

# 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](http://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

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>2. ANALYSE DES SURFACES AGRICOLES NECESSAIRES A L’ALIMENTATION DES MENAGES FRANÇAIS EN FONCTION DU TAUX DE CONSOMMATION DE PROTEINES ANIMALES VS VEGETALES</b> .....	<b>6</b>
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
<b>3. CONCLUSION</b> .....	<b>22</b>
<b>4. ANNEXES</b> .....	<b>23</b>
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 <sub>2</sub> eq par personne et par an.....	30
4.9. Surface – m <sup>2</sup> 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 correspondant<sup>1</sup>).

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 MteqCO<sub>2</sub> sur 163 MteqCO<sub>2</sub>.

**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 m<sup>2</sup> de surface agricole par personne au total. Un régime végétalien requiert 1200 m<sup>2</sup>/pers (en production conventionnelle) ; quand un régime à 170g de viande par jour (contre 107g pour la moyenne actuelle) requiert 5200 m<sup>2</sup>/pers soit 4,5 fois plus. Les émissions de gaz à effet de serre, elles, évoluent de 315 kgeqCO<sub>2</sub> pour le régime végétalien à 1900 kgeqCO<sub>2</sub> 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 m<sup>2</sup>/pers pour le régime végétalien à 7500 m<sup>2</sup>/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 CECAM<sup>2</sup> établies à partir des données de consommation alimentaires des français recueillies dans la base de données INCA 2<sup>3</sup> 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 comprise<sup>4</sup>), 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 2<sup>1</sup>).

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.

---

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

<sup>2</sup> 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>

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

<sup>4</sup> 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 animales<sup>5</sup>.

#### 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.

---

<sup>5</sup> 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**

	<b>Approche par les bilans ou approche système</b>	<b>Approche par les chaînes, de type analyse de cycle de vie</b>
<b>Système comptable de description du régime alimentaire</b>	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)
<b>Évaluation des impacts</b>	Par modélisation du système de production (par exemple format CLIMAGRI)	Description de la chaîne conduisant de la production agricole à l'aliment ingéré
<b>Contraintes</b>	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
<b>Intérêts</b>	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.
<b>Limites</b>	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.
<b>Utilisation</b>	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.

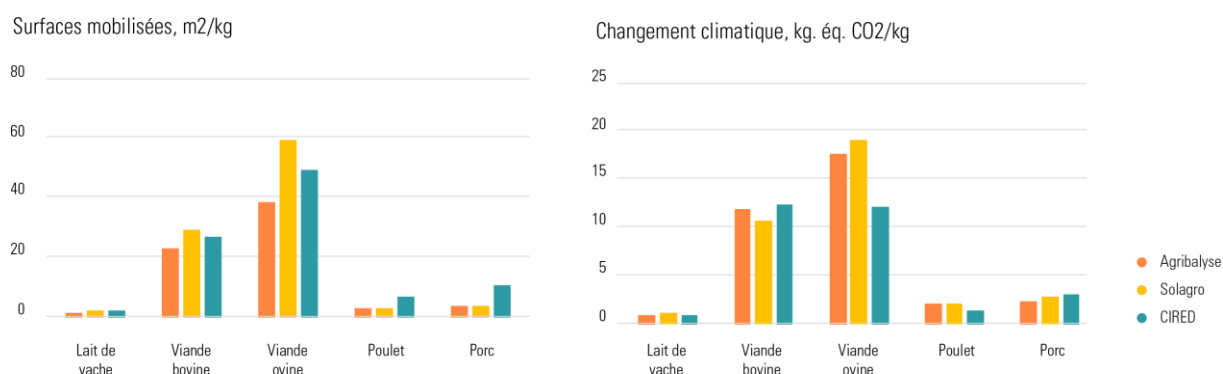
Dans le cadre du présent programme, cette méthode a été comparée à celle du CIRED (voir volet 2) et on observe une convergence satisfaisante.

Rappelons que les facteurs d'émissions peuvent diverger très fortement selon les études. [Westhoek 2011]<sup>6</sup> par exemple donne une valeur de 23 à 52 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de viande de boucherie<sup>7</sup> pour les bovins viande en système herbager, soit de 1 à 2. L'empreinte pour la viande de bœuf varie entre 9 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de viande (vache laitière de réforme) à 129 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de viande (systèmes pastoraux extensifs – mais ceux-ci peuvent aussi descendre à 12 kg CO<sub>2</sub> 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 1<sup>8</sup> indique les facteurs obtenus selon 3 méthodes : la base Agribalyse<sup>9</sup>, la méthode SOLAGRO<sup>10</sup>, 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 CO<sub>2</sub>**



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 Solagro<sup>11</sup>.

<sup>6</sup> Voir annexe 4.5

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> Les données de la figure sont en annexe 3.1.

<sup>9</sup> 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.

<sup>10</sup> Pour SOLAGRO on a retenu le mode de production Agriculture Conventionnelle.

<sup>11</sup> 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.

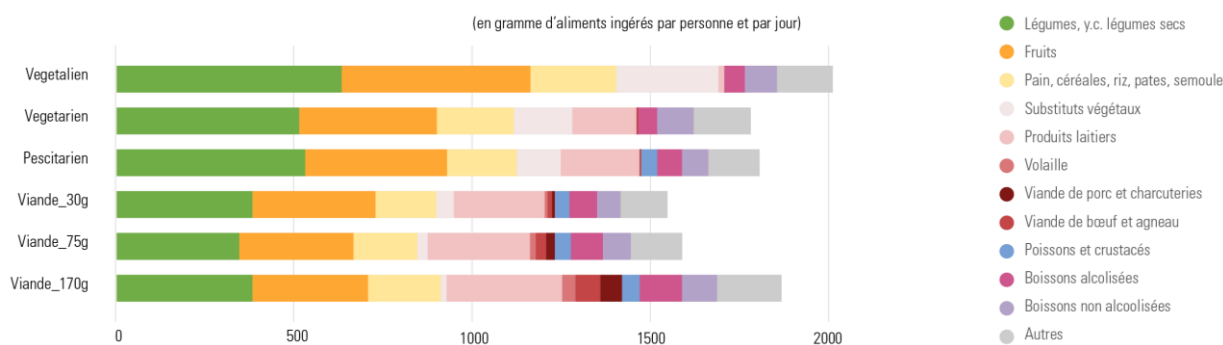
Tableau 2 : Coefficients de conversion des produits agricoles en commodités

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 m<sup>2</sup> par personne
- Les émissions de gaz à effet de serre, en kg éq. CO<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> /kg	kg eq CO <sub>2</sub> /kg	m <sup>2</sup> /kg	m <sup>2</sup> /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 <sup>2</sup> /kg	m <sup>2</sup> /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 m<sup>2</sup> pour le régime Viande\_170g à près de 1 200 m<sup>2</sup> 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 (m<sup>2</sup> par personne)

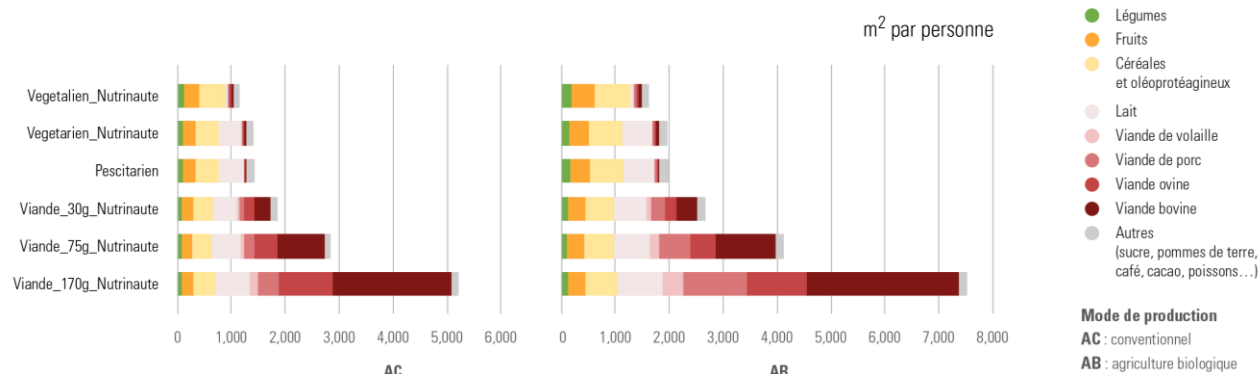
Agriculture conventionnelle	Viande_170g	Viande_75g	Viande_30g	Pescetarien	Vegetarien	Vegetalien
Céréales et oléoprotéagineux	397	366	371	431	439	481
Légumes	85	76	82	109	108	129
Fruits	216	206	203	227	223	279
Viande de volaille	158	74	35	1	1	2
Viande de porc	371	176	81	12	14	10
Viande ovine	1 012	431	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
<b>Total</b>	<b>5 218</b>	<b>2 850</b>	<b>1 862</b>	<b>1 421</b>	<b>1 411</b>	<b>1 159</b>
Dont part produits animaux	85%	74%	59%	38%	38%	14%

En AB, ces surfaces varient entre 7.519 m<sup>2</sup> pour le régime Viande\_170g à 1.616 m<sup>2</sup> pour le régime végétalien.

Tableau 7 : Surfaces mobilisées selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Biologique (m<sup>2</sup> 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
<b>Total</b>	<b>7 519</b>	<b>4 120</b>	<b>2 670</b>	<b>1 976</b>	<b>1 962</b>	<b>1 616</b>
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.

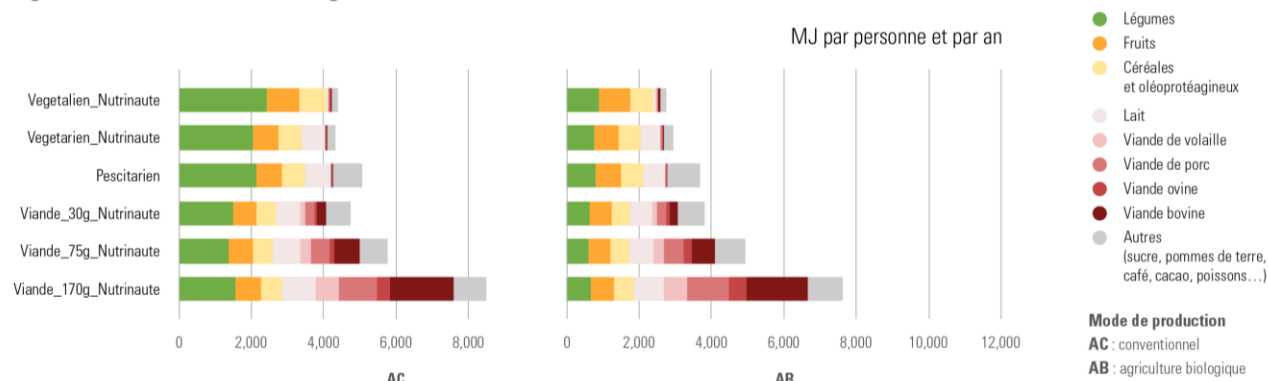
Tableau 8 : Consommation d'énergie pour l'étape de production agricole selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Conventiennelle (MJ par personne et par an)

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
<b>Total</b>	<b>8 492</b>	<b>5 752</b>	<b>4 745</b>	<b>5 062</b>	<b>4 309</b>	<b>4 372</b>
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
<b>Total</b>	<b>7 615</b>	<b>4 918</b>	<b>3 816</b>	<b>3 671</b>	<b>2 945</b>	<b>2 736</b>
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. CO<sub>2</sub> par personne et par an)

Les émissions de gaz à effet de serre par personne varient de près de 1.900 kg CO<sub>2</sub>éq. par personne et par an pour le régime Viande\_170g à 315 kg CO<sub>2</sub>éq. 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.CO<sub>2</sub> par personne et par an) pour la phase de production agricole selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Conventielle

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 <sup>12</sup>
Lait	303	243	213	215	196	25
Autres (sucre, pommes de terre, café, cacao, œufs, poissons...)	73	62	58	70	26	16
<b>Total</b>	<b>1 908</b>	<b>1 036</b>	<b>666</b>	<b>511</b>	<b>457</b>	<b>315</b>
Dont part produits animaux	90%	83%	73%	57%	53%	21%

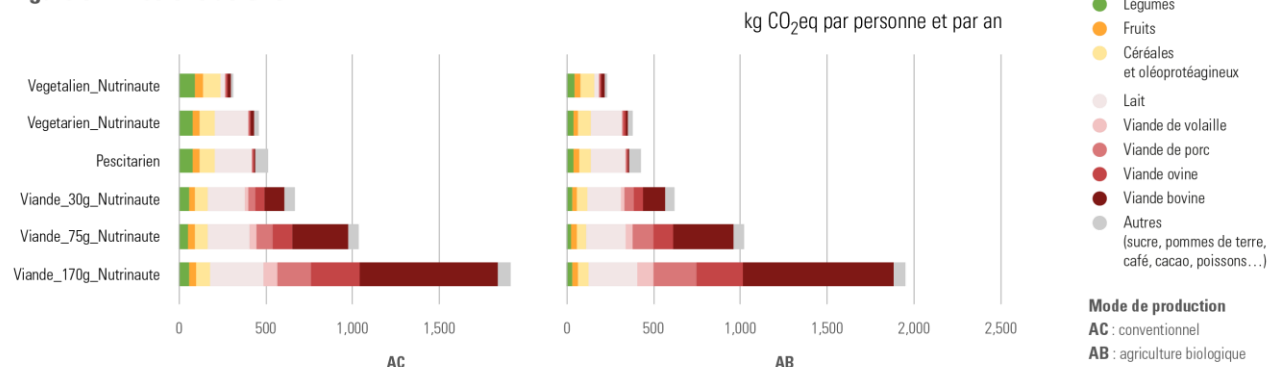
Tableau 11 : Émissions de gaz à effet de serre (kg éq.CO<sub>2</sub> par personne et par an) pour la phase de production agricole selon les régimes, avec des produits issus de l'Agriculture Biologique

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
<b>Total</b>	<b>1 953</b>	<b>1 020</b>	<b>619</b>	<b>428</b>	<b>377</b>	<b>234</b>

<sup>12</sup> 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.

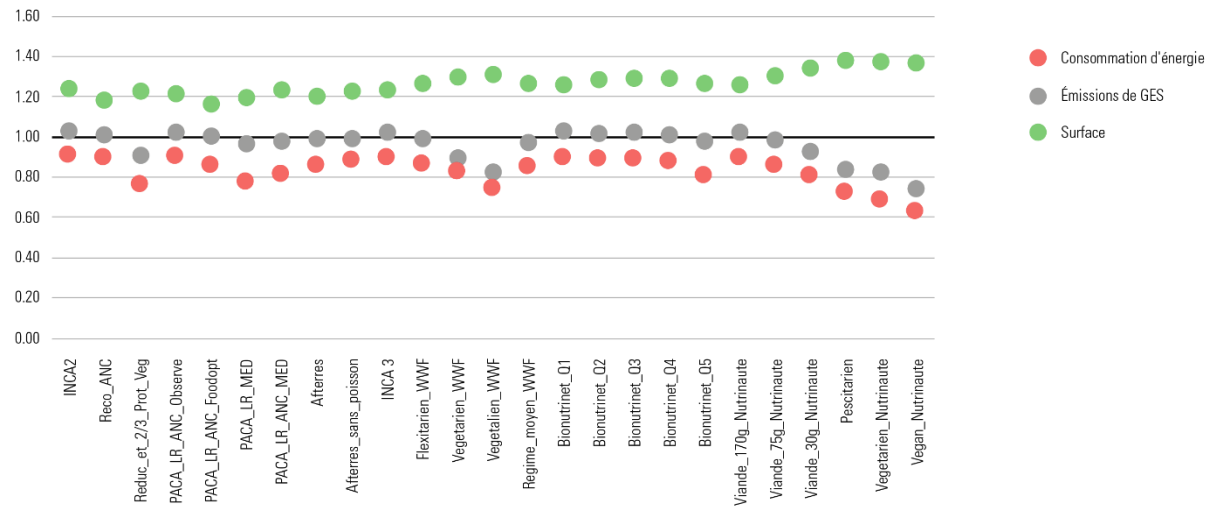
Le fait que l'indicateur GES soit proche pour les 2 modes de production provient du fait qu'il est similaire pour les productions animales, qui constituent la part principale des émissions dans les différents régimes avec viande. Pour les ruminants notamment, le poids des fermentations entériques est 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

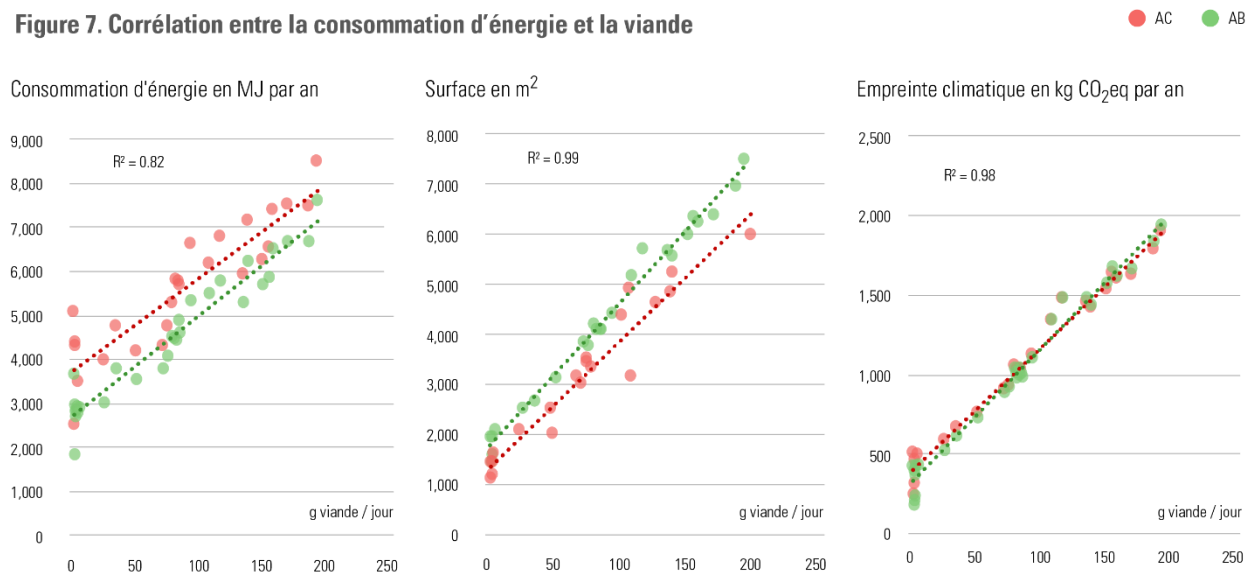
La corrélation avec la consommation de viande est évidente, compte tenu du poids de la viande dans les 3 indicateurs. Comme le montre la figure 7, on note qu'il existe un minimum systématiquement (zéro consommation de viande) : 3.700 MJ, 380 kgCO<sub>2</sub>, 1290 m<sup>2</sup> en Conventionnel, et 2.700 MJ, 310 kgCO<sub>2</sub> et 1.700 m<sup>2</sup> en Bio. En revanche, chaque 10 g de viande quotidienne ajoute (en mode de production AC) respectivement 210 MJ/an, 80 kgCO<sub>2</sub>/an et 200 m<sup>2</sup>.

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**



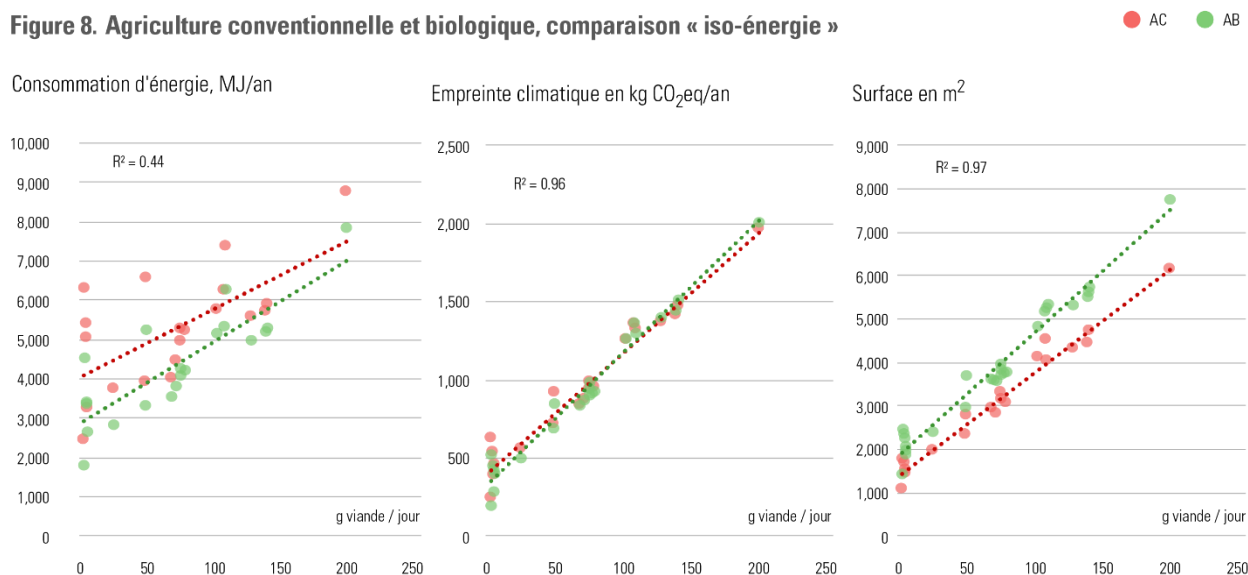
### 2.3.3. Comparaison « iso-énergie »

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 <sub>2</sub> 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
<b>TOTAL</b>	<b>6 111</b>	<b>4 282</b>

Au total les aliments pour animaux importés représentent 6,1 Mt et leur empreinte GES est de 4,3 Mt éq. CO<sub>2</sub>.

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. CO<sub>2</sub>.

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 <sub>2</sub> éq
Viande	4 274	32 074
Graisses Animales	293	0
Lait - Excl Beurre	620	235
Œufs	14 511	14 802
<b>TOTAL</b>	<b>19 698</b>	<b>48 300</b>

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 actuel<sup>13</sup> 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 CO<sub>2</sub>eq/an et 4.280 m<sup>2</sup>, les importations représentent 450 kg CO<sub>2</sub>eq/an et 1.600 m<sup>2</sup>.

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.

<sup>13</sup> 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 <sup>2</sup> /pers.	m <sup>2</sup> /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
<b>TOTAL</b>	<b>1 087</b>	<b>454</b>	<b>2 678</b>	<b>1 605</b>
<i>Total Métropole et Imports</i>	<b>1 542</b>	<b>29%</b>	<b>4 283</b>	<b>37%</b>

Figure 9. Surface agricole mobilisée

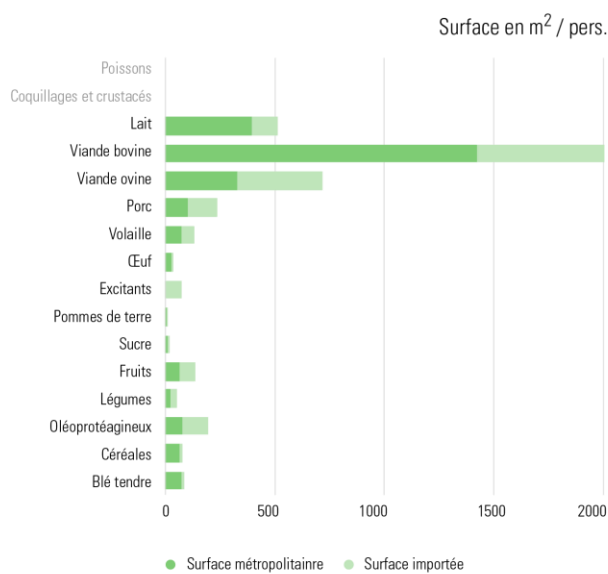
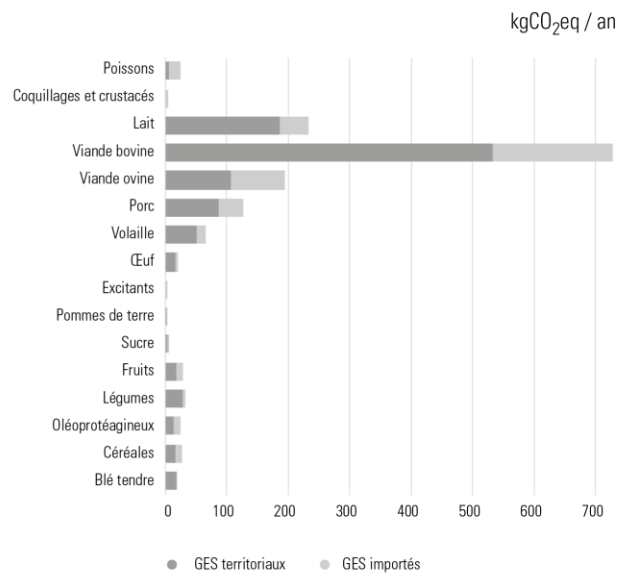


Figure 10. Empreinte climatique



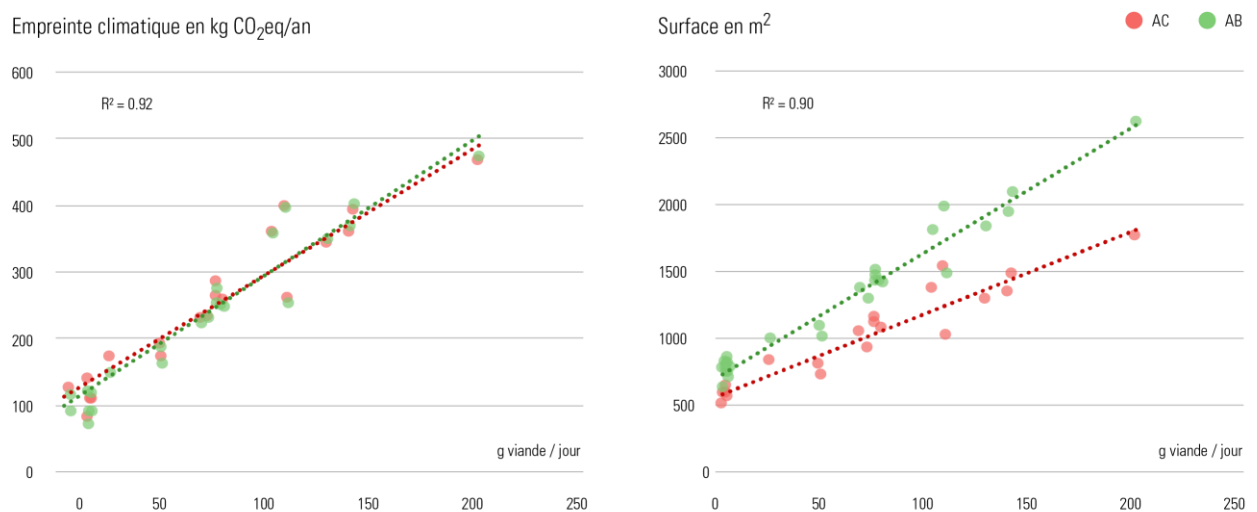
## 2.4.4. Impact du mode de production sur la part importée de l’empreinte

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 m<sup>2</sup> de surface agricole par personne au total, pour 107g de viande ingérée par jour. En agriculture conventionnelle, un régime végétalien requiert 1200 m<sup>2</sup>/pers alors qu'un régime à 170g de viande par jour requiert 5200 m<sup>2</sup>/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 étude<sup>14</sup> 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.

---

<sup>14</sup> 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
<b>Changement climatique, kg CO<sub>2</sub>éq./kg</b>			
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
<b>Surfaces, m<sup>2</sup>/kg</b>			
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 <sup>15</sup>	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 » <sup>16</sup>	
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. <sup>17</sup>	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

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

<sup>16</sup> [https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2019-10/20191015\\_Rapport\\_Pour-une-transition-agricole-alimentaire-durable-min.pdf](https://www.wwf.fr/sites/default/files/doc-2019-10/20191015_Rapport_Pour-une-transition-agricole-alimentaire-durable-min.pdf)

<sup>17</sup> 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	sucres	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 végétaux	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 végétaux	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 végétaux	22_07	poire	Fruits
04_13	entremet_veg_sans_soja	Laits et viandes végétaux	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 végétaux	22_19	mangue	Fruits
05_11	fromage_veg_soja	Laits et viandes végétaux	22_20	litchi	Fruits
05_12	fromage_veg_sans_soja	Laits et viandes végétaux	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 <sub>2</sub> eq/kg	Land use m <sup>2</sup> /kg	Of which grassland (m <sup>2</sup> /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 <sup>1</sup>	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	

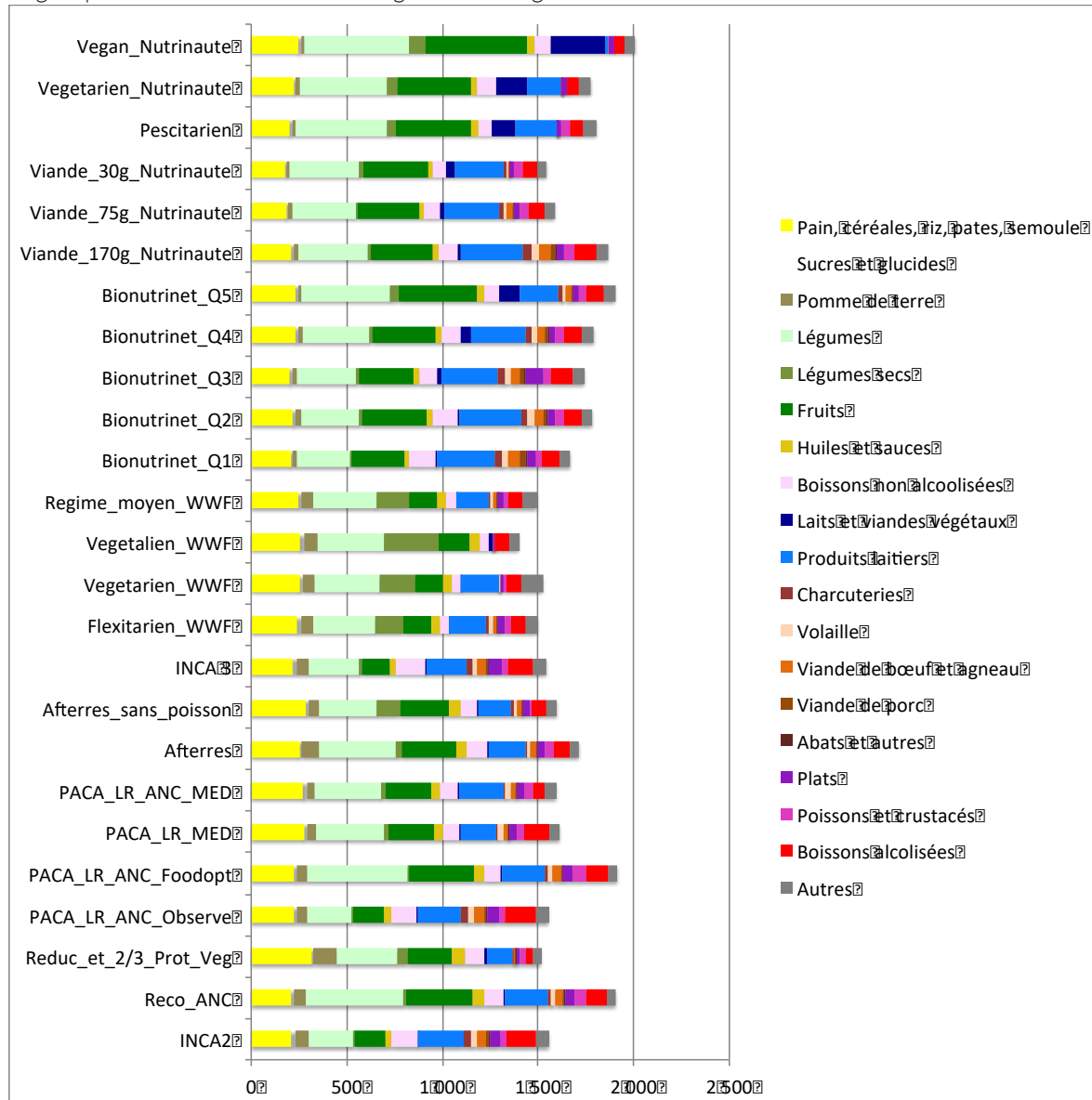
Carbon footprint and land use related to protein-rich products, per kilogram of product, from several LCA studies (cradle to retail, n = number of analysed products, for land use this number may be less).

- 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)

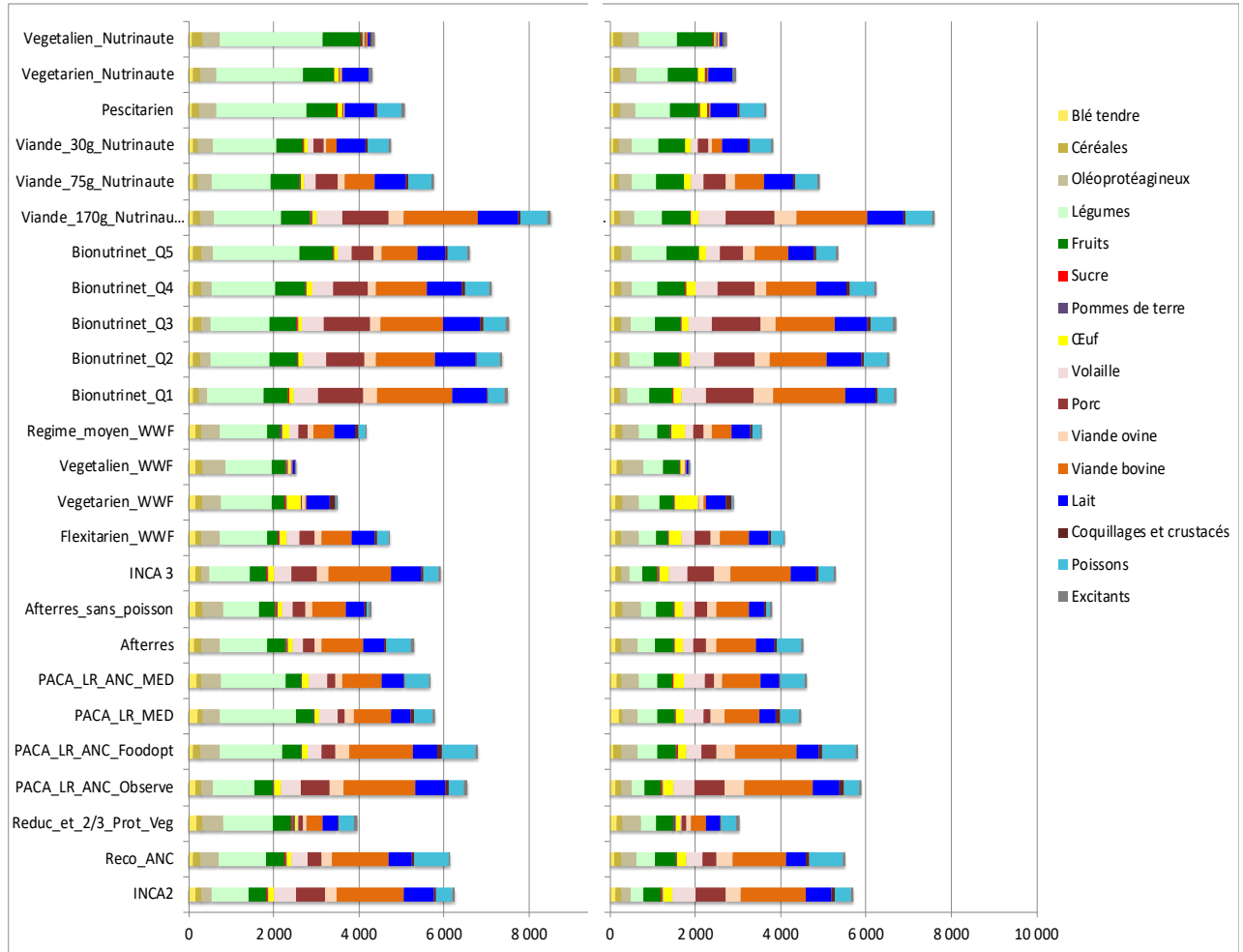
Regroupement des 612 aliments en grandes catégories.



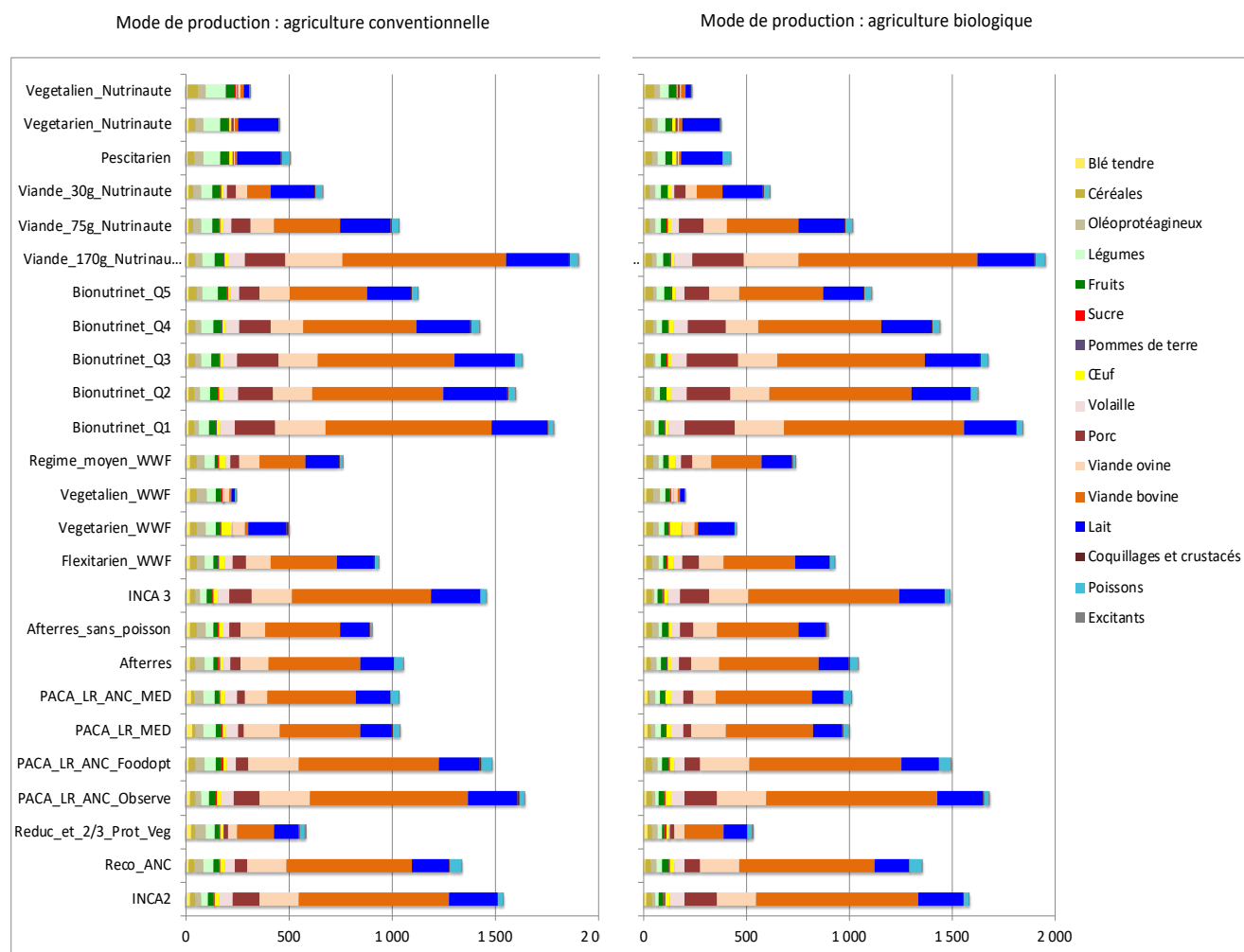
## 4.7. Consommation d'énergie - MJ par personne et par an

Mode de production : agriculture conventionnelle

Mode de production : agriculture biologique



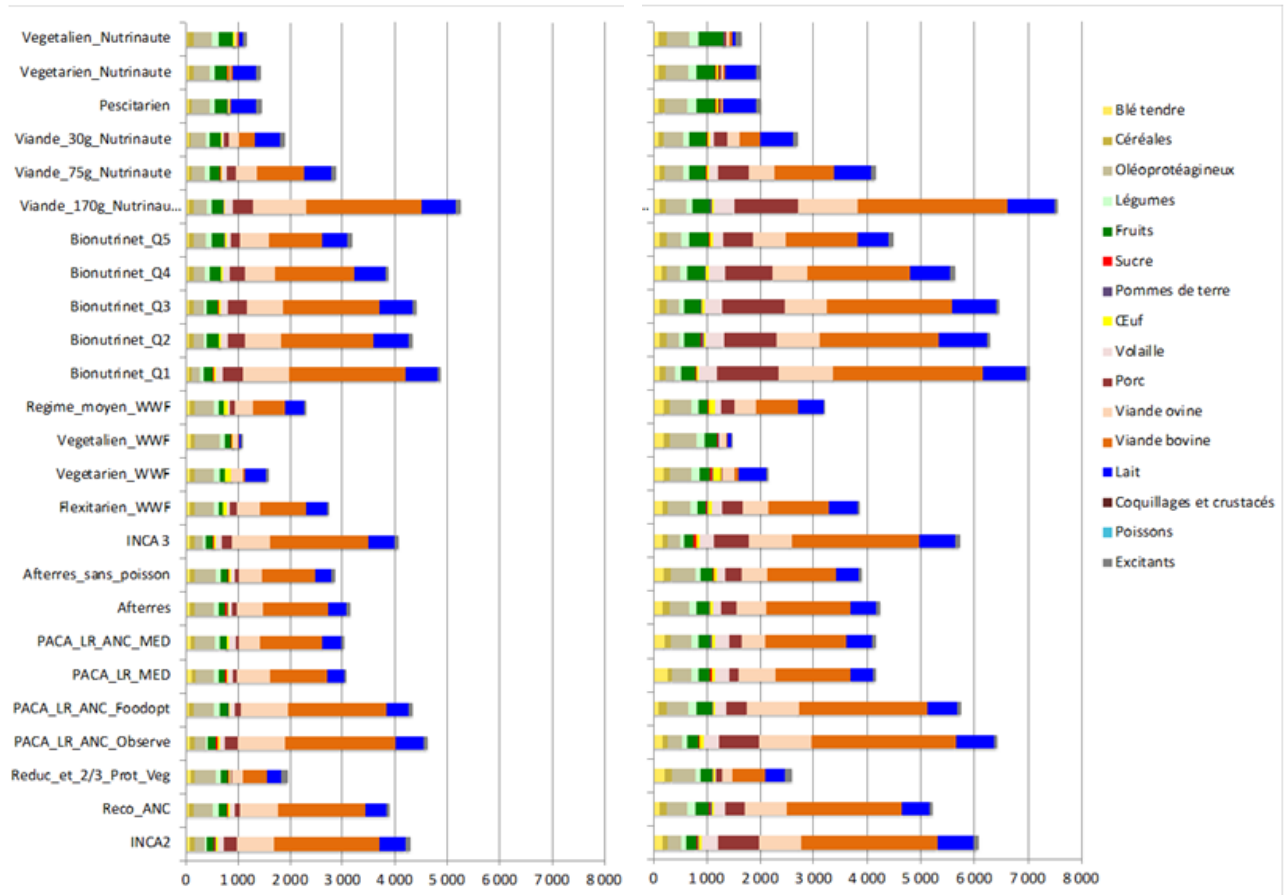
## 4.8. Emissions de GES –kg CO<sub>2</sub>eq par personne et par an



## 4.9. Surface – m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> de surface agricole par personne au total. La fourchette des régimes observés va de 1200 m<sup>2</sup>/pers (régime à base de végétaux) à 5200 m<sup>2</sup>/pers (170G viande/j), soit 4,5 fois plus. Les émissions de gaz à effet de serre, elles, évoluent de 315 kgeqCO<sub>2</sub> à 1900 kgeqCO<sub>2</sub> 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 4280m<sup>2</sup> 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



# EMPREINTES SOL, ENERGIE ET CARBONE DE L'ALIMENTATION, Partie 2

---

Empreintes des importations agricoles  
et alimentaires françaises

---



EXPERTISES

RAPPORT

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 2 : empreintes des importations agricoles et alimentaires françaises. 35 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne [www.ademe.fr/mediatheque](http://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

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	<b>6</b>
<b>2. EVALUATION DES SURFACES AGRICOLES NECESSAIRES A LA PRODUCTION DE DENREES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES IMPORTEES ET EMISSIONS DE GES ASSOCIEES</b> .....	<b>7</b>
2.1. Introduction .....	7
2.2. Méthode d'évaluation des quantités de produits agricoles importés et de leurs pays et zone d'origine .....	7
2.2.1. Les produits analysés .....	7
2.2.2. Les pays producteurs.....	8
2.2.3. Les réimportations .....	8
2.3. Méthode d'évaluation des surfaces et émissions de GES .....	9
2.3.1. Une méthode basée sur un choc de demande.....	9
2.3.2. Sources et méthode concernant l'élevage .....	9
2.3.3. Usage des sols.....	9
2.3.4. Émissions liées aux changements d'usage des sols.....	10
2.3.5. L'agrégation des pays par région.....	10
2.3.6. Produits dérivés.....	11
2.4. Tonnages de produits importés.....	11
2.5. Surfaces et émissions de GES.....	16
2.6. Présentation par famille de produits.....	17
2.7. Impact des changements d'usage des sols sur les émissions de GES .....	25
<b>3. CONCLUSION</b> .....	<b>28</b>
<b>4. ANNEXES</b> .....	<b>30</b>
4.1. La méthode de traitement des co-produits.....	30
4.2. Importations, productions et exportations de denrées alimentaires par la France.	31
4.3. Produits importés en tonnes, surfaces mobilisées et émissions par région .....	33

## RÉSUMÉ (1/2)

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<sup>1</sup>)
- L'empreinte sol et la localisation de la production des denrées alimentaires importées par la France (Partie 2, ce rapport).

Ici, nous avons cartographié l'origine des produits agricoles et agroalimentaires importés et évalué les surfaces agricoles nécessaires à leur production et les émissions de GES associées. Cette analyse porte sur les catégories de produits agricoles dont les importations représentent plus de 5% de l'offre disponible en France (production domestique + importations), soit au total 19 Mt de produits en équivalent brut. Les céréales, lait et produits laitiers notamment, ne sont pas inclus. Ces importations ne sont pas destinées seulement à l'alimentation des ménages français. Comme c'est le cas pour la production domestique, une partie peut être réexportée, utilisée comme carburant ou d'autres usages. **L'alimentation animale (4,5 Mt), les fruits (4,4 Mt), les légumes et pommes de terre (4,4 Mt) figurent parmi les tonnages importés les plus élevés** ; chacune de ces trois catégories représentant de l'ordre d'un quart des importations considérées dans cette étude. 3 Mt de tourteaux de soja sont importés ainsi que 0,8 Mt de tourteaux de tournesol (soit la moitié de l'offre de ce produit disponible en France). Les importations de jus d'agrumes sont aussi très élevées avec 1,9 Mt importées en équivalent fruit brut. **Sur les 19 Mt de produits considérés dans cette étude, près de 50% sont d'origine européenne.** La viande, les légumes, le sucre, les tourteaux de colza, les huiles de colza et d'olive, proviennent majoritairement d'Europe. Plus de la moitié des fruits dont les jus viennent de pays extra-européens, l'essentiel des tourteaux de tournesol, et sans surprise la quasi-totalité des tourteaux et graines de soja, huile de palme et stimulants (café, cacao, thé).

**La production de l'ensemble des importations considérées nécessite près de 12 Mha.** Les importations de viande et de cacao mobilisent une part importante des surfaces agricoles, respectivement 4,8 Mha et 1,7 Mha. La production d'huiles occupe 2 Mha et les tourteaux 1,6 Mha. Les fruits et légumes mobilisent 0,7 Mha et le café près de 0,6 Mha.

Les émissions de gaz à effet de serre liées à la production des denrées importées s'élèvent à 18,7 MtCO<sub>2</sub>eq. La production de viande importée est à l'origine de 13,3 MtCO<sub>2</sub>eq, dont 7,1 pour la viande bovine. La viande représente ainsi 8% des importations en tonnes, 40% des surfaces mobilisées et 71% des émissions issues de la production des denrées importées. Il apparaît clairement que pour la viande, l'enjeu principal en termes d'émissions porte bien sur les émissions à la production et les émissions liées au changement d'usage des sols, comme nous le verrons dans le point suivant, et relativement moins sur les transports. Par contre, pour les produits végétaux, les lieux de production, la demande de transport et le mode de transport vont peser fortement sur l'empreinte carbone totale du produit, relativement plus que les émissions liées à la production.

En cohérence avec l'approche en terme d'empreinte retenue dans cette partie de l'étude, les émissions de gaz à effet de serre liées à un changement d'usage des sols sont évaluées sur la base du remplacement de la végétation naturelle propre à chaque territoire par chaque type de production agricole. L'huile de palme est associée à des émissions par hectare importantes, 70 tCO<sub>2</sub>/hectare, en raison d'un remplacement de forêt équatoriale et de tourbières. Les produits tropicaux, cacao et café par exemple sont autour de 30 tCO<sub>2</sub>/hectare car ils remplacent de la forêt tropicale humide. Le soja puis les produits tempérés sont associés à des valeurs plus faibles, vers 20 tCO<sub>2</sub>/hectare tandis que l'huile d'olive, cultivée sur des terres semi-arides est la plus basse autour de 10 tCO<sub>2</sub>/hectare.

---

---

## RÉSUMÉ (2/2)

Les émissions annuelles de GES liées au changement d'usage des sols s'élèvent au total à 205 MtCO<sub>2</sub>eq soit dix fois plus que les émissions de la production agricole elle-même. Les productions de viande de ruminants sont les plus émissives, plus de 100 tCO<sub>2</sub>eq par tonne de produit en raison des besoins importants de terre à la fois pour les pâtures et pour les concentrés. L'huile d'olive est également assez émissive (54 tCO<sub>2</sub>eq par tonne) du fait de taux d'extraction d'huile et des rendements faibles, et ce malgré des émissions par unité de surface relativement faibles. L'huile de palme, en revanche, grâce à un rendement très élevé compense plutôt bien les émissions par unité de surface très importantes (19 tCO<sub>2</sub>eq par tonne). Le coefficient d'émissions des fèves de cacao figure aussi parmi les plus élevés avec 50 tCO<sub>2</sub>eq par tonne.

Globalement, les importations des produits traités dans cette étude proviennent pour 49% de pays extra-européens. Ces importations hors Europe mobilisent 6 Mha soit 52% des surfaces mobilisées totales. Un quart de ces surfaces totales sont en Amérique latine et 14% en Afrique. Du fait des coefficients par hectare plus élevés en zone tropicale par rapport aux zones tempérées, les émissions liées au changement d'usage des sols des produits d'origine extra-européenne pèsent de manière plus importante dans les émissions totales (56%) que le rapport des quantités (49%).

# 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 CECAM<sup>2</sup> établies à partir des données de consommation alimentaires des français recueillies dans la base de données INCA 2<sup>3</sup> 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 comprise<sup>4</sup>), 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 car les méthodologies différentes et 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 (Partie 1<sup>1</sup>);
- 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.

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.

*NB : Les numéros de figures et tableaux s'enchaînent entre les deux rapports (partie 1 et 2)*

---

<sup>1</sup> Barbier et al. 2020. Empreintes sol, énergie et carbone de l'alimentation, partie 1 : Empreintes de régimes alimentaires selon les parts de protéines animales et végétales. 34p.

<sup>2</sup> 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>

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

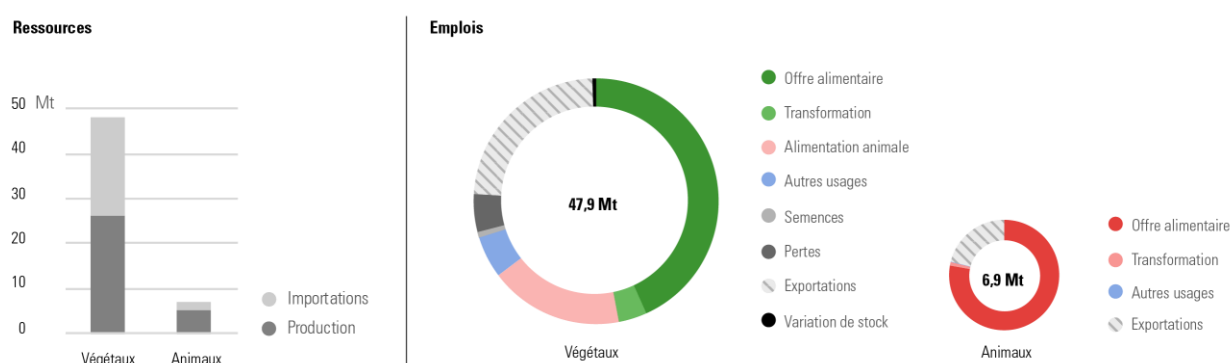
<sup>4</sup> Barbier et al., ibid, 2019.

## 2. Evaluation des surfaces agricoles nécessaires à la production de denrées agricoles et alimentaires importées et émissions de GES associées

### 2.1. Introduction

L'approche développée ici est une approche en termes d'offre de produits agricoles qui contribuera à satisfaire la consommation alimentaire des ménages. Cette offre est constituée par les importations de denrées agricoles et agroalimentaires par la France d'une part et par sa production domestique d'autre part. Ces ressources seront ensuite éventuellement transformées, serviront à l'alimentation animale, seront consommées par la population, ou encore seront exportées (Figure 12, produits sélectionnés dans cette étude cf §2.2.1). Les résultats qui sont présentés dans cette analyse ne se limitent donc pas aux importations qui sont destinées uniquement à la consommation alimentaire de la population métropolitaine. Elles ne sont donc pas comparables directement avec l'exercice présenté en première partie de cette étude<sup>5</sup>. Des diagrammes de flux seraient nécessaires pour évaluer les tonnages réels de denrées importées destinées *in fine* à la consommation alimentaire française afin d'écartier les autres usages (exports, usage carburant, autres).

Figure 12. Bilan Emplois-Ressources FAO des produits sélectionnés (en tonnes, moyenne annuelle 2012-2013)



### 2.2. Méthode d'évaluation des quantités de produits agricoles importés et de leurs pays et zone d'origine

#### 2.2.1. Les produits analysés

La première étape consiste à cartographier les importations françaises de denrées agricoles et alimentaires afin d'en déterminer le pays producteur. Pour cela, les données de commerce bilatéral de la FAO sont utilisées. Elles sont fournies par produit détaillé (dits produits SUA, Supply Utilization Accounts), dont des produits agricoles et des produits de première transformation (oranges et jus d'orange par exemple). Les données retenues sont celles des années 2012-2013, années les plus récentes pour lesquelles nous disposons des bilans FAO et des statistiques sur les trafics nationaux et internationaux de marchandises utilisées dans le projet CECAM<sup>6</sup> et dans le futur projet SISAE. Les produits considérés sont les produits agricoles les plus importants dans les importations françaises et dont les importations dépassent 5% de l'offre disponible sur le territoire national (*tableau détaillé en annexe 4.2*). Ainsi, les

<sup>5</sup> Barbier et al. 2020. Empreintes sol, énergie et carbone de l'alimentation, partie 1 : Empreintes de régimes alimentaires selon les parts de protéines animales et végétales. 34p

<sup>6</sup> BARBIER C., COUTURIER C., POUROUCHOTTAMIN P., CAYLA J-M, SYLVESTRE M., PHARABOD I., L'empreinte énergétique et carbone de l'alimentation en France / Energy and carbon footprint of food in France, Club Ingénierie Prospective Energie et Environnement, Paris, IDDRI, 24p. Janvier 2019.



céréales, le lait et les produits laitiers, ne sont pas considérés ; la part importée est faible et elle provient le plus souvent de pays limitrophes dont les systèmes agricoles et les émissions associées sont proches de leurs équivalents français. Par ailleurs, la plupart des produits transformés n'ont pas pu être traités dans cette analyse. Ainsi pour les fruits, seuls les jus d'agrumes et de pommes sont considérés. Les tonnages de fruits et de légumes transformés sont donc partiels, nous fournirons des précisions dans la présentation des résultats. Enfin les données FAO ne prennent pas en compte les importations des Régions et Territoires d'Outre-Mer françaises. Des produits importés tels que les bananes, ne sont donc pas considérés à ce stade, qu'ils proviennent des RTOM ou du reste du monde.

Dans les bases de données de commerce bilatéral de la FAO, les quantités de produits SUA sont réelles (tonnes de jus d'orange concentré par exemple). Pour les besoins de l'analyse et évaluer les surfaces et émissions de GES associées, elles sont converties en équivalent produit « brut », les produits « Commodity Balance » avec des coefficients représentatifs mondiaux, provenant des « Items Trees » de la FAO [FAO, 1996]. Ces produits sont toujours moins transformés que les produits SUA détaillés, ce sont des produits primaires, par exemple des équivalent orange fruit pour le jus ou des équivalent grain pour les céréales, mais aussi des produits dérivés, par exemple les tourteaux ou le sucre brut. Ce sont ces tonnages en produit brut qui sont présentés dans les parties suivantes. Les quantités que nous obtenons à partir du commerce en produit détaillés sont généralement concordants<sup>7</sup> avec les données des bilans FAO qui sont, elles, en produits bruts.

### 2.2.2. Les pays producteurs

Les pays producteurs sont identifiés avec une méthodologie identique à celle employée dans le projet CECAM. Afin d'éviter de considérer des plaques tournantes du commerce international comme des pays producteurs, les pays producteurs sont estimés généralement à l'ordre 2. Les bilans alimentaires des pays exportateurs partenaires de la France (ordre 1) fournissent la part des denrées produites dans le pays et la part importée. Pour celle-ci, nous remontons aux pays exportateurs d'ordre 2. Si un pays exportateur d'ordre 2 n'est pas producteur de la denrée considérée, les principaux pays exportateurs d'ordre 3 (totalisant la majorité des exportations) sont retenus.

Pour obtenir les parts produites et les parts importées qui doivent venir des pays exportateurs d'ordre supérieur, les bilans FAO sont utilisés. Ces données sont fournies en produits bruts. Nous faisons l'hypothèse que les coefficients de partage entre importations et productions sont les mêmes pour tous les produits SUA de la catégorie de produit brut correspondante.

Les partenaires exportateurs ayant des parts trop faibles (< 0,05% à l'ordre 1 et < 1% à l'ordre 2) dans les importations totales de la denrée considérée sont écartés de l'analyse.

### 2.2.3. Les réimportations

Pour les produits dont la France est également productrice, deux cas de figure peuvent apparaître :

- Des échanges croisés peuvent avoir lieu notamment avec des pays européens souvent limitrophes (pommes de terre, betteraves à sucre, viande, etc.)
- Des produits transformés peuvent être importés par la France, alors que le pays partenaire exportateur avait importé et transformé des produits bruts de France. Ce phénomène ne peut être tracé si ces produits font partie de la même catégorie dans les bilans FAO.

Par conséquent, une fraction des importations françaises peut apparaître comme provenant de France, le plus souvent inférieure à 5% (voir *tableau détaillé en annexe 4.2*).

Ne pouvant identifier la part exacte de ces importations pouvant être de réelles réimportations et celle qui provient de la méthode d'évaluation adoptée, nous avons fait le choix de les redistribuer au prorata des importations en provenance des pays partenaires aux ordres 1 et 2.

---

<sup>7</sup> Des écarts sont constatés sur l'huile de palme (28%) et les autres huiles dont le périmètre peut diverger ; le riz et le sucre (15 à 17%) ou encore le cacao (18%).

## **2.3. Méthode d'évaluation des surfaces et émissions de GES**

### **2.3.1. Une méthode basée sur un choc de demande**

Le principe du calcul de ces surfaces et émissions est de modéliser l'effet d'une demande additionnelle de produit en terme d'émissions de GES et d'usage des sols. La plate-forme de modélisation GlobAgri est utilisée pour ce calcul, avec un profil particulier GlobAgri-SISAE. Cette plate-forme a été utilisée pour la quantification de la prospective INRA CIRAD Agrimonde-Terra (Le Mouél et al., 2018a) et pour le rapport du WRI (Searchinger et al., 2019).

Dans le projet CECAM, nous avons utilisé des coefficients d'émission pour la production venant de la littérature, produit par produit, chaque produit étant pris isolément, avec des règles d'affectation. Ici, la modélisation se fait sous forme d'un choc de demande de produit, c'est-à-dire qu'une augmentation de la demande d'un produit est simulée et comparée avec une situation de référence. On évalue les coefficients d'impacts de cette demande additionnelle. Cette méthode a plusieurs avantages. Tout d'abord la même méthode est appliquée pour tous les pays et produits, ce qui permet d'avoir une certaine homogénéité. Ensuite les interactions entre pays sont prises en compte, par exemple quand un pays importe une partie de son offre, ou entre produits, par exemple quand une augmentation de l'offre de légumineuses permet d'avoir plus d'azote fixé non utilisé par les légumineuses mais utilisées par la culture suivante dans la rotation.

Au niveau des régions des pays partenaires déterminées section 2.2, et à l'échelle des produits bruts ou d'agrégats de produits bruts, les quantités offertes sont traduites en production et en importation en utilisant la part des importations dans la demande totale. Pour déterminer les coefficients d'usage des sols et d'émission, l'année utilisée comme référence est 2010 (une moyenne 2009-2011), 2011 étant la dernière année sur laquelle une balance d'azote est disponible.

De façon générale, la méthodologie utilisée ici correspond à celle utilisée dans Searchinger et al. (2019), et pour les émissions de production hors élevage à celle utilisée pour Searchinger et al. (2018). Pour l'élevage les besoins, productions et émissions de GES viennent de Herrero et al. (2013). L'ensemble de la méthodologie est détaillé en *annexe 4.1* de ce rapport, nous ne présentons ici que les points principaux.

### **2.3.2. Sources et méthode concernant l'élevage**

Les données sur l'élevage proviennent de Herrero et al. (2013), centrées sur l'année 2000. Les productions et têtes de bétail sont projetées sur les pays en utilisant les surfaces de pâtures par système pour les ruminants et les productions par système pour les monogastriques. Les productions, les têtes de bétail et les quantités d'aliments pour animaux présents dans FAOSTAT sont remis à l'échelle sur les données FAOSTAT des pays pour les différentes années, en gardant les parts de systèmes de Herrero et al. (2013), les besoins en herbe et les coefficients d'émission. Les rendements de prélèvement de l'herbe sont des rendements apparents, obtenus en divisant les besoins en herbe pour chaque système par les surfaces de pâtures associées à ce système. Toutes les surfaces de pâtures permanentes sont supposées utilisées par le bétail, même si les densités peuvent être faibles.

Une autre hypothèse sur les systèmes ruminants concerne les systèmes arides. Les surfaces des systèmes arides sont considérées comme étant fixes, ne pouvant être occupées que par des prairies permanentes, utilisables et utilisées uniquement par les ruminants. Lorsque la production de produits ruminants change, ce sont uniquement les systèmes tempérés et humides qui s'ajustent.

### **2.3.3. Usage des sols**

Les surfaces cultivées (surfaces physiques) nécessaires pour un niveau de production donné sont obtenues, pour les cultures, en prenant à la fois en compte le rendement récolté de FAOSTAT et un coefficient d'intensité culturale par pays obtenu en faisant le rapport entre les surfaces récoltées totales sommées sur toutes les cultures et les surfaces cultivées reportées dans FAOSTAT. Les potentialités de cultures multiples, les contraintes sur les mises en jachères et la présence de surfaces non utilisables (infrastructures, rochers, cours d'eaux...) ne sont donc pas imputées à certaines cultures. Pour les pâtures, un rendement apparent par système est utilisé, comme décrit précédemment.

### 2.3.4. Émissions liées aux changements d'usage des sols

Les émissions liées aux changements d'usage des sols proviennent de l'analyse de Fabien Ramos (Joint Research Centre - European Commission). À partir d'images satellites des évolutions récentes des usages des sols, le type de végétation remplacée par les différentes cultures est déterminé. Ensuite les émissions sont calculées en utilisant les stocks de carbone de la Commission Européenne (2010) par type de végétation pour la biomasse aérienne et l'hypothèse classique de déplétion de 25% du carbone du sol sur 1 mètre pour les changements de carbone dans le sol.

Comme l'usage des pâtures est déterminé par les besoins des ruminants, les surfaces de pâtures doivent rester inchangées malgré le changement d'usage des sols. Les changements d'usage remplaçant des pâtures sont donc prolongés par le remplacement par les pâtures d'autres types de végétation. Ceci revient à avoir, in fine, un remplacement de végétation naturelle non herbacée par tout changement de surface que ce soit des cultures ou des pâtures.

Les émissions de changement d'usage des sols ont lieu une fois pour toute. Pour pouvoir les comparer avec les émissions de production ayant lieu annuellement, il est classique d'utiliser un coefficient d'amortissement. Pour déterminer la valeur de ce coefficient et lui donner un sens, on utilise un formalisme économique classique, en calculant les émissions annuelles reproduites sur un temps infini correspondant à la même somme actualisée de valeur carbone que le changement d'usage des sols.

Pour simplifier, on suppose que tout le changement a lieu la première année, ce qui implique un calcul des émissions annuelles équivalentes de changement d'usage du sol égales au changement de stock de carbone multiplié par la valeur du taux d'escompte. Avec un taux d'escompte de 5% on retrouve un facteur d'amortissement de 20, par exemple, mais un taux plus faible donnerait moins de poids aux émissions liées aux changements d'usage des sols.

Cette méthode de calcul des émissions liées au changement d'usage des sols est un peu différente de la méthode de l'IPCC pour les inventaires d'émissions de GES. En effet, chaque surface associée à une unité consommée et produite est associée aux émissions de remplacement de la végétation naturelle non herbacée correspondante. Avec la méthode de l'IPCC, seuls les changements d'usages des sols récents sont pris en compte, ce qui est cohérent avec une logique d'inventaire. Dans l'approche en terme d'empreinte considérée ici, il est plus pertinent de considérer que chaque unité demandée nécessite un remplacement de végétation naturelle. On peut d'ailleurs interpréter ces émissions associées à la consommation en terme de dynamique de deux façons différentes, soit comme du remplacement de végétation naturelle qui ne serait pas nécessaire si cette demande n'était pas présente ou comme la possibilité d'avoir une déprise agricole qui laisse place à la végétation naturelle en quelques décennies, sans aucun besoin d'intervention humaine si cette demande venait à disparaître.

### 2.3.5. L'agrégation des pays par région

Nous avons défini une agrégation de pays à 19 régions avec la France séparée, en faisant l'hypothèse que ces régions sont assez homogènes pour que les pays aient les coefficients d'émission et d'usage des sols similaires.

Tableau 16 : Liste des régions considérées dans GlobAgri

Afrique du Sud
Reste de l'Afrique du Sud
Afrique du Nord et Moyen Orient
Afrique de l'Ouest
Afrique de l'Est
Amérique Centrale et Caraïbes
Reste de l'Amérique du Sud
Brésil
Canada et États Unis
CEI en 1993
Chine
Europe Nord et Ouest
Europe Sud
Europe Est
France
Inde
Sud de l'Amérique du Sud (Argentine, Chili, Paraguay, Uruguay)
Reste de l'Océanie, Malaisie et Singapour
Reste de l'Asie
Corée du Sud, Japon, Australie et Nouvelle Zélande

### 2.3.6. Produits dérivés

Les produits bruts dérivés, tourteaux, sons, huiles, sucres, boissons alcoolisées, sont mis en équivalents produits primaires. Pour la production, les produits sources sont obtenus en mettant en correspondance les productions de produits dérivés avec l'usage « Transformation » du bilan de FAOSTAT en utilisant les coefficients de transformations de FAO (1996) et en considérant que la part des produits transformés utilisés pour produire un produit dérivé est proportionnel à l'usage « Transformation ». Lorsqu'il y a des co-produits, une imputation énergétique est utilisée pour affecter les produits dérivés aux produits primaires. Les coefficients de contenu énergétique proviennent de la FAO, s'appliquant aux produits détaillés SUA, avec quelques modifications pour être plus cohérent avec les coefficients de transformation et les disponibilités alimentaires (*cf annexe 4.3*). Ils sont agrégés en produits bruts en utilisant la proportion des produits détaillés dans les produits bruts, par pays ou au niveau mondial. Pour les importations, les sources de produits primaires des exportateurs nets sont utilisées. Pour les exportations, les sources de la production et des importations sont utilisées en fonction de leurs parts. Les sources de produits primaires des usages sont obtenues par différence.

### 2.4. Tonnages de produits importés

Les produits importés sont exprimés en équivalent brut, données sur lesquelles s'appliqueront les coefficients de surface et d'émissions de GES. Le total des importations de produits considérés dans cette étude est de plus de 19 Mt eq brut. La part des importations est le tonnage importé rapporté à l'offre sur le territoire métropolitain, importations et production domestique.

Tableau 17 : Tonnages importés en tonne équivalent brut, moyenne annuelle 2012-2013

Catégorie	Code Matrices du commerce	Produits	Part des importations	Tonnages importés
Huiles	271	Huile de colza	11%	239 796
Huiles	268	Huile de tournesol	25%	194 058
Huiles	237	Huile de soja	60%	160 046
Huiles	340, 1242	Autres huiles	82%	158 165
Huiles	261	Huile d'olive	96%	114 790
Huiles	257	Huile de palme	100%	455 354
Huiles	244	Huile d'arachide	100%	22 212
Tourteaux et graines	272	Tourteaux de colza	16%	494 500
Tourteaux et graines	269	Tourteaux de tournesol	53%	825 859
Tourteaux et graines	236	Graines de soja	85%	587 657
Tourteaux et graines	238	Tourteaux de soja	88%	3 159 029
Sucre et riz	162, 164, 167, 168	Sucre, équivalent brut	10%	605 018
Sucre et riz	28, 31, 32	Riz, equivalent paddy	88%	625 017
Légumes	176, 181, 191, 201, 187	Légumineuses	11%	101 886
Légumes	116, 117, 118	Pommes de terre	21%	1 706 929
Légumes	28 items	Légumes	42%	2 705 329
Fruits et jus	515	Pommes fraîches	27%	223 035
Fruits et jus	518, 519	Jus de pommes	27%	371 872
Fruits et jus	14 items	Fruits, autres	68%	1 053 345
Fruits et jus	490, 497, 507	Agrumes frais	99%	690 830
Fruits et jus	491, 498, 509, 513, 492, 510, 514	Jus d'agrumes	99%	1 950 314
Fruits et jus	574	Ananas	100%	102 758
Viandes	1058, 1061, 1069, 1073, 1081	Volaille	20%	411 021
Viandes	867, 870, 875	Bœuf	21%	388 844
Viandes	1035, 1038, 1041, 1042	Porc	22%	537 304
Viandes	977, 1017	Mouton et chèvre	46%	105 135
Stimulants	661, 662, 664, 665, 667	Fèves de cacao	100%	706 232
Stimulants	656, 657, 659	Café	100%	441 437
Stimulants	667, 671, 672	Thé	100%	21 507

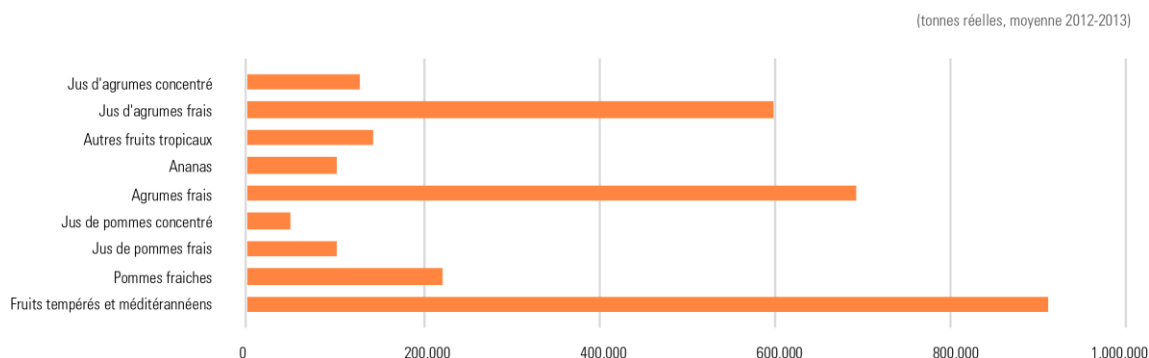
NB : Les postes grisés sont ceux dont les tonnages importés sont supérieurs à 1 Mt.

L'alimentation animale, les fruits, légumes et pommes de terre, figurent parmi les tonnages importés les plus élevés.

Plus de 3 Mt de tourteaux de soja ont été importées en moyenne annuelle en 2012-2013, soit 88% de l'offre en France. Le total des tourteaux importés, tous types confondus, était de près de 4,5 Mt. S'ajoutent à cela les tourteaux issus de la transformation des graines de soja en France (587 kt importées) et une large part des légumineuses (pois notamment) qui vont également à l'alimentation animale. Les tourteaux de colza sont très majoritairement produits en France, seulement 16% sont importés. Par contre 53% de l'offre de tourteaux de tournesol sont importés. L'ensemble de ces produits constitue donc plus d'un quart des importations considérées dans cette étude.

Les fruits figurent également parmi les importations les plus importantes (4,4 Mt en équivalent brut). 27% des pommes, dont celles transformées en jus, sont importés. Par contre, les autres fruits, méditerranéens, tempérés, ou bien sûr tropicaux sont majoritairement importés. Notons que certains produits n'ont pu être traités. En effet, les bananes dont les importations en provenance des régions et territoires d'outre-mer ne figurent pas dans les statistiques de la FAO. FranceAgriMer indique que les ventes annuelles en France sont de l'ordre de 500 kt, mais nous ne disposons pas des pays et territoires producteurs. Seuls les jus d'agrumes et de pommes ont été retenus de fait de leur importance, et non le reste des fruits transformés. Les tonnages réels transportés sont inférieurs aux tonnages en produit primaire puisqu'une large part des importations de fruits sont des jus de fruits frais ou concentrés, dont les coefficients sont de l'ordre de 0,6 pour les jus de fruits frais et 0,2 pour les jus concentrés par rapport au poids des fruits bruts. Les tonnages réels détaillés sont présentés dans la figure 13.

**Figure 13. Importations de fruits et jus de fruits**



Les tonnages de légumes et de pommes de terre s'élevaient à 4,4 Mt/an. Ce chiffre est sous-évalué de l'ordre d'1 Mt si on le compare aux données des bilans alimentaires de la FAO, du fait en partie de produits transformés non pris en compte.

Les importations de viande en équivalent carcasse étaient de 1,4 Mt/an, elles représentent de 20% à 22% de l'offre sur le territoire à l'exception de la viande ovine et caprine dont les importations représentent 46% de l'offre.

Les tonnages d'huiles importées étaient de 1,3 Mt/an, mais une partie est utilisée comme carburant, notamment l'huile de palme et l'huile de colza pour 77% de l'offre, et la catégorie composite « Autres huiles » pour 24%. Les taux importés sont très variables selon les produits, les huiles de colza et tournesol sont principalement produites en France. Les importations d'huile d'olive sont également importantes (115 kt), soit 96% de l'offre.

Plus d'1Mt de stimulants (fèves de cacao, café, thé) en équivalent brut sont importés. Sur les 700 kt d'éq. fèves de cacao, les fèves brutes ne représentent que 18% du total. Ces importations se font sous forme de produits finis à base de chocolat (21%), beurre ou pâte de cacao (41%) ou poudre de cacao (20%).

### 50% des importations proviennent de pays extra-européens

La carte et le graphique en page suivante montrent l'importance relative des importations par région mondiale et par catégorie pour l'ensemble des produits importés considérés dans cette étude. 9,1 Mt de denrées proviennent d'Europe sur les 19 Mt eq brutes totales, soit moins de 50%.

5,2 Mt proviennent d'Amérique latine, dont plus de 3 Mt de tourteaux, graines ou huile de soja et 1,2 d'agrumes sous forme de jus. On importe également de cette région des fruits tropicaux, en majorité des ananas du Costa Rica, du sucre de canne, du café et du cacao. La France importe aussi des pommes et d'autres fruits tempérés ou méditerranéens du Chili, Brésil, d'Argentine ou encore d'Amérique Centrale. Elle importe de la viande bovine principalement du Brésil, Argentine et Uruguay, et des volailles du Brésil. De l'huile de palme est enfin importée d'Amérique centrale.

L'Asie exporte vers la France 1,3 Mt de produits agricoles. Ce chiffre inclut les importations d'huile de palme (423 kt) d'Indonésie et Malaisie, dont les trois quarts sont utilisés comme carburant. Nous importons du riz d'Inde, Thaïlande et Cambodge notamment, du café du Vietnam, du thé de Chine et autres pays, mais également 262 kt de tourteaux de soja essentiellement d'Inde. Nous importons enfin 23kt de viande ovine et caprine de Nouvelle-Zélande et d'Australie, soit près du quart de nos importations de ce type de viande.

Les 911 kt de denrées en provenance d'Afrique sont composées de cacao (Côte d'Ivoire, Ghana, Cameroun), de fruits, café, thé, légumineuses et huile d'arachide.

La France importe d'Ukraine et de Russie des tourteaux de tournesol (622 kt), de l'huile de tournesol et de l'huile de soja.

## Figure 14 : Origine, surfaces mobilisées et émissions de GES des importations françaises

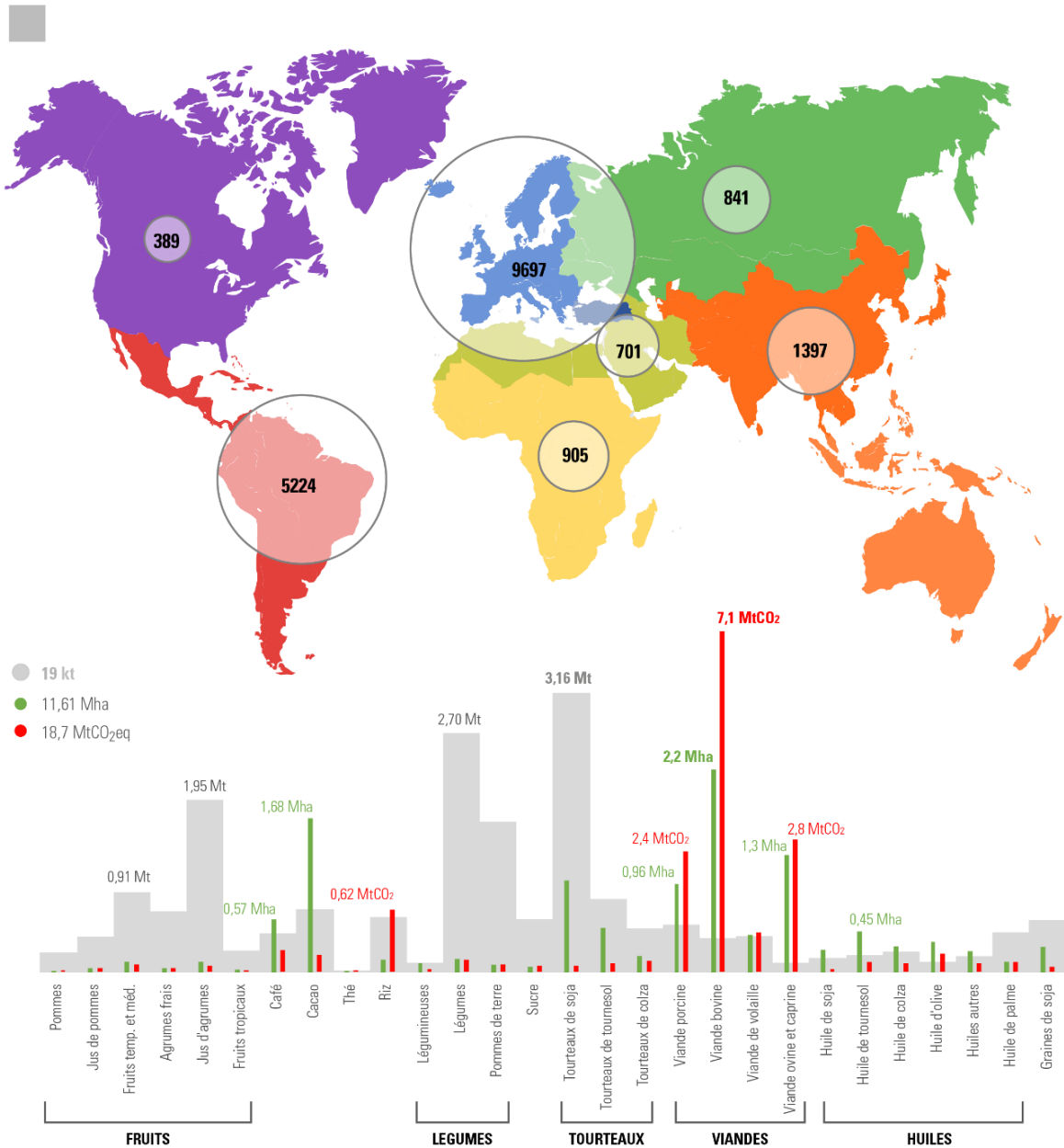
Sélection de produits agricoles et alimentaires détaillée page ci-contre

### Origine

Les tonnages importés sont présentés par pays lorsque celui-ci représente plus de 5% des importations du produit considéré. Le reste des importations de la région est cumulé et indiqué sous le nom de celle-ci.

Am.S-C	Am.N	EUR	CEI	AF.N-MO	AF-S-C	Asie
BRA (Brésil)	USA (États-Unis)	POL (Pologne)	UKR (Ukraine)	TUN (Tunisie)	CIV (Côte d'Ivoire)	CHN (Chine)
ARG (Argentine)	CAN (Canada)	DEU (Allemagne)	RUS (Russie)	MAR (Maroc)	CMR (Cameroun)	IDN (Indonésie)
COL (Colombie)	Am.N... (autres)	NDL (Pays-Bas)	CEI... (autres)	AF.N-MO... (autres)	GHA (Ghana)	IND (Inde)
HDN (Honduras)		BEL (Belgique)			KEN (Kenya)	KHM (Cambodge)
NIC (Nicaragua)		IRL (Irlande)			SEN (Sénégal)	LKA (Sri Lanka)
PRY (Paraguay)		GBR (Royaume-Uni)			GMB (Gambie)	MYS (Malaisie)
AM.S-C... (autres)		ITA (Italie)			AF-S-C... (autres)	THA (Thaïlande)
		ESP (Espagne)				VNM (Vietnam)
		EUR... (autres)				Asie... (autres)

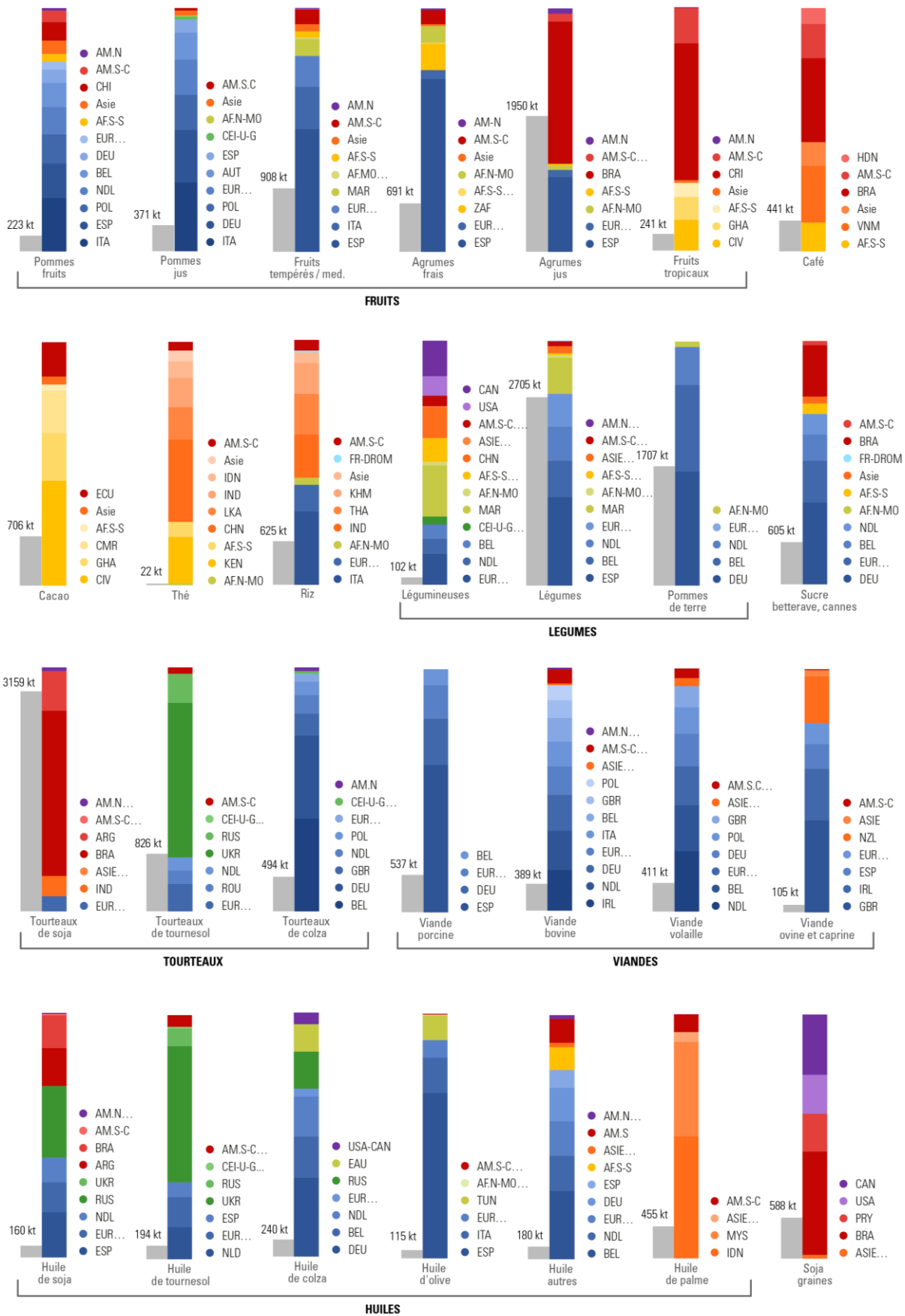
### Tonnes importées en France



**Tonnes** Surfaces agricoles **Emissions de GES** (Emissions de GES au stade de la production agricole en MtCO<sub>2</sub>eq/tonne de produit.)

Figure 15. Distribution des tonnages par région et par produit

Tonnes importées en France





Les importations d'Afrique du Nord et Moyen Orient s'élèvent à 695 kt. Il s'agit principalement de légumes, fruits, légumineuses provenant du Maroc. Des agrumes proviennent également de Tunisie, Egypte ou Israël. Des pommes de terre sont importées d'Israël (35kt).

L'Amérique du Nord exporte vers la France des graines de soja, des tourteaux de soja, du jus d'agrumes, des légumineuses (lentilles et haricots secs).

Les fruits, légumes et pommes de terre, représentent près des trois quarts des 9,1 Mt d'importations intra-européennes, soit 6,8 Mt en équivalent brut.

Une part importante des fruits et légumes provient d'Espagne, à laquelle s'ajoutent l'huile d'olive et la viande porcine. L'essentiel des importations de viande vient d'Europe, soit 1,4 Mt. La France importe également 41% du riz des pays du Sud de l'Europe, notamment 30% d'Italie. Du sucre de betteraves, des tourteaux de colza, de l'huile de colza (dont les ¾ pour un usage carburant) sont également importés d'Europe.

## 2.5. Surfaces et émissions de GES

Les importations de viande et de cacao mobilisent une part importante des surfaces agricoles

La production de viandes importées mobilise 4,8 Mha et la production de cacao 1,7 Mha sur les 12 Mha nécessaires à l'ensemble des importations. La production d'huiles occupe 2 Mha et les tourteaux 1,6 Mha. Les fruits et légumes mobilisent 0,7 Mha et le café près de 0,6 Mha.

Les émissions de GES au stade de la production agricole des denrées importées s'élèvent à 18,7 MtCO<sub>2</sub>eq.

La production de viande importée a été à l'origine de 13,3 MtCO<sub>2</sub>eq, dont 7,1 pour la viande bovine. Ainsi la viande représente 8% des importations en tonnes, 40% des surfaces mobilisées et 71% des émissions issues de la production des denrées importées.

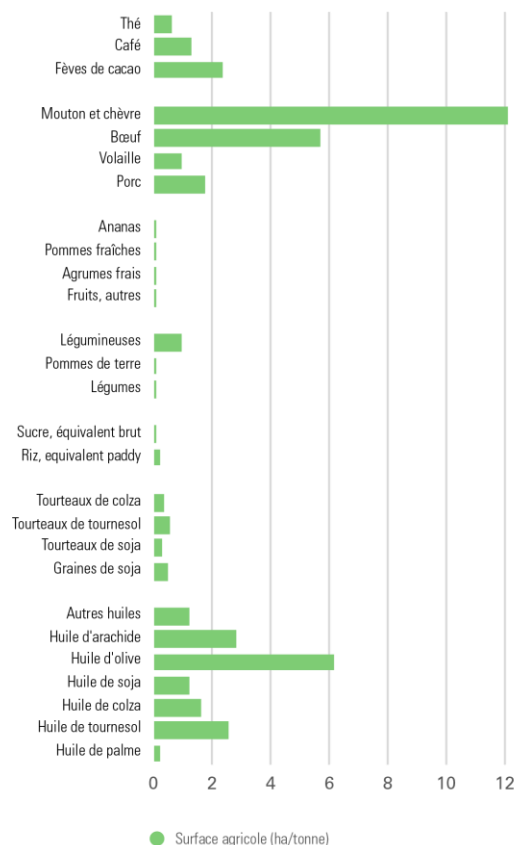
Ces évaluations sont issues des coefficients unitaires de surface et d'émissions de GES présentés dans le tableau suivant. Rappelons qu'ils proviennent de la modélisation GlobAgri présentée en première partie de ce rapport, avec une distinction par produit et selon 19 régions mondiales. Les coefficients sont ensuite pondérés par les tonnages importés en France en provenance de ces différentes régions. Pour prendre l'exemple du coefficient de surface de la production d'huile d'olive et en se référant aux graphiques de la page précédente, le coefficient de 6,18 hectares par tonne d'huile d'olive produite correspond aux rendements des plantations d'oliviers en Europe du Sud essentiellement (Espagne et Italie) et de celles d'Afrique du Nord (Tunisie).

Tableau 18 : Coefficients unitaires moyens pondérés de surface et d'émissions de GES par produit

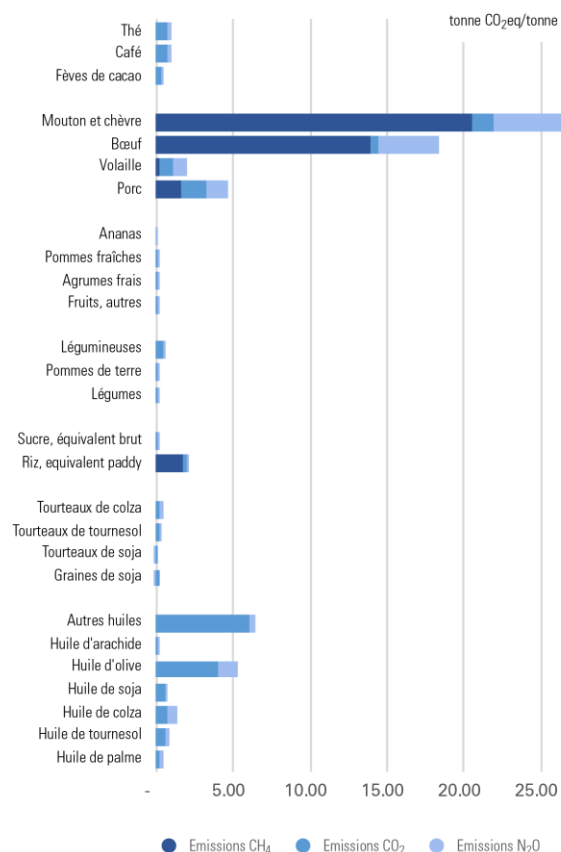
Produits	Code Matrices du commerce	Tonnages importés	Surface agricole (ha/tonne)	Emissions à la production				Emissions dues au changement d'usage des sols par an (tonnes CO <sub>2</sub> eq/tonne)
				Emissions CH <sub>4</sub> (tonnes CO <sub>2</sub> eq/tonne)	Emissions CO <sub>2</sub> (tonnes CO <sub>2</sub> eq/tonne)	Emissions N <sub>2</sub> O (tonnes CO <sub>2</sub> eq/tonne)	Emissions totales CO <sub>2</sub> eq (tonnes/tonne)	
Huile de palme	257	455 354	0,25	-	0,23	0,18	0,41	18,96
Huile de tournesol	268	194 058	2,60	-	0,61	0,22	0,83	33,98
Huile de colza	271	239 796	1,62	-	0,77	0,56	1,33	26,49
Huile de soja	237	160 046	1,23	-	0,60	0,17	0,77	21,62
Huile d'olive	261	114 790	6,18	-	4,03	1,29	5,32	54,48
Huile d'arachide	244	22 212	2,80	-	0,05	0,12	0,17	35,18
Autres huiles	340, 1242	158 165	1,20	-	6,00	0,38	1,02	19,40
Graines de soja	236	587 657	0,47	-	0,17	0,02	0,15	8,56
Tourteaux de soja	238	3 159 029	0,32	-	0,09	0,05	0,04	5,69
Tourteaux de tournesol	269	825 859	0,59	-	0,16	0,07	0,22	7,72
Tourteaux de colza	272	494 500	0,35	-	0,22	0,22	0,44	4,91
Riz, équivalent paddy	28, 31, 32	625 017	0,22	1,78	0,21	0,10	2,09	3,22
Sucre, équivalent brut	162, 164, 167, 168	605 018	0,09	-	0,09	0,09	0,19	1,40
Légumes	28 items	2 705 329	0,07	-	0,07	0,04	0,10	0,94
Pommes de terre	116, 117, 118	1 706 929	0,05	-	0,06	0,03	0,09	0,52
Légumineuses	176, 181, 191, 201, 187	101 886	0,97	-	0,47	0,06	0,53	13,41
Fruits, autres	14 items	1 053 345	0,13	-	0,11	0,06	0,17	1,83
Agrumes frais	490, 497, 507	690 830	0,07	-	0,06	0,03	0,10	0,74
Pommes fraîches	515	223 039	0,06	-	0,06	0,04	0,10	0,88
Ananas	574	102 758	0,05	-	0,03	0,02	0,04	1,14
Porc	1035, 1038, 1041, 1042	537 304	1,79	1,65	1,60	1,45	4,70	24,76
Volaille	058, 1061, 1069, 1073, 108	411 021	0,99	0,26	0,87	0,88	2,02	15,34
Bœuf	867, 870, 875	388 764	5,69	13,94	0,54	3,89	18,37	105,91
Mouton et chèvre	977, 1017	105 135	12,13	20,58	1,33	4,47	26,38	210,44
Fèves de cacao	661, 662, 664, 665, 667	706 232	2,37	-	0,33	0,18	0,51	50,14
Café	656, 657, 659	441 437	1,30	-	0,67	0,37	1,04	28,38
Thé	667, 671, 672	21 507	0,62	-	0,71	0,24	0,94	11,08

Notons également que certaines productions sont des coproduits, notamment les huiles et les tourteaux. Une imputation énergétique est utilisée pour affecter les produits dérivés aux produits primaires, et allouer les surfaces agricoles respectives aux coproduits, comme décrit au 2.3.6.

**Figure 16. Coefficients de surface agricole moyenne pondérée nécessaire à la production des denrées importées**



**Figure 17. Coefficients d'émissions de GES à la production**



## 2.6. Présentation par famille de produits

### a) Les émissions unitaires associées au trafic de denrées alimentaires

Le projet CECAM a permis d'évaluer le trafic et les émissions de CO<sub>2</sub> du transport de denrées alimentaires. Le tableau suivant indique les émissions moyennes unitaires (par t.km), pondérées selon les pays d'origine et les modes de transport. Ces émissions sont donc fortement dépendantes des parts de trafic selon les modes routier, maritime et aérien.

Ainsi pour exemple, le lait et les produits laitiers ont des émissions unitaires les plus élevées, ces produits étant transportés essentiellement par la route en France ou depuis des pays européens. Les légumes frais ou congelés arrivent en seconde position en terme d'émissions unitaires. La part maritime de 4,7% est compensée par une part élevée de trafic aérien de 12%.

Le transport des produits dont la part maritime dépasse 25% génère des émissions unitaires plus faibles, mais pour lesquelles les distances parcourues sont élevées, comme nous l'avons vu par ailleurs, puisqu'il s'agit de transports intercontinentaux en bonne partie. C'est le cas des huiles, tourteaux, poissons, stimulants ou fruits transformés. Notons que les modes maritimes et aérien réunis sont inférieurs à 50% du trafic quel que soit le produit. Les modes terrestres, essentiellement routier, sont toujours mobilisés dans tous les trajets, dans le pays d'origine ou en Europe et en France jusqu'au département d'arrivée.

Tableau 19 : Emissions unitaires du transport de denrées alimentaires

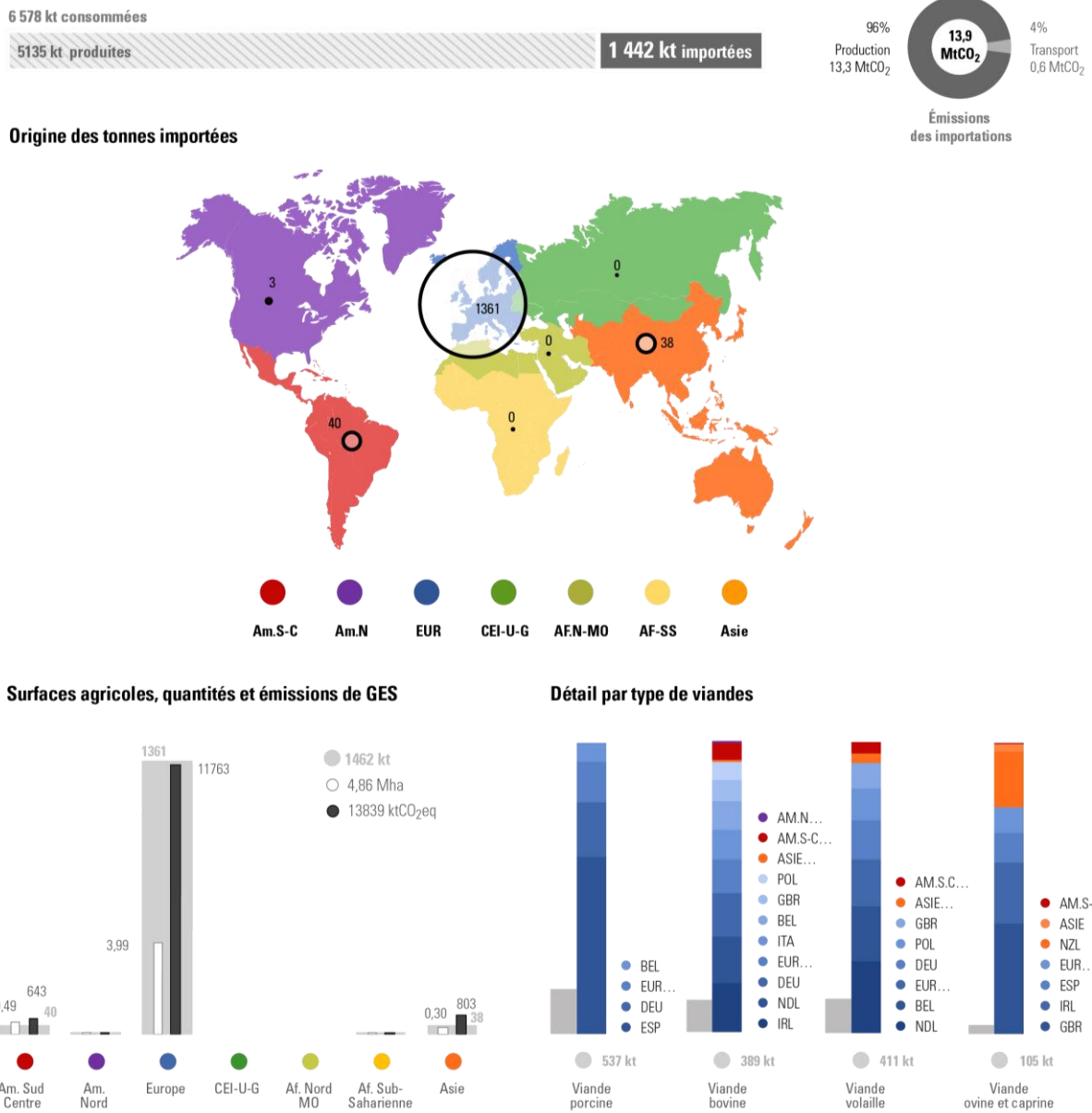
	<b>gCO<sub>2</sub>/t.km</b>	<b>Part du trafic maritime</b>	<b>Part du trafic aérien</b>
Lait et produits laitiers	235,8	1,2%	0,7%
Légumes frais ou congelés	216,5	4,7%	12,0%
Boulangerie, pâtes, etc.	209,7	1,7%	1,0%
Viande	202,8	4,4%	6,4%
Boissons	164,8	3,3%	0,3%
Fruits frais ou congelés	150,6	12,7%	9,3%
Poissons et crustacés	140,3	16,6%	36,8%
Farine, amidon	134,4	5,9%	0,3%
Légumes transformés	127,5	13,5%	2,2%
Céréales	88,5	10,8%	3,3%
Sucre	77,8	8,9%	8,4%
Fruits transformés dont jus	77,3	26,9%	0,8%
Cacao, café, thé	74,8	28,0%	1,4%
Poissons et crustacés préparés	65,1	46,5%	1,7%
Autres aliments pour animaux	54,3	20,5%	0,7%
Oléagineux, huiles	47,8	34,3%	1,0%

Source : CECAM, 2019

#### b) Les viandes

Les importations de viande représentent de 20 à 22% de l'offre sur le territoire français pour les viandes bovine, porcine et les volailles. Les importations sont de 46% pour la viande ovine. Ces importations proviennent en grande partie de pays européens, majoritairement d'Espagne pour la viande porcine, et de pays plus divers pour la viande bovine (dont Irlande, Pays-Bas, Allemagne) et la viande de volaille (Pays-Bas, Belgique, Allemagne, Pologne). Les importations extra-européennes proviennent principalement d'Amérique latine comme vu précédemment, et également d'Asie pour les volailles. La viande ovine provient majoritairement de Grande Bretagne, Irlande et Nouvelle-Zélande. Les émissions de GES pour la production de viande importée sont de 13,3 MteqCO<sub>2</sub> et de 0,5 MtCO<sub>2</sub> pour le transport (Source : CECAM, zones EU et Monde). L'enjeu majeur en terme de réductions des émissions se situe donc bien dans les quantités consommées de viande plus que dans le transport de la viande elle-même, du fait notamment des émissions de CH<sub>4</sub> par les fermentations entériques et les effluents d'élevage et de N<sub>2</sub>O provenant des apports d'azote sur les sols agricoles. Nous verrons dans le point suivant qu'à l'inverse, le transport est une source majeure d'émissions de gaz à effet de serre en ce qui concerne l'alimentation animale.

Figure 18 . Origine, surfaces et émissions des importations de viande



Les émissions de GES sont comptabilisées au stade de la production agricole en teqCO<sub>2</sub>/tonne de produit.  
Les tonnages importés sont présentés par pays lorsque celui-ci représente plus de 5% des importations du produit considéré. Le reste est cumulé et symbolisé par "..." à la suite du nom de la région.  
Codes ISO Pays : ARG : Argentine, BRA : Brésil, RUS : Russie, UKR : Ukraine, IND : Inde.

### c) Les tourteaux

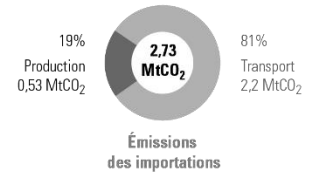
Si on tient compte des tourteaux pour l'alimentation animale, sur les 5,1 Mt importés, 3,2 Mt sont des tourteaux de soja. Ces tourteaux de soja proviennent essentiellement d'Amérique Latine et leurs émissions à la production sont de 0,13 MteqCO<sub>2</sub>. Concernant les autres tourteaux importés, les émissions à la production s'élèvent à 0,4 MteqCO<sub>2</sub>. Les émissions émises par le transport des tourteaux importés sont nettement supérieures à ceux pour la production, elles s'élèvent à 1,85 MtCO<sub>2</sub> (CECAM). Le transport pèse donc lourdement dans les émissions des tourteaux, hors émissions liées au changement d'usage des sols.

Figure 19. Origine, surfaces et émissions des importations de tourteaux

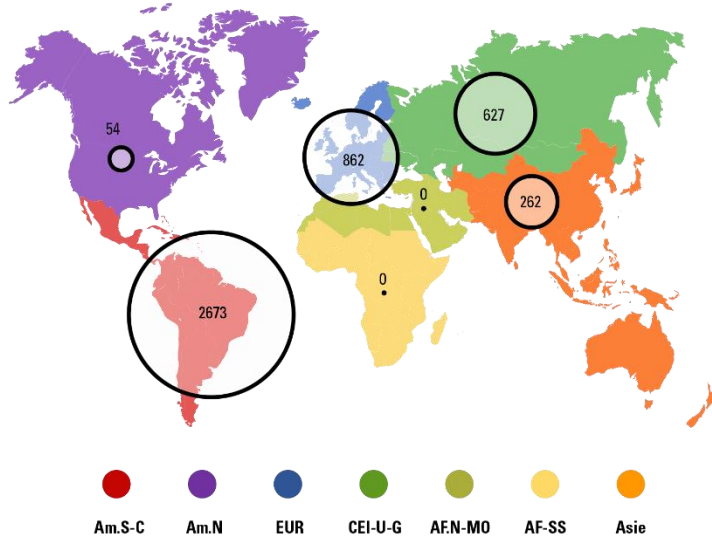
8 239 kt consommées

3 759 kt produites

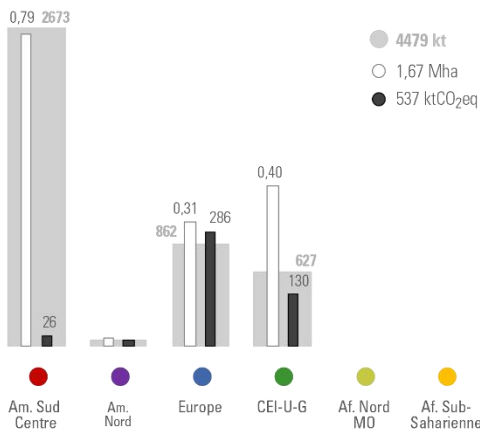
4 479 kt importées



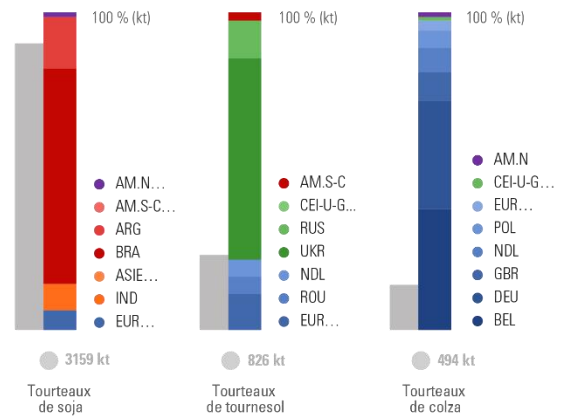
Origine des tonnes importées



Surfaces agricoles, quantités et émissions de GES



Détail par type de tourteaux



Les émissions de GES sont comptabilisées au stade de la production agricole en  $\text{tCO}_2/\text{tonne}$  de produit.

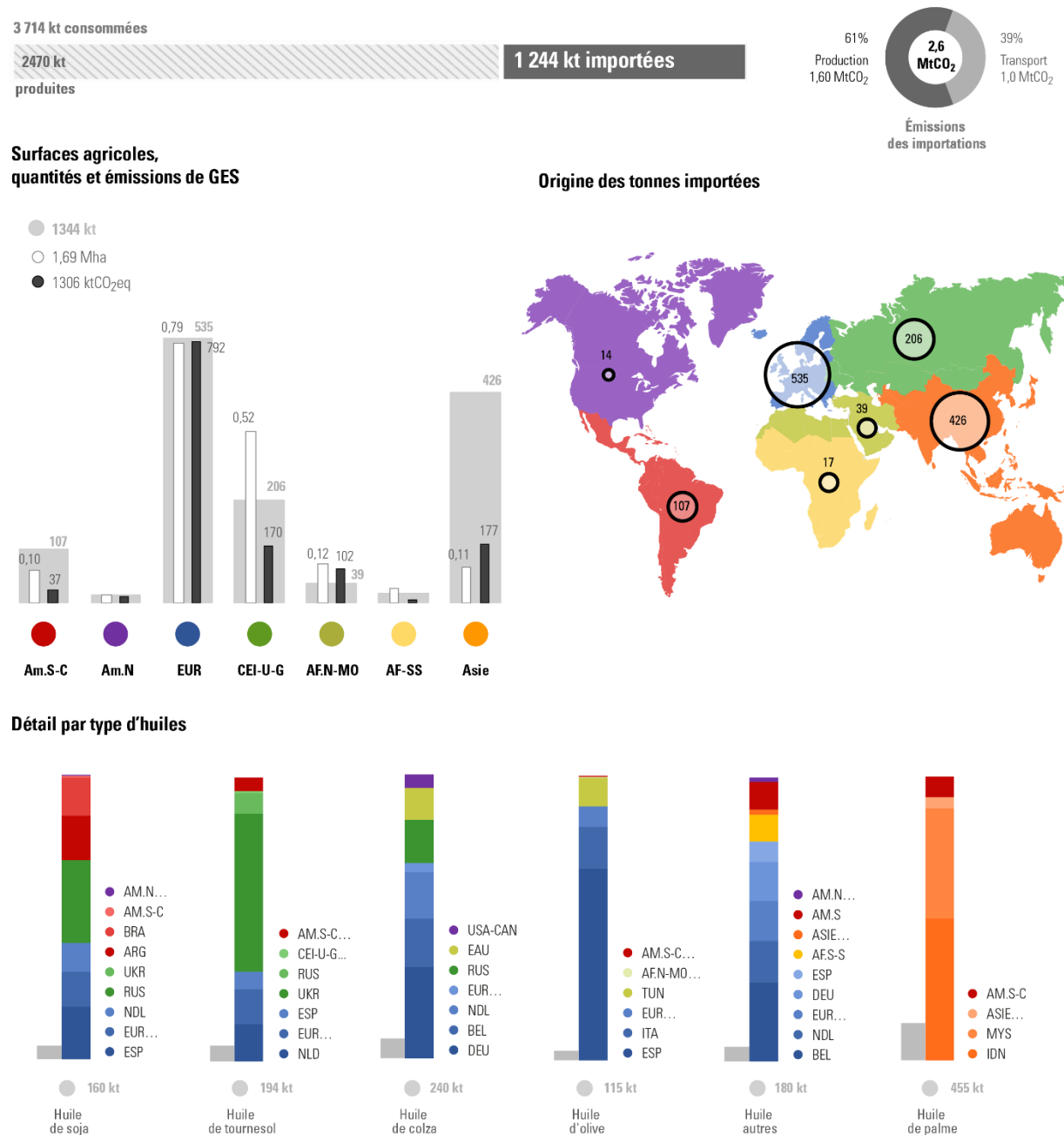
Les tonnages importés sont présentés par pays lorsque celui-ci représente plus de 5% des importations du produit considéré. Le reste est cumulé et symbolisé par "..." à la suite du nom de la région.

Codes ISO Pays : ARG : Argentine, BRA : Brésil, RUS : Russie, UKR : Ukraine, IND : Inde.

#### d) Les huiles

1,3 Mt d'huiles sont importées, leur production a généré 1,6 MteqCO<sub>2</sub> au stade agricole. Le transport des produits *Oléagineux et huiles* importés a généré 1 MtCO<sub>2</sub> dont 0,8 MtCO<sub>2</sub> pour des trajets intercontinentaux (CECAM), il pèse donc fortement dans l'empreinte carbone de ces produits. L'huile de tournesol, entièrement à vocation alimentaire, provient en grande partie d'Ukraine et de Russie. L'huile de soja vient pour 40% d'Europe, 30% de Russie et 30% environ du Brésil et d'Argentine. L'huile de colza, à usage alimentaire mais aussi de carburant, provient majoritairement d'Europe et de Russie, cependant 11% provient des Emirats Arabes Unis. Les pays exportateurs d'huile d'olive vers la France sont l'Espagne, l'Italie et la Tunisie principalement.

Figure 20. Origine, surfaces et émissions des importations d'huiles



Les émissions de GES sont comptabilisées au stade de la production agricole en teqCO<sub>2</sub>/tonne de produit.

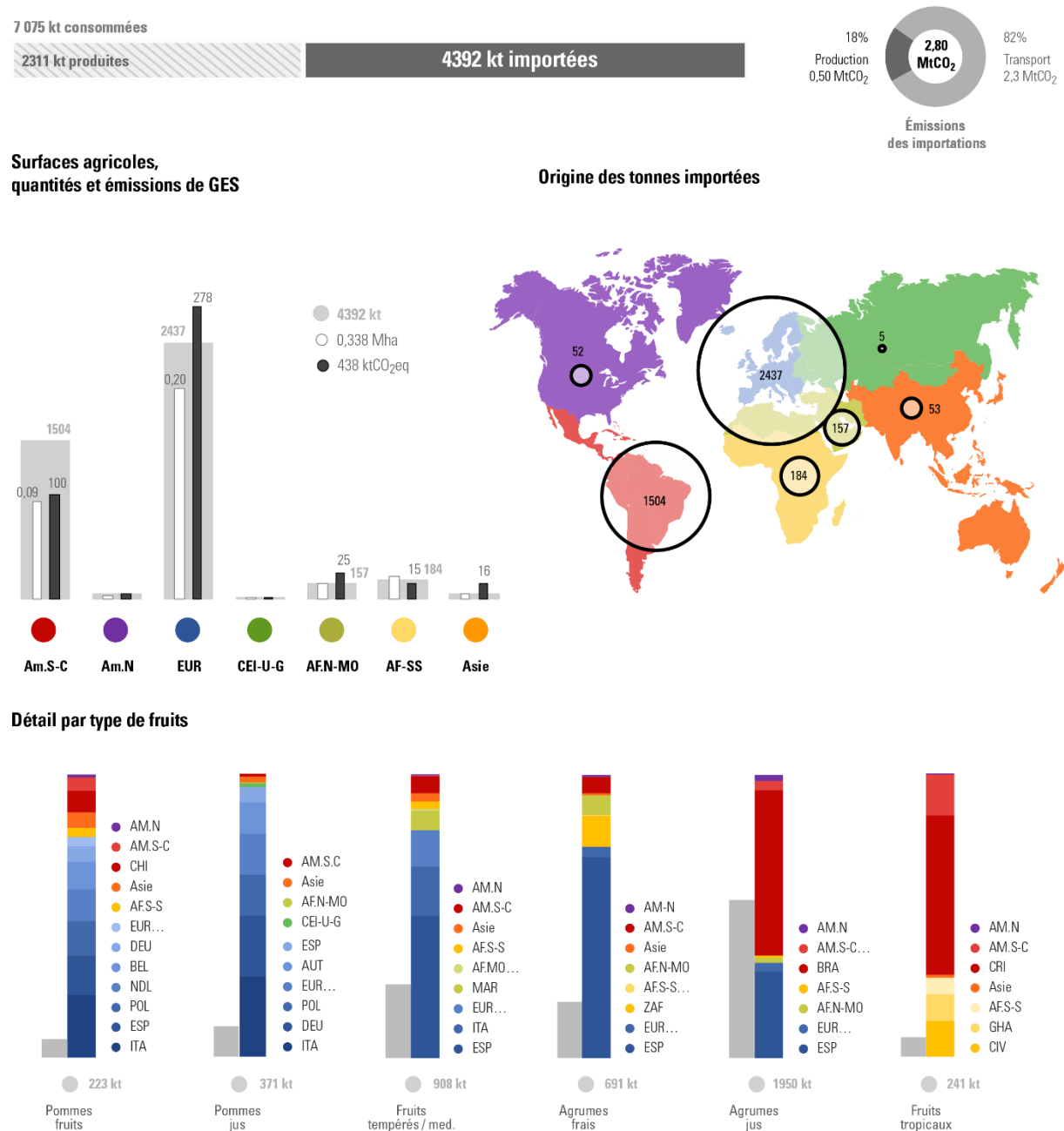
Les tonnages importés sont présentés par pays lorsque celui-ci représente plus de 5% des importations du produit considéré. Le reste est cumulé et symbolisé par "..." à la suite du nom de la région.

Codes ISO Pays : ARG : Argentine, BRA : Brésil, RUS : Russie, UKR : Ukraine, IND : Inde.

### e) Les fruits

Les jus de fruits importés représentent plus de 50% des importations de fruits en équivalent fruits frais, soit 2,3 Mt sur 4,4 Mt au total. Leur transport a occasionné l'émission de 2,3 MtCO<sub>2</sub> (y compris tous fruits transformés, CECAM) et leur production 0,5 MteqCO<sub>2</sub>. L'Espagne et l'Italie sont nos principaux partenaires commerciaux, vient ensuite le Brésil pour les jus d'agrumes, le Maroc et l'Afrique du Sud pour les fruits tempérés et méditerranéens et les agrumes frais, et enfin le Costa Rica et l'Afrique Sub-Saharienne pour les autres fruits tropicaux.

**Figure 21. Origine, surfaces et émissions des importations de fruits**



Les émissions de GES sont comptabilisées au stade de la production agricole en teqCO<sub>2</sub>/tonne de produit.

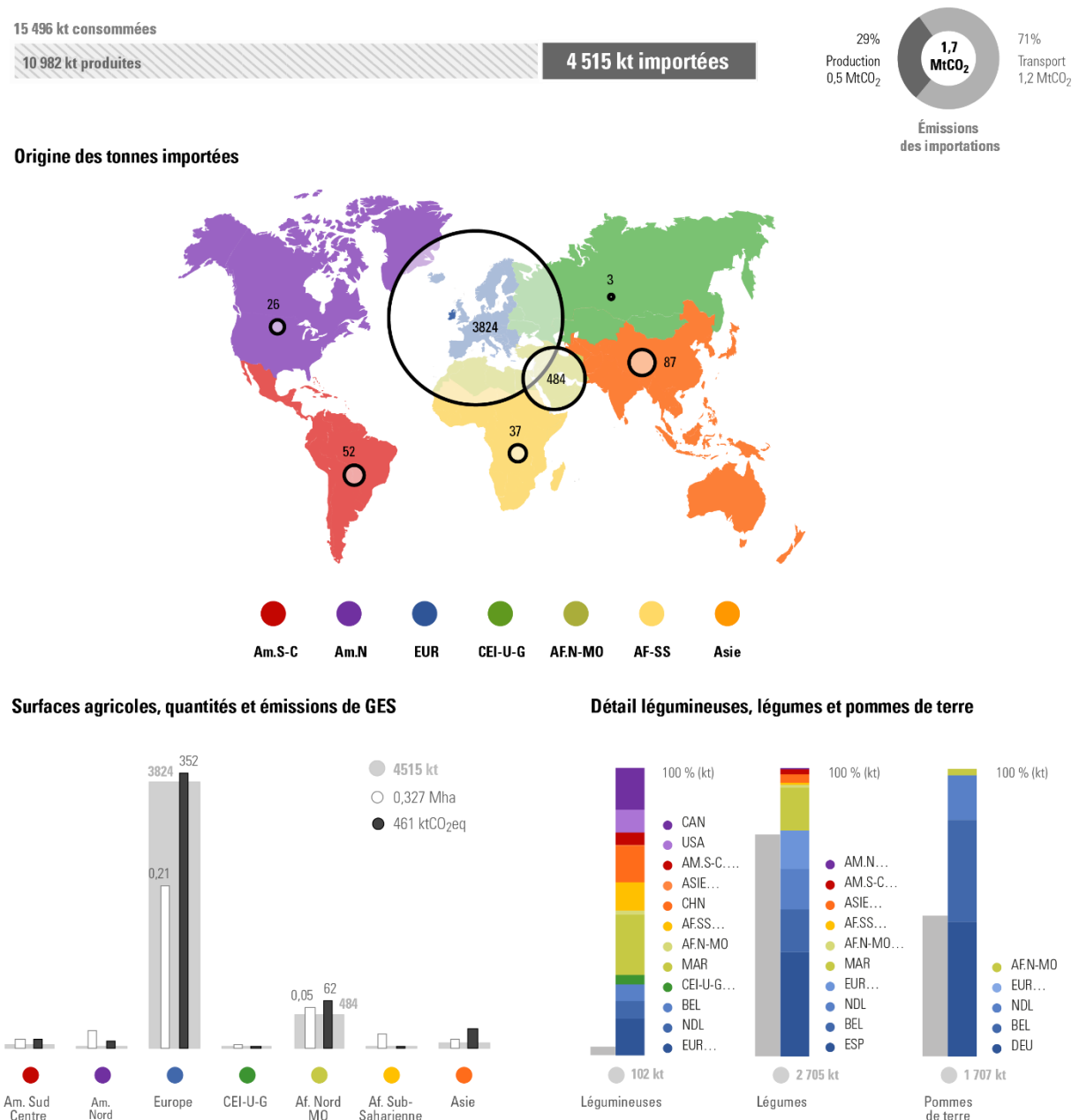
Les tonnages importés sont présentés par pays lorsque celui-ci représente plus de 5% des importations du produit considéré. Le reste est cumulé et symbolisé par "..." à la suite du nom de la région.

Codes ISO Pays : ARG : Argentine, BRA : Brésil, RUS : Russie, UKR : Ukraine, IND : Inde.

## f) Les légumes, pommes de terre et légumineuses

De l'ordre d'un tiers des légumes, pommes de terre et légumineuses, est importé. Leur production a généré l'émission de 0,5 MteqCO<sub>2</sub> et leur transport 1,2 MtCO<sub>2</sub> (y compris légumes transformés, CECAM). L'essentiel des importations provient d'Europe, Espagne, Belgique, Pays-Bas et Allemagne. Le principal pays partenaire, hors Europe, est le Maroc.

**Figure 22. Origine, surfaces et émissions des importations de légumes, pommes de terre et légumineuses**



Les émissions de GES sont comptabilisées au stade de la production agricole en teqCO<sub>2</sub>/tonne de produit.

Les tonnages importés sont présentés par pays lorsque celui-ci représente plus de 5% des importations du produit considéré. Le reste est cumulé et symbolisé par "..." à la suite du nom de la région.

Codes ISO Pays : MAR : Maroc

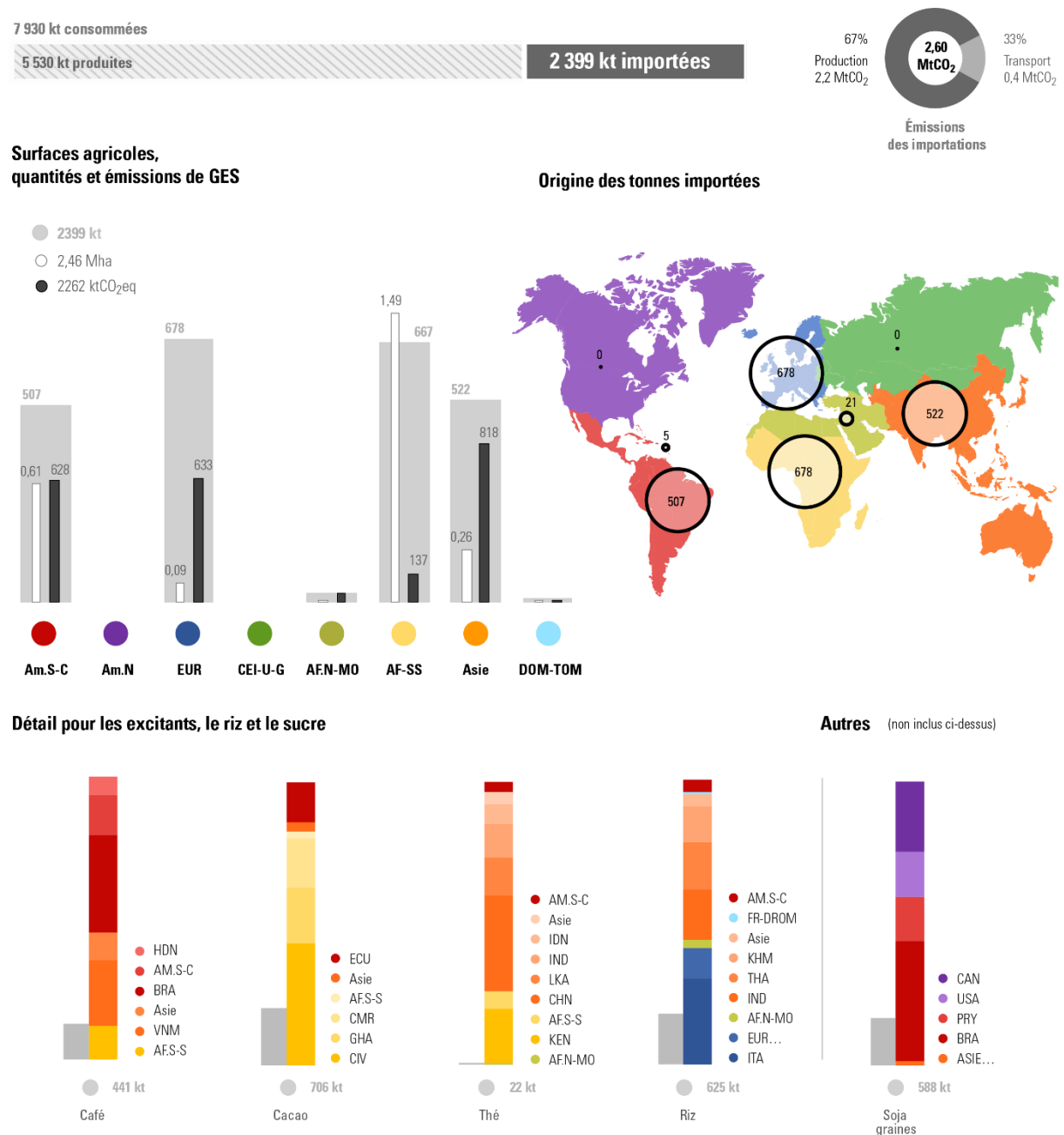


### g) Le sucre, le riz et les stimulants

Le sucre n'est importé qu'à hauteur de 10%, d'Europe pour le sucre de betterave, du Brésil et d'Afrique pour le sucre de canne. Les émissions à la production sont de 0,1 MteqCO<sub>2</sub>. Les émissions de la production de riz sont plus de 10 fois supérieures (1,3 MteqCO<sub>2</sub>, essentiellement du méthane).

Le café, le cacao et le thé, entièrement importés, ont généré la production de 0,8 MteqCO<sub>2</sub> au stade agricole et 0,36 Mt pour le transport. Le cacao provient principalement d'Afrique et le café d'Amérique latine et d'Asie (Vietnam notamment).

**Figure 23. Origine, surfaces et émissions des importations de sucre, riz et stimulants**



Les émissions de GES sont comptabilisées au stade de la production agricole en teqCO<sub>2</sub>/tonne de produit.

Les tonnages importés sont présentés par pays lorsque celui-ci représente plus de 5% des importations du produit considéré. Le reste est cumulé et symbolisé par "... " à la suite du nom de la région.

Codes ISO Pays : ARG : Argentine, BRA : Brésil, RUS : Russie, UKR : Ukraine, IND : Inde.

## 2.7. Impact des changements d'usage des sols sur les émissions de GES

Rappelons que tous les produits agricoles ne sont pas traités dans ce rapport (cf paragraphe 2.2.1). Les émissions décrites ici sont donc limitées au périmètre de cette étude.

Dans la figure 24, les coefficients par hectare et par tonne sont donnés par produit. L'huile de palme est associée à des émissions par hectare importantes, 70 tCO<sub>2</sub>/hectare, en raison d'un remplacement de forêt équatoriale et de tourbières. Les produits tropicaux, cacao et café par exemple sont autour de 30 tCO<sub>2</sub>/hectare car ils remplacent de la forêt tropicale humide. Le soja puis les produits tempérés sont associés à des valeurs plus faibles, vers 20 tCO<sub>2</sub>/hectare tandis que l'huile d'olive, cultivée sur des terres semi-arides est la plus basse autour de 10 tCO<sub>2</sub>/hectare.

Au niveau des coefficients unitaires d'émission par tonne de produit, il faut noter que ces coefficients ne sont pas forcément comparables entre produits de nature différente. On peut comparer les huiles entre elles, encore qu'elles n'aient pas toutes les mêmes propriétés, mais les comparer à des graines ou comparer les graines à des produits contenant beaucoup d'eau comme les pommes de terre ou les fruits et légumes ou à de la viande doit se faire avec prudence.

Par tonne, les productions de viande de ruminant sont les plus émissives, plus de 100 teqCO<sub>2</sub> par tonne de produit en raison des besoins importants de terre à la fois pour les pâtures et pour les concentrés. L'huile d'olive est également assez émissive, avec des taux d'extraction d'huile et des rendements faibles, et ce malgré des émissions par unité de surface relativement faibles. L'huile de palme, en revanche, grâce à un rendement très élevé compense plutôt bien les émissions par unité de surface très importantes. A noter que les autres huiles sont pénalisées par l'imputation énergétique qui leur attribue une part importante des émissions tandis que les tourteaux bénéficient de ce choix méthodologique (cf annexe 2.1.11). Les produits tropicaux, avec des émissions par unité de surface plutôt élevés et des rendements qui peuvent être faibles sont associés à des émissions importantes, jusqu'à 50 tCO<sub>2</sub>eq par tonne de produit. Au niveau des graines, les légumineuses autres que le soja ont des rendements plus faibles et des émissions par tonne plus élevées que le soja, 13 tCO<sub>2</sub>eq par tonne versus 8 teqCO<sub>2</sub> par tonne.

Dans la figure suivante, les coefficients par tonne sont appliqués aux quantités annuelles importées (données détaillées dans l'annexe 2.1.12). La viande de bœuf, de mouton et chèvre, ainsi que le cacao, restent les produits dont les émissions dues au changement d'usage des sols sont les plus élevées. Compte-tenu de l'importance des importations de tourteaux de soja, leurs émissions totales pèsent dès lors lourdement. Viennent ensuite les émissions relatives aux importations de porc, café et huile de palme.

Figure 24. Émissions unitaires et émissions totales, dues au changement d'usage des sols par an

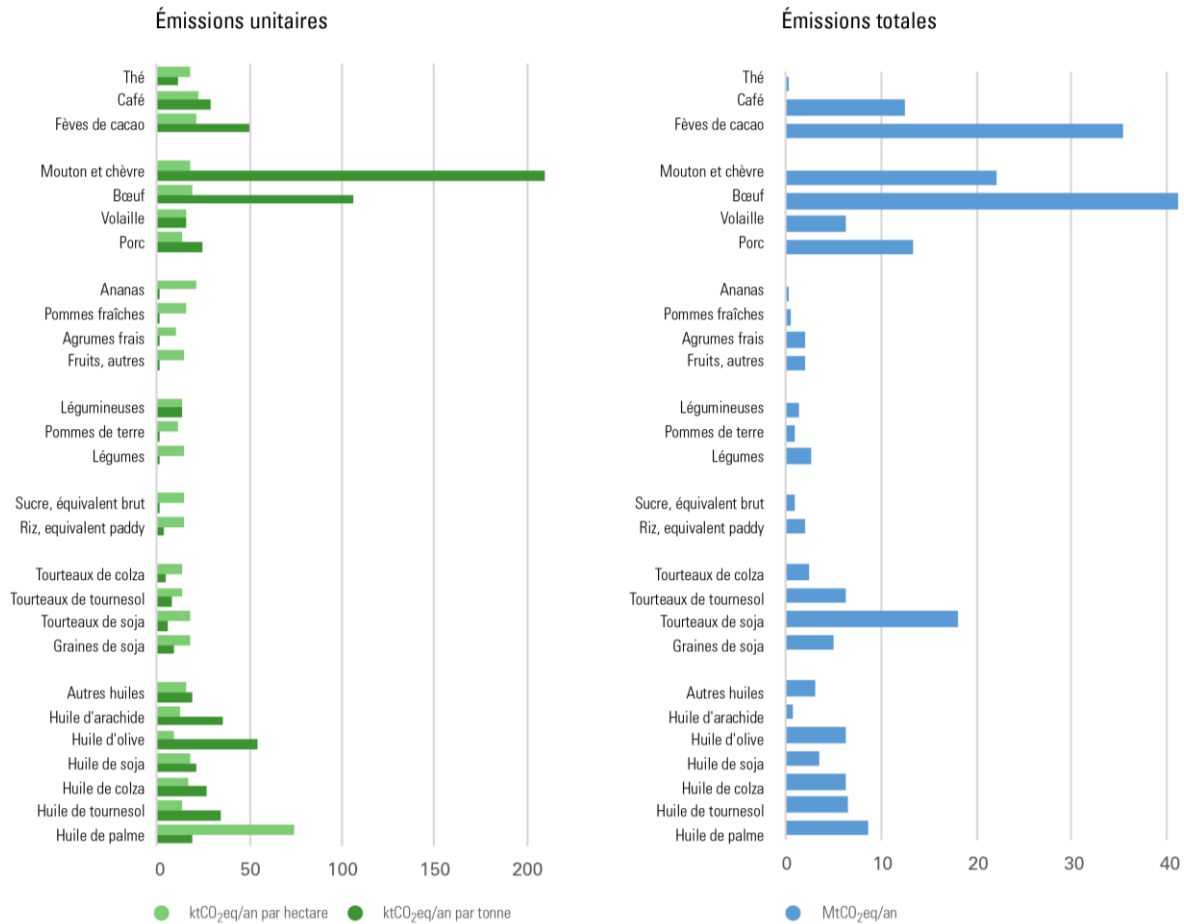


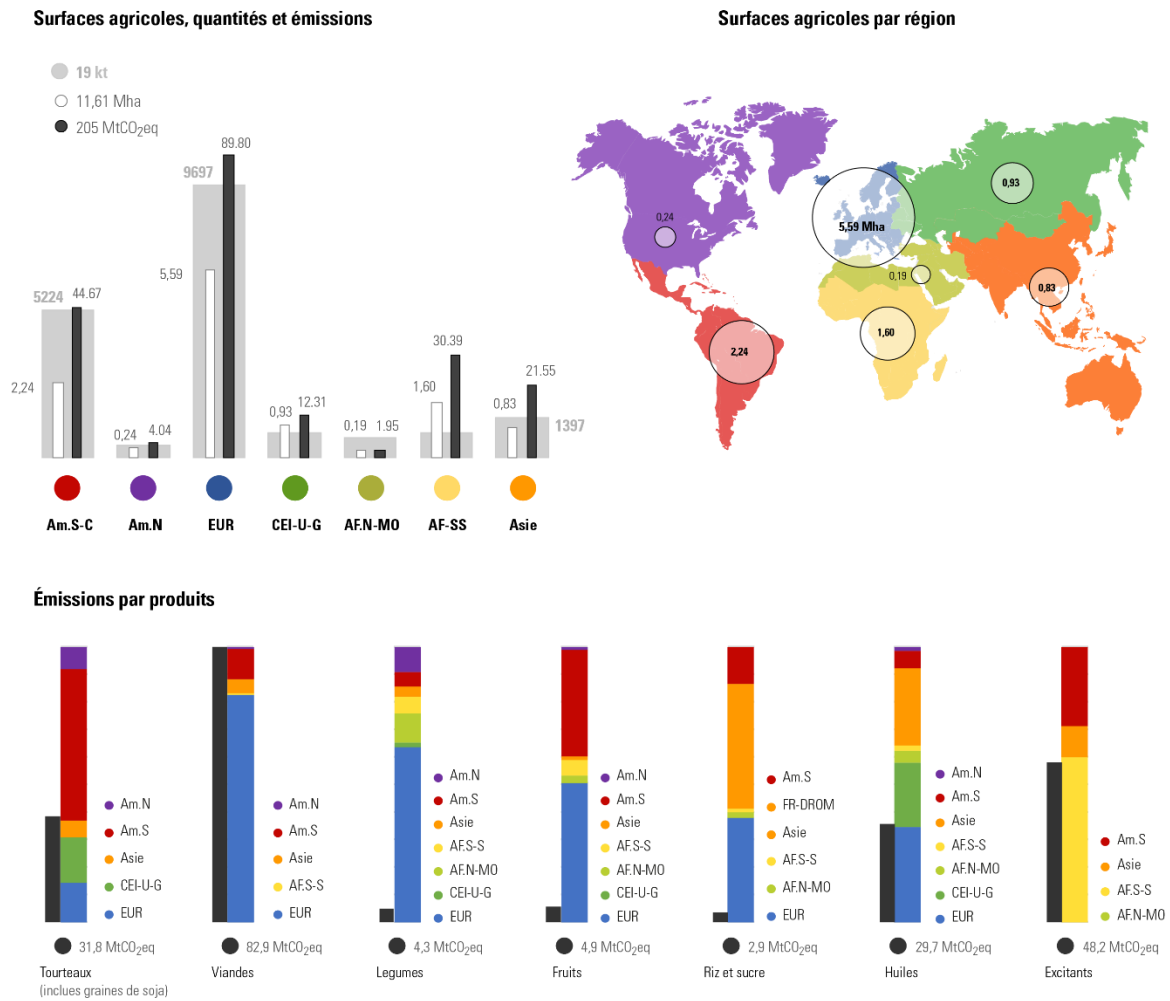
Tableau 20 : Emissions liées au changement d'usage des sols par région

	Emissions liées au changement d'usage des sols (tCO <sub>2</sub> eq)	Surface (ha)	Emissions de GES (tCO <sub>2</sub> eq/ha)
Afrique Sub-Saharienne	30 394 618	1 598 471	19,0
Afrique-Nord-M-O	1 945 053	188 945	10,3
Amerique-Nord	4 044 752	238 950	16,9
Amerique-Sud-Centre	44 672 076	2 235 376	20,0
Asie	21 548 540	833 444	25,9
CEI-U-G	12 306 556	927 634	13,3
Europe	89 803 164	5 588 550	16,1
FR-DROM	37 962	1 229	30,9

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les émissions liées au changement d'usage des sols par hectare sont surtout liées au type de végétation remplacé, et, pour le palmier à huile, au type de sol car la présence de tourbières est prise en compte.

Dans les zones tropicales humides, les coefficients sont donc plus élevés (Asie, Amérique du Sud), tandis que dans les régions semi-arides ou froides ils sont plus faibles (Afrique du Nord-Moyen Orient). Les émissions par tonne dépendent également du rendement, plus il est faible plus elles seront élevées et des efficacités de conversion pour les animaux et d'extraction pour les produits transformés.

Figure 25. Emissions liées au changement d'usage des sols par catégorie de produits et par région



Les émissions de GES sont comptabilisées au stade de la production agricole en teqCO<sub>2</sub>/tonne de produit.  
Les tonnages importés sont présentés par pays lorsque celui-ci représente plus de 5% des importations du produit considéré.

Les émissions les plus élevées concernent les importations européennes avec 89,8 MteqCO<sub>2</sub>. Nous savons que l'élevage mobilise une large partie des terres agricoles, les émissions liées à l'usage des sols représentent 68 MteqCO<sub>2</sub>. Viennent ensuite les émissions relatives aux huiles avec 10,3 MteqCO<sub>2</sub> et les fruits et légumes, 5,2 MteqCO<sub>2</sub>.

Compte-tenu du niveau élevé de nos importations et donc des surfaces mobilisées en Amérique du Sud et Centrale et en Afrique Sub-Saharienne, les émissions totales liées au changement d'usage des sols s'élèvent dans ces deux régions respectivement à 44,7 MteqCO<sub>2</sub> et 30,3 MteqCO<sub>2</sub>. En Amérique latine, les tourteaux de soja et les graines de soja pèsent pour 17,4 MteqCO<sub>2</sub>, le café et le cacao pour 13,9 MteqCO<sub>2</sub> et la viande pour 8,9 MteqCO<sub>2</sub>. En Afrique Sub-Saharienne, le cacao représente l'essentiel des émissions de GES liées au changement d'usage des sols avec 27 MteqCO<sub>2</sub>.

En Asie, l'huile de palme importée (tous usages confondus) est à l'origine de 8,3 MteqCO<sub>2</sub>. Le cacao et le café pèsent pour 5,3 MteqCO<sub>2</sub> et la viande pour 4,3 MteqCO<sub>2</sub>. Viennent ensuite les tourteaux de soja pour 1,8 MteqCO<sub>2</sub> et le riz pour 1,2 MteqCO<sub>2</sub>. Nous importons de l'Ukraine principalement et de la Russie des tourteaux de tournesol dont les émissions liées à l'usage des sols sont de 5,2 MteqCO<sub>2</sub>. Les huiles sont la seconde catégorie de produits importés, d'Ukraine pour l'huile de tournesol et de Russie pour l'huile de

colza. Leurs émissions s'élevaient à 6,9MteqCO<sub>2</sub>. Les émissions liées au changement d'usage des sols pour les Régions d'Outre-Mer concernent principalement la production de sucre de canne<sup>8</sup>.

### 3. CONCLUSION

---

Nous avons mis l'accent dans cette étude 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 et végétales dans le régime alimentaire et la localisation et l'empreinte sol de la production des denrées alimentaires importées par la France.

Cette seconde partie traite de l'origine des produits agricoles et agroalimentaires importés, des surfaces agricoles nécessaires à leur production et des émissions de GES associées. L'alimentation animale, les fruits (dont les jus), les légumes et pommes de terre, figurent parmi les tonnages importés les plus élevés ; chacune de ces trois catégories représentant de l'ordre d'un quart des importations considérées dans cette étude. Ce ne sont cependant pas ces catégories qui ont des empreintes sol et carbone les plus élevées. En effet, les importations de viande et de stimulants mobilisent une part importante des surfaces agricoles, respectivement 4,8 Mha et 2,3 Mha (dont 1,7 Mha pour le cacao). La production d'huiles occupe 2 Mha. Les tourteaux sont en 4<sup>ème</sup> position avec 1,6 Mha, les fruits et légumes en 5<sup>ème</sup> position avec 0,7 Mha.

Les émissions de gaz à effet de serre à la production des denrées importées s'élevaient à 18,7 MteqCO<sub>2</sub>. La viande représente 8% des importations en tonnes, 40% des surfaces mobilisées et 71% des émissions issues de la production des denrées importées.

Concernant les émissions de gaz à effet de serre liées à un changement d'usage des sols, la méthode choisie diffère de celle de la méthode du GIEC utilisée pour réaliser les inventaires d'émissions. Dans une logique d'inventaire, on ne considère en effet que les changements récents d'usage des sols. Dans la méthode utilisée ici dans une logique de calcul d'empreinte, on considère que chaque unité demandée nécessite un remplacement de végétation naturelle. Les émissions présentées ci-après peuvent donc être interprétées comme étant liées soit la quantité de CO<sub>2</sub> émise par le remplacement de la végétation naturelle (antérieure à la mise en culture), soit comme la quantité de CO<sub>2</sub> qui pourrait être captée par un retour à la végétation naturelle. Ces émissions liées à un changement d'usage des sols sont ramenées à l'année par un taux d'escompte (cf §2.3.4). Nous avons retenu ici un taux de 4%, ce qui est équivalent à un amortissement des émissions sur 25 ans. Un taux de 2% conduirait à un amortissement des émissions sur 50 ans et donc des émissions annuelles deux fois plus faibles. Avec un taux d'escompte de 4%, les émissions annuelles de GES liées au changement d'usage des sols s'élevaient au total à 205 MteqCO<sub>2</sub>, niveau nettement supérieur aux émissions au stade de la production agricole.

L'huile de palme est associée à des émissions par hectare élevées (70 tCO<sub>2</sub>/hectare), en raison d'un remplacement de forêt équatoriale et de tourbières. Les produits tropicaux, cacao et café sont autour de 30 tCO<sub>2</sub>/hectare. Le soja puis les produits tempérés sont associés à des valeurs plus faibles, vers 20 tCO<sub>2</sub>/hectare.

Les productions de viande de ruminants sont les plus émissives, plus de 100 tCO<sub>2</sub>eq par tonne de produit en raison des besoins importants de terre à la fois pour les pâtures et pour les concentrés. L'huile d'olive est également assez émissive (54 tCO<sub>2</sub>eq par tonne) du fait de taux d'extraction d'huile et des rendements faibles, et ce malgré des émissions par unité de surface relativement faibles. L'huile de palme, en revanche, grâce à un rendement très élevé compense plutôt bien les émissions par unité de surface très importantes (19 tCO<sub>2</sub>eq par tonne). Le coefficient d'émissions des fèves de cacao figure aussi parmi les plus élevés avec 50 tCO<sub>2</sub>eq par tonne.

Il apparaît clairement que pour les produits animaux, l'enjeu principal en termes d'émissions porte bien sur les émissions à la production et les émissions liées au changement d'usage des sols et relativement moins sur les transports. Par contre, pour la plupart des produits végétaux, les lieux de production, la

---

<sup>8</sup> Pour rappel, les bananes n'ont pu être considérées dans cette étude du fait de l'absence de statistiques disponibles sur leur provenance exacte.

demande de transport et le mode de transport vont peser fortement sur l’empreinte carbone totale du produit, relativement plus que les émissions liées à la production. L’intérêt d’une relocalisation de ces produits plus proche des consommateurs est donc majeur. Il est à noter par ailleurs que le passage à l’agriculture biologique ne change que peu les émissions de gaz à effet de serre (à régime alimentaire identique), mais permet des économies d’énergie significatives.

Sur les 19 Mt de produits considérés dans cette étude, près de 50% sont d’origine européenne. La viande, les légumes, le sucre, les tourteaux de colza, les huiles de colza et d’olive, proviennent majoritairement d’Europe. En Europe, l’essentiel du transport de produits alimentaires est fait par la route. Envisager là encore une réduction des échanges commerciaux par une relocalisation de certaines productions est un enjeu à ne pas négliger.

Plus de la moitié des fruits dont les jus viennent de pays extra-européens, l’essentiel des tourteaux de tournesol, et sans surprise la quasi-totalité des tourteaux et graines de soja, huile de palme et stimulants (café, cacao, thé). Ces importations hors Europe mobilisent 11,6 Mha soit 52% des surfaces mobilisées totales. Un quart de ces surfaces totales sont en Amérique latine et 14% en Afrique. Du fait des coefficients par hectare plus élevés en zone tropicale par rapport aux zones tempérées, les émissions liées au changement d’usage des sols des produits d’origine extra-européenne pèsent de manière plus importante dans les émissions totales (56%) que le rapport des quantités (49%).

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 ici 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.

## 4. Annexes

---

### 4.1. La méthode de traitement des co-produits

Pour la production, lorsqu'il y a des co-produits, une imputation énergétique est utilisée pour affecter les produits dérivés aux produits primaires. Les coefficients de contenu énergétique proviennent de la FAO, s'appliquant aux produits détaillés SUA, avec quelques modifications pour être plus cohérent avec les coefficients de transformation et les disponibilités alimentaires. Ces ajustements sont les suivants :

- Viande de chèvre : utilisation de la quantité de protéine de l'USDA, plus importante que dans les compositions FAO (+18% d'énergie).
- Canne à sucre : basé sur 110g sucre +  $0.58 * 50$  g de sucre dans les mélasses = 139 g sucre/kg (+88% d'énergie)
- Betterave à sucre : basé sur 140 g de sucre +  $0.58 * 40$  g de sucre dans les mélasses +  $0.09 * 70$  g de sucre dans la pulpe de betterave (peu de différence)
- Raisin : 180 g de sucre par kilo pour correspondre aux taux de conversion en vin et autres alcools (+46% d'énergie).
- Boisson fermentée à base de blé, bière d'orge : recalculé à partir de 7.4% d'alcool (-18% d'énergie).
- Noyau de palmiste, fruit du palmier (+26% d'énergie) : recalculé sur la base des coefficients de transformation, mais en utilisant les contenus énergétiques de la FAO. Noyau : 52% dans le tourteau, 46% dans l'huile. Fruit : 19% en huile, 6% en noyau de palmiste.
- Méthode identique pour le tournesol recalculé sur la base des coefficients de transformation et des contenus énergétiques de la FAO, avec 41% dans l'huile et 47% dans le tourteau (+50% d'énergie).
- Pour le tourteau de graine de sésame, la quantité de glucide est modifiée pour correspondre à la quantité dans la graine et une partition de 51% dans le tourteau (-15% d'énergie).

## 4.2. Importations, productions et exportations de denrées alimentaires par la France

Nomenclature FAO Commodity balances, moyennes 2012-2013

Code	Produits animaux	Import Quantity	Production	M/(P+M)	Export Quantity	X/(P+M)
2731	Bovine Meat	382 516	1 448 633	21%	262 650	14%
2732	Mutton & Goat Meat	105 135	124 672	46%	9 896	4%
2733	Pigmeat	607 358	2 146 127	22%	615 866	22%
2734	Poultry Meat	423 621	1 734 126	20%	580 080	27%
2735	Meat, Other	126 067	173 960	42%	72 421	24%
2736	Offals, Edible	92 248	461 613	17%	167 882	30%
2737	Fats, Animals, Raw	85 989	468 933	15%	350 750	63%
2744	Eggs	119 525	895 626	12%	100 615	10%
2761	Freshwater Fish	294 382	41 154	88%	56 104	17%
2762	Demersal Fish	614 186	191 266	76%	80 920	10%
2763	Pelagic Fish	561 969	199 272	74%	206 708	27%
2764	Marine Fish, Other	18 558	2 590	88%	9 169	43%
2765	Crustaceans	258 880	14 987	95%	33 064	12%
2766	Cephalopods	31 939	20 007	61%	21 175	41%
2767	Molluscs, Other	240 057	209 018	53%	29 826	7%
2769	Aquatic Animals, Others	5 013	94	98%	649	13%
2775	Aquatic Plants	738	55 528	0%	168	0%
2781	Fish, Body Oil	28 417	5 680	83%	17 898	52%
2782	Fish, Liver Oil	1 206	-	100%	399	33%
2848	Milk - Excluding Butter	3 490 226	24 729 075	12%	10 550 594	37%
	TOTAL	7 509 959	32 922 356		13 208 682	



Code	Produits végétaux	Import Quantity	Production	M/(P+M)	Export Quantity	X/(P+M)
2511	Wheat and products	2 014 228	39 457 350	5%	19 886 498	48%
2513	Barley and products	354 939	10 831 450	3%	7 537 004	67%
2514	Maize and products	660 063	15 322 550	4%	6 521 979	41%
2515	Rye and products	15 310	151 689	9%	35 531	21%
2516	Oats	47 780	416 542	10%	39 095	8%
2517	Millet and products	2 552	40 000	6%	21 969	52%
2518	Sorghum and products	6 682	259 000	3%	81 481	31%
2520	Cereals, Other	77 198	2 657 763	3%	123 898	5%
2531	Potatoes and products	1 714 727	6 647 054	21%	2 574 482	31%
2542	Sugar (Raw Equivalent)	502 536	4 310 500	10%	2 218 754	46%
2543	Sweeteners, Other	634 899	1 340 618	32%	337 733	17%
2544	Molasses	309 127	973 770	24%	14 894	0%
2546	Beans	41 770	7 470	85%	4 216	9%
2547	Peas	13 255	530 231	2%	272 541	50%
2549	Pulses, Other and products	47 305	294 735	14%	228 295	67%
2551	Nuts and products	286 300	53 678	84%	65 311	19%
2555	Soyabean	591 310	107 107	85%	29 342	4%
2556	Groundnuts (Shelled Eq)	70 158	-	100%	2 991	4%
2557	Sunflower seed	283 808	1 577 701	15%	434 746	23%
2558	Rape and Mustardseed	821 825	4 930 381	14%	1 455 030	25%
2560	Coconuts - Incl Copra	36 225	-	100%	5 880	16%
2561	Sesame seed	10 452	-	100%	368	4%
2563	Olives (including preserved)	81 690	28 206	74%	3 678	3%
2570	Oilcrops, Other	96 973	108 768	47%	32 648	16%
2571	Soyabean Oil	160 046	107 300	60%	62 543	23%
2572	Groundnut Oil	22 211	-	100%	6 874	31%
2573	Sunflowerseed Oil	194 056	584 800	25%	392 558	50%
2574	Rape and Mustard Oil	239 796	1 950 300	11%	295 662	13%
2576	Palmkernel Oil	26 367	-	100%	1 560	6%
2577	Palm Oil	582 324	-	100%	128 191	22%
2578	Coconut Oil	134 155	-	100%	11 498	9%
2579	Sesameseed Oil	1 726	4 841	26%	1 183	18%
2580	Olive Oil	115 085	4 300	96%	6 478	5%
2582	Maize Germ Oil	6 043	53 700	10%	17 607	29%
2586	Oilcrops Oil, Other	327 476	72 640	82%	207 057	52%
2590	Soyabean Cake	3 159 028	425 700	88%	92 597	3%
2591	Groundnut Cake	12 772	-	100%	122	0%
2592	Sunflowerseed Cake	825 858	720 800	53%	143 766	9%
2593	Rape and Mustard Cake	494 500	2 541 300	16%	449 340	15%
2598	Oilseed Cakes, Other	133 394	73 525	64%	100 443	49%
2600	Brans	163 814	2 080 988	7%	708 178	32%
2601	Tomatoes and products	1 122 219	591 080	66%	289 599	17%
2602	Onions	124 743	170 183	42%	84 112	29%
2605	Vegetables, Other	2 687 442	4 600 632	37%	1 592 929	22%
2611	Oranges, Mandarines	3 476 888	39 527	99%	310 256	9%
2612	Lemons, Limes and products	160 520	4 047	98%	11 589	7%
2613	Grapefruit and products	391 806	4 390	99%	51 433	13%
2614	Citrus, Other	7 880	-	100%	915	12%
2615	Bananas	567 589	-	100%	273 997	48%
2616	Plantains	46 854	-	100%	992	2%
2617	Apples and products	583 834	1 561 167	27%	643 317	30%
2618	Pineapples and products	213 000	-	100%	30 210	14%
2619	Dates	30 224	-	100%	10 981	36%
2620	Grapes and products (excl wine)	384 298	5 451 466	7%	60 338	0%
2625	Fruits, Other	2 018 629	933 845	68%	642 997	22%
2630	Coffee and products	435 771	-	100%	76 348	18%
2633	Cocoa Beans and products	578 116	-	100%	337 274	58%
2635	Tea (including mate)	22 216	-	100%	4 985	22%
2640	Pepper	8 286	-	100%	3 520	42%
2641	Pimento	4 616	-	100%	1 458	32%
2645	Spices, Other	19 270	-	100%	7 851	41%
2655	Wine	597 729	4 251 595	12%	1 557 079	32%
2656	Beer	702 053	1 577 738	31%	547 720	24%
2657	Beverages, Fermented	15 697	509 020	3%	33 132	6%
2658	Beverages, Alcoholic	253 278	780 000	25%	399 023	39%
2815	Roots & Tuber Dry Equiv	363 055	1 329 411	21%	516 332	31%
	TOTAL	30 135 760	120 470 851		52 042 392	

### 4.3. Produits importés en tonnes, surfaces mobilisées et émissions par région

Résultats par catégorie de produits et région					
	Régions	Tonnages annuels d'importations	Surface (ha)	Emissions production (teqCO2)	Emissions LULUCF (teqCO2)
Tourteaux	Amérique-Nord	53 878	20 607	13 575	357 544
Tourteaux	Amérique-Sud-Centre	2 673 461	787 521	26 004	14 742 465
Tourteaux	Asie	262 401	133 496	81 491	1 842 321
Tourteaux	CEI-U-G	627 429	404 162	129 850	5 293 558
Tourteaux	Europe	862 216	312 732	285 870	4 551 494
Viande	Amérique-Nord	2 978	45 175	50 367	684 700
Viande	Amérique-Sud-Centre	39 774	495 496	643 020	8 914 482
Viande	Asie	38 479	304 824	803 831	4 340 965
Viande	Europe	1 360 650	3 990 652	11 763 393	68 635 184
Viande	Afrique Sub-Saharienne	344	22 551	9 915	341 087
Légumes	Afrique Sub-Saharienne	37 198	17 536	2 494	259 187
Légumes	Afrique-Nord-M-O	483 610	52 393	62 264	464 507
Légumes	Amérique-Nord	26 313	22 213	8 512	384 006
Légumes	Amérique-Sud-Centre	52 424	10 654	10 728	227 885
Légumes	Asie	87 366	11 537	24 579	163 576
Légumes	CEI-U-G	3 313	4 411	1 300	64 826
Légumes	Europe	3 824 362	207 851	351 515	2 742 730
riz et sucre	Afrique Sub-Saharienne	24 521	2 921	2 313	75 411
riz et sucre	Afrique-Nord-M-O	20 919	3 792	36 654	53 809
riz et sucre	Amérique-Sud-Centre	163 855	19 844	60 226	383 902
riz et sucre	Asie	338 085	77 324	682 928	1 279 660
riz et sucre	Europe	677 605	90 584	633 137	1 101 623
riz et sucre	FR-DROM	5 049	1 229	8 967	37 962
Excitants	Afrique Sub-Saharienne	642 451	1 492 160	134 908	28 914 915
Excitants	Afrique-Nord-M-O	133	63	76	890
Excitants	Amérique-Sud-Centre	342 994	585 756	568 126	13 859 742
Excitants	Asie	183 598	186 523	135 007	5 398 275
Fruits	Afrique Sub-Saharienne	183 577	22 015	14 625	282 008
Fruits	Afrique-Nord-M-O	157 080	15 882	24 696	134 329
Fruits	Amérique-Nord	52 088	2 939	5 445	46 222
Fruits	Amérique-Sud-Centre	1 503 987	92 106	99 739	1 894 997
Fruits	Asie	53 003	4 805	15 653	65 437
Fruits	CEI-U-G	5 168	235	301	3 864
Fruits	Europe	2 437 255	199 919	277 790	2 480 515
Huiles	Afrique-Nord-M-O	39 063	116 816	101 802	1 291 518
Huiles	Afrique Sub-Saharienne	17 234	41 289	9 971	562 012
Huiles	Amérique-Nord	14 346	22 078	18 382	360 816
Huiles	Amérique-Sud-Centre	107 001	97 283	36 774	1 905 205
Huiles	Asie	425 875	109 224	176 611	8 380 133
Huiles	CEI-U-G	205 712	518 826	170 398	6 944 308
Huiles	Europe	535 189	786 811	791 977	10 291 617
Graines de soja	Amérique-Nord	239 091	125 937	78 670	2 211 463
Graines de soja	Amérique-Sud-Centre	340 641	146 714	5 129	2 743 397
Graines de soja	Asie	7 925	5 710	3 516	78 174

## 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 2: Empreintes des importations agricoles et alimentaires françaises

Dans cette étude, nous avons cartographié l'origine des principaux produits agricoles et agroalimentaires importés en France et évalué les surfaces agricoles nécessaires à leur production et les émissions de GES associées.

Les produits importés étudiés représentent 19 Mt de produits en équivalent brut. L'alimentation animale (4,5 Mt, dont 3Mt de tourteaux de soja), les fruits (4,4 Mt, dont 1,9Mt équivalent fruit brut de jus d'agrumes), les légumes et pommes de terre (4,4 Mt) figurent parmi les tonnages importés les plus élevés. Près de 50% de ces importations sont d'origine européenne: notamment la viande, les légumes, le sucre, les tourteaux de colza, les huiles de colza et d'olive. Plus de la moitié des fruits dont les jus viennent de pays extra-européens, l'essentiel des tourteaux de tournesol, et sans surprise la quasi-totalité des tourteaux et graines de soja, huile de palme et stimulants (café, cacao, thé).

La production de l'ensemble des importations considérées nécessite près de 12 Mha. Les importations de viande et de cacao mobilisent une part importante des surfaces agricoles (4,8 Mha et 1,7 Mha). La production d'huiles et de tourteaux occupent 2 Mha et 1,6 Mha. Les fruits et légumes mobilisent 0,7 Mha et le café près de 0,6 Mha.

Les émissions de gaz à effet de serre liées à la production agricole des denrées importées s'élèvent à 18,7 MtCO<sub>2</sub>eq, dont 71% liées à la viande. Pour la viande, l'enjeu principal en termes d'émissions porte ainsi sur les émissions à la production et les émissions liées au changement d'usage des sols. Par contre, pour les produits végétaux dont l'émission à la production est plus faible, les lieux de production, la demande de transport et le mode de transport vont peser fortement sur l'empreinte carbone totale du produit (non calculée ici).

Les émissions annuelles de GES liées au changement d'usage des sols, évaluées ici sur la base du remplacement de la végétation naturelle propre à chaque territoire par chaque type de production agricole, s'élèvent au total à 205 MtCO<sub>2</sub>eq soit dix fois plus que les émissions au stade de la production agricole

### Essentiel à retenir

*Les principaux produits agricoles et alimentaires importés en France représentent 19Mt de produits en équivalent brut, et correspondent à 12 millions d'hectares de terres agricoles. 50% de ces importations viennent d'Europe.*

*L'analyse fine des produits importés, des zones d'importation et des impacts associés: empreinte sol, émissions de GES liées à la production agricole et au changement d'usage des sols, permettra d'orienter les choix des consommateurs, des acteurs de la chaîne alimentaire et les décisions politiques afin de réduire nos empreintes sol et GES et relocaliser nos productions.*