15 | 19 ¹² |
| Lait | 303 | 243 | 213 | 215 | 196 | 25 |
| Autres (sucre, pommes de terre, café, cacao, œufs, poissons...) | 73 | 62 | 58 | 70 | 26 | 16 |
| Total | 1 908 | 1 036 | 666 | 511 | 457 | 315 |
| Dont part produits animaux | 90% | 83% | 73% | 57% | 53% | 21% |

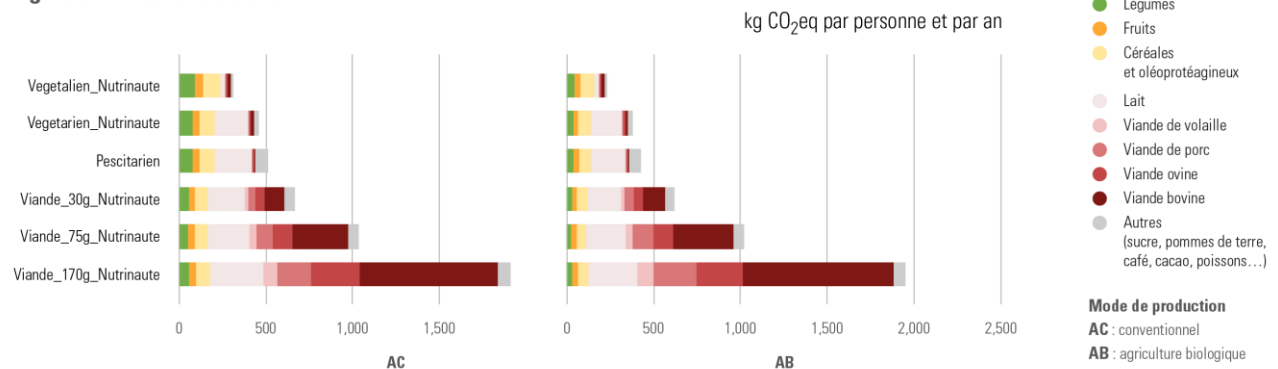
Tableau 11 : Émissions de gaz à effet de serre (kg éq.CO₂ par personne et par an) pour la phase de production agricole selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Biologique

| Agriculture biologique | Viande_170g | Viande_75g | Viande_30g | Pescetarien | Vegetarien | Vegetalien |
|---|--------------|--------------|------------|-------------|------------|------------|
| Céréales et oléoprotéagineux | 65 | 57 | 58 | 68 | 70 | 82 |
| Légumes | 30 | 27 | 29 | 38 | 36 | 42 |
| Fruits | 32 | 30 | 30 | 33 | 30 | 35 |
| Viande de volaille | 88 | 42 | 19 | 1 | 1 | 1 |
| Viande de porc | 248 | 117 | 54 | 8 | 9 | 7 |
| Viande ovine | 269 | 115 | 52 | 4 | 8 | 10 |
| Viande bovine | 868 | 347 | 123 | 10 | 16 | 21 |
| Lait | 281 | 226 | 198 | 201 | 183 | 23 |
| Autres (sucre, pommes de terre, café, cacao, œufs, poissons...) | 71 | 60 | 56 | 67 | 24 | 13 |
| Total | 1 953 | 1 020 | 619 | 428 | 377 | 234 |

¹² Rappelons qu'il s'agit ici des régimes alimentaires réels et non normatifs. La part de produits animaux dans l'assiette végétalienne observée est marginale.

| | | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Dont part produits animaux | 93% | 88% | 80% | 66% | 62% | 29% |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Figure 5. Émissions de GES



2.3. Comparaisons

2.3.1. Impact des modes de production à régime identique

Ce paragraphe a pour objet de préciser les écarts entre les modes de production Bio et Conventionnel, pour une consommation par ailleurs identique, et d'un point de vue théorique.

On compare ici en effet des situations pouvant exister théoriquement mais statistiquement non représentatives, par exemple un consommateur ayant adopté un régime Viande_170g et ne consommant que des produits issus de l'Agriculture Biologique ; ou un végétalien ne consommant que des produits issus de l'agriculture conventionnelle. Il est important de souligner que les consommateurs Bio actuels suivent un régime nettement moins carné que la moyenne, comme le montre l'étude Bionutrinet.

Cette analyse s'appuie sur plusieurs régimes, présentés en annexe : 25 au total, dont les 6 régimes tirés de Bionutrinet, et d'autres tirés de différentes études.

La figure 6 indique le rapport des empreintes entre le mode de production Bio comparé au mode de production Conventionnel. Si le rapport est supérieur à 1, l'empreinte en Bio est supérieure à celle en Conventionnel, et inversement.

L'indicateur « énergie » est systématiquement meilleur en Bio comparé au Conventionnel, entre 0,91 et 0,63 pour les régimes les moins carnés. Ceci s'explique par l'absence de serres chauffées en agriculture biologique, car on observe que la principale différence concerne les légumes : entre 1.388 et 2.430 MJ en Conventionnel selon les assiettes (les légumes peuvent représenter jusqu'au tiers de l'énergie consommée), et entre 587 et 891 en Bio.

L'indicateur « GES » est du même ordre de grandeur entre le Bio et le Conventionnel, à quelques pourcents près, mais il peut diminuer significativement en faveur du Bio dans les régimes les plus végétaux. La raison est identique : en l'absence de consommation de produits animaux, l'impact le plus important est le poste « légumes », et il est significativement plus faible en Bio comparé au Conventionnel.

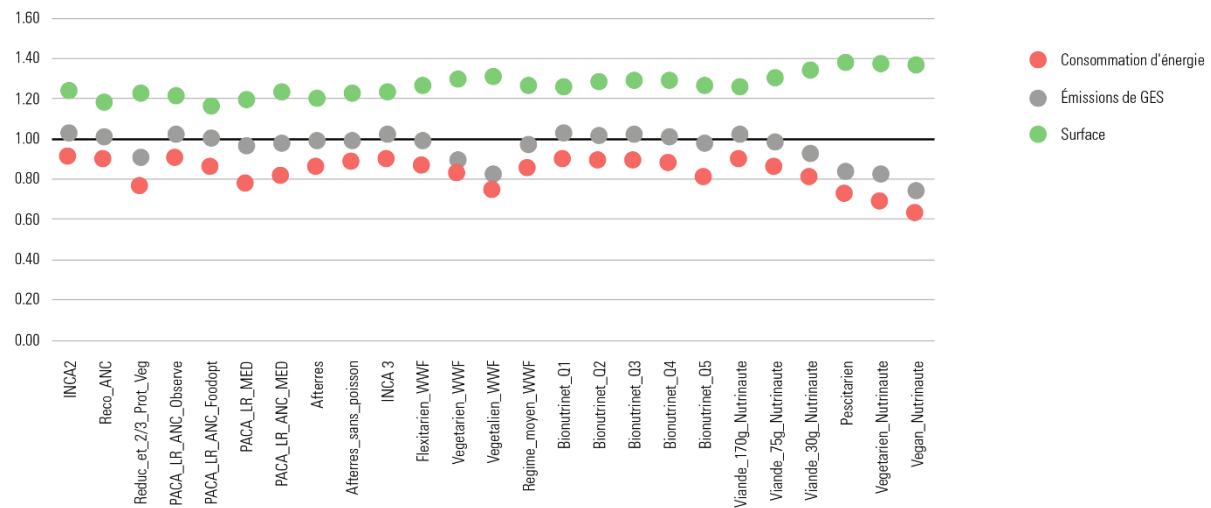
Le fait que l'indicateur GES soit proche pour les 2 modes de production provient du fait qu'il est similaire pour les productions animales, qui constituent la part principale des émissions dans les différents régimes avec viande. Pour les ruminants notamment, le poids des fermentations entériques est similaire entre les modes AC et AB, et la moindre productivité laitière en AB est compensée par le moindre recours aux concentrés (maïs, soja).

On peut noter que dans les régimes sans viande, le mode Bio est systématiquement meilleur que le mode Conventionnel.

L'indicateur « surface » est systématiquement meilleur en Conventionnel, il varie entre 1,32 et 1,47. Cette différence s'explique par l'écart de rendement des cultures entre les deux modes de production. Pour obtenir les mêmes surfaces nécessaires qu'en mode conventionnel, le consommateur Bio doit manger 30% de produits d'origine animale en moins.

Le fait que le mode Bio mobilise systématiquement plus de surface que le mode Conventionnel a un impact indirect sur les émissions de GES, impact qu'il serait intéressant d'explorer par la suite, en analysant plus en profondeur les émissions des GES dues à l'utilisation des terres.

Figure 6. Indice de comparaison de l'impact des modes de production Bio / Conventionnel à régime alimentaire identique



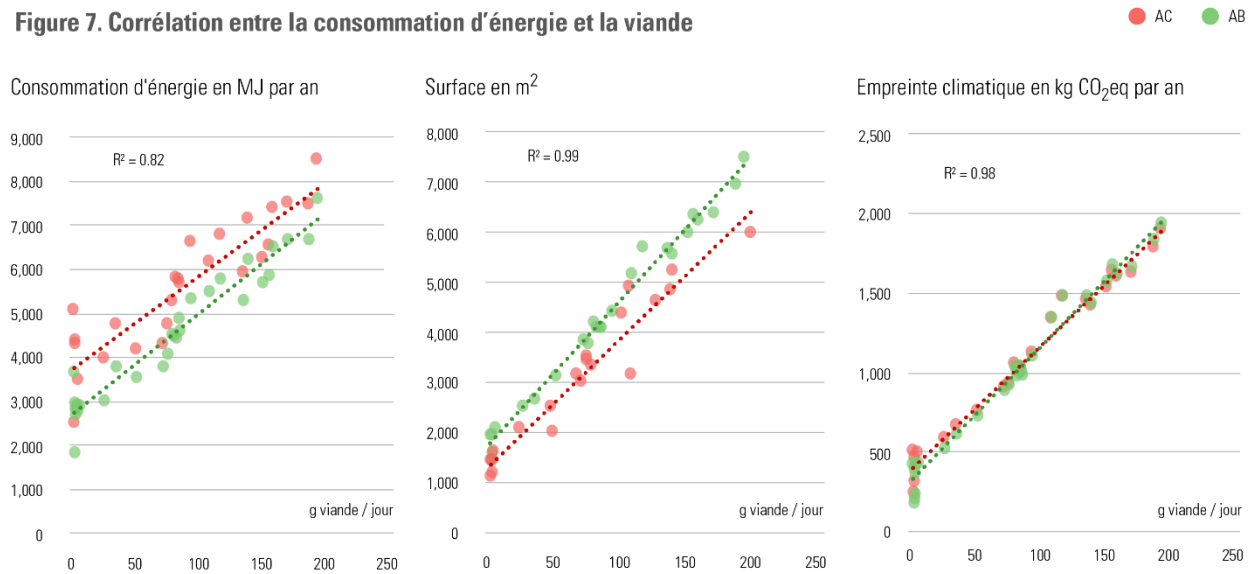
2.3.2. Corrélation avec la consommation de viande

La corrélation avec la consommation de viande est évidente, compte tenu du poids de la viande dans les 3 indicateurs. Comme le montre la figure 7, on note qu'il existe un minimum systématiquement (zéro consommation de viande) : 3.700 MJ, 380 kgCO₂, 1290 m² en Conventionnel, et 2.700 MJ, 310 kgCO₂ et 1.700 m² en Bio. En revanche, chaque 10 g de viande quotidienne ajoute (en mode de production AC) respectivement 210 MJ/an, 80 kgCO₂/an et 200 m².

On peut en déduire que, si du point de vue de la minimisation de l'occupation de l'espace et des émissions de gaz à effet de serre, il existe un « optimum » pour la consommation de viande, celui-ci est proche de zéro grammes.

Pour les régimes avec très peu voire sans viande, les résultats sont assez dispersés, notamment pour l'indicateur énergie et dans une moindre mesure l'indicateur GES. Ceci s'explique par des différences de régimes alimentaires, entre les régimes basés sur une consommation accrue de légumes potentiellement cultivés sous serre chauffée (en mode AC), et les régimes basés sur une substitution des protéines animales par des protéines issues des légumineuses et des céréales.

Figure 7. Corrélation entre la consommation d'énergie et la viande



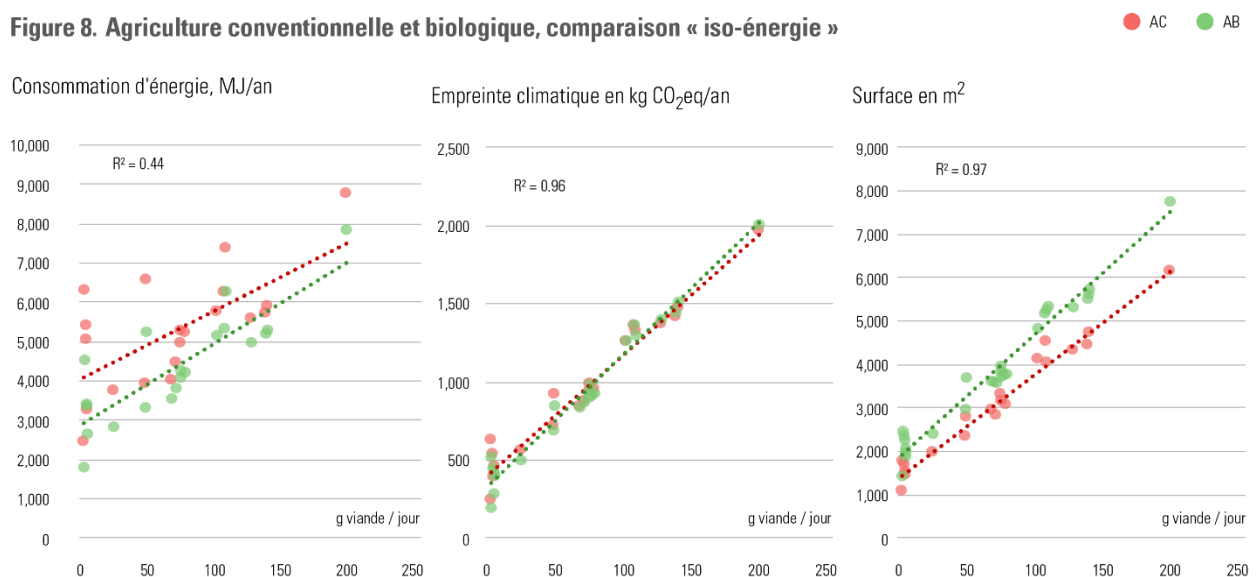
2.3.3. Comparaison « iso-énergie »

La même comparaison a été effectuée également sur la base d'une valeur identique en contenu énergétique de l'alimentation. En effet, l'écart de consommation entre les différents régimes peut être dû à des besoins physiologiques différents, la comparaison sur une valeur énergétique identique permet donc de corriger ce biais éventuel.

Pour cela, les différentes assiettes et les 3 indicateurs ont été recalculés sur la base d'une même valeur calorique, par prorata entre la valeur énergétique d'une assiette et une valeur normative (2300 calories par jour, soit la moyenne de l'ensemble des assiettes analysées ici).

On obtient également de très bonnes corrélations entre la quantité de viande ingérée et les émissions de GES et les surfaces nécessaires. La corrélation est faible pour l'indicateur « consommation d'énergie » pour le mode de production « Conventiennel ».

Figure 8. Agriculture conventionnelle et biologique, comparaison « iso-énergie »



2.4. Part des importations dans l’empreinte GES et sol de l’alimentation

2.4.1. Part des importations dans l’alimentation des ménages

La part des importations en volume dans l’alimentation des ménages est calculée à partir des bilans d’approvisionnement. Elle est calculée comme le ratio entre les importations et les ressources (productions + importations). Cette part varie entre 7% pour le blé tendre à 100% pour les stimulants (café, thé, cacao).

Tableau 12 : Part des importations en volume dans l’alimentation des ménages

| | |
|-------------------------------|------|
| Blé tendre | 7% |
| Autres céréales | 12% |
| Oléo-protéagineux | 51% |
| Légumes | 47% |
| Fruits | 50% |
| Sucre | 10% |
| Pommes de terre | 15% |
| Stimulants (café, thé, cacao) | 100% |
| Œuf | 10% |
| Volaille | 21% |
| Porc | 21% |
| Viande ovine | 44% |
| Viande bovine | 19% |
| Lait | 12% |
| Coquillages et crustacés | 68% |
| Poissons | 74% |

2.4.2. Les aliments importés pour la production animale

La méthode utilisée dans le paragraphe précédent est basée sur les aliments consommés directement par les humains. Les aliments pour le bétail sont intégrés dans l’analyse en cycle de vie et sont comptabilisés dans les empreintes calculées pour la viande et le lait. Les surfaces nécessaires pour les graines d’oléagineux et les tourteaux, importés ou produits sur le territoire métropolitain, sont prises en compte globalement dans les facteurs d’empreinte surface. Il en va de même pour les émissions de GES. Cependant, la part importée n’est pas identifiée dans ces facteurs. Pour mieux évaluer la dépendance de la France aux imports, il faut donc compter dans la viande consommée non seulement la part importée liée à la viande importée, mais aussi ajouter la part des aliments importés utilisés pour nourrir les animaux élevés puis consommés en France. La part « territoriale » de l’empreinte attribuée aux produits animaux contient donc en réalité une partie d’importations.

Pour estimer cette part, la méthode utilisée précédemment est inopérante car la part importée n’est pas spécifiée dans les analyses de cycle de vie. Il faut donc dans ce cas recourir à la méthode par les bilans.

Pour cela la méthode utilisée est la suivante :

- On cherche à évaluer, dans les émissions de GES des productions animales française, quelle est la part des émissions de GES des aliments importés pour nourrir les animaux (tourteaux de soja, etc.)
- Pour cela on utilise les statistiques de la FAO et on applique les facteurs d’émission de GES pour les différents produits considérés.
- On obtient donc d’une part la valeur GES des produits importés et destinés à l’alimentation animale
- Et d’autre part la valeur GES des productions animales

Le tableau 13 indique les quantités importées utilisées pour l'alimentation animale. On utilise les données de FAOSTAT pour la quantité d'aliments pour animaux poste par poste, et pour calculer le ratio import / ressources. On obtient donc la quantité d'aliments importés destinés à l'alimentation animale. Les données publiées par FAOSTAT pour les tourteaux s'arrêtent en 2013, ce sont ces valeurs qui ont été reprises ici, alors que pour les autres postes on dispose de données récentes (2017).

Tableau 13 : Produits importés à destination de l'alimentation animale

| | Quantités importées, kt | Emissions GES, kt CO ₂ éq |
|-------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Céréales | 1 039 | 703 |
| Pommes de terre | 110 | 8 |
| Légumineuses | 36 | 31 |
| Plantes oléifères | 126 | 47 |
| Légumes | 18 | 10 |
| Lait | 343 | 350 |
| Œufs | 13 | 23 |
| Poissons | 58 | 97 |
| Tourteaux et son | 4 368 | 3 013 |
| TOTAL | 6 111 | 4 282 |

Au total les aliments pour animaux importés représentent 6,1 Mt et leur empreinte GES est de 4,3 Mt éq. CO₂.

Avec la même méthode, on estime les émissions de GES des produits animaux consommés en alimentation humaine (donc hors lait utilisé en alimentation animale par exemple) et produits sur le territoire. Elles s'élèvent à 48,3 Mt éq. CO₂.

Tableau 14 : Emissions de GES des produits animaux consommés en alimentation humaine et produits sur le territoire

| | Nourriture, part produite sur le territoire métropolitain, kt (2017) | Valeur GES, kt CO ₂ éq |
|--------------------|--|-----------------------------------|
| Viande | 4 274 | 32 074 |
| Graisses Animales | 293 | 0 |
| Lait - Excl Beurre | 620 | 235 |
| Œufs | 14 511 | 14 802 |
| TOTAL | 19 698 | 48 300 |

La part des aliments importés représente donc 9% des GES des produits animaux consommés et produits sur le territoire. On déduira donc 9% des émissions de GES de chacune des productions animales du territoire métropolitain pour les affecter aux importations.

2.4.3. Empreinte métropolitaine et empreinte importée

La part des importations dans l'empreinte du régime actuel¹³ est de 29 % pour les gaz à effet de serre et de 37 % pour les surfaces, en comptabilisant dans les importations les aliments importés destinés aux animaux. Sur une empreinte totale de 1.540 kg CO₂eq/an et 4.280 m², les importations représentent 450 kg CO₂eq/an et 1.600 m².

Les produits carnés à eux seuls représentent respectivement 74% et 72% des importations exprimées respectivement en GES et en surface. En effet, la France importe – rapporté à la demande intérieure - 19% de viande bovine, 21% de viande de porc, 21% de viande de volaille. Le poids des produits carnés dans l'empreinte de l'alimentation étant élevé, celui des produits carnés importés l'est donc également.

¹³ Le « régime actuel » est basé sur l'enquête INCA2.

Tableau 15 : Part des importations dans les émissions de GES et les surfaces mobilisées

| | Emissions de GES territoriaux | Emissions de GES importés (y compris via alimentation animale) | Surface métropolitaine | Surface importée (y compris via alimentation animale) |
|-----------------------------------|-------------------------------|--|------------------------|---|
| | kg/pers.an | kg/pers.an | m ² /pers. | m ² /pers. |
| Blé tendre | 18 | 1 | 74 | 11 |
| Céréales | 16 | 11 | 64 | 13 |
| Oléoprotéagineux | 14 | 11 | 79 | 114 |
| Légumes | 28 | 5 | 24 | 30 |
| Fruits | 18 | 10 | 64 | 71 |
| Sucre | 4 | 2 | 11 | 8 |
| Pommes de terre | 2 | 1 | 7 | 3 |
| Stimulants (café thé, cacao) | 0 | 4 | 0 | 72 |
| Œuf | 17 | 4 | 29 | 9 |
| Volaille | 51 | 15 | 72 | 58 |
| Porc | 86 | 40 | 104 | 132 |
| Viande ovine | 107 | 88 | 330 | 388 |
| Viande bovine | 532 | 195 | 1 423 | 581 |
| Lait | 187 | 46 | 396 | 116 |
| Coquillages et crustacés | 0 | 5 | 0 | 0 |
| Poissons | 6 | 18 | 0 | 0 |
| TOTAL | 1 087 | 454 | 2 678 | 1 605 |
| <i>Total Métropole et Imports</i> | 1 542 | 29% | 4 283 | 37% |

Figure 9. Surface agricole mobilisée

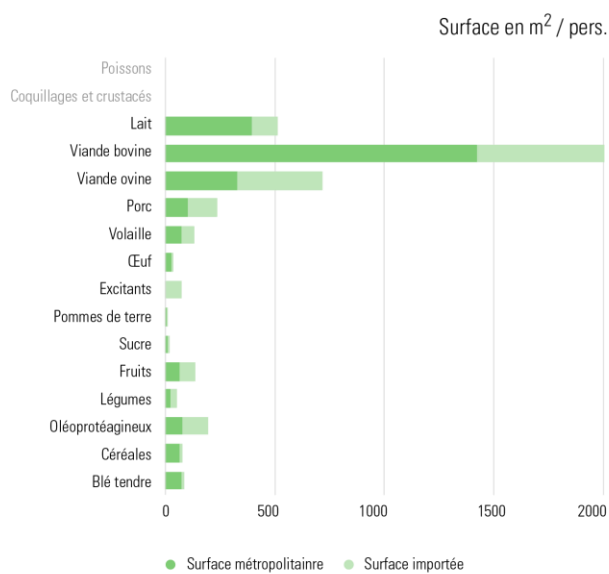
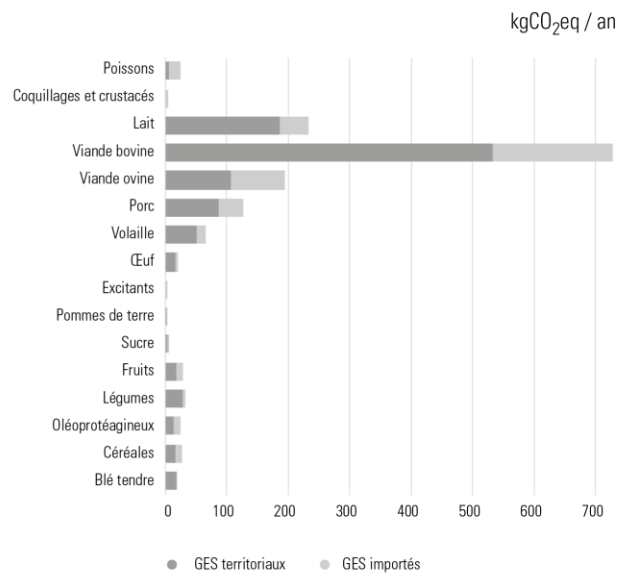


Figure 10. Empreinte climatique



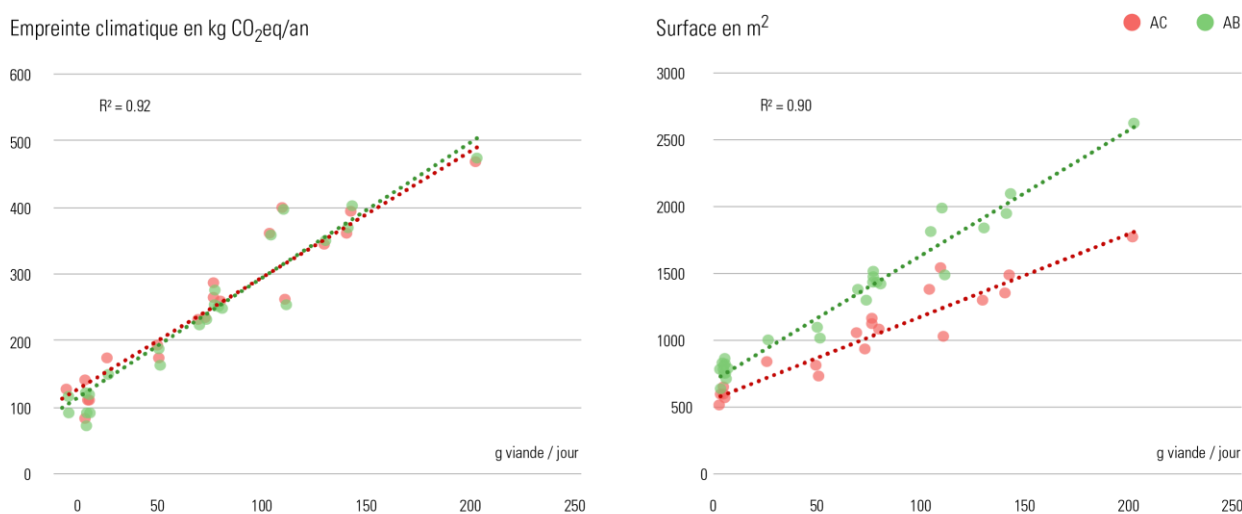
2.4.4. Impact du mode de production sur la part importée de l’empreinte

La part des importations varie selon le régime et le mode de production.

Le graphique suivant indique la part importée des émissions de GES et des surfaces en fonction du mode de production des aliments consommés.

On observe que la quantité de GES importés est la même selon les deux modes de production, et diminue avec la part de viande consommée. Les surfaces importées sont plus élevées en mode de production bio, l'équivalent en termes de surfaces importées entre bio et conventionnel est atteint lorsque la quantité de viande consommée est divisée par 2.

Figure 11. Part importée des émissions de GES et des surfaces des aliments consommés en fonction du mode de production



3. CONCLUSION

Nous avons mis l'accent dans le premier volet de cette étude sur les surfaces mobilisées pour l'alimentation de la population française, « l'empreinte sol », en fonction des parts de protéines animales et végétales dans le régime alimentaire.

La surface nécessaire à l'alimentation de la population métropolitaine française est évaluée à 26 millions d'hectares, soit légèrement moins que la surface agricole utile en France qui est de 28,7 Mha. Ce bilan proche de l'équilibre cache l'importance des échanges commerciaux internationaux de produits agricoles de la France, et par là même des surfaces agricoles mobilisées à l'étranger par les produits importés, ainsi que celles en France dédiées aux exportations. Nous montrons dans la première partie de ce rapport que sur les 26 Mha nécessaires à l'alimentation de la population, plus du tiers sont des surfaces mobilisées hors de France soit près de 10 Mha alors que 12 Mha sont utilisés pour des productions dédiées à l'exportation (céréales, lait et produits laitiers, produits divers). A systèmes de production identiques et régimes alimentaires moyens identiques, un premier potentiel de relocalisation des productions existe en cherchant à limiter le commerce international de produits similaires. La mobilisation d'une partie de ce potentiel conduirait à une réduction de la demande de transport et des émissions de gaz à effet de serre associées.

Les résultats de cette étude montrent que l'importance des surfaces mobilisées est fortement corrélée à la part de produits animaux dans le régime alimentaire. Le régime actuel (basé sur l'enquête INCA2) nécessite 4280 m² de surface agricole par personne au total, pour 107g de viande ingérée par jour. En agriculture conventionnelle, un régime végétalien requiert 1200 m²/pers alors qu'un régime à 170g de viande par jour requiert 5200 m²/pers soit 4,5 fois plus. Rapportées à 60 millions d'habitants (équivalent adulte), les surfaces mobilisées pour ces deux régimes extrêmes varient de 7 Mha à 31 Mha. En agriculture biologique, les terres nécessaires varieraient de 10 Mha à 45 Mha. Faire évoluer les systèmes agricoles vers des systèmes plus respectueux de l'environnement et de la santé et une alimentation beaucoup moins carnée offre la possibilité de réduire considérablement l'empreinte sol de notre alimentation. Les émissions de gaz à effet de serre, elles, varient d'un facteur 3,2 entre un régime végétalien en agriculture biologique et un régime à 170g de viande par jour en agriculture conventionnelle.

Par conséquent, minimiser l'empreinte sol et l'empreinte carbone de l'alimentation impose clairement de faire des arbitrages cohérents entre l'importance de la part carnée du régime alimentaire, le niveau du commerce international et la part des systèmes de production en conventionnel versus en bio. A régime alimentaire et SAU inchangés, augmenter la production nationale bio conduirait à réduire la production destinée à l'exportation. Réduire la part carnée de l'alimentation permettrait de libérer des terres agricoles en France et hors de France de manière significative, de faciliter ainsi la conversion en bio des systèmes agricoles et de relocaliser des productions pour les besoins domestiques. 10 grammes de viande en moins consommés par jour conduit à une baisse de 5,2% des émissions totales de GES au stade agricole auxquelles s'ajouteront les gains d'émissions liés à la réduction de la demande en transport.

Les résultats de cette étude permettent d'objectiver des choix dans l'organisation du système alimentaire, son empreinte sol, son empreinte énergétique et carbone. Ils confirment le potentiel de terres agricoles qui pourraient être libérées du fait d'une baisse de la part carnée de l'alimentation, ainsi que la part élevée des importations et des surfaces et empreintes associées de notre système alimentaire. La cartographie des importations traitée dans la partie 2 de cette étude¹⁴ permettra une analyse poussée du trafic de produits alimentaires, des modes de transport empruntés et des consommations d'énergie et émissions de GES liées à ce transport. Elle fournit également une vision claire des surfaces mobilisées dans le monde de notre alimentation et des enjeux en termes d'émissions liées au changement d'usage des sols. L'ensemble de ces éléments pourront nourrir des arbitrages dans les stratégies de neutralité carbone de notre système alimentaire à l'horizon 2050.

¹⁴ Barbier et al. 2020. Empreintes sol, énergie et carbone de l'alimentation, partie 2 : Empreintes des importations agricoles et alimentaires françaises. 35p.

4. Annexes

4.1. Comparaison des facteurs d’empreinte entre les 3 sources utilisées

| | Agribalyse | Solagro | CIRED |
|---|------------|---------|-------|
| Changement climatique, kg CO₂éq./kg | | | |
| Lait de vache | 0,89 | 1,02 | 0,76 |
| Viande bovine (poids vif) | 11,94 | 10,74 | 12,21 |
| Viande ovine (poids vif) | 17,48 | 19,07 | 11,98 |
| Poulet (poids vif) | 2,15 | 2,15 | 1,33 |
| Porc (poids vif) | 2,35 | 2,78 | 3,04 |
| Surfaces, m²/kg | | | |
| Lait de vache | 1,39 | 2,15 | 1,65 |
| Viande bovine (poids vif) | 22,49 | 28,73 | 27,03 |
| Viande ovine (poids vif) | 37,92 | 59,00 | 48,93 |
| Poulet (poids vif) | 2,97 | 2,97 | 6,61 |
| Porc (poids vif) | 3,35 | 3,35 | 10,75 |

4.2. Les assiettes analysées

Les 25 assiettes analysées dans cette étude sont listées ci-dessous.

| Nom | Origine | Assiettes extraites d'enquêtes |
|---------------------------|--|------------------------------------|
| INCA2 | ANSES ¹⁵ | x |
| INCA 3 | | x |
| Reco_ANC | | |
| Reduc_et_2/3_Prot_Veg | | |
| PACA_LR_ANC_Observe | | x |
| PACA_LR_ANC_Foodopt | | |
| PACA_LR_MED | | |
| PACA_LR_ANC_MED | | |
| Afterres | | Afterres : Solagro, 2016 (interne) |
| Afterres_ »sans_poisson » | | |
| Flexitarien_WWF | WWF : scénario « Pulse Fiction » ¹⁶ | |
| Végétarien_WWF | | |
| Végétalien_WWF | | |
| Regime_moyen_WWF | | |
| Bionutrinet_Q1 | Lacour C., Seconda L, Allès B et al., Environmental impacts of Plant- Based Diets: how Does Organic Food consumption contribute to environmental sustainability?, in frontiers in Nutrition, 2018. DOI: 10.3389/fnut.2018.00008. ¹⁷ | x |
| Bionutrinet_Q2 | | x |
| Bionutrinet_Q3 | | x |
| Bionutrinet_Q4 | Seconda L., Baudry B., Allès B., April 2018, Comprehensive depicting of dietary, economic and environmental characteristic | x |
| Bionutrinet_Q5 | | x |

¹⁵ <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/donnees-de-consommations-et-habitudes-alimentaires-de-letude-inca-2-3/>

¹⁶ https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2019-10/20191015_Rapport_Pour-une-transition-agricole-alimentaire-durable-min.pdf

¹⁷ Voir <https://solagro.org/travaux-et-productions/references/bionutrinet>

| | of diets with different levels of GHGEs, in Climatic Change 148(11), DOI:10.1007/s10584-018-2195-1 | |
|-------------|--|---|
| Viande_170g | EREN : assettes extraites pour la présente étude | x |
| Viande_75g | | x |
| Viande_30g | | x |
| Pescetarien | | x |
| Végétarien | | x |
| Végétalien | | x |

4.3. Données EREN

6 assiettes extraites de Bionutrinet : régimes végétarien, végétalien, pescetarien, et 3 régimes se distinguant par leur niveau de consommation de viande : Meat1Viande_30g, Viande_75g, Viande_170g.

| REGIMEFFQT OL2i | N obs | Variable | Libellé | Moyenne | Ec-type | Quartile inférieur | Médiane | Quartile supérieur |
|--------------------|-------|----------|---------------------|---------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
| Viande_30g | 5532 | PROT | | 65,44 | 23,91 | 48,96 | 61,35 | 77,25 |
| | | PROTA | | 36,79 | 18,17 | 24,86 | 33,81 | 44,82 |
| | | PROTV | | 28,66 | 13,94 | 18,84 | 25,71 | 35,44 |
| | | KCAL | Energie (kcal/j) | 1667 | 547,69 | 1267,36 | 1591,18 | 1974,25 |
| Viande_75g | 10613 | PROT | | 77,66 | 22,16 | 62,25 | 74,69 | 89,03 |
| | | PROTA | | 51,13 | 16,7 | 39,69 | 48,59 | 59,47 |
| | | PROTV | | 26,53 | 11,15 | 18,87 | 24,54 | 31,69 |
| | | KCAL | Energie (kcal/j) | 1800 | 510,4 | 1438,8 | 1737,54 | 2083,64 |
| Viande_170g | 16873 | PROT | | 109,68 | 32,86 | 87,01 | 103,83 | 125,91 |
| | | PROTA | | 81,13 | 28,57 | 61,69 | 75,34 | 94,16 |
| | | PROTV | | 28,55 | 10,53 | 21,18 | 27,04 | 34,05 |
| | | KCAL | Energie (kcal/j) | 2238 | 624,3 | 1795,26 | 2156,01 | 2587 |
| Pescetarien | 555 | PROT | | 70,09 | 29,6 | 49,13 | 65,8 | 84,12 |
| | | PROTA | | 30,93 | 22,09 | 15,16 | 25,28 | 42,34 |
| | | PROTV | | 39,16 | 18,7 | 26,81 | 36,19 | 47,77 |
| | | KCAL | Energie (kcal/j) | 1859 | 632,71 | 1413,34 | 1785,57 | 2240,5 |
| Végétalien | 368 | PROT | | 59,87 | 22,98 | 43,35 | 58,72 | 72,96 |
| | | PROTA | | 3,18 | 3,24 | 1,03 | 2,16 | 4,23 |
| | | PROTV | | 56,69 | 22,3 | 41,04 | 55,58 | 69,78 |
| | | KCAL | Energie (kcal/j) | 1975 | 671,86 | 1461,88 | 1896,58 | 2376,24 |
| Végétarien | 501 | PROT | | 62,07 | 23,38 | 45,35 | 58,67 | 76,22 |
| | | PROTA | | 18,21 | 16,14 | 6,85 | 13,61 | 24,87 |
| | | PROTV | | 43,86 | 18,89 | 30,25 | 41,7 | 54,23 |
| | | KCAL | Energie (kcal/j) | 1874 | 614,95 | 1424,53 | 1809,31 | 2217,31 |

4.4. Regroupement des aliments en grandes catégories

| Code_ aliment | Libelle_ aliment | Libelle_ Classe | Code_ aliment | Libelle_ aliment | Libelle_ Classe |
|---------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------|-------------------|-------------------------------------|
| 02_01 | pain_blanc | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_01 | salade_pdt | Pomme de terre |
| 02_02 | pain_complet | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_02 | pdt_eau | Pomme de terre |
| 02_03 | biscotte | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_03 | pdt_sautees | Pomme de terre |
| 02_04 | viennoiserie | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_04 | pdt_puree | Pomme de terre |
| 02_05 | brioche | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_05 | pdt_frites | Pomme de terre |
| 02_06 | cereales_natures | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_06 | pates | Pain, céréales, riz, pates, semoule |
| 02_07 | cereales_aromatisees | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_07 | pates_completes | Pain, céréales, riz, pates, semoule |
| 02_08 | cereales_muesli | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_08 | riz_blanc | Pain, céréales, riz, pates, semoule |
| 02_09 | muesli_nature | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_09 | riz_complet | Pain, céréales, riz, pates, semoule |
| 02_10 | cereales_son | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_10 | riz_sauvage | Pain, céréales, riz, pates, semoule |
| 02_11 | galette_cereales | Pain, céréales, riz, pates, semoule | 17_11 | semoule | Pain, céréales, riz, pates, semoule |
| 02_12 | miel_confiture | Sucres et glucides | 17_12 | quinoa | Pain, céréales, riz, pates, semoule |
| 02_13 | puree_oleagineux | Sucres et glucides | 17_13 | legumes_secs | Légumes secs |
| 02_14 | nutella | Sucres et glucides | 19_01 | levure_biere | Autres |
| 02_15 | sucre | Sucres et glucides | 19_02 | graines | Autres |
| 02_16 | edulcorant | Sucres et glucides | 19_03 | son | Autres |
| 03_01 | cafe_lait | Café, thé, chocolat | 19_04 | germe_ble | Autres |
| 03_02 | cafe_lait_veg | Boissons au lait végétal | 19_05 | graines_germees | Autres |
| 03_03 | cafe_noir | Café, thé, chocolat | 20_01 | avocat | Légumes |
| 03_04 | chicoree_lait | Café, thé, chocolat | 20_02 | artichaut | Légumes |
| 03_05 | chicoree_lait_veg | Boissons au lait végétal | 20_03 | oignon | Légumes |
| 03_06 | chicoree_nature | Café, thé, chocolat | 20_04 | ail | Légumes |
| 03_07 | chocolat_chaud | Café, thé, chocolat | 20_05 | champignon | Légumes |
| 03_08 | chocolat_chaud_veg | Boissons au lait végétal | 20_06 | salade_verte | Légumes |
| 03_09 | the | Café, thé, chocolat | 20_07 | carottes | Légumes |
| 03_10 | infusion | Café, thé, chocolat | 20_08 | celeri | Légumes |
| 03_11 | the_lait | Café, thé, chocolat | 20_09 | tomate | Légumes |
| 03_12 | the_lait_veg | Boissons au lait végétal | 20_10 | betterave | Légumes |
| 03_13 | lait_entier | Produits laitiers | 20_11 | chou_rouge | Légumes |
| 03_14 | lait_demi_ecreme | Produits laitiers | 20_12 | chou_blanc | Légumes |
| 03_15 | lait_ecreme | Produits laitiers | 20_13 | chou_vert | Légumes |
| 03_16 | lait_fermente | Produits laitiers | 20_14 | choux_bruxelles | Légumes |
| 03_17 | lait_soja | Laits et viandes végétiaux | 20_15 | chou_fleur | Légumes |
| 03_18 | yaourt_entier | Produits laitiers | 20_16 | brocolis | Légumes |
| 03_19 | yaourt_entier_fruit | Produits laitiers | 20_17 | haricots_verts | Légumes |
| 03_20 | yaourt_demi_ecreme | Produits laitiers | 20_18 | endive | Légumes |
| 03_21 | yaourt_demi_ecreme_fruit | Produits laitiers | 20_19 | epinards | Légumes |
| 03_22 | yaourt_zero | Produits laitiers | 20_20 | concombre | Légumes |
| 03_23 | yaourt_zero_fruit | Produits laitiers | 20_21 | poivron | Légumes |
| 03_24 | yaourt_zero_aspartame | Produits laitiers | 20_22 | poireau | Légumes |
| 03_25 | yaourt_bifidus | Produits laitiers | 20_23 | fenouil | Légumes |
| 03_26 | yaourt_bifidus_fruit | Produits laitiers | 20_24 | potiron | Légumes |
| 03_27 | yaourt_soja | Laits et viandes végétiaux | 20_25 | navet | Légumes |
| 04_01 | fromageblanc_zero | Produits laitiers | 20_26 | petit_pois | Légumes |
| 04_02 | fromageblanc_zero_aspartame | Produits laitiers | 20_27 | mais | Légumes |
| 04_03 | fromageblanc_20 | Produits laitiers | 20_28 | algue | Légumes |
| 04_04 | fromageblanc_20_fruit | Produits laitiers | 20_29 | topinambour | Légumes |
| 04_05 | fromageblanc_40 | Produits laitiers | 20_30 | soupe_legume | Légumes |
| 04_06 | fromageblanc_40_brebis | Produits laitiers | 22_01 | jus_fruit | Fruits |
| 04_07 | fromageblanc_40_chevre | Produits laitiers | 22_02 | fruits_secs | Fruits |
| 04_08 | fromageblanc_40_fruit | Produits laitiers | 22_03 | compote | Fruits |
| 04_09 | petit_suisse | Produits laitiers | 22_04 | compote_sanssucre | Fruits |
| 04_10 | chantilly | Produits laitiers | 22_05 | fruits_sirop | Fruits |
| 04_11 | entremet | Produits laitiers | 22_06 | pomme | Fruits |
| 04_12 | entremet_veg_soja | Laits et viandes végétiaux | 22_07 | poire | Fruits |
| 04_13 | entremet_veg_sans_soja | Laits et viandes végétiaux | 22_08 | agrumes | Fruits |
| 04_14 | creme_caramel | Produits laitiers | 22_09 | banane | Fruits |
| 05_01 | fromage_fondu | Produits laitiers | 22_10 | peche | Fruits |
| 05_02 | fromage_bleu | Produits laitiers | 22_11 | abricot | Fruits |
| 05_03 | fromage_brie | Produits laitiers | 22_12 | melon | Fruits |
| 05_04 | fromage_chevre | Produits laitiers | 22_13 | cerise | Fruits |
| 05_05 | fromage_gouda | Produits laitiers | 22_14 | fraise | Fruits |
| 05_06 | fromage_edam | Produits laitiers | 22_15 | prune | Fruits |
| 05_07 | fromage_mozzarella | Produits laitiers | 22_16 | kiwi | Fruits |
| 05_08 | fromage_allège | Produits laitiers | 22_17 | raisin | Fruits |
| 05_09 | fromage_frais | Produits laitiers | 22_18 | ananas | Fruits |
| 05_10 | fromage_frais_veg | Laits et viandes végétiaux | 22_19 | mangue | Fruits |
| 05_11 | fromage_veg_soja | Laits et viandes végétiaux | 22_20 | litchi | Fruits |
| 05_12 | fromage_veg_sans_soja | Laits et viandes végétiaux | 22_21 | fruit_exotique | Fruits |
| 05_13 | jambon_blanc | Charcuteries | 23_01 | chocolat | Autres |
| 05_14 | jambon_cru | Charcuteries | 23_02 | bonbon | Autres |
| 05_15 | saucisson | Charcuteries | 23_03 | tarte_fruits | Autres |
| 05_16 | cervelas | Charcuteries | 23_04 | flan | Produits laitiers |
| 05_17 | mortadelle | Charcuteries | 23_05 | cake | Autres |

| | | | | | |
|-------|-----------------------|---------------------------|-------|----------------------|--------------------------|
| 05_18 | pate | Charcuteries | 23_06 | biscuit_sec_chocolat | Autres |
| 05_19 | rillettes | Charcuteries | 23_07 | biscuit_sec | Autres |
| 10_20 | lardons | Charcuteries | 23_08 | petit_gateau | Autres |
| 10_21 | saucisses | Charcuteries | 23_09 | brownie | Autres |
| 05_20 | jambon_veg | Laits et viandes végétaux | 23_10 | gateau_creme | Autres |
| 05_21 | chorizo_veg | Laits et viandes végétaux | 23_11 | barre_chocolat | Autres |
| 05_22 | pate_veg | Laits et viandes végétaux | 23_12 | crepe_sucree | Autres |
| 07_01 | oeuf_coque | Autres | 23_13 | sorbet | Autres |
| 07_02 | oeuf_plat | Autres | 23_14 | glace | Produits laitiers |
| 07_03 | crepe_salee | Plats | 23_15 | cone | Autres |
| 07_04 | quiche | Plats | 23_16 | gateau_aperitif | Autres |
| 07_05 | croque_monsieur | Plats | 23_17 | chips | Autres |
| 07_06 | pizza | Plats | 23_18 | popcorn | Autres |
| 07_07 | raviolis | Plats | 23_19 | fruits_sales | Autres |
| 07_08 | sandwich_grec | Plats | 23_20 | fruits_non_sales | Autres |
| 07_09 | asiatique | Plats | 24_01 | jus_purjus | Boissons non alcoolisées |
| 07_10 | hamburger | Plats | 24_02 | jus_nectar | Boissons non alcoolisées |
| 07_11 | panini | Plats | 24_03 | sirop | Boissons non alcoolisées |
| 07_12 | choucroute | Plats | 24_04 | soda | Boissons non alcoolisées |
| 07_13 | cassoulet | Plats | 24_05 | soda_light | Boissons non alcoolisées |
| 08_01 | coquillage | Poissons et crustacés | 24_09 | biere_sans_alcool | Boissons non alcoolisées |
| 08_02 | crustace | Poissons et crustacés | 24_10 | kombucha | Boissons non alcoolisées |
| 08_03 | poisson_pane | Poissons et crustacés | 25_01 | cidre | Boissons alcoolisées |
| 08_04 | poisson_gras | Poissons et crustacés | 25_02 | biere | Boissons alcoolisées |
| 08_05 | poisson_migras | Poissons et crustacés | 25_03 | vin_blanc | Boissons alcoolisées |
| 08_06 | poisson_maigre | Poissons et crustacés | 25_04 | vin_rouge | Boissons alcoolisées |
| 10_01 | lapin | Volaille | 25_05 | alcool_anise | Boissons alcoolisées |
| 10_02 | dinde | Volaille | 25_06 | aperitif | Boissons alcoolisées |
| 10_03 | dinde_peau | Volaille | 25_07 | alcool_fort | Boissons alcoolisées |
| 10_04 | steak_hache | Viande de bœuf et agneau | 25_08 | liqueur | Boissons alcoolisées |
| 10_05 | boeuf_roti | Viande de bœuf et agneau | 25_09 | digestif | Boissons alcoolisées |
| 10_06 | boeuf_cote | Viande de bœuf et agneau | 25_10 | cocktail | Boissons alcoolisées |
| 10_07 | boeuf_braise | Viande de bœuf et agneau | | | |
| 10_08 | pot_au_feu | Viande de bœuf et agneau | | | |
| 10_09 | veau_escalope | Viande de bœuf et agneau | | | |
| 10_10 | veau_roti | Viande de bœuf et agneau | | | |
| 10_11 | veau_cote | Viande de bœuf et agneau | | | |
| 10_12 | veau_saute | Viande de bœuf et agneau | | | |
| 10_13 | agneau_cote | Viande de bœuf et agneau | | | |
| 10_14 | agneau_epaule | Viande de bœuf et agneau | | | |
| 10_15 | agneau_saute | Viande de bœuf et agneau | | | |
| 10_16 | porc_cote | Viande de porc | | | |
| 10_17 | porc_roti | Viande de porc | | | |
| 10_18 | porc_echine | Viande de porc | | | |
| 10_19 | porc_filet | Viande de porc | | | |
| 10_22 | foie | Abats et autres | | | |
| 10_23 | tripes | Abats et autres | | | |
| 10_24 | viande_panee | Abats et autres | | | |
| 11_01 | steak_soja | Laits et viandes végétaux | | | |
| 11_02 | galettes_veg | Laits et viandes végétaux | | | |
| 11_03 | tofu | Laits et viandes végétaux | | | |
| 11_04 | seitan | Laits et viandes végétaux | | | |
| 11_05 | substitut_viande | Laits et viandes végétaux | | | |
| 13_01 | mayo | Huiles et sauces | | | |
| 13_02 | moutarde | Huiles et sauces | | | |
| 13_03 | ketchup | Huiles et sauces | | | |
| 13_04 | sauce_tartare | Huiles et sauces | | | |
| 13_05 | sauce_bechamel | Huiles et sauces | | | |
| 13_06 | sauce_pates | Huiles et sauces | | | |
| 13_07 | sauce_viande | Huiles et sauces | | | |
| 13_08 | sauce_jus | Huiles et sauces | | | |
| 13_09 | creme_fraiche | Huiles et sauces | | | |
| 13_10 | creme_fraiche_allegee | Huiles et sauces | | | |
| 13_11 | creme_vegetale | Huiles et sauces | | | |
| 13_12 | vinaigrette | Huiles et sauces | | | |
| 13_13 | huile_tournesol | Huiles et sauces | | | |
| 13_14 | huile_olive | Huiles et sauces | | | |
| 13_15 | huile_arachide | Huiles et sauces | | | |
| 13_16 | huile_colza | Huiles et sauces | | | |
| 13_17 | huile_mais | Huiles et sauces | | | |
| 13_18 | huile_soja | Huiles et sauces | | | |
| 13_19 | huile_melangee | Huiles et sauces | | | |
| 13_20 | huile_noix | Huiles et sauces | | | |
| 13_21 | huile_noisette | Huiles et sauces | | | |
| 13_22 | huile_pepins | Huiles et sauces | | | |
| 13_23 | huile_sesame | Huiles et sauces | | | |
| 13_24 | huile_coco | Huiles et sauces | | | |
| 13_25 | huile_lin | Huiles et sauces | | | |
| 13_26 | huile_carthame | Huiles et sauces | | | |
| 14_00 | beurre_cuisson | Produits laitiers | | | |
| 16_00 | beurre_tartine_type1 | Produits laitiers | | | |

4.5. Exemples de facteurs d'émission [Westhoek, 2011]

Table 7.1
Carbon footprint and land use related to protein-rich products

| Product | Carbon footprint kg CO ₂ eq/kg | Land use m ² /kg | Of which grassland (m ² /kg) |
|---|--|-----------------------------|---|
| Beef and veal (16 studies, n=29) | 9-129 | 7-420 | 2-420 |
| Feedlot systems (n=4) | 14-40 | 15-20 | ca 2 |
| Mixed systems/dairy calves (n=8) | 9-42 | 15-29 | 2-26 |
| Meadow systems, suckler herds (n=9) | 23-52 | 33-158 | 25-140 |
| Extensive pastoral systems (n=6) | 12-129 | 286-420 | 250-420 |
| Culled dairy cows (n=2) | 9 | 7 | ca 5 |
| Pig meat (10 studies, n=13) | 4-11 | 8-15 | |
| Poultry (4 studies, n=5) | 2-6 | 5-8 | |
| Eggs (4 studies, n=5) | 2-6 | 4-7 | |
| Sheep meat (4 studies, n=5) | 10-150 | 20-33 | ca 18-30 |
| Milk (9 studies, n=11) | 1-2 | 1-2 | ca 1 |
| Cheese ¹ | 6-22 | 6-17 | ca 7 |
| Soy milk (1 study, n=1) | 1 | 1 | |
| Shellfish (3 studies, n=5) | 1-86 | | |
| Fish (fisheries) (5 studies, n=5) | 1-7 | | |
| Farmed fish (6 studies, n=10) | 3-15 | 2-6 | |
| Meat substitutes containing egg or milk proteins (1 study, n=2) | 3-6 | 1-3 | 0-2 |
| Meat substitutes, 100% vegetal (2 studies, n=4) | 1-2 | 2-3 | |
| Pulses, dry (2 studies, n=3) | 1-2 | 3-8 | |

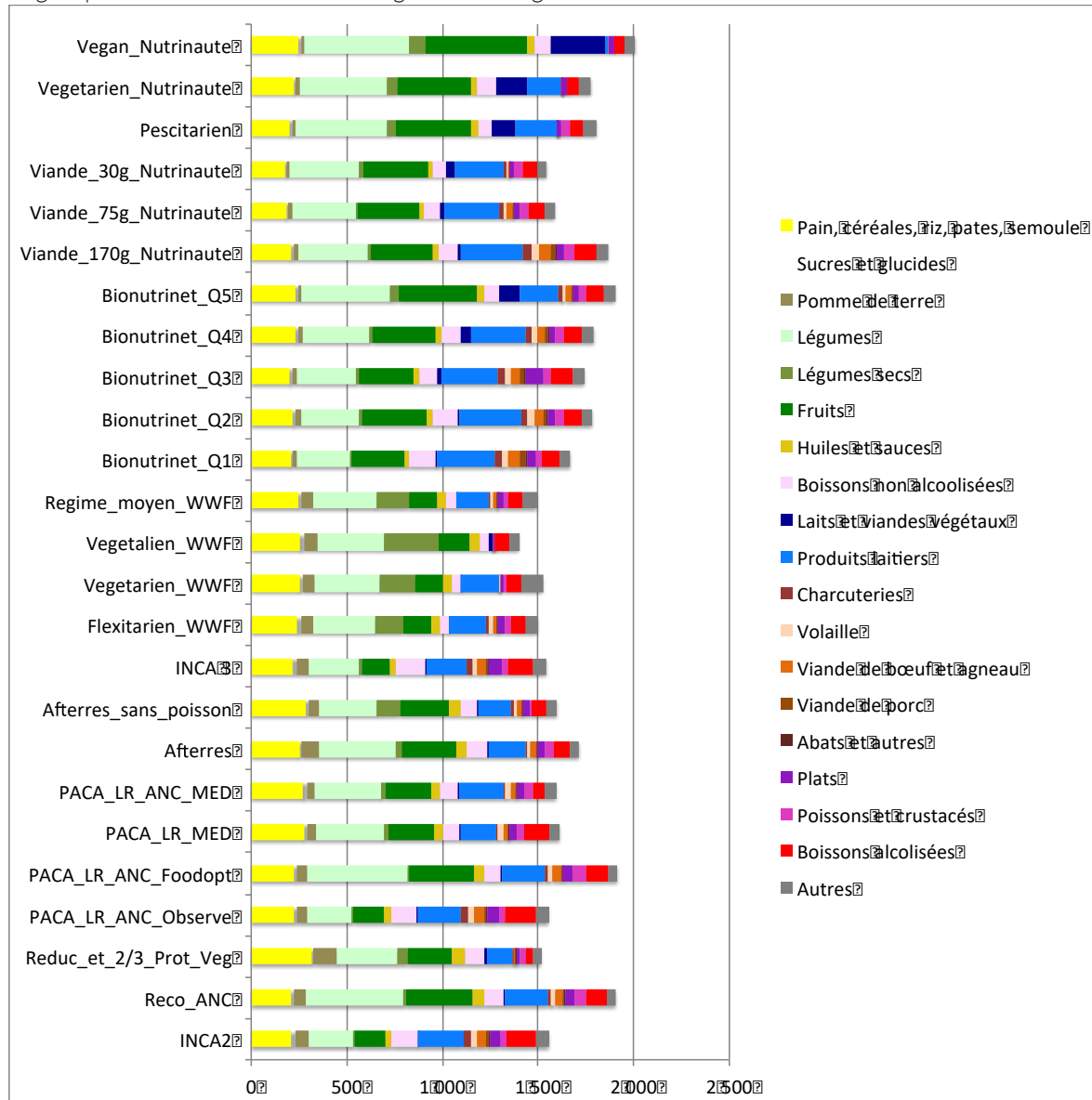
Carbon footprint and land use related to protein-rich products, per kilogram of product, from several LCA studies (cradle to retail, n = number of analysed products, for land use this number may be less).

- ¹ Based on milk and data from Berlin (2002). For cheese, 6 to 7 kilograms of milk are required (Blonk et al. 2008).
- ² Only land used for vegetal feed component.

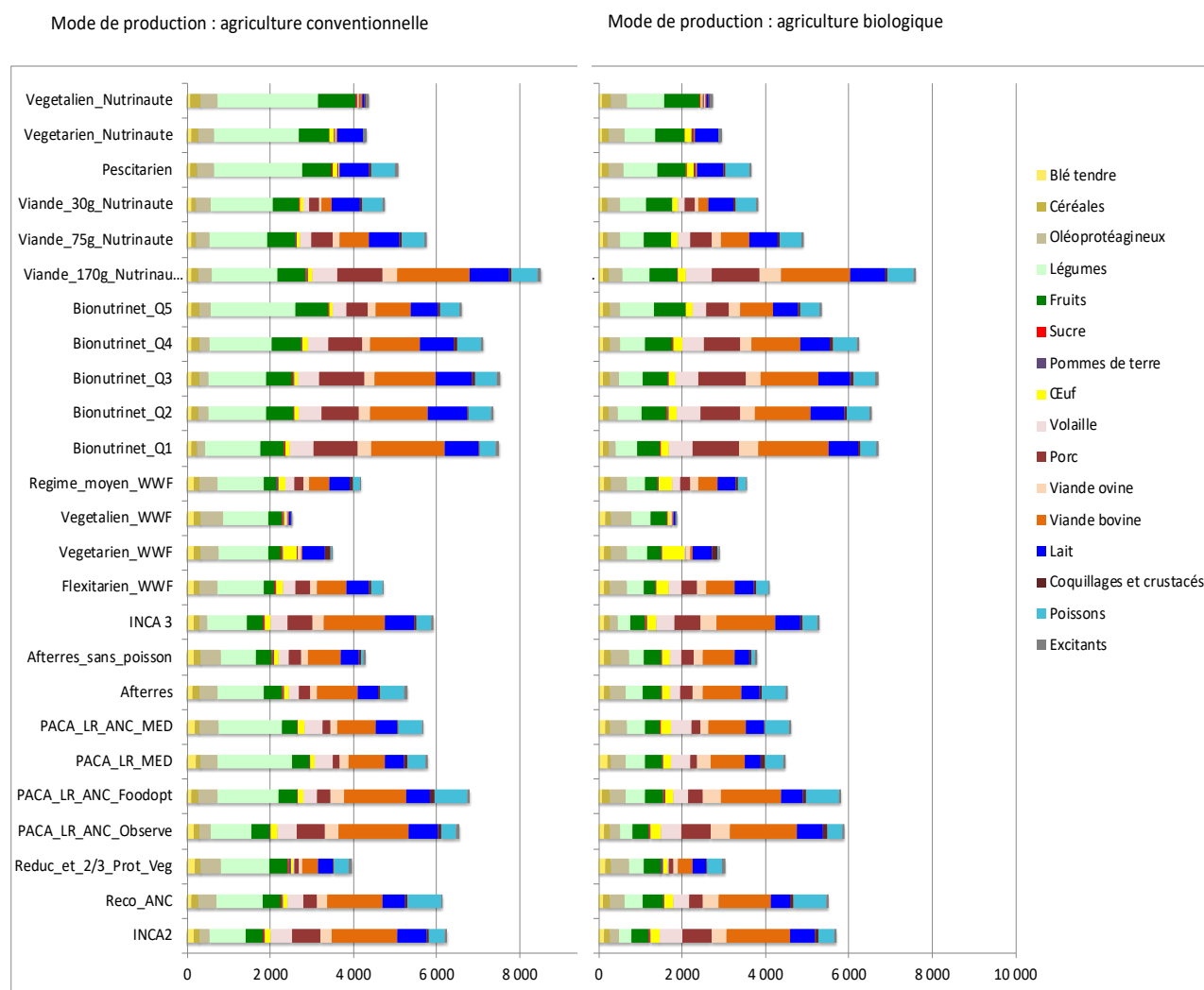
Westhoek H., Rood T., van den Berg M. et al, The Protein Puzzle – The consumption and production of meat, dairy and fish in the European Union. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, Avril 2011.

4.6. Aliments ingérés – grammes par jour (hors eaux et boissons type café thé)

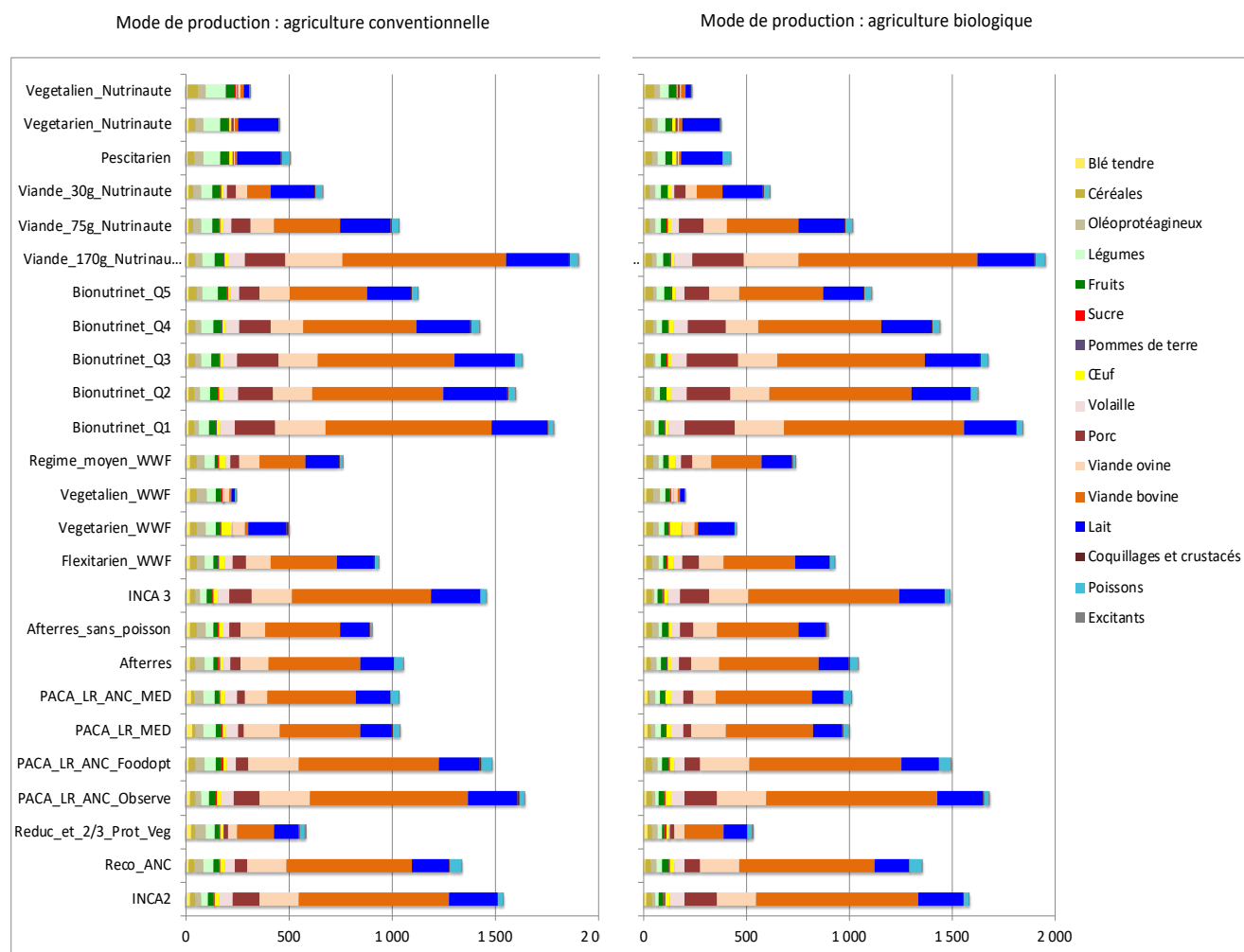
Regroupement des 612 aliments en grandes catégories.



4.7. Consommation d'énergie - MJ par personne et par an



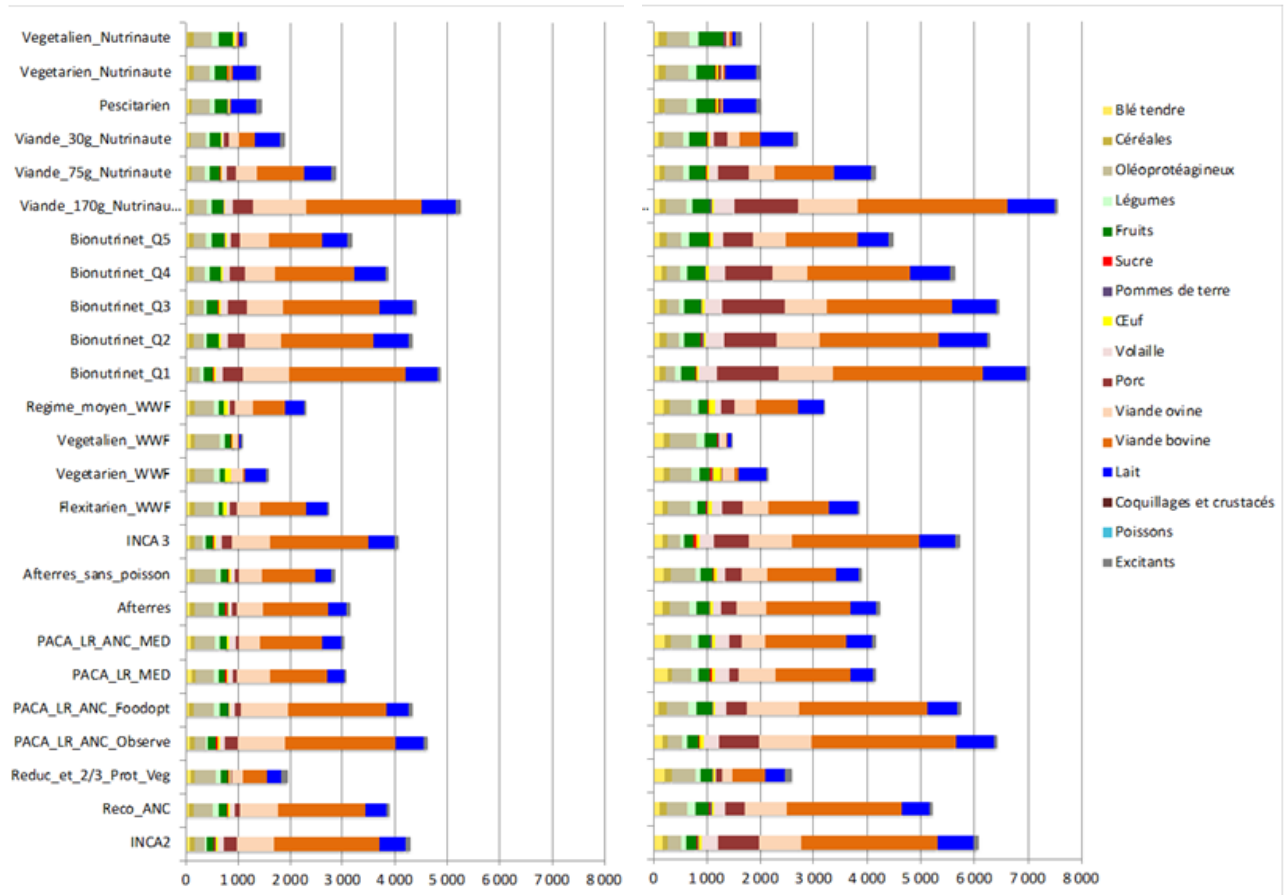
4.8. Emissions de GES –kg CO₂eq par personne et par an



4.9. Surface – m² par personne

Mode de production : agriculture conventionnelle

Mode de production : agriculture biologique



L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

EMPREINTES SOL, ENERGIE ET CARBONE DE L'ALIMENTATION

PARTIE 1: Empreintes de régimes alimentaires selon les parts de protéines animales et végétales

Dans cette étude, nous avons évalué les empreintes sol, énergie et GES de différents régimes alimentaires de français, en fonction des parts de protéines animales vs végétales dans le régime alimentaire, et du mode de production agriculture conventionnelle versus biologique.

En moyenne, la surface nécessaire à l'alimentation de la population métropolitaine française a été évaluée à 26 millions d'hectares, soit légèrement moins que la surface agricole qui est de 28,7 Mha, dont 85% dédiés à l'élevage. Ce bilan presque équilibré cache l'importance des échanges internationaux de produits agricoles de la France, et par là même des surfaces agricoles mobilisées à l'étranger par les produits importés (37% de nos besoins en surface) et celles en France dédiées aux exportations (environ 12 Mha).

L'importance des surfaces mobilisées est fortement corrélée au taux de protéines animales dans le régime alimentaire. Le régime actuel nécessite 4280 m² de surface agricole par personne au total. La fourchette des régimes observés va de 1200 m²/pers (régime à base de végétaux) à 5200 m²/pers (170G viande/j), soit 4,5 fois plus. Les émissions de gaz à effet de serre, elles, évoluent de 315 kgeqCO₂ à 1900 kgeqCO₂ pour le régime le plus carné (170g/j), soit un facteur 6.

Lorsque les aliments sont issus de l'agriculture biologique, les surfaces mobilisées sont plus élevées qu'en production conventionnelle du fait de l'écart de rendement entre les deux modes de production. Par contre, la consommation d'énergie est moindre en agriculture biologique qu'en agriculture conventionnelle.

Essentiel à retenir

26 millions d'ha sont nécessaires à l'alimentation des français, soit 4280m² par personne. 37% de ces surfaces sont situées hors de France.

Cette empreinte sol dépend fortement de la part de protéines animales et notamment de viande dans le régimes alimentaire. Lorsque les aliments sont issus de l'agriculture biologique, les surfaces nécessaires sont plus élevées.

Manger moins de viande tout en s'orientant vers des produits durables et de qualité, libérerait des terres en France et à l'étranger, facilitant la conversion en bio ou agroécologie des systèmes et permettant la relocalisation de productions, réduisant ainsi notre empreinte globale.



EXPERTISES

