

Méthodologie de calcul de l’empreinte carbone de la France

Insee -SDES - Novembre 2024

Résumé

L'empreinte carbone représente la quantité de gaz à effet de serre (GES) induite par la demande finale intérieure d'un pays (consommation finale des ménages, des administrations publiques, des organismes à but non lucratifs et investissement), que les biens ou services concernés soient produits sur le territoire national ou importés. En tenant compte du contenu en gaz à effet de serre des importations, l'empreinte carbone permet d'apprécier les pressions sur le climat de la demande intérieure française quelle que soit l'origine géographique des produits consommés.

L’empreinte carbone de la France est un indicateur calculé par le Service des données et études statistiques du ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (SDES) et l’Institut national de la statistique et des études économiques (Insee). Le calcul de l’empreinte carbone d’un pays n’est pas encadré par des normes ou des règles internationales ou nationales. Il existe différentes approches méthodologiques. La modélisation macro-économique (calcul input-output) est la méthodologie privilégiée par les organismes statistiques internationaux et la communauté scientifique. C’est également l’approche méthodologique retenue par le SDES et l’Insee. Les modalités de calcul sont détaillées ici.

Remerciements

La méthodologie présentée ci-après s’appuie en partie sur le document de travail de 2016 rédigé par Jean-Louis PASQUIER, économiste de l’environnement au Service des données et études statistiques et à l’origine des modalités de calcul de l’empreinte carbone de la France.

Auteurs

Manuel Baude SDES, Sylvain Larrieu Insee.

Sommaire

1.	Introduction.....	3
1.1.	Des flux internationaux de GES	4
1.2.	L'estimation par le SDES de l'empreinte carbone depuis 2010 et ses usages.....	6
1.3.	À compter de 2024, une estimation de l'empreinte carbone coproduite par l'Insee et le SDES avec une méthodologie révisée.....	7
2.	Méthode de calcul de l'empreinte carbone	8
2.1.	Émissions et empreinte.....	8
2.2.	Calcul d'empreinte à partir du TIES FIGARO	11
2.3.	Application d'une méthode « SNAC simplifiée ».....	15
2.4.	Présentation de l'empreinte de la demande finale au prix d'acquisition	22
2.5.	Rétropolation des résultats entre 1990 et 2010	24
3.	Résultats et sensibilité aux hypothèses et choix méthodologiques	26
3.1.	Principaux résultats	26
3.2.	Écarts entre résultats du TIES et méthode SNAC.....	30
3.3.	Révisions par rapport aux publications précédentes du SDES	31
3.4.	Sensibilité : choix de source pour les émissions mondiales de CH ₄ et N ₂ O.....	37
3.5.	Comparaison avec d'autres modèles de calcul d'empreinte	39
4.	Diffusion des résultats.....	40
4.1.	Tableaux de données.....	40
4.2.	Publication régulière	41
5.	Conclusion.....	41

1. Introduction

La mondialisation croissante de la production et de la diffusion des biens et services rend de plus en plus difficile de déterminer les responsabilités des impacts environnementaux des activités économiques à l'échelle planétaire. C'est ce que visent à apprécier les indicateurs dits d'empreinte environnementale de la consommation. Ils permettent notamment de sensibiliser les populations concernées sur les conséquences environnementales, à la fois directes et indirectes, de leurs comportements de consommation ou plus généralement de leurs modes de vie : consommation de biens et services, utilisation d'équipements et d'infrastructures, etc. Ces indicateurs permettent également aux acteurs des différents secteurs économiques (administrations, entreprises, organisation professionnelles...) d'identifier les éventuelles sources de pressions environnementales exercées indirectement par leurs activités, c'est-à-dire en amont de leurs sites de production (chez leurs fournisseurs et ceux de ces derniers, etc.).

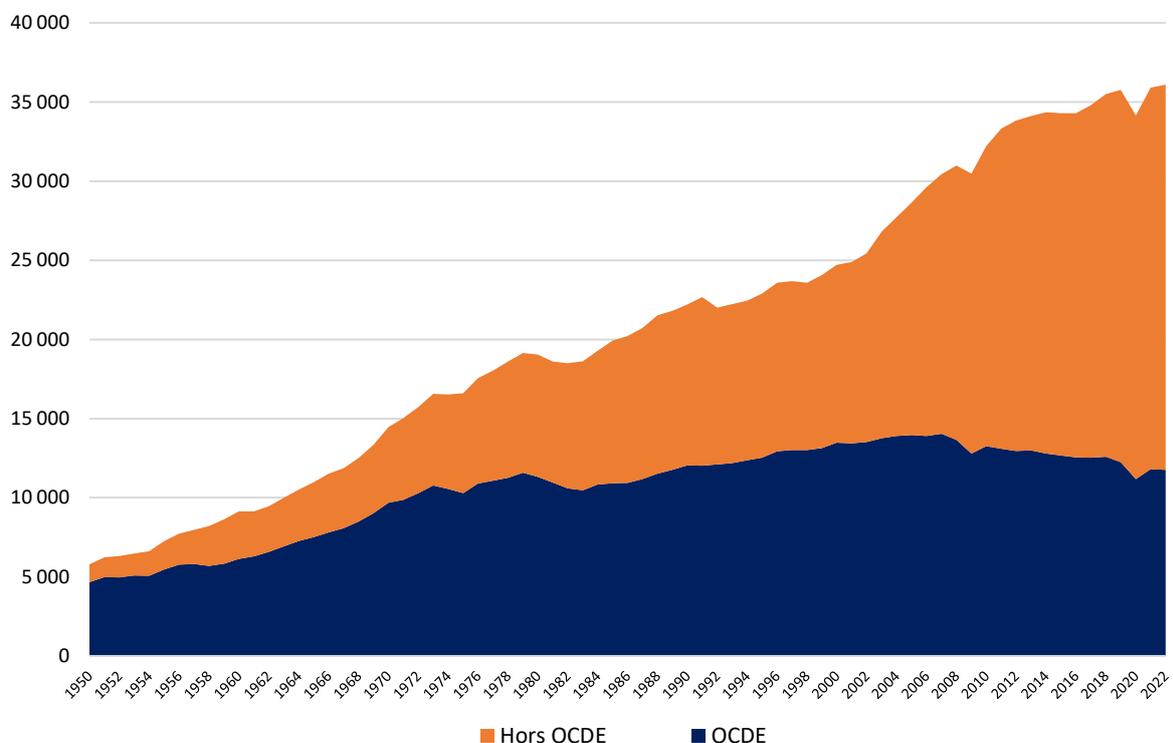
Avec l'accroissement des problématiques liées au changement climatique, la mesure de l'empreinte carbone est un enjeu statistique, économique et politique. Elle est déterminante pour identifier la provenance des émissions de gaz à effet de serre (GES) et les leviers d'actions permettant de les réduire. Le caractère mondial de l'empreinte carbone souligne la nécessaire solidarité de la communauté internationale dans la lutte contre le changement climatique.

1.1. Des flux internationaux de GES

Les inventaires des émissions de GES sur le territoire national, qui sont réalisés au titre de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC) répertorient les GES émis au sein d'un territoire en affectant les GES à leurs sources d'émissions. En 2022 les émissions mondiales de CO₂ liée à la consommation de combustibles fossiles et la fabrication de ciment est estimée à 36,1 Gt CO₂. Elles ont été multipliées par plus de 6 depuis 1950 et ont augmenté de 63 % depuis 1990. Cette hausse traduit deux tendances différentes : une stabilisation des émissions dans les pays de l'OCDE et une augmentation de 139 % dans les pays n'appartenant pas à l'OCDE. Depuis 2005, les émissions des pays de l'OCDE sont inférieures à celles des pays n'y appartenant pas.

Figure 1 : évolution mondiale des émissions de CO₂ émis par les pays de l'OCDE et les pays n'appartenant pas à l'OCDE

En Mt CO₂

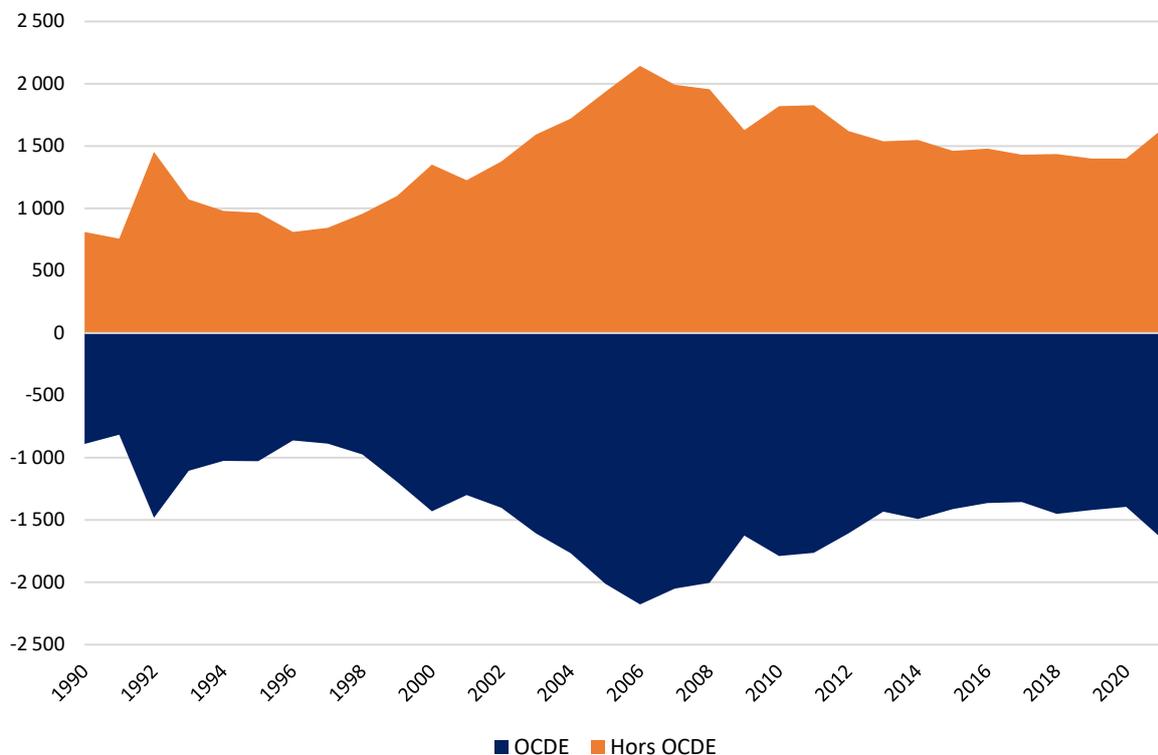


Sources : Global Carbon Project, Friedlingstein et al. 2023

Plusieurs études (Aichele et al., 2012 ; Boitier, 2012 ; Peters et al. ; 2011) ont montré l'existence d'un « transfert » vers les pays tiers, via le commerce international, d'émissions de CO₂ de l'ensemble des pays ayant des engagements de réduction d'émissions de GES dans le cadre du protocole de Kyoto. Depuis l'année 1990, qui sert de base au protocole, les premiers ont collectivement stabilisé les émissions de CO₂ sur leur territoire, alors qu'augmentaient les émissions de CO₂ liées à leurs importations en provenance des pays hors du protocole ; l'ensemble des émissions de ces derniers a plus que doublé depuis cette date.

Figure 2 : évolution des transferts d'émissions de CO2 des pays de l'OCDE et des pays n'appartenant pas à l'OCDE

En Mt CO₂

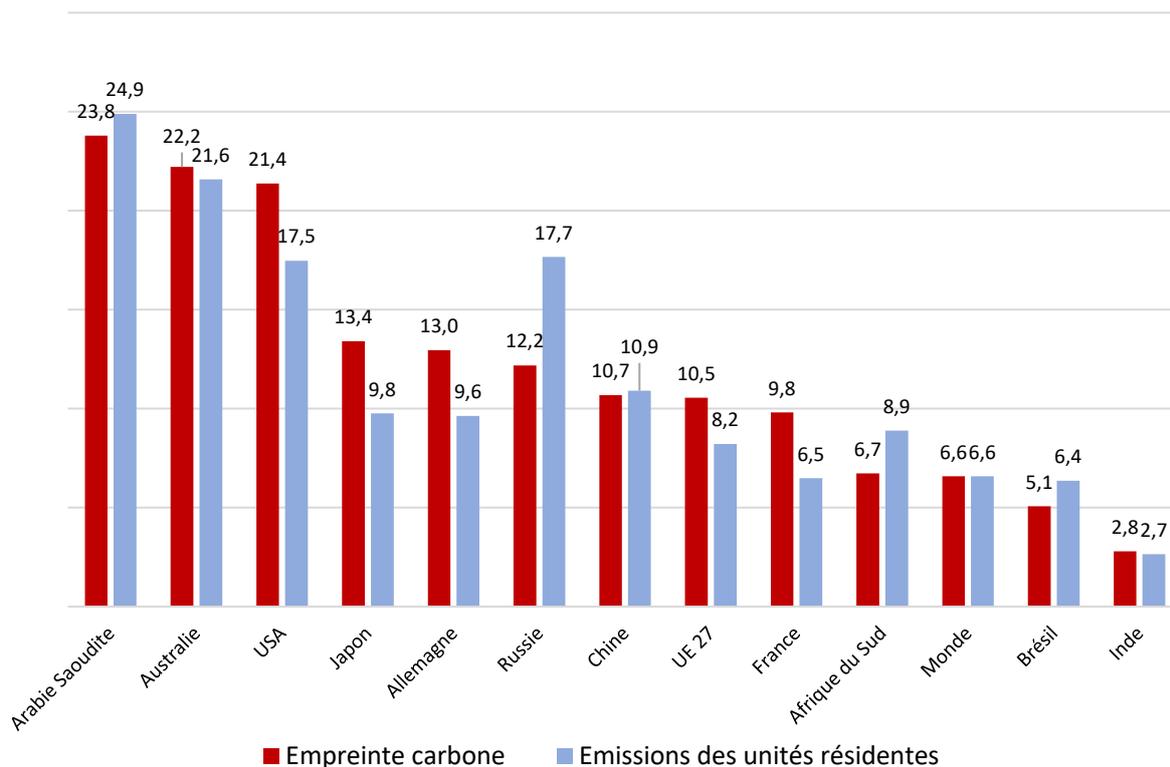


Source : Global Carbon Project ; Updated from Peters, GP, Minx, JC, Weber, CL and Edenhofer, O 2011.

L'empreinte carbone d'un pays fournit une information complémentaire aux inventaires des émissions de GES sur le territoire national, qui sont réalisés au titre de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Le calcul de l'empreinte carbone d'une population vise à estimer la quantité de GES émise pour satisfaire sa consommation au sens large (biens, services, infrastructures), en tenant compte des émissions liées aux importations et aux exportations. Certains pays présentent une empreinte moyenne par personne supérieure aux émissions territoriales de GES (es : France, UE, USA, Japon, ...) : ils sont importateurs de GES ; alors que d'autres pays présentent des émissions territoriales de GES par personne supérieure à l'empreinte carbone moyenne par personne (ex : Russie, Afrique du Sud, Chine, Arabie Saoudite, ...). Ils sont exportateurs de GES.

Figure 3 : empreinte carbone moyenne par personne en 2021

En t CO₂ éq par personne



Source : SDES-Insee pour la France, Eurostat Figaro 2024 pour les autres pays

1.2. L'estimation par le SDES de l'empreinte carbone depuis 2010 et ses usages

Depuis 2010 le Service des données et études statistiques (SDES) estime l'empreinte carbone de la France. Cette estimation est fondée sur une modélisation macro-économique, qui combine des données d'émissions de GES et les tableaux entrées-sorties symétriques des comptes nationaux.

Les résultats sont publiés chaque année dans des publications du CGDD (Chiffres clés du climat en particulier). Par ailleurs, depuis 2015, l'indicateur empreinte carbone est retenu pour le suivi et l'évaluation de la Stratégie nationale bas carbone. L'empreinte carbone est également un des indicateurs complémentaires au PIB présenté chaque année dans le rapport « les nouveaux indicateurs de richesse » (NIR) diffusé par l'Insee. Enfin, l'empreinte carbone est un des indicateurs du suivi national de l'atteinte de l'Objectif de développement durable (ODD) n°13 : « mesures relatives à la lutte contre le changement climatique ».

Pour réaliser ces travaux le SDES a mobilisé des informations produites ou diffusées par :

- Le Citepa, association mandatée par l'État français pour réaliser tous les inventaires de polluants atmosphériques et d'émissions de GES. Le SDES commande chaque année au Citepa la réalisation du compte d'émissions dans l'air (inventaire au format Air Emissions Accounts - AEA) qui alloue les émissions de GES aux branches d'activités qui les émettent ou aux ménages lorsqu'ils sont à l'origine des émissions.

- L’Insee fournit les tableaux entrées sorties symétriques (TESS) des comptes nationaux qui constituent les jeux de données économique de référence pour le calcul d’empreinte carbone.
- Différents organismes nationaux et internationaux (douanes, Eurostat, AIE, FAO et EDGAR) pour estimer les contenus unitaires en GES des importations.

En octobre 2020, suite à une saisine gouvernementale, le Haut Conseil pour le Climat (HCC) a publié un rapport intitulé « Maîtriser l’empreinte carbone de la France » préconisant notamment d’améliorer la mesure de l’empreinte carbone. Le SDES a réuni ses partenaires et des experts de la comptabilité carbone sous l’angle macroéconomique afin d’améliorer les méthodologies d’estimation de l’empreinte carbone de la France. Dans ce contexte, l’Insee s’est impliqué dans l’instruction des méthodes d’estimation de l’empreinte carbone.

1.3. À compter de 2024, une estimation de l’empreinte carbone coproduite par l’Insee et le SDES avec une méthodologie révisée

Depuis l’année 2024, l’estimation de l’empreinte carbone est co-produite par l’Insee et le SDES. Compte tenu de la nature des calculs, largement fondés sur les agrégats macro-économiques des comptes nationaux, l’implication de l’Insee est de nature à améliorer la qualité des données sources et leur traitement. De surcroît l’expertise économique de l’Insee facilite l’interprétation et la contextualisation des résultats.

Ce partenariat s’est accompagné d’une révision globale de la méthode d’estimation de l’empreinte carbone. L’approche macro-économique est conservée mais les sources de données sont modifiées et le mode de calcul est amélioré. La méthodologie précédente était fondée sur les TESS français et européens censés représenter toute l’économie mondiale. Cette méthode dite SRIO (*Single Region Input Output*) estime les émissions importées en faisant l’hypothèse que les biens et services importés sont produits dans les conditions technique et économiques du dernier pays exportateur.

La méthode révisée est fondée sur un tableau international entrées sorties (TIES) symétrique développé par Eurostat : le modèle Figaro (en anglais modèle MRIO - *Multi Region Input Output*). Il présente l’avantage de retracer les chaînes de productions des biens et services de l’économie mondiale en présentant les interdépendances entre branches des différents pays. La mobilisation du TIES Figaro améliore sensiblement la mesure du contenu en émissions des importations et la localisation de l’origine géographique des émissions. Plus précisément, la méthode retenue est dénommée « SNAC simplifié » (*Simplified single national accounts consistent method*). Les contenus unitaires en GES des importations proviennent du modèle Figaro mais toutes les informations économiques nationales sont tirées des comptes nationaux français (cf. partie 2.3).

L’indicateur et ses décompositions ont vocation à alimenter les « comptes nationaux augmentés » de l’Insee, qui visent à compléter l’information apportée par la comptabilité nationale dans de nouvelles dimensions environnementales et sociales.

2. Méthode de calcul de l’empreinte carbone

2.1. Émissions et empreinte

2.1.1. Les émissions de GES : les inventaires territoriaux et les inventaires des unités résidentes

Les inventaires d’émissions ont pour objet de quantifier (en masse de substances émises par an) les gaz à effet de serre (GES) émis par un pays, et de relier ces émissions à des activités humaines. Les inventaires rapportés par les États à la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatique (CCNUCC) constituent la référence en matière d’émissions de GES. Ils sont encadrés par des règles de comptabilisation et de contrôle partagées à l’échelle internationale, sous l’égide du Groupe Intergouvernemental sur l’Évolution du Climat (GIEC).

En France, le Ministère de la Transition écologique a confié la réalisation des inventaires, dans différents formats, au Centre interprofessionnel technique d’études de la pollution atmosphérique (Citepa). L’élaboration de ces inventaires nationaux est encadrée par des procédures décrites dans le Système national d’inventaires d’émissions et de bilans dans l’atmosphère (SNIEBA). Les méthodes d’estimations des émissions sont précisées dans le rapport Ominea (<https://www.citepa.org/fr/omineia/>).

Les inventaires territoriaux (format CCNUCC ou Secten) allouent les GES physiquement émis au sein d’un territoire à leurs sources d’émissions (consommation d’énergie, agriculture, procédés industriels, déchets, secteurs des terres et des forêts).

Les « comptes d’émissions dans l’air » (ou AEA, pour *Air Emissions Accounts*) s’appuient sur les inventaires nationaux conventionnels, avec deux différences principales :

- Ils classent les sources d’émissions en 64 branches d’activités conformément à la nomenclature statistique des activités économiques (NACE ou NAF pour la version française).
- Pour les transports, cet inventaire inclut les émissions des unités résidentes nationales à l’étranger et exclut les émissions des résidents étrangers dans le pays considéré. Cela concerne principalement les opérations à l’étranger des entreprises du transport aérien et maritime (par exemple pour la France, CMA-CGM ou Air France).

Le périmètre retenu et la ventilation sont ainsi rendus cohérents avec ceux utilisés dans la comptabilité économique nationale, ce qui permet le croisement de flux physiques atmosphériques avec les différents agrégats économiques (production, valeur ajoutée, composantes de la demande finale...). Les inventaires AEA identifient également les émissions des ménages issues des voitures particulières et des chauffages dans les logements, qui ne sont pas décrites comme des activités productives en tant que telles dans les comptes nationaux.

L’inventaire AEA s’inscrit dans le cadre des « comptes économiques européens de l’environnement », eux même fondés sur le cadre normatif du « système de comptabilité économique et environnementale » des Nations unies (acronyme anglais SEEA). Les comptes économiques de l’environnement sont couverts par le règlement européen n°691/2011.

L’estimation de l’empreinte carbone est fondée sur l’exploitation des AEA, qui sont par définition parfaitement compatible avec les tableaux entrées-sorties nationaux et internationaux.

2.1.2. L’empreinte carbone estimée selon l’approche macro-économique

On distingue deux grandes familles parmi les méthodes de calcul de l’empreinte carbone de la consommation. L’une est de nature microéconomique et résulte de la combinaison de statistiques détaillées sur la consommation des ménages et de « facteurs d’émissions » issus d’études spécifiques, réalisées produit par produit (à partir de méthodes dites « d’analyse en cycle de vie » ou ACV). L’autre est de nature macroéconomique et s’appuie sur la combinaison de statistiques macroéconomiques monétaires et physiques.

Nous nous intéressons ici uniquement à la seconde, qui est l’approche adoptée par l’Insee et le SDES pour calculer l’empreinte carbone de la demande finale intérieure française. Dans ce cadre, **l’empreinte carbone représente la quantité de GES induite par la demande finale intérieure d’un pays (consommation des ménages, administrations publiques, organismes à but non lucratifs, investissement), que ces biens ou services soient produits sur le territoire national ou importés.**

L’empreinte carbone de la demande finale intérieure inclut les GES directement émis par les ménages (chauffage résidentiel, véhicules individuels) et les émissions (indirectes) provoquées lors de la fabrication et du transport des produits consommés par ces derniers, que ces produits soient fabriqués en France ou à l’étranger. L’information sur les émissions directes des ménages est issue des comptes d’émissions dans l’air par activités économiques (inventaire au format AEA). Celle qui concerne les émissions indirectes associées à la production, au transport et la distribution des biens et services demandés par les ménages provient du calcul input-output qui met en relation le TIES et les AEA de tous les pays, ventilés par branches d’activité.

2.1.3. Passage des émissions à l’empreinte

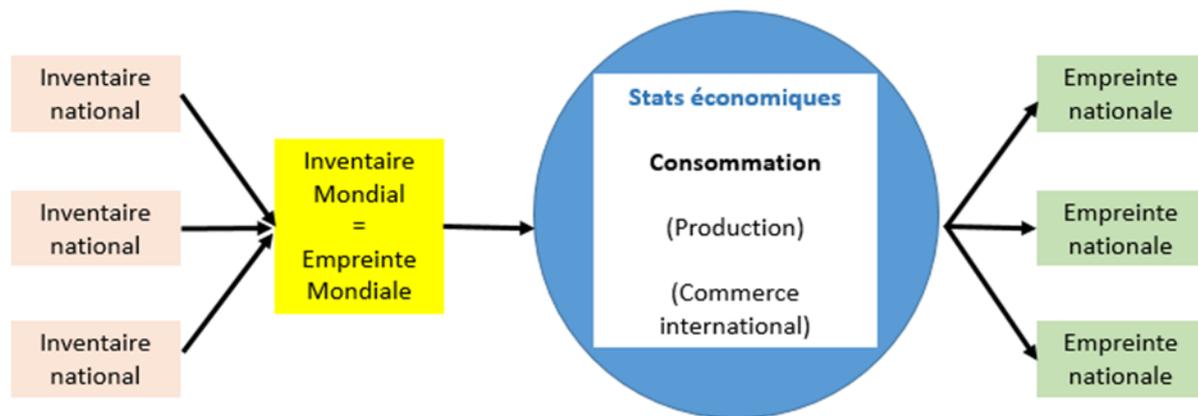
À l’échelle du monde, l’empreinte GES est par définition égale à la somme des émissions de GES de tous les pays : toutes les émissions sont, *in fine*, induites par la demande finale des ménages, administrations ou entreprises (consommation finale ou investissement). L’approche méthodologique retenue consiste donc à réaliser une correspondance entre les émissions mondiales (ventilées par pays et branches d’activités à l’origine des émissions) et la consommation des biens et services (ventilés par pays et produit finaux).

Cette allocation des émissions nécessite d’identifier et localiser :

- les chaînes de production mondiale des biens et services afin d’estimer leur contenus en émissions,
- les pays où sont consommés ces biens et les services afin de constituer les empreintes nationales.

Les TIES apportent ces informations sur l’interdépendances des flux économiques internationaux et permettent d’incorporer à des biens et services consommés des GES émis tout au long de leur chaîne de production mondiale.

Figure 4 : passage des émissions à l’empreinte à l’aide de statistiques macroéconomiques



2.1.4. Le calcul Input-Output et l'équation de Leontieff : analyser la production en fonction de la demande

Le calcul input-output décrit ici vise à estimer la masse de GES associée à chaque euro de demande finale pour chacune des grandes catégories de produits (biens et services) identifiés par la comptabilité nationale. Ces intensités en GES des produits sont alors multipliées par la valeur (euros) des produits demandés en France. On parle de demande intérieure dans la mesure où les émissions de GES associées aux produits exportés (demande extérieure) ne sont pas prises en compte dans l'empreinte carbone.

Le calcul type input-output en économie est issu des travaux d'analyse interindustrielle de l'économiste Wassily Leontief qui fut l'inventeur dans les années 1930/40 des tableaux input-output ou tableaux entrées-sorties (TES). Aujourd'hui, cette méthode de calcul est abondamment documentée dans la littérature académique.

L'analyse input-output étendue à l'interface entre économie et environnement s'inspire également de travaux menés par Leontief au cours des années 1970 et pour lesquels il combina TES et statistiques environnementales physiques. Dans les années 1990, avec sa proposition d'inventaire au format AEA, l'office statistique néerlandais (Keuning et al., 1999) a remis à l'ordre du jour l'analyse input-output étendue à l'environnement. Dorénavant, celle-ci est également bien documentée (e.g. Miller & Blair, 1985 ; Moll et al., 2007 ; Suh, 2009).

Cette méthode d'analyse s'appuie sur l'équilibre comptable entre offre et demande décrit par le tableau d'entrées-sorties de la comptabilité nationale. Dans l'explication qui suit, on se placera au niveau mondial, donc avec une économie fermée qui ne présente ni importations, ni exportations. L'offre est composée de la production (P). Elle permet de satisfaire la demande, qui se compose des consommations intermédiaires (CI) des entreprises (matières premières, produits semi-finis et services qu'elles utilisent) et de la demande finale (DF). Cette dernière comprend la consommation de produits finis et de services et l'investissement (équipement des entreprises, logement des ménages).

$$[P] = [CI] + [DF] \quad (1)$$

Sur la base d'une représentation très agrégée de l'économie en trois branches et trois produits (biens et services), l'équilibre entre offre et demande s'écrit par exemple de la façon suivante dans le TES symétrique :

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} CI_{11} & CI_{12} & CI_{13} \\ CI_{21} & CI_{22} & CI_{23} \\ CI_{31} & CI_{32} & CI_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} DF_1 \\ DF_2 \\ DF_3 \end{bmatrix} \quad (1bis)$$

En outre, il est possible d'exprimer les consommations intermédiaires en fonction de la production. Pour chacune des branches ($j = 1, \dots, n$), on peut en effet déterminer les ratios rapportant la valeur de des consommations intermédiaires (CI_{ij}) de chacun des produits ($i = 1, \dots, n$) à celle de sa production (P_j). Dans la littérature

académique, ces ratios sont appelés « coefficients techniques » et sont notés $a_{ij} = CI_{ij}/P_j$. La matrice composée de l'ensemble des coefficients techniques est notée $[A]$.

Il devient alors possible d'exprimer la production en fonction de la demande finale en récrivant l'équation (1) de la façon suivante :

$$P = [A^d].\langle P \rangle + DF^d \Leftrightarrow [I - A^d].\langle P \rangle = DF^d \Leftrightarrow P = [I - A^d]^{-1}.\langle DF^d \rangle \quad (2)$$

$[I]$ est la matrice identité (composée de 1 sur la diagonale correspondant aux couples branches i /produits j et de 0 par ailleurs). La version finale est traditionnellement désignée comme l'équation de Leontief de base, dans laquelle, la matrice $[I - A_d]^{-1}$ a vocation à décrire la structure de l'appareil productif sur le territoire national.

Sur cette base, le calcul des émissions (E) de GES (ou tout autre pression environnementale) associé à la demande finale est réalisé à l'aide de l'introduction dans l'équation de Leontief des intensités émettrices de chacune de branches ($e_j = E_j/P_j$) considérées.

$$E^d = \langle e_j^d \rangle . [I - A^d]^{-1} . \langle DF^d \rangle \quad (3)$$

À chaque euro de la demande finale du produit i est donc attribué un contenu en GES directement émis par la branche j pour la production de cet euro, ainsi que les GES qui y sont indirectement imputables via les consommations intermédiaires de la branche j , plus celles des branches fournissant cette dernière, et ainsi de suite jusqu'à l'étape située la plus en amont du processus, c'est-à-dire la production des matières premières. L'équation de Leontief est ainsi fondamentalement récursive, ce qui peut être illustré par l'égalité suivante :

$$[I - A^d]^{-1} = I + [A^d] + [A^d]^2 + [A^d]^3 + \dots \quad (4)$$

2.2. Calcul d'empreinte à partir du TIES FIGARO

2.2.1. Comptes d'émissions dans l'air au niveau mondial

Pour calculer l'empreinte carbone de la France, il est nécessaire de disposer des inventaires de GES au format AEA pour tous les pays du monde et pour toutes les substances gazeuses.

On veut associer ces comptes d'émissions au TIES Figaro, ce qui requiert le niveau de détail suivant : 45 pays du modèle Figaro + un ensemble « reste du monde » (qui couvre tous les autres pays), ventilé en 64 branches de la nomenclature NACE. Les données doivent couvrir, comme Figaro, la période allant de 2010 à l'année N-2.

On dispose d'AEA complets au niveau A64 pour la France (comptes réalisés par le Citepa) et pour tous les pays de l'Union Européenne. Les États-membres sont en effet tenus de réaliser chaque année ces comptes et de les transmettre à Eurostat, suivant le règlement UE n°691/2011. Ces données sont disponibles pour les années 2008 à N-2, et Eurostat réalise une extrapolation pour l'année N-1.

Eurostat centralise également des AEA moins détaillés pour la Suisse, la Norvège et la Turquie. Enfin, le Royaume-Uni publie des AEA en 64 branches jusqu'à l'année N-1. Ils ne sont pas transmis à Eurostat mais facilement disponibles sur le site internet de l'institut statistique.

Pour tous les autres pays du monde, Eurostat a réalisé un exercice de construction d'AEA au niveau A64, dans le cadre d'un programme « d'applications de FIGARO »¹. Les AEA de tous les gaz à effet de serre (dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), protoxyde d'azote (N₂O) et gaz fluorés) sont fondés sur la base de données EDGAR constituée par le Centre de recherches de la Commission européenne (*Joint research center* ou JRC). La base EDGAR s'appuie elle-même largement sur les estimations de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) en ce qui

¹ Méthodologie disponible sur le site internet d'Eurostat :

https://ec.europa.eu/eurostat/documents/1798247/6191529/Methodological+Note_GHG_estimates_FIGARO_21_June_2024/b23da1a7-d8bb-6834-0608-7fc9bb293ddc?t=1719236345901

concerne le CO₂. Les données EDGAR au format CRF (*common reporting format*, utilisé pour le rapportage des inventaires territoriaux à la CCNUCC) sont converties par Eurostat au format NACE en utilisant des informations issues de Figaro sur la structure économique des pays concernés. Le passage des émissions territoriales aux émissions résidentes est réalisé en s'appuyant sur des bases de données de l'OCDE sur le transport maritime et aérien. Ces AEA estimés par Eurostat sont disponibles pour les années 2010 à N-3.

Afin de pouvoir comparer et combiner les différents gaz à effet de serre entre eux, la capacité de chaque gaz à renvoyer de l'énergie vers le sol est évalué comparativement au CO₂. Le potentiel de réchauffement global (PRG) d'un gaz dépend de sa capacité à intercepter et renvoyer les rayonnements solaires ainsi que de sa durée de vie. Le PRG de chaque GES est déterminé par le Giec au fur et à mesure de ses rapports d'évaluation (Assessment Reports ou AR). Les valeurs des PRG du cinquième rapport d'évaluation du Giec paru en 2013-2014 sont actuellement en vigueur pour le rapportage des émissions de GES au titre de la CCNUCC. Sur une échelle de temps de 100 ans, les PRG de l'AR5 retenus pour les calculs de l'empreinte carbone sont les suivants :

- CO₂ = 1
- CH₄ = 28
- N₂O = 265
- HFC = <1 à 12 400 en fonction de la substance considérée
- PFC = <1 à 11 100 en fonction de la substance considérée
- SF₆ = 23 500
- NF₃ = 16 100

Ce sont ces coefficients qui ont été utilisés pour construire les « équivalents GES » dans ce projet.

2.2.2. Description des données disponibles dans FIGARO

Chaque année, le projet FIGARO diffuse 4 séries de tables : un tableau des ressources au prix de base (« *supply table* »), un tableau des emplois au prix de base (« *use table* ») et deux tableaux entrées-sorties (« *input-output tables* »), l'un dit « produit X produit » et l'autre « branche X branche ». Dans tous ces tableaux, le niveau de détail est le suivant : 45 pays + une région « reste du monde » et 64 activités ou produits, selon la nomenclature NACE A64.

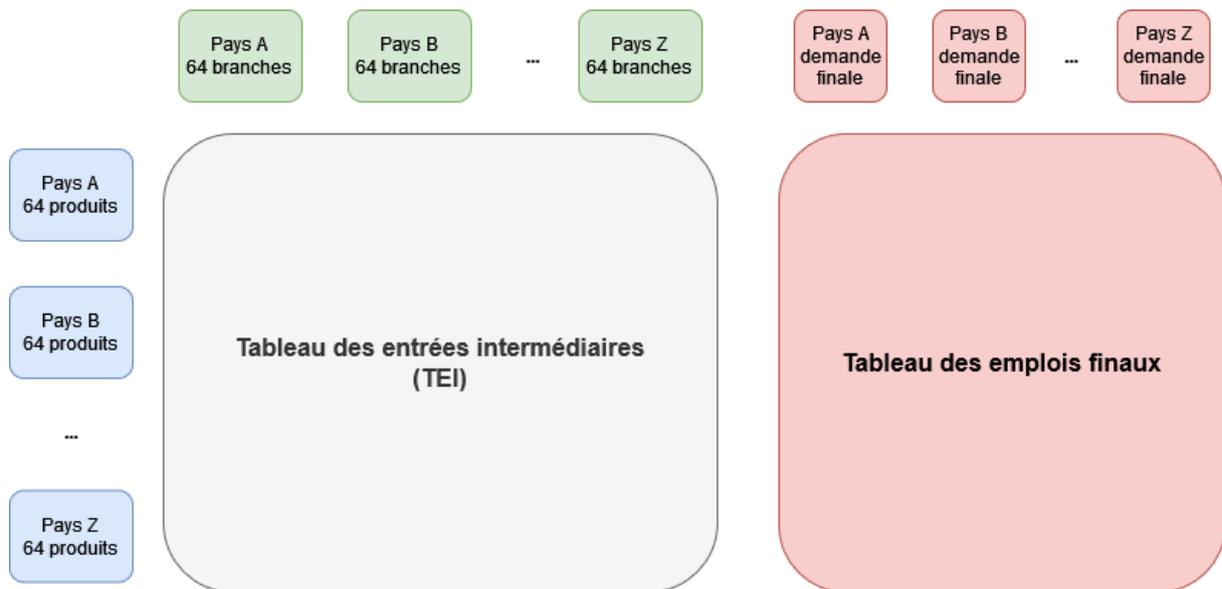
Le **tableau des ressources** présente la production de chaque branche (nomenclature NACE) suivant sa composition par produit (nomenclature CPA). En règle générale, une branche génère essentiellement le produit correspondant à son activité principale (le code CPA correspond alors au code NACE), mais elle peut également générer des productions secondaires dans des catégories différentes de la nomenclature. Ce tableau est important pour comprendre l'articulation entre « branches » et « produits », mais il n'est cependant pas utilisé en tant que tel pour le calcul d'empreinte GES.

Le **tableau des emplois au prix de base** se présente sous la forme de deux blocs (figure 5) :

- Le tableau des entrées intermédiaires (TEI) décrit les consommations intermédiaires par produit X branche utilisatrice, c'est à dire les intrants utilisés par chaque branche pour réaliser sa production annuelle ;
- Le tableau des emplois finaux décrit pour chaque produit les emplois finaux suivant 5 types : consommation des administrations publiques, des ménages, des ISBLSM, FBCF et « variations de stocks + acquisition moins cession d'objets de valeur ».

Chaque ligne du tableau des emplois au prix de base correspond à un produit, et la somme des emplois (intermédiaire + finaux) est égale au total des ressources par produit qu'on trouve dans le tableau des ressources. L'ensemble de ces deux premiers tableaux constitue ce qu'on appelle le tableau des ressources et des emplois au prix de base (« Supply and use table »).

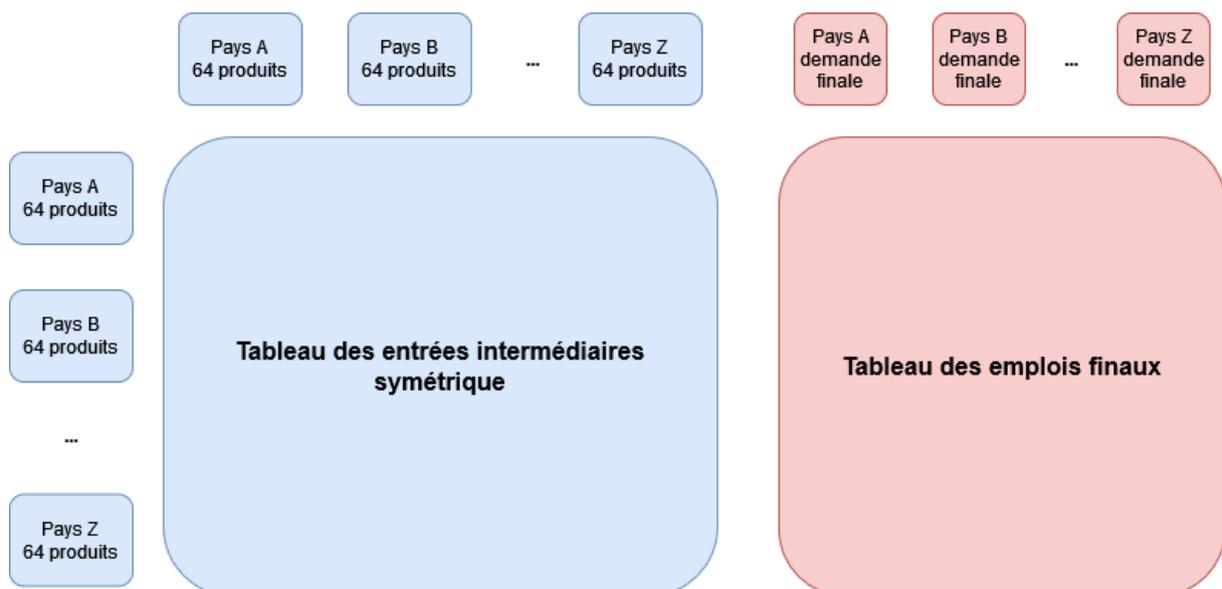
Figure 5 : structure du tableau des emplois au prix de base de FIGARO



Ce tableau des emplois ne peut pas être directement utilisé pour le calcul de l’empreinte carbone. En effet, sa partie « consommations intermédiaires » (TEI) n’est pas « symétrique » : elle comprend en ligne des produits et en colonne des branches, si bien que la méthode de Leontieff ne peut pas s’appliquer.

La base FIGARO propose donc deux tableaux entrée-sortie « symétriques » dérivés du tableau des emplois au prix de base. Un IOT « produit x produit » où le TEI a été modifié pour présenter des produits en colonne ; et un IOT « branche X branche » où le TEI présente des branches en ligne. À noter, dans ce second tableau, le bloc des « emplois finaux » est également modifié pour présenter des branches en ligne au lieu de produits. Dans l’IOT « produit X produits », le bloc des emplois finaux n’est quant à lui pas modifié, il est identique à celui du tableau des emplois au prix de base (figure 6).

Figure 6 : structure du tableau entrées-sorties « produit X produit » de FIGARO



2.2.3. Quelle table utiliser pour le calcul d'empreinte carbone ?

En théorie, il est possible de réaliser un calcul d'empreinte carbone à partir des deux tableaux symétriques : « produit X produit » et « branche X branche ». Aucune des deux approches n'est cependant uniformément supérieure à l'autre, il faut donc réaliser un arbitrage.

- L'avantage principal de travailler avec l'IOT « produit X produit » est une meilleure interprétabilité des résultats finaux : l'empreinte de la demande finale est ventilée par produits, ce qui permet un lien direct avec les statistiques usuelles par exemple sur la consommation des ménages par produit.
- L'avantage principal de l'IOT « branche X branche » est sa meilleure compatibilité avec la donnée source sur les émissions de gaz à effet de serre, à savoir les comptes d'émission dans l'air qui présentent des émissions réalisées par branche, et non pas par produit. L'inconvénient est que le résultat d'une empreinte « branche X branche » est présenté par « production de la branche », ce qui est difficile à interpréter.

En pratique, l'écart entre les deux approches est très faible. En utilisant la même source pour les émissions dans les deux cas, à savoir les comptes d'émission par branche, l'empreinte GES de la France en utilisant l'IOT « branche X branche » est très légèrement inférieure à celle calculée avec l'IOT « produit X produit », de -0,0 % (en 2018) à -0,6 % (en 2012 et 2013).

En effet, de manière générale, les branches de l'économie mondiale sont globalement homogènes, c'est à dire produisent en grande majorité un seul produit, correspondant à leur activité principale. Cette homogénéité dépend des structures économiques réelles, mais aussi de la manière dont les statisticiens nationaux ont choisi de définir la « branche d'activité » dans leur pays².

Cette homogénéité des branches est particulièrement marquée dans les comptes nationaux français, où les branches sont (quasiment) mono-produits. Les tableaux symétriques « produit X produit » et « branche X branche » issus du tableau des ressources et emplois français sont donc très proches. Il faut d'ailleurs noter que les comptes nationaux français compilent seulement un TES symétrique « produit X produit ». Le TES symétrique « branche X branche » pour la France est reconstruit par l'équipe FIGARO, en utilisant des méthodes de symétrisation standard.

Au final, pour le calcul de l'empreinte française, le SDES et l'Insee font le choix de privilégier le tableau FIGARO symétrique « produit X produit », qui conduit à des résultats plus faciles à interpréter et à réconcilier avec les informations des comptes nationaux sur la demande finale.

2.2.4. Quelques résultats de FIGARO pour la France

En utilisant l'IOT « produit X produit » de FIGARO et les émissions de GES mondiales décrites plus haut, on trouve une empreinte en gaz à effet de serre de la France qui s'élève à 607 Mt CO₂éq en 2021, ou 496 Mt CO₂éq hors émissions directes des ménages.

Parmi celles-ci, le CO₂ compte pour 346 Mt, le méthane (CH₄) pour 109 Mt CO₂éq, le protoxyde d'azote (N₂O) pour 34 Mt CO₂éq et enfin les gaz fluorés pour 8 Mt CO₂éq. Les émissions de l'empreinte française (hors émissions directes des ménages) ont lieu en France à 50 % et à l'étranger à 50 %.

² Cf. la note de blog Insee qui discute cette question : <https://blog.insee.fr/combien-pese-l-industrie-en-france-et-en-allemande/>

2.3. Application d'une méthode « SNAC simplifiée »

2.3.1. Pourquoi ne pas retenir directement les résultats de FIGARO pour l'empreinte carbone de la France ?

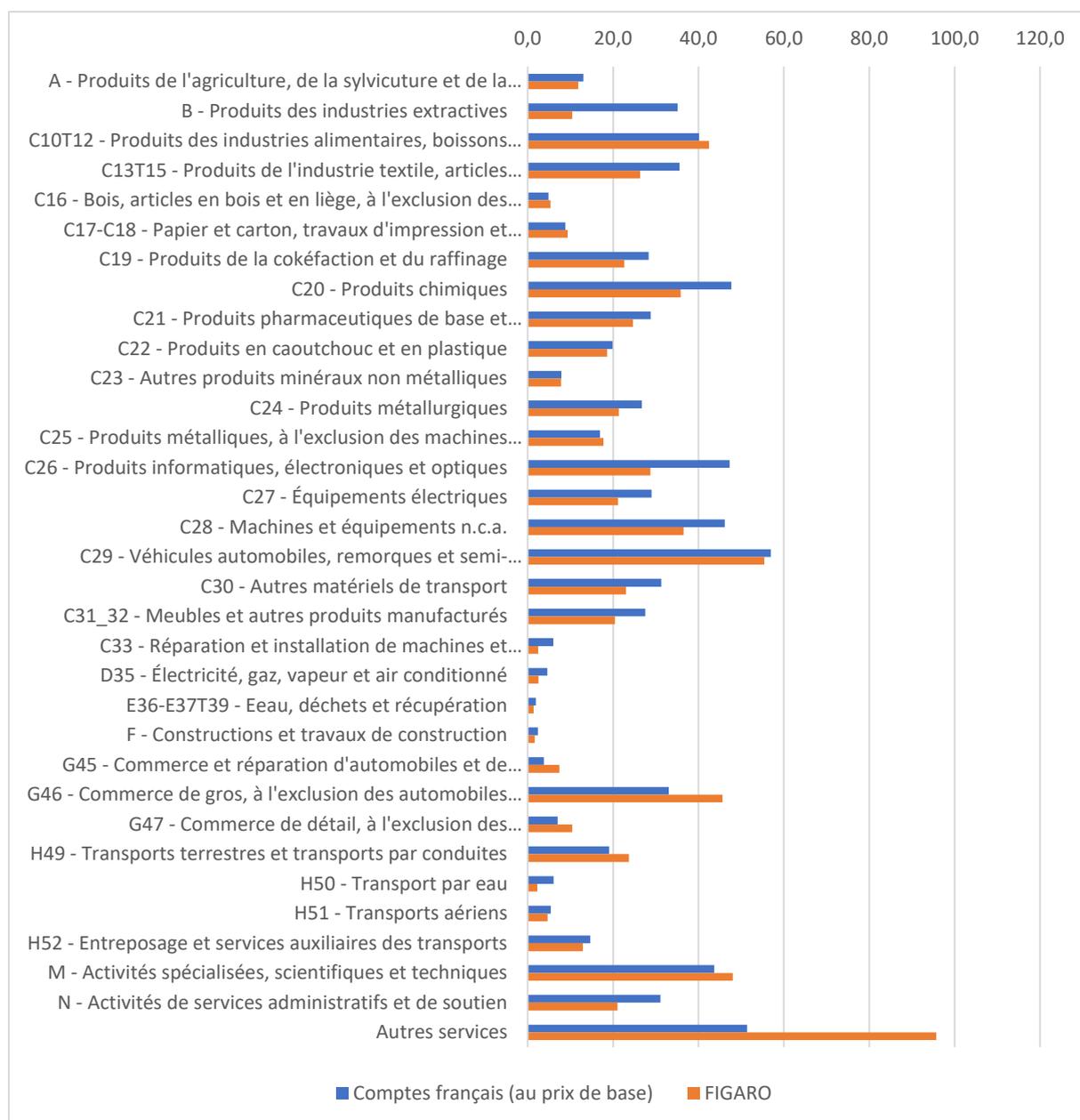
Bien que FIGARO soit construit à partir des comptes nationaux français, il s'en éloigne sur un point très important pour le calcul d'empreinte carbone : la composition des importations.

Un TIES comme FIGARO ne peut pas respecter tous les résultats des comptes nationaux de chaque pays, car ses auteurs sont forcément confrontés au problème suivant : les données d'import / export par produit publiées par les différents pays du monde ne sont pas cohérentes entre elles. En général, ce qu'un pays A déclare importer d'un pays B est différent de ce que le pays B dit exporter vers le pays A (par produit mais aussi au total). Cette incohérence entre sources oblige les compilateurs de TIES à réaliser un arbitrage. Pour assurer la cohérence des flux mondiaux de biens et services, ils doivent modifier, soit les importations déclarées par les pays, soit les exportations, soit les deux. Dans FIGARO, les exportations déclarées par les pays sont conservées telles quelles, et ce sont les importations qui sont modifiées.

En pratique, les importations de la France dans FIGARO sont donc différentes de celles données dans les comptes français. Plus précisément : le total est identique, mais la composition par produits est différente. C'est en particulier le cas pour les produits des activités extractives (dont le gaz naturel et le pétrole brut) dont le poids carbone est important. De manière générale, les importations françaises dans FIGARO sont composées de moins de biens et de plus de services, qui tend à « alléger » l'empreinte carbone (figure 7).

Figure 7 : comparaison des importations entre le TESS français et FIGARO en 2021

En milliards d'euros



2.3.2. Principe de la méthode « SNAC simplifié »

Pour le calcul de l'empreinte carbone de la France, on choisit d'appliquer une méthode dit « *single national accounts consistent* » (SNAC). C'est à dire qu'on va modifier les résultats de FIGARO pour assurer leur cohérence avec les comptes nationaux français (d'où le « *national accounts consistent* ») mais sans essayer d'améliorer la cohérence avec les comptes d'autres pays (d'où le « *single* »).

La méthode SNAC « complète » a été présentée dans un article de 2015 rédigé par des statisticiens des Pays-Bas³. Elle consiste à partir d'un TIES donné (FIGARO par exemple), à remplacer toutes les données correspondant à la France (imports et exports par produits, TES domestique) par celle des comptes nationaux français, et recalculer enfin la totalité de la table pour assurer sa cohérence comptable (emploi = ressource pour tous les produits). Cette méthodologie est assez lourde car elle requiert de recalculer le TIES complet en utilisant des algorithmes de calage sur marges multiples, avec les risques d'instabilité que cela comporte.

La méthode SNAC « simplifiée », qui a été adoptée pour ce projet, a été présentée initialement dans un article de 2019⁴. Contrairement à la précédente, elle ne requiert pas de modifier le TIES FIGARO lui-même. Elle consiste simplement, dans l'expression de l'empreinte carbone de la France, à utiliser certains termes issus des comptes nationaux français, et certains termes issus de FIGARO. Plus précisément, on part de l'équation de Leontieff classique pour un TIES :

$$E_{TIES} = e(I - A)^{-1}DF$$

On peut montrer que cette expression peut se développer sous la forme suivante :

$$E_{TIES} = e_{FR}(I - A_{FR}^{FR})^{-1}DF_{FR} + e(I - A)^{-1}A_M^{FR}(I - A_{FR}^{FR})^{-1}DF_{FR} + e(I - A)^{-1}DF_M$$

Où DF_{FR} représente la demande finale française en produits français, DF_M représente la demande finale française en produits étrangers, e_{FR} représente le vecteur des émissions françaises, A_{FR}^{FR} est la matrice des coefficients techniques réduite aux produits français utilisés comme intrant par les branches françaises et A_M^{FR} est la matrice des coefficients techniques réduite aux produits étrangers utilisés comme intrant par les branches françaises. La démonstration de cette décomposition est disponible en annexe 1.

L'empreinte SNAC simplifiée est définie comme l'expression ci-dessus, dans laquelle on remplace tous les termes en rouge par leur valeur dans les comptes nationaux français.

$$E_{SNAC} = e_{FR}(I - A_{FR}^{FR})^{-1}DF_{FR} + e(I - A)^{-1}A_M^{FR}(I - A_{FR}^{FR})^{-1}DF_{FR} + e(I - A)^{-1}DF_M$$

Le seul terme qui est repris de FIGARO sans modification est donc $e(I - A)^{-1}$, le vecteur des contenus GES unitaires des produits étrangers (c'est à dire leur contenu en kg CO₂éq par euro). Ce contenu FIGARO est appliqué aux importations pour demande finale (dernier terme de la décomposition) et aux importations pour demande intermédiaire (deuxième terme).

2.3.3. Quelle approximation fait-on en utilisant la méthode SNAC simplifiée par rapport à la méthode SNAC complète ?

La méthodologie SNAC simplifiée permet de couvrir 98 % des émissions françaises contribuant à l'empreinte par des données françaises, tout en restant dans un cadre nettement plus simple que la méthode SNAC « complète ».

On peut noter que dans l'expression de l'empreinte ci-dessus, le vecteur de contenus unitaires $e(I - A)^{-1}$ tiré de FIGARO recouvre une (faible) part d'émissions de GES ayant lieu en France. En effet, dans les chaînes de valeur mondiales, il arrive que certains produits soient fabriqués en France où ils donnent lieu à des émissions directes, soient ensuite exportés dans un pays partenaire où ils sont utilisés comme intrant dans la fabrication d'un autre produit, puis que ce nouveau produit soit réimporté en France. En pratique, en 2021, 0,9 % du contenu GES des produits importés en France pour satisfaire la demande finale est constitué d'émissions ayant eu lieu en France.

Dans la méthodologie SNAC simplifiée, cette petite fraction d'émissions françaises contribuant à l'empreinte via la production de biens à l'étranger est donc modélisée directement par FIGARO. Tout le reste des chaînes de

³ "A method to create carbon footprint estimates consistent with national accounts", Economic Systems Research, Juin 2015

⁴ "Towards accepted procedures for calculating international consumption-based carbon accounts", Climate Policy, Février 2020

production française contribuant à l’empreinte (termes en rouge dans l’équation précédente) est modélisé à partir des comptes nationaux français.

2.3.4. Pré-requis : un TESS français enrichi

L’expression de l’empreinte SNAC donnée ci-dessus suppose que l’on connaisse les termes DF_M (demande finale directe en produits étrangers) et A_M^{FR} (demande pour la consommation intermédiaire des branches françaises) à un niveau de détail compatible avec le TIES FIGARO, c’est à dire 64 produits X 45 pays (hors France). Le niveau de détail par produits ne pose pas de problème, car le TES symétrique français est réalisé au niveau A138 et peut donc être réagrégué au niveau A64. En revanche, la ventilation par pays n’est a priori pas connue : le TES symétrique habituellement produit par les comptes nationaux français ne distingue que 3 provenances : France, UE et hors UE.

Le premier enrichissement nécessaire est donc de ventiler le TES symétrique « importé » en 45 pays de provenance.

Une seconde difficulté concerne la valorisation des importations : dans le TIES FIGARO, tous les emplois sont « au prix de base » dans tous les pays, c’est à dire « sortie d’usine ». Les éventuelles marges de commerce et de transport ne font pas partie du prix des biens mais sont « achetées » séparément par les utilisateurs. Dans le TES symétrique français en revanche, comme dans tous les comptes nationaux, les importations sont valorisées « CAF » (coût assurance et fret), c’est à dire à leur valeur à l’arrivée sur le territoire français. Pour revenir au « prix de base », on peut distinguer deux types de marges à retirer :

- Celles réalisées dans le pays exportateur, entre la sortie de l’usine et la frontière. Ce sont les marges "domestiques" de ce pays. À la frontière du pays exportateur, la valorisation du bien est dite "FAB" (franco à bord) ;
- Celles réalisées "en transit international", entre la frontière du pays exportateur et la frontière française. Ce sont les marges dites "CAF-FAB". Par définition, les marges CAF-FAB ne concernent que les pays qui ne sont pas frontaliers de la France. Pour les pays frontaliers, la marge CAF-FAB est nulle.

Prenons l’exemple d’une voiture importée de Chine et vendue en France en concession pour 18 000 euros. On souhaite retracer l’itinéraire de la voiture pour séparer les éléments suivants :

- Prix de base (sortie d’usine en Chine) : 13 000 euros
- Marges de commerce et de transport en Chine (TTM Chine) : 1 000 euros
- Marges de transport et d’assurance en transit entre la Chine et la France (marge CAF-FAB) : 2 000 euros
- Marges de commerce et de transport en France (TTM France) : 2 000 euros
- Prix d’acquisition pour le ménage en France : 18 000 euros

Ce partage permettra de calculer correctement l’empreinte carbone du véhicule, en comptabilisant le contenu carbone unitaire de la production automobile chinoise (en kg CO₂ / euro) pour 13 000 euros, et les contenus carbone du commerce et du transport dans divers pays pour 5 000 euros.

Le second enrichissement nécessaire du TES consiste donc à réaliser cette séparation des marges « TTM à l’étranger » et « CAF-FAB » dans la valorisation des importations françaises.

2.3.5. Comment a-t-on enrichi le TESS ?

Pour obtenir la ventilation par pays des importations françaises, on mobilise trois sources de données :

- Pour les **biens** hors produits des activités extractives, la source utilisée est la douane ;
- Pour les **produits des activités extractives** (c'est à dire essentiellement, en valeur monétaire, le pétrole brut et le gaz naturel), la source utilisée est issue des statistiques sur l'énergie du SDES ;
- Pour les **services**, on reprend la ventilation proposée dans le TIES FIGARO pour les importations françaises, qui est elle-même indirectement issue de données de la balance des paiements française.

Pour séparer les marges de commerce et de transport sur les importations de biens, on mobilise trois autres sources :

- Un fichier spécifique de la douane fournit une ventilation des marges CAF-FAB croisée par type de bien X mode de transport (routier, maritime, aérien) ;
- Pour les marges TTM ayant lieu dans les pays de l'Union Européenne, on utilise les données des TES symétriques de ces pays (taux de marges TTM sur les exports) ;
- Pour les marges TTM ayant lieu dans les pays hors Union Européenne, on utilise des données issues de la compilation du TIES FIGARO.

Ces différentes étapes de traitement permettent d'aboutir à un TES symétrique français entièrement compatible avec FIGARO, tant en niveau de détail qu'en mode de valorisation.

2.3.6. Prolongement des résultats jusque 2023

Un objectif majeur du projet est de pouvoir calculer une empreinte carbone de la France jusqu'à l'année N-1 (donc 2023 dans la présente publication du 5 novembre 2024). L'expression de l'empreinte SNAC donnée plus haut (cf. partie 2.3.2) requiert pour cela de connaître le TES symétrique français d'une part, les contenus carbone unitaires des produits étrangers issus de FIGARO d'autre part.

Historiquement, le TES symétrique français n'était calculé que sur les comptes nationaux définitifs, soit l'année N-3. À partir de 2024, pour les besoins de l'empreinte carbone, le TES symétrique est maintenant calculé également pour les comptes semi-définitifs (N-2) et provisoire (N-1). L'enrichissement décrit au paragraphe précédent (origine géographique et valorisation des importations) est également réalisé jusqu'à l'année N-1.

Avant 2024, les émissions de GES au format AEA étaient réalisées uniquement sur l'année N-2, sur la base de l'inventaire d'émissions « définitif ». À partir de 2024, elles sont également estimées par le Citepa sur l'année N-1, sur la base de l'inventaire de GES « proxy ». Tous les termes « français » nécessaires pour l'empreinte SNAC (TESS et émissions) sont donc bien disponibles jusqu'à l'année N-1.

Concernant les contenus GES unitaires des produits étrangers en revanche, il est nécessaire de recourir à une part de modélisation. En effet, le TIES FIGARO n'étant disponible que jusqu'à l'année N-2, il faut prolonger l'information nécessaire au minimum sur une année. La méthode suivante a été adoptée :

- La projection est réalisée au niveau le plus fin disponible c'est à dire : pays de fabrication du produit (45) X produit (64) X type de GES (4) X origine des émissions en France ou à l'étranger (2), soit au total 23 040 séries à prolonger.
- Cependant, la plupart de ces séries contribuent de manière extrêmement faible à l'empreinte carbone de la France. On ordonne donc les contenus GES par contribution croissante à l'empreinte française importée pour une année de référence (2021 pour le calcul publié en novembre 2024) et on fixe un seuil pour juger de la pertinence de la projection. Toutes les séries dont le cumul contribue à moins de 0,1 % de l'empreinte GES importée (en partant de la plus faible) sont projetées de manière « naïve » en N-1 : on reprend simplement la valeur du contenu carbone unitaire observé en N-2.

- Seules les 6 729 séries au-dessus du seuil font l'objet d'une vraie modélisation. On commence par calculer la différence en logarithme sur toute la série disponible (2010-2021 pour le calcul publié en novembre 2024). On retire ensuite les variations de prix du produit considéré, tel que connu dans les comptes nationaux français. Cela revient à s'intéresser aux variations du contenu carbone unitaire en volume plutôt qu'en valeur. On estime ensuite un modèle linéaire de cette série sans explicative, c'est à dire simplement la valeur moyenne de la série, ou avec un outlier pour l'année 2015 s'il est estimé significatif au seuil de 5%. Cette estimation est ensuite mobilisée pour prolonger la série sur les années où le TIES n'est pas disponible, en taux d'évolution à partir du dernier point observé.

2.3.7. Deux corrections apportées au TIES FIGARO

Enfin, il a été jugé nécessaire de procéder à deux corrections sur les données FIGARO elles-mêmes, qui présentent certaines anomalies affectant significativement la mesure de l'empreinte française.

Intensité en émissions des industries extractives dans la région « reste du monde » de FIGARO

La première correction consiste à réduire l'intensité d'émissions GES de la branche des activités extractives (nace B) dans la région « reste du monde » de FIGARO (code FIGW1). En pratique, cela correspond aux émissions directes et fugitives de l'exploitation du charbon, du pétrole, du gaz et des métaux et autres minéraux.

Pour rappel, les estimations de GES liées à ces activités sont tirées de la base EDGAR, elle-même basée en grande partie sur des données de l'AIE qui couvrent tous les pays du monde. Il n'y a pas de raison particulière de supposer que ces estimations soient biaisées, à la hausse ou à la baisse. En revanche, il apparaît très probable que les estimations de production monétaire (en millions d'euros) de la branche B pour la région « reste du monde » soient sous-estimées dans FIGARO. Cette sous-estimation monétaire conduirait à une surestimation de l'intensité d'émission de la branche (en kg de CO₂eq par euro) et, par suite, du contenu unitaire en GES du produit final importé en France.

On peut s'en rendre compte en comparant la production de la branche B dans FIGARO avec une production « charbon + pétrole + gaz » par pays reconstituée à partir de données physiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), multipliées par des prix observés sur les marchés internationaux (Figure 8). On constate que, pour la quasi-totalité des pays, la production B de FIGARO est supérieure à celle reconstituée à partir des données AIE. C'est attendu, puisque la branche B ne comprend pas seulement l'extraction de charbon et d'hydrocarbure, mais aussi l'extraction de tous les minéraux métalliques et non métalliques. En revanche, l'observation pour la région « reste du monde » de FIGARO (code FIGW1) est très atypique : la production monétaire apparaît très inférieure aux productions tirées des données AIE (par un facteur 6).

Figure 8 : comparaison entre la production des activités extractives dans FIGARO et dans les données de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE)

<i>en 2019</i>	Production FIGARO nace B / production IEA charbon pétrole et gaz
Monde entier	105%
Monde entier hors "FIGW1"	147%
FIGW1	15%
Moyenne non pondérée pays *	167%

* *pays dont la production en NACE B est supérieure à 10 Md€*

Source : FIGARO, données IEA physiques et prix des marchés internationaux pour le charbon, le pétrole et le gaz, calculs des auteurs

La correction idéale serait d'augmenter la production monétaire de la branche B pour la région « reste du monde », et de répartir cette augmentation parmi les différents utilisateurs. Cette manière de faire obligerait cependant à modifier significativement le TIES si on souhaitait conserver d'autres résultats comme les PIB par pays par exemple. Pour l'heure, nous avons donc privilégié une correction beaucoup plus simple : nous avons simplement divisé par 4 les émissions de GES de la branche B pour la région « reste du monde » sur toute la série 2010-2021, ce qui aboutit globalement au même résultat vu de la France.

Ce point devra faire l'objet d'une étude plus approfondie pour les prochaines éditions du calcul, en lien avec l'équipe d'Eurostat responsable de la compilation de FIGARO.

Correction de valeurs aberrantes dans les séries de contenus unitaires mondiaux

Dans de très rare cas, on observe des valeurs aberrantes une année donnée dans la série temporelle du contenu unitaire d'un produit donné (vecteur $e(I - A)^{-1}$ issu de Figaro).

Hors produits français, FIGARO décrit le contenu unitaire de 2 880 produits distincts (64 produits X 45 origines), sur une série 2010-2021. De manière assez restrictive, un point a été considéré comme atypique si :

- Il est supérieur à 3 fois la moyenne de la série complète 2010-2021, ou inférieur à 1/3 fois la moyenne de la série ;
- Et il est supérieur à 3 fois la moyenne des ses deux voisins (année précédente et année suivante), ou inférieur à 1/3 fois la moyenne de ses deux voisins ;

Suivant cette définition, les points 2010 et 2021 (extrémités de la série) ne sont jamais considérés comme des outliers.

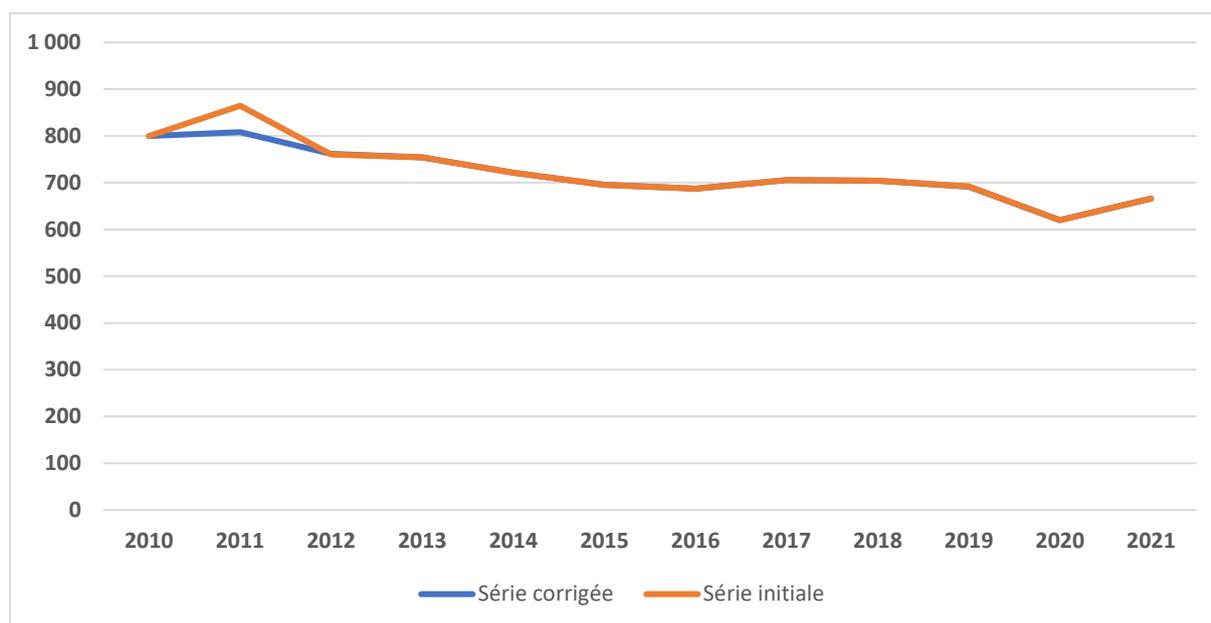
Au total, seuls 35 contenus GES unitaires parmi les 34 560 considérés (2 880 produits X 12 ans) sont déterminés comme atypiques suivant cette définition. 25 points concernent des produits provenant de Chine, 13 pour l'année 2011 et 9 pour l'année 2019. Dans tous les cas, ces points atypiques sont liés à des valeurs atypiques dans les matrices de coefficients techniques pour la fabrication des produits en question, et ne proviennent pas des données d'émissions de GES.

La correction choisie consiste à remplacer le point atypique par la moyenne de ses deux voisins directs.

En pratique, le point atypique qui affecte le plus l'empreinte française concerne le contenu du produit C26 (produits informatiques, électroniques et optiques) pour l'année 2011, qui est près de 4 fois supérieur à la moyenne de la série longue et de ses voisins directs. Au total, l'empreinte française corrigée est inférieure de 56 millions de tonnes en 2011, soit -6,5 % (figure 9). Les différences sur les autres années sont négligeables (+0,2 % en 2012 ; -0,1% en 2019 ; 0,0 % les autres années).

Figure 9 : différence entre les empreintes GES avec et sans correction des contenus unitaires atypiques

En millions de tonnes CO₂ éq



2.4. Présentation de l'empreinte de la demande finale au prix d'acquisition

2.4.1. Répartir l'empreinte de la demande finale par produit suivant les prix d'acquisition

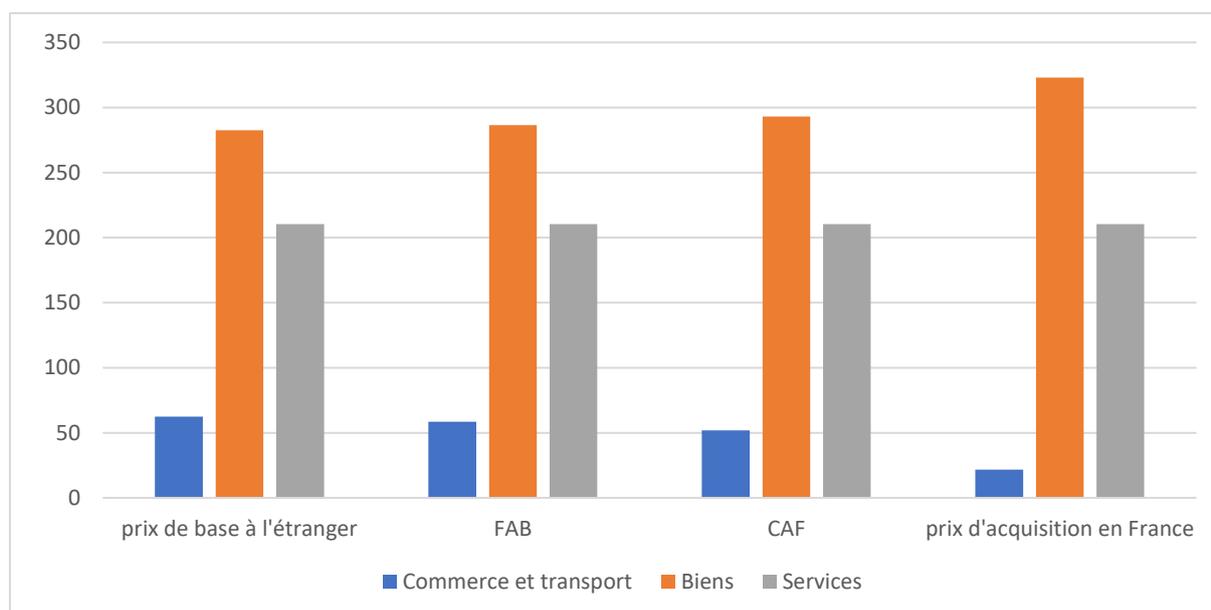
Les résultats de la modélisation SNAC sont calculés à partir d'une valorisation des biens au prix de base, c'est à dire que les contenus GES des éventuelles marges de commerce et de transport applicables à un bien sont séparées du contenu carbone du bien lui-même. Cependant, les statistiques les plus courantes sur la demande finale monétaire ne suivent pas cette convention : la consommation des ménages ou l'investissement sont présentés « au prix d'acquisition », c'est à dire y compris marges de commerce et de transport.

Dans les tableaux présentant l'empreinte par produit de la demande finale, nous avons donc « reclassé » l'empreinte liée aux marges de commerce et de transport vers les biens concernés, afin d'obtenir une présentation homogène entre contenus carbone et valeurs monétaires. Pour cela, nous avons mobilisé une table donnant chaque année le croisement entre les marges applicables aux biens et le service concerné (commerce ou transport), au niveau de détail A64 compatible avec FIGARO. Cette table permet de calculer le « contenu carbone » des marges, que l'on retire au contenu des services de commerce et transport, pour les ajouter aux contenus des biens.

Il faut noter que ce retraitement ne modifie pas le total de l'empreinte carbone, seulement sa répartition par produit final. Au total, le poids GES des biens est « allourdi » de 41 Mt CO₂ éq en 2021 dans une valorisation au prix d'acquisition par rapport au prix de base, soit +14 % (figure 10).

Figure 10 : empreinte des biens et des services suivant le mode de valorisation des importations en 2021

En millions de tonnes CO₂ éq



2.4.2. Passage d'une nomenclature de biens à des "postes de demande"

Le calcul input-output est fondé sur la nomenclature NACE et décompose l'empreinte carbone de la France en 64 biens et services plus 3 catégories pour les émissions directes des ménages. Pour permettre une meilleure appropriation des résultats par le public mais aussi pour mieux comparer les résultats avec ceux issus d'une approche « microéconomique » (facteurs d'émissions X données d'activités), il est opportun de regrouper le contenu en émissions des biens et services en grandes catégories de « postes de demande » :

- Alimentation
- Habitat
- Déplacements
- Équipements (achats de biens)
- Administration, Santé, Enseignement, Action sociale
- Services principalement marchands

La décomposition et le regroupement des émissions par postes de demande est d'abord fondé sur les composantes de la demande finale intérieure : consommation finale (P3), formation brute de capital (P5) et variations des stocks et acquisitions moins cessions de valeur (P5M).

Les émissions associées à la consommation finale (P3) des ménages, des APU et des ISBLSM sont ventilées par postes de demande à l'aide la table de passage entre produits dans la nomenclature CPF et « postes de demande » donnée en annexe 2 (table A2.1).

Les émissions associées à la formation brute de capital (P5) sont ventilées par postes de demande en fonction du secteur institutionnel qui réalise l'investissement (figure 11).

Figure 11 : affectation de l’empreinte de l’investissement aux grands « postes de demande »

P51G_S12	market_services	1,00
P51G_S13_F42	transportation	1,00
P51G_S13_xF42	public_services_and_health	1,00
P51G_S14B	housing	1,00
P51G_S15	market_services	1,00
P5M	equipements	1,00

Les émissions associées aux investissements réalisés par les sociétés non financières (S11) sont affectées à différents postes de demande conformément à la table de passage entre branches d’activités réalisant l’investissement et postes de demande donnée en annexe 2 (table A2.2).

2.5. Rétropolation des résultats entre 1990 et 2010

L’estimation de l’empreinte carbone repose sur l’exploitation du TIES Figaro développé par Eurostat. Le TIES est disponible à compter de l’année 2010. L’empreinte est réropolée « à rebours », en partant de l’année 2010 jusqu’en 1990.

Sources de données mobilisées

Pour les émissions françaises :

- Inventaires Secten, Citepa
- Inventaires AEA, Citepa

Pour l’économie française :

- TESS France 1995, 2000 et 2005
- Production de biens et de services par produit (38 postes), Comptes nationaux, Insee
- Importations de biens et de services par produit (38 postes), Comptes nationaux, Insee
- Exportations de biens et de services par produit (38 postes), Comptes nationaux, Insee

Pour les contenus GES des importations et des exportations français :

- Inventaire de GES mondial, EDGAR-JRC
- PIB mondial, en \$ courant, Banque mondiale
- Taux de change \$/€, OCDE
- Contenus unitaires moyens en GES des exportations en 1995, 2000 et 2005 et calculs de l’empreinte carbone intérieure, Insee-SDES

Pour le raccrochage sur l’année 2010 :

- Contenus unitaires moyens en GES des importations et des exportations en 2010,
- Calcul de l’empreinte carbone fondée sur le SNAC simplifié, Insee-SDES

Méthode retenue

L’empreinte carbone est décomposée en trois composantes :

- Émissions directes des ménages,
- Émissions de la production française hors émissions associées aux exportations,
- Émissions associées aux importations.

Les émissions directes des ménages

Les émissions directes des ménages sont fournies dans les inventaires AEA du Citepa pour les années 1990, 1995, 2000, 2005 et 2008 à l'année n-1. Lorsque les inventaires AEA ne sont pas disponibles les émissions directes des ménages sont estimés en exploitant les évolutions des émissions de l'inventaire Secten.

Les évolutions des émissions directes des ménages liées au transport sont conformes aux évolutions de la catégorie « voitures particulières » de l'inventaire Secten. Les évolutions des émissions directes des ménages liées au logement sont conformes aux évolutions de la catégorie « résidentiel » de l'inventaire Secten. Les évolutions des émissions directes des ménages de la catégorie « autres » sont conformes aux évolutions totales hors UTACTF de l'inventaire Secten.

Les évolutions sont calculées à partir de l'année :

- 1990 (pour estimer les années 1991, 1992)
- 1995 (pour estimer les années 1993, 1994, 1996, 1997)
- 2000 (pour estimer les années 1998, 1999, 2001, 2002)
- 2005 (pour estimer les années 2003, 2004, 2006)
- 2008 (pour estimer l'année 2007)

La méthode est répliquée pour chaque substance gazeuse.

Les émissions de la production française : partage entre émission exportées et intérieures

Les inventaires AEA du Citepa (émissions par branche) sont disponibles pour les années 1990, 1995, 2000, 2005 et 2008 à l'année n-1. Les années manquantes sont estimées en exploitant les évolutions des émissions de l'inventaire Secten. La correspondance entre taux d'évolution des catégories Secten et taux d'évolutions des branches d'activité par NACE est donnée dans la table de correspondance en annexe 3. La méthode est répliquée pour chaque substance gazeuse.

Les émissions associées aux exportations des années 1995, 2000 et 2005 résultent du calcul input-output fondée sur les TESS et AEA en NAF rev1 disponibles. Les émissions associées aux exportations de l'année 2010 résultent de l'estimation fondée sur le SNAC-Simplifié / Figaro.

Le rapport entre les données d'émissions totales (hors UTACTF) de l'inventaire SECTEN et les données de production en valeur permet d'estimer les évolutions de l'intensité en GES de la production pour les années manquantes (ie. 1990 à 1994 ; 1996 à 1999 ; 2001 à 2004 et 2007-2008).

On fait l'hypothèse que les évolutions du contenu unitaire moyen en GES des exportations sont similaires aux évolutions de l'intensité en GES de la production totale. Cela permet d'estimer les contenus en GES des exportations, par substance gazeuse, pour toutes les années.

Le produit du contenu unitaire en GES des exportations par les exportations en valeur permet d'estimer le contenu total en GES des exportations françaises, pour chaque année et chaque substance.

Les émissions intérieures de l'empreinte sont estimées par soustraction entre les inventaires AEA hors ménages totaux et les émissions associées aux exportations

Les émissions associées aux importations

Les émissions associées aux exportations sont estimées en multipliant le contenu unitaire des importations par les importations en valeur (hors corrections).

Les émissions associées aux importations de l'année 2010 résulte de l'estimation fondée sur le SNAC-Simplifié / Figaro. Elles permettent d'estimer le contenu unitaire des importations sur cette année de référence.

Avant 2010, on fait l'hypothèse que le contenu unitaire moyen en GES des importations évolue comme l'intensité en GES du PIB mondial. Les données en dollars courant du PIB mondial diffusé par la Banque mondiale sont converties en euros à l'aide d'informations sur les taux de parité monétaire de l'OCDE. Les contenus en GES des importations, par substance gazeuse, sont ainsi estimés pour toutes les années de 2010 à 1990.

Le produit du contenu unitaire en GES des importations et des importations en valeur permet enfin d'estimer le contenu total en GES pour chaque année et chaque substance, des importations françaises.

3. Résultats et sensibilité aux hypothèses et choix méthodologiques

3.1. Principaux résultats

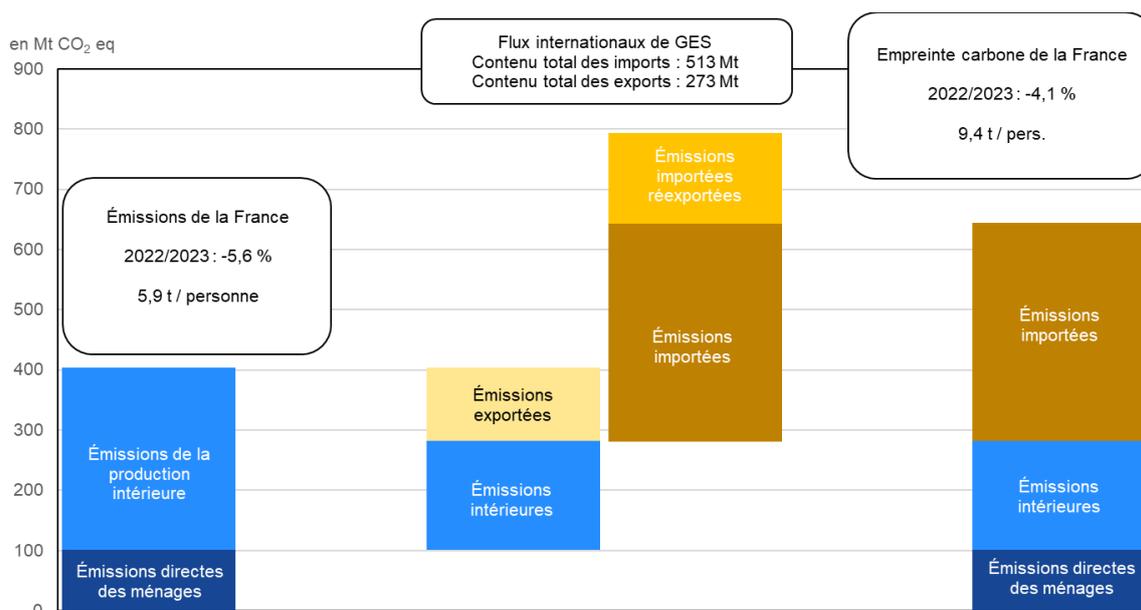
Les calculs réalisés en 2024 permettent de retracer les flux de GES depuis l'inventaire national AEA jusqu'à l'empreinte carbone des Français.

Les émissions de l'inventaire AEA s'élèvent à 403 Mt CO₂ éq en 2023. 101 Mt sont émises directement par les ménages et 302 Mt par les activités économiques résidentes. 122 Mt des émissions des activités économiques nationales sont associées aux exportations. En ajoutant les émissions importées, incorporées dans la production nationale puis réexportées, le contenu brut des exportations est de 273 Mt. 180 Mt des émissions des activités économiques résidentes sont incorporées dans des biens et services consommés en France.

513 Mt de GES sont associées aux importations. 151 Mt sont incorporées dans la production nationale puis réexportées. Les émissions nettes associées aux importations représentent donc 362 Mt. 216 Mt sont incorporées dans la production nationale consommée en France et 146 Mt sont incorporés dans des biens et services produits à l'étranger et consommés en France.

L'empreinte carbone est ainsi constituée de 16 % de GES émis directement par les ménages, 28 % de GES émis par les activités économiques intérieures et 56 % de GES associés aux importations.

Figure 12 : Émissions et empreinte GES de la France en 2023



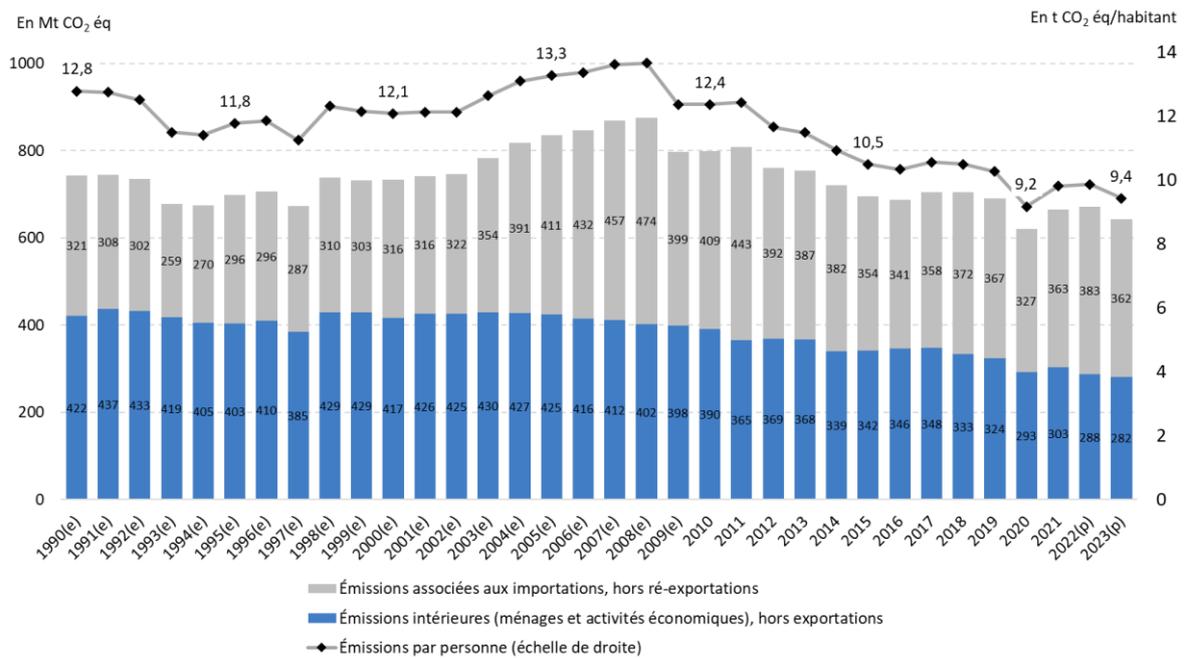
Source : Insee-SDES, 2024.

L'exploitation du TIES Figaro entre 2010 et 2021, la rétopolation de l'empreinte et les estimations des deux années les plus récentes permettent de reconstituer une série historique 1990 à l'année N-3.

Entre 1990 et 2023 l'empreinte carbone de la France diminue de 13 %. Les émissions intérieures (activités économiques et ménages) ont diminué de 33 % alors que les émissions importées ont augmenté de 13 %. L'empreinte carbone augmente jusqu'en 2008, puis chute en 2009 en lien avec la crise financière. Elle décroît en moyenne depuis 2009 de 1,5 % par an.

L'empreinte carbone moyenne par personne a diminué de 26 % entre 1990 et 2023. Elle est estimée à 9,4 tonnes de CO₂ eq en 2023. Elle représente entre 11,2 et 13,6 tonnes jusqu'en 2008 et ne dépasse plus les 11 tonnes depuis 2014.

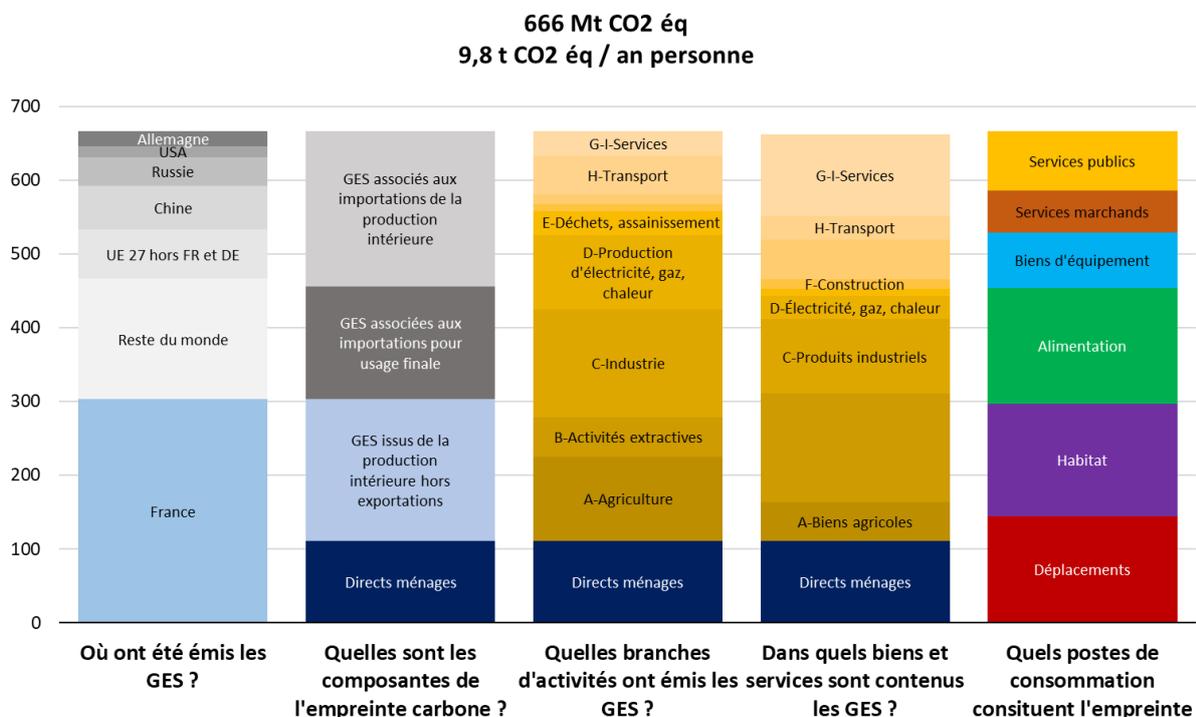
Figure 13 : Empreinte GES de la France en masse CO₂ éq et par tête depuis 1990



Source : Insee-SDES, 2024.

L'exploitation des résultats du SNAC Simplifié / Figaro permet de décomposer l'empreinte carbone selon différentes variables : origine géographique des émissions, branches d'activités dans le monde qui ont émis les GES, biens et les services de la demande finale intérieure française dans lesquels sont incorporés les GES, postes de demandes constituant l'empreinte carbone, composantes de l'empreinte (figures 14 et 15).

Figure 14 : L'empreinte carbone de la France et ses décompositions en 2021 - graphique



Source : Insee-SDES, 2024.

Figure 15 : L'empreinte carbone de la France et ses décompositions en 2021 - tableau

Décomposition de l'empreinte carbone	En Mt CO ₂ éq	en %
Par branche d'activités émétrices de gaz à effet de serre (GES), dans le Monde		
A - Agriculture	114	17,1
B - Activités extractives	53	8,0
C - Industrie	147	22,1
D - Production et distribution d'électricité, chaleur, gaz	101	15,2
E - Eau, assainissement, déchets	32	4,8
F - Construction	9	1,4
G - Commerce	13	2,0
H - Services de transport	53	8,0
I à U - Services marchands et non marchands	33	5,0
GES émis directement par les ménages (transport)	111	16,7
Par biens et services finaux dans lesquels sont contenus les gaz à effet de serre (GES)		
A - Agriculture	53	8,0
B - Activités extractives	1	0,2
C - Industrie	233	35,0
D - Production et distribution d'électricité, chaleur, gaz	27	4,1
E - Eau, assainissement, déchets	9	1,4
F - Construction	79	11,9
G - Commerce	2	0,3
H - Services de transport	18	2,7
I à U - Services marchands et non marchands	131	19,7
GES émis directement par les ménages (transport)	111	16,7
Origine des gaz à effet de serre		
France	303	45,5
Allemagne	20	3,0
Union européenne à 27, hors France et Allemagne	67	10,1
Chine	59	8,9
Russie	38	5,7
États-Unis	15	2,3
Autres pays d'origine des émissions	163	24,5
Postes de consommation		
Alimentation	157	23,6
Habitat	152	22,8
Déplacements	145	21,8
Services principalement publics	81	12,2
Biens d'équipements	75	11,3
Services principalement marchands	56	8,4
Composantes de l'empreinte carbone		
GES associés aux importations de la production intérieure	210	31,5
GES issus de la production intérieure, hors exportations	192	28,8

GES associées aux importations pour usage final	153	23,0
Émissions directes des ménages	111	16,7
Ensemble de l'empreinte carbone	666	100,0

L'empreinte carbone peut également être décomposée par substances gazeuses : en 2021, 73 % pour le CO₂, 20 % pour le CH₄, 6 % pour le N₂O et 1 % pour les gaz fluorés), ou par composantes de la demande finale : en 2021, 62 % pour la consommation finale des ménages, 12 % pour la consommation finale des APU, 1 % pour la consommation finale des ISBLSM, 24 % pour les investissements et 1 % pour les variations de stock.

3.2. Écarts entre résultats du TIES et méthode SNAC

En 2021, l'empreinte carbone de la France s'élève à 666 Mt CO₂éq avec la méthode SNAC simplifiée contre 607 Mt en utilisant directement FIGARO, soit un écart de +10 %. La composante domestique est, comme attendu, très proche entre les deux méthodes (+1 %), car les données mobilisées sont pratiquement les mêmes. L'essentiel de l'écart porte sur l'empreinte importée pour satisfaire les consommations intermédiaires de la production française (+49 Mt soit +30 % de cette composante).

Figure 16 : empreinte carbone en 2021 selon la méthodologie SNAC et FIGARO brut

<i>millions tonnes CO₂ éq</i>	SNAC	FIGARO		
Empreinte totale	665 824	606 739	59 086	10%
Emissions directes des ménages	110 601	110 601	0	0%
Empreinte hors émissions directes des ménages	555 224	496 138	59 086	12%
<i>décomposition par composante</i>				
Domestique	188 972	187 534	1 438	1%
Importations pour consommation intermédiaire	211 512	162 680	48 832	30%
Importations pour demande finale	154 740	145 924	8 816	6%
<i>décomposition par type de GES</i>				
CO ₂	381 199	345 945	35 255	10%
CH ₄	130 245	108 510	21 735	20%
N ₂ O	35 934	33 690	2 243	7%
Gaz fluorés	7 846	7 993	-147	-2%

Cet important écart tient essentiellement à la composition par produit qui diffère entre les deux sources, alors que la composition par origine géographique a une importance moindre. Quelques produits, au contenu GES unitaire très élevé, expliquent l'essentiel de la différence : produits des activités extractives (B = pour l'essentiel pétrole brut et gaz naturel), produits chimiques (C20), produits raffinés (C19), métaux de base (C24), produits informatiques, électroniques et optiques (C26) et équipements électriques (C27).

Figure 17 : Écart d'empreinte carbone sur les importations pour consommation intermédiaire en 2021

Tous produits	48 832
B - Produits des industries extractives	23 025
C20 - Produits chimiques	5 714
C19 - Produits de la cokéfaction et du raffinage	4 355

C24 - Produits métallurgiques	3 917
C26 - Produits informatiques, électroniques et optiques	3 831
C27 - Équipements électriques	3 087
Autres produits	4 902

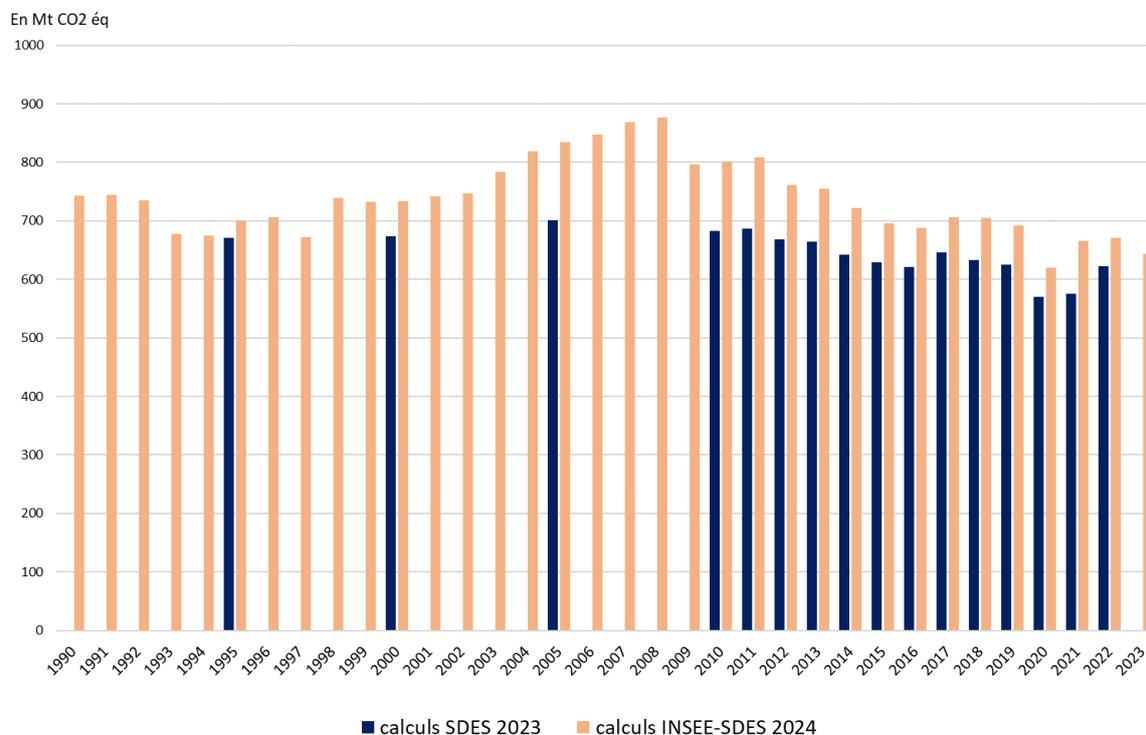
Pour tous ces produits, la demande adressée par la France à ses partenaires étrangers est significativement plus élevée dans le SNAC que dans la source FIGARO, ce qui pèse significativement sur l’empreinte carbone. On peut noter en particulier que l’écart sur le produit des activités extractives (B) porte largement sur les émissions fugitives de méthane, ce qui contribue à expliquer l’écart SNAC / FIGARO plus important sur le méthane que sur les autres gaz.

Le constat présenté ici sur 2021 est relativement stable sur la série temporelle disponible. L’écart sur l’empreinte totale est ainsi de +7 % pour le SNAC en 2010 contre +10 % en 2021. Le diagnostic général en évolution n’est donc pas modifié : l’empreinte SNAC diminue ainsi de 17 % entre 2010 et 2021 contre 19 % pour l’empreinte directement calculée à partir de FIGARO.

3.3. Révisions par rapport aux publications précédentes du SDES

Le niveau de l’empreinte est révisé à la hausse sur l’ensemble de la série historique (figure 18).

Figure 18 : Comparaison de l’empreinte carbone estimée en 2023 par le SDES et estimée en 2024 par l’Insee-SDES



L’empreinte carbone est plus élevée de 4 à 19 % selon les années. Les tendances, bien que sensiblement plus prononcées restent comparables : l’empreinte augmente jusqu’au déclenchement de la crise financière en 2008. Elle décroît en moyenne depuis 2009 de 1,5 % par an. La révision à la hausse de l’empreinte carbone sur

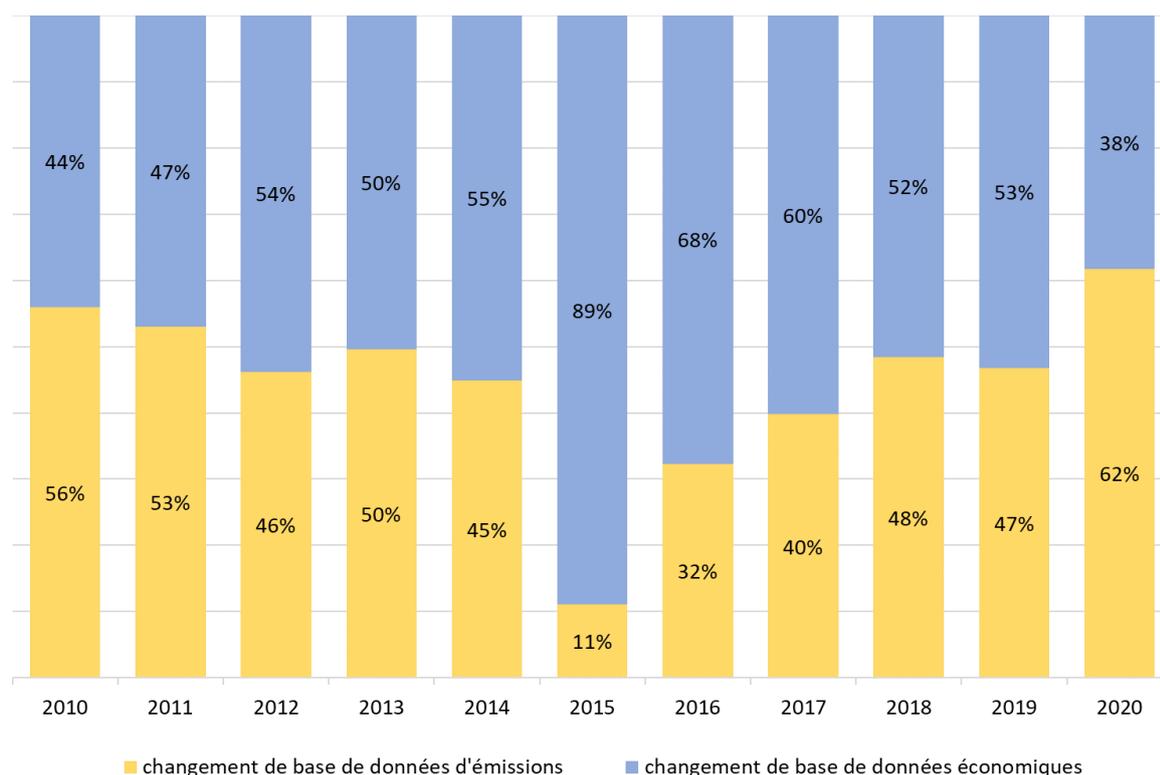
l'ensemble de la série historique résulte de l'utilisation de nouvelles sources de données économiques et d'émissions de GES.

L'exploitation du TIESS Figaro permet d'identifier précisément les origines géographiques du contenu en émissions des importations françaises. Précédemment les émissions associées aux importations étaient estimées selon les conditions techniques et économiques du dernier pays exportateur. La méthode précédente surestimait ainsi la part des émissions issue de l'UE, zone où l'économie est plus décarbonée que celle d'autres partenaires commerciaux.

Les données d'émissions des pays hors UE sont désormais estimées par Eurostat en exploitant la base de données de l'AIE et celle d'EDGAR. Ces estimations sont plus robustes que celles réalisées précédemment (ajustement global et moyen des intensités en GES de la production). À cela s'ajoute le fait que la base de données EDGAR est réputé présenter un niveau d'émissions supérieur aux données officielles rapportées par les pays (cf. partie suivante 3.4).

Le changement de base de données économiques (comptes nationaux pour les informations françaises et TIESS Figaro pour les informations mondiales en substitution des TESS français et de l'UE) explique selon les années entre 38 et 89 % des révisions de résultats (hors émissions directes des ménages) entre les exercices 2023 et 2024.

Figure 19 : Facteurs explicatifs des écarts entre le niveau de l'empreinte carbone estimée en 2023 par le SDES et en 2024 par l'Insee-SDES



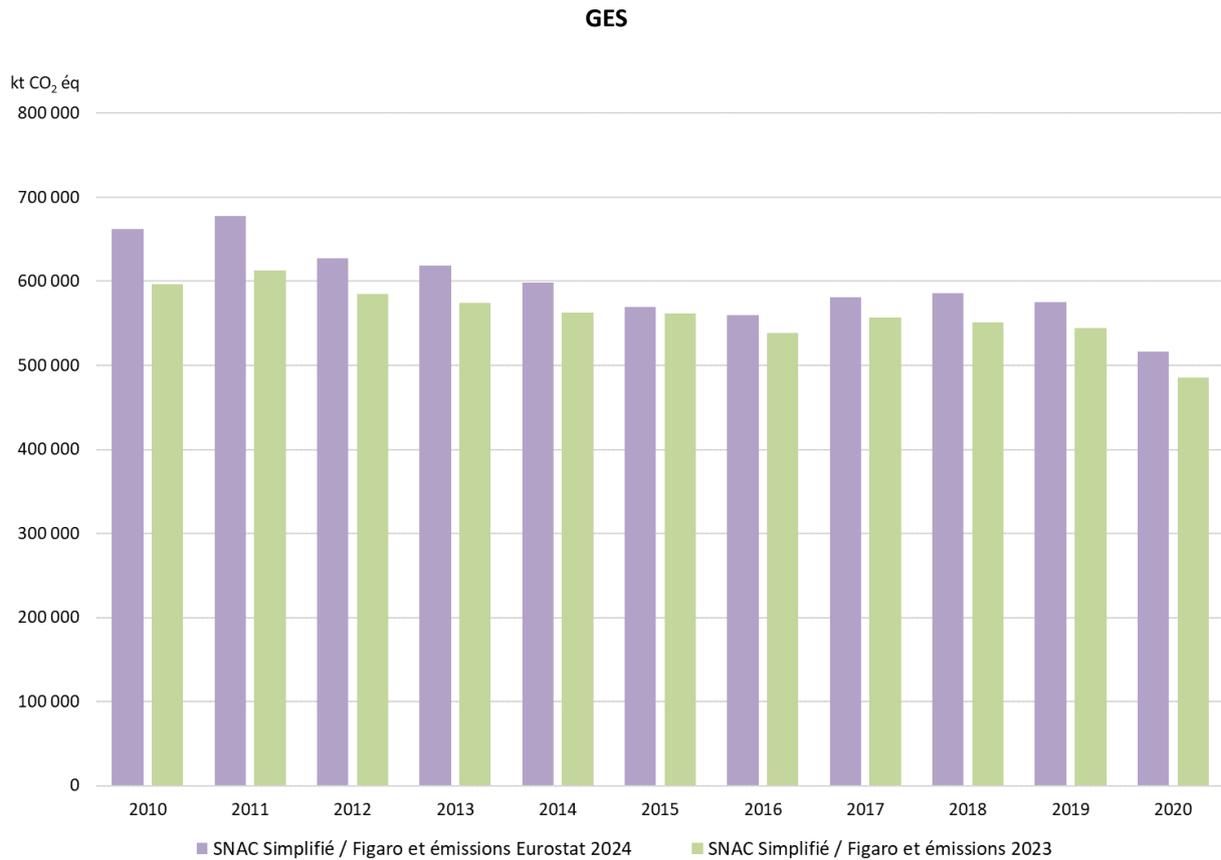
Inversement l'utilisation de nouvelles sources de données pour les émissions étrangères (hors CO2 des pays de l'UE) explique entre 11 et 62 % des révisions (hors émissions directes des ménages) entre les exercices 2023 et 2024. Hors émissions des ménages, le changement de base de données d'émissions engendre des écarts sur l'ensemble des GES de 1 à 11 %. Ces écarts traduisent différents effets (figures 20) :

- Sauf en 2010 et 2011, le changement de base de données d'émissions de CO₂ engendre globalement une **baisse** des émissions de l'empreinte hors ménages (de +2 % à -8 %),

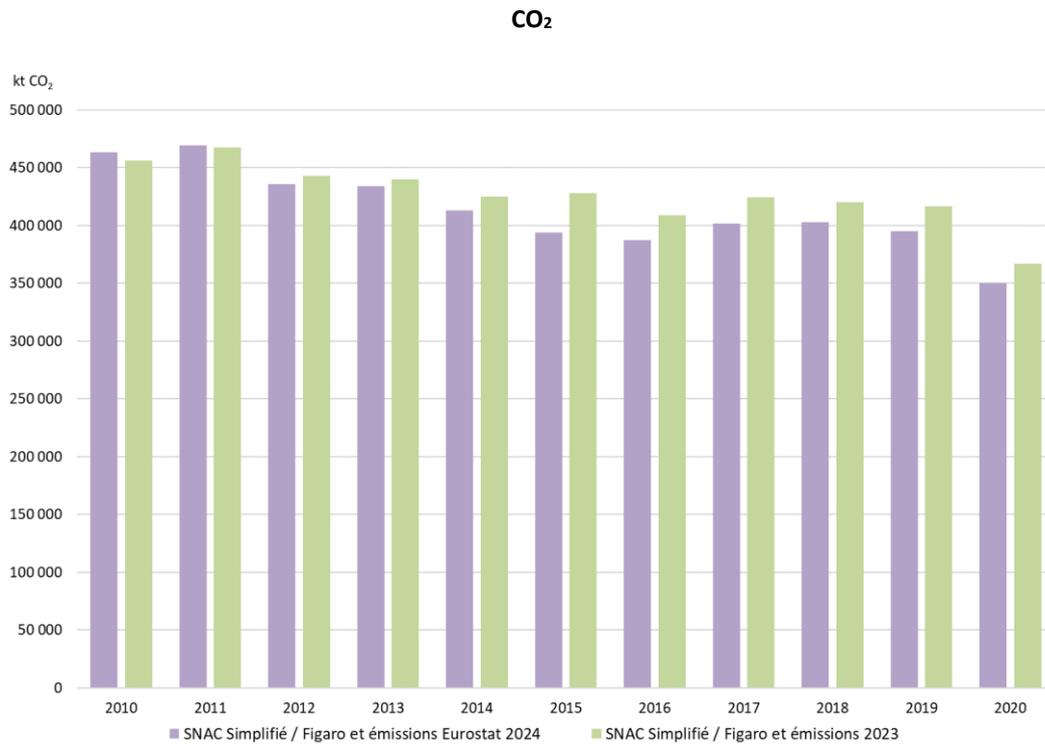
- Le changement de base de données d'émissions de CH₄ engendre globalement une **nette hausse** des émissions de l'empreinte hors ménages (de 39 % à 53 %),
- Le changement de base de données d'émissions de N₂O engendre globalement une **hausse** des émissions de l'empreinte hors ménages (de 22 % à 30 %).

A la marge, la prise en compte nouvelle des gaz fluorés contribue à élever le niveau de l'empreinte (ces gaz n'étaient pas inclus dans le calcul SDES 2023).

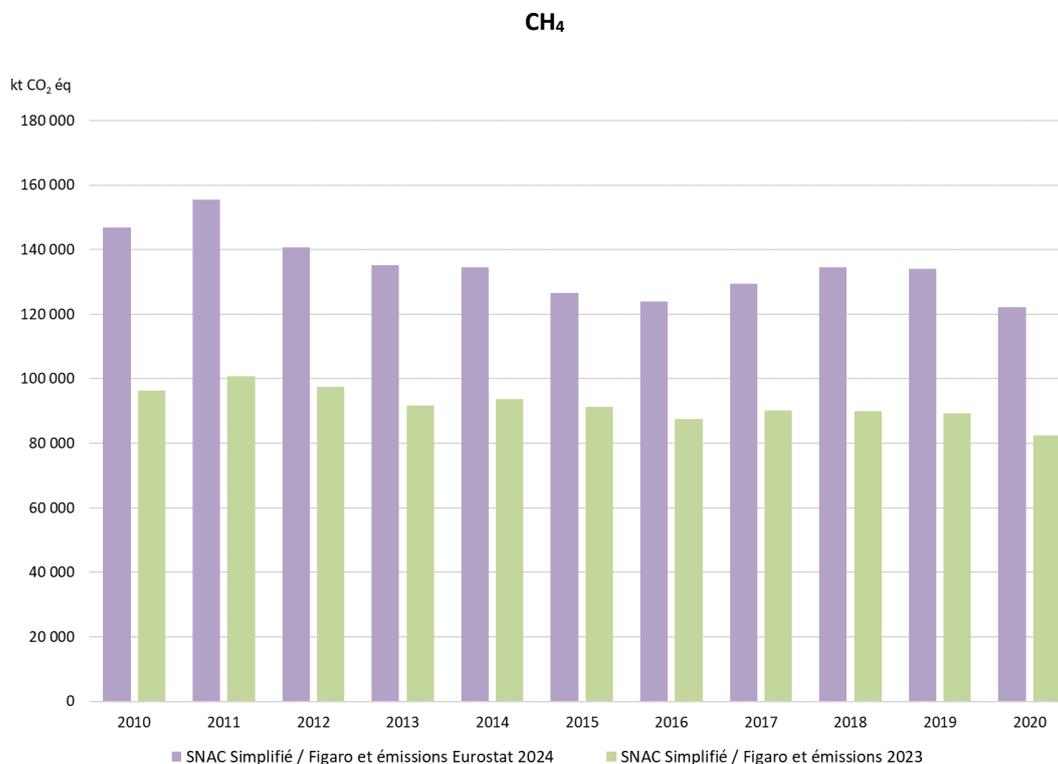
Figures 20a : Simulation d'une estimation de l'empreinte carbone de la France fondée sur la méthode SNAC Simplifié / Figaro utilisée en 2024 et les données d'émissions utilisées en 2023



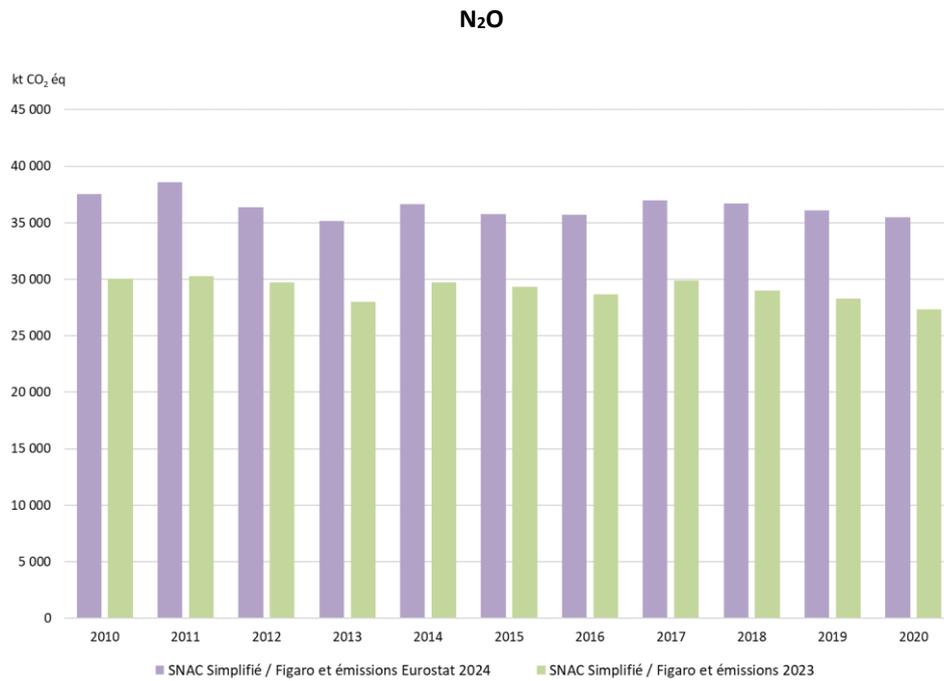
Figures 20b: Simulation d'une estimation de l'empreinte carbone de la France fondée sur la méthode SNAC Simplifié / Figaro utilisée en 2024 et les données d'émissions utilisées en 2023



Figures 20c : Simulation d'une estimation de l'empreinte carbone de la France fondée sur la méthode SNAC Simplifié / Figaro utilisée en 2024 et les données d'émissions utilisées en 2023



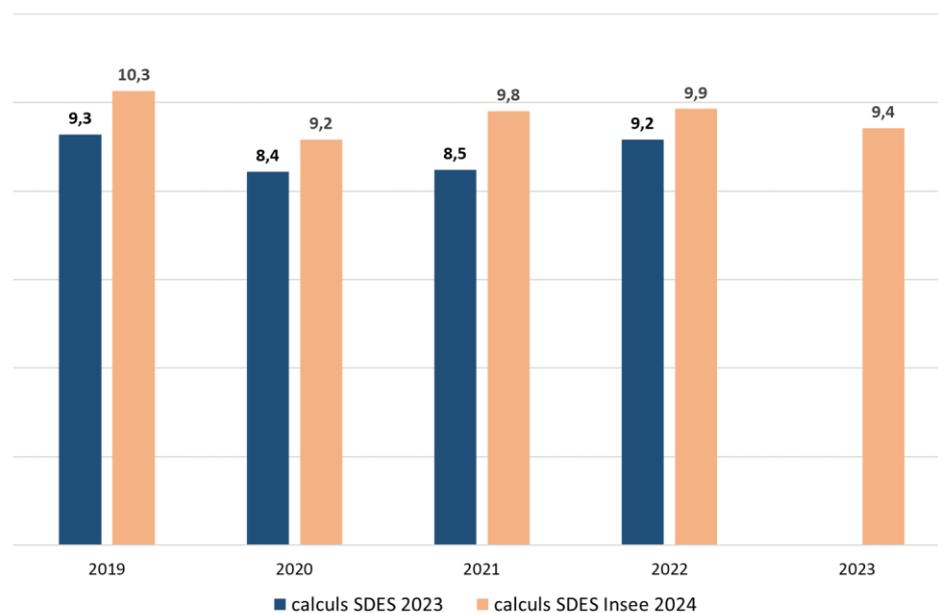
Figures 20c : Simulation d'une estimation de l'empreinte carbone de la France fondée sur la méthode SNAC Simplifié / Figaro utilisée en 2024 et les données d'émissions utilisées en 2023



Même avec la révision à la hausse des résultats, l'empreinte carbone moyenne par personne est inférieure à 10 t de CO₂ éq/pers depuis 2020 (9,4 t en 2023).

Figure 21 : Comparaisons de l'empreinte carbone moyenne par personne estimée en 2023 par le SDES et estimée en 2024 par l'Insee-SDES

En t de CO₂ éq par personne



Les émissions de l'empreinte carbone sont ventilées par biens, services et émissions directes des ménages. Ces émissions peuvent être réallouées par grands postes de demande. Les calculs réalisés en 2024 (empreinte par

postes de l'année 2021) présentent des différences notables avec les calculs réalisés en 2023 (empreinte par postes de l'année 2019).

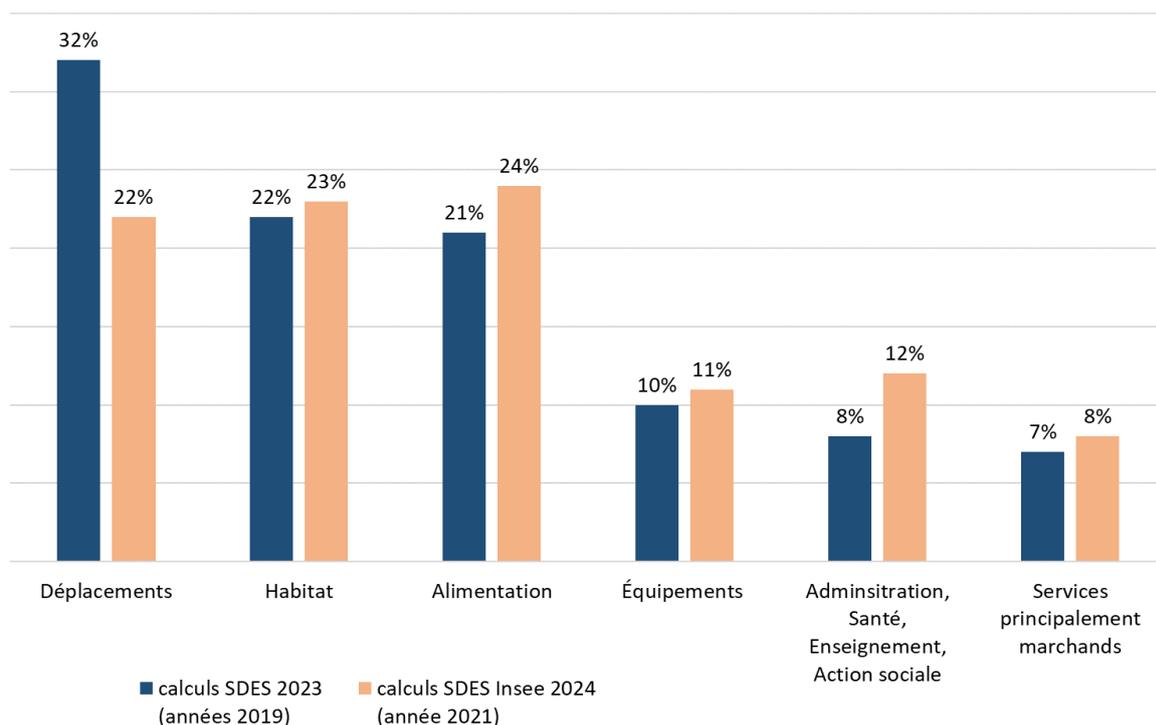
- Diminution de la part relative du poste « déplacement »

La contraction du poste « déplacement » est due au retraitement des données d'émissions afin de les rendre cohérentes avec des prix d'acquisition. Les émissions étaient précédemment associées à des biens et services valorisés au prix de base. Désormais, les émissions des services de transport de marchandises payés par le consommateur (marges de transport) sont rattachées aux biens transportés alors que précédemment ces émissions étaient intégrées dans le poste "déplacements". Par ailleurs, en 2021, les déplacements des ménages sont restés relativement contraints du fait des restrictions résiduelles liées à la crise sanitaire de covid-19.

- Augmentation de la part relative du poste « Administration, Santé, Enseignement, Action sociale »

L'augmentation des émissions allouées aux services principalement publics est due aux nouveaux traitements appliqués aux émissions associées aux investissements, qui représentent 20 % de l'empreinte. Les services publics incluent désormais l'ensemble des investissements réalisés par les administrations (hors génie civil, qui contribue au poste « déplacement ») alors que précédemment les émissions associées aux investissements étaient allouées en fonction de la nature du produit concerné par l'investissement.

Figure 22 : Comparaisons des décompositions par postes de demande de l'empreinte carbone estimée en 2023 par le SDES et estimée en 2024 par l'Insee-SDES



3.4. Sensibilité : choix de source pour les émissions mondiales de CH₄ et N₂O

Pour la France et les pays de l'Union Européenne (plus le Royaume-Uni, la Norvège et la Suisse), le calcul d'empreinte est basé sur les comptes d'émission dans l'air officiels diffusés par les pays concernés (cf. partie 2.2.1).

L'incertitude est plus importante pour le reste du monde, où les instituts statistiques ne diffusent pas d'AEA, et donc les inventaires d'émissions sont souvent peu fréquents et/ou incomplets. La base EDGAR qui a été retenue par Eurostat pour construire ses AEA mondiaux réalise des estimations d'émissions qui sont en partie indépendantes des données rapportées par les pays dans leurs inventaires pour la CCNUCC. L'écart est particulièrement marqué sur le méthane (CH₄). A titre d'illustration, nous avons reconstitué des AEA pour les pays hors UE à partir de la source PRIMAP-HISTCR, qui privilégie une cohérence complète avec les inventaires rapportés par les pays⁵. Avec cette source, l'empreinte CH₄ de la demande finale française serait inférieure de 24 Mt CO₂ éq en 2021, soit -18 % (hors émissions directes des ménages). L'écart est inverse sur le protoxyde d'azote (N₂O) : l'empreinte calculée en mobilisant PRIMAP-CR est supérieure de 3 Mt CO₂ éq soit +7 %.

Ces écarts illustrent l'incertitude relativement importante qui existe aujourd'hui concernant les émissions de méthane, qui sont essentiellement « biogéniques » ou « fugitives », qu'elles soient liées à l'agriculture ou à l'extraction d'hydrocarbures. De nombreux projets de recherche actuels visent à mieux mesurer ces émissions de manière directe, notamment en mobilisant des données satellitaires.

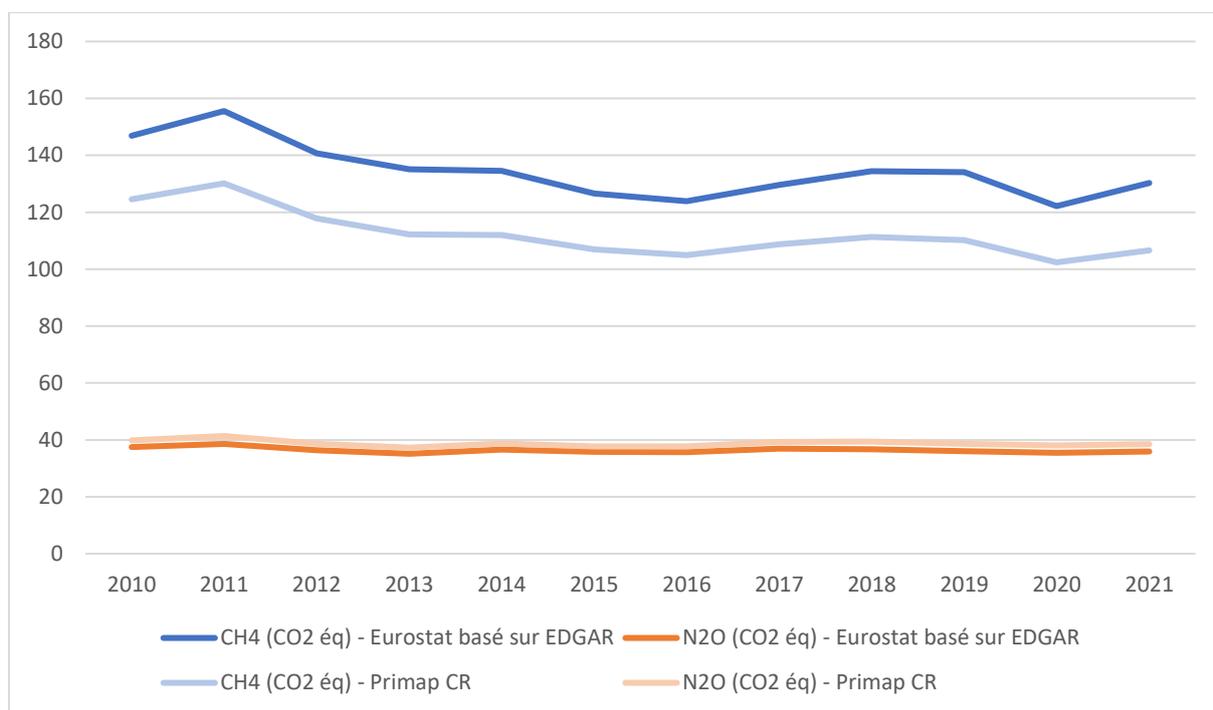
Dans la base de données EDGAR, mobilisée par Eurostat pour estimer les AEA, les émissions fugitives de méthane associées aux chaînes de production et de distribution des combustibles solides (charbon), liquides (produits pétroliers) et gazeux (gaz naturel) sont spécifiquement marquées par une très forte incertitude. Si la méthodologie EDGAR repose en partie sur des données satellitaires fiables pour ce qui peut être identifié comme étant du torchage (« flaring »), il est difficile de conclure quant à la précision de ces estimations relatives aux émissions fugitives des mines de charbon et des installations pétrolières et gazières.

Les facteurs d'émission par défaut proposés par le Giec et employé pour constituer la base de données EDGAR présentent des limites compte tenu des spécificités technologiques propres à chaque producteur ou site de production. Les estimations sont sans doute assez conservatrices et surestiment probablement les émissions de CH₄ du secteur des émissions fugitives. De plus, elles sont encore calculées à partir des lignes directrice 2006 du Giec alors que les raffinements 2019 de ces mêmes lignes directrices ont proposé une mise à jour de nombreux facteurs d'émission dans le secteur 1.B.1 et 1.B.2. L'utilisation de ces facteurs révisés améliorera la précision des estimations d'émissions de CH₄.

⁵ Les données PRIMAP sont librement accessibles, en version « country reported » (CR) ou « third party » (TP) : <https://primap.org/primap-hist/>

Figure 23 : Empreinte GES de la France suivant la source retenue pour les émissions de CH₄ et N₂O dans les pays hors Union-Européenne

En millions de tonnes CO₂ éq



3.5. Comparaison avec d'autres modèles de calcul d'empreinte

Figure 24 : Comparaisons des estimations de l'empreinte carbone selon différents producteurs (tous GES)

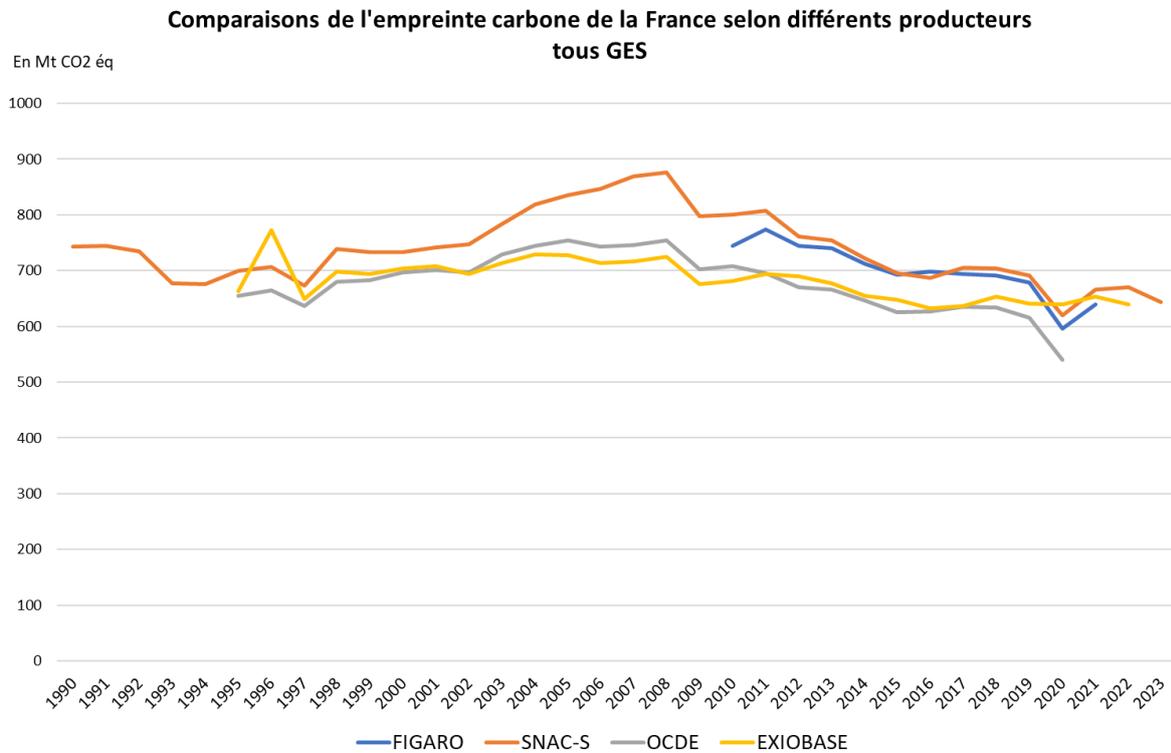
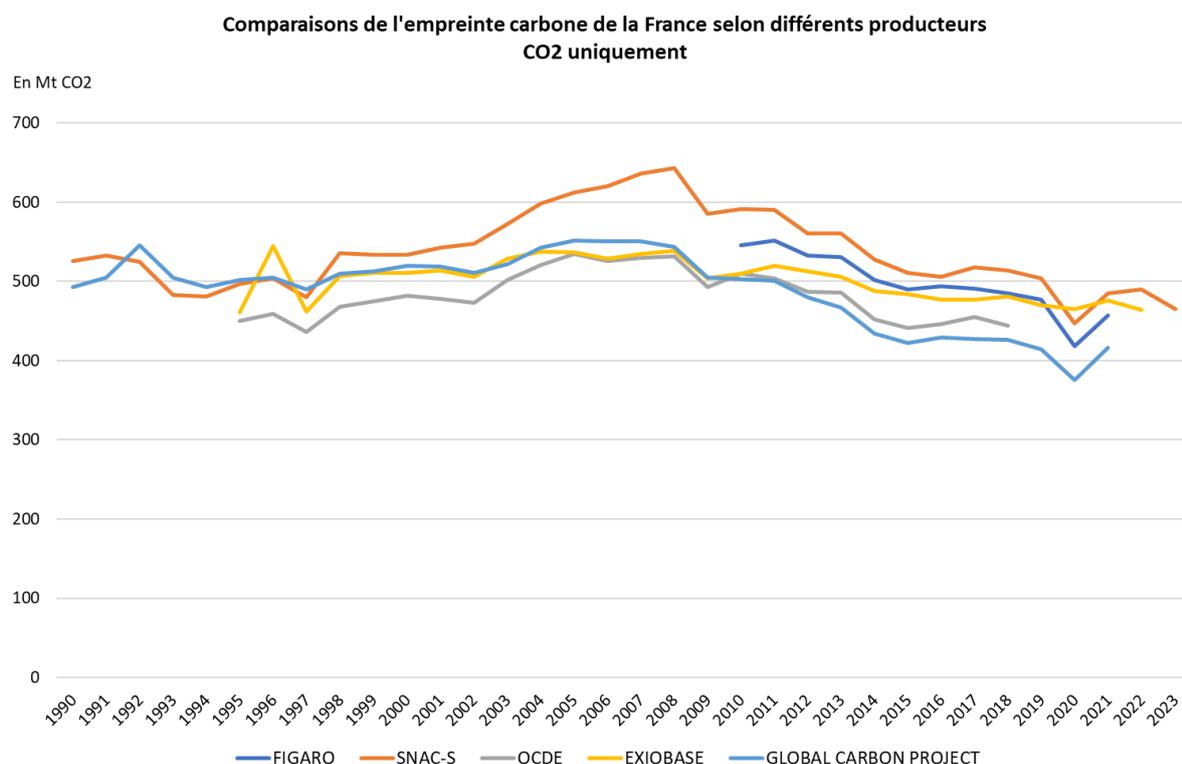


Figure 25 : Comparaisons des estimations de l'empreinte carbone selon différents producteurs (CO₂ uniquement)



L’empreinte carbone calculée selon le SNAC simplifié est fondé sur Figaro. Le SNAC simplifié présente des niveaux d’empreintes légèrement plus élevées d’empreinte carbone, car les importations enregistrées par les comptes nationaux comprennent plus de biens à fort contenu carbone (activités extractives en particulier) que celles enregistrées dans le modèle Figaro (cf. partie 3.2).

Les modèles de l’OCDE (ICIO), EXIOBASE et du Global Carbon Project présentent, pour l’ensemble des GES comme pour le seul CO₂, des empreintes inférieures au modèle Figaro. EXIOBASE, dont les données de référence sont datées, réplique mal les fluctuations conjoncturelles récentes, par exemple le creux de 2020 lié à la crise sanitaire mondiale.

L’ensemble des modèles présentent néanmoins des évolutions chronologiques globalement similaires sur une longue période.

4. Diffusion des résultats

4.1. Tableaux de données

Des tableaux de données détaillés sont disponibles en téléchargement sur les sites internet du SDES et de l’Insee. Ils sont organisés en six grands blocs.

Le tableau T.100 présente les principaux résultats de manière très agrégés : émissions des unités résidentes en France et empreinte de la France, en niveau et en ratio par habitant.

Les tableaux T.20x présentent les émissions des unités résidentes françaises.

- Le tableau T.201 présente l’ensemble des émissions des unités résidentes (ménages et branches d’activités), avec le détail par type de gaz à effet de serre ;
- Le tableau T.202 rapproche les émissions des branches d’activités des données économiques principales les concernant : production et valeur ajoutées monétaires, en euros courants et constants ;
- Le tableau T.203 rapproche les émissions directes des ménages d’indicateurs d’activités spécifiques, non monétaires : kilomètres parcourus en voiture particulière, surface du parc de logement, consommations d’énergie des logements.

Les tableaux T.30x présentent les flux d’import et d’export de GES, qui permettent d’expliquer le passage des émissions à l’empreinte.

- Le tableau T.301 présente une table de passage entre émissions résidentes et empreinte GES, au niveau macroéconomique, et rapproche ses différents éléments des équations comptables monétaires classiques : PIB + importations = demande finale intérieure + exportations ;
- Le tableau T.302 détaille les flux de GES importés et exportés suivant leur contrepartie géographique et leur composition par produit.

Les tableaux T.4xx présentent l’empreinte GES à proprement parler, suivant plusieurs décompositions complémentaires. Le tableau T.401 décrit l’empreinte GES suivant l’origine géographique (10 pays / régions) et par branche (10 activités) des émissions. Les tableaux 3B représentent l’empreinte carbone vue de la demande finale française.

- Le tableau T.411 présente l’empreinte suivant un regroupement ad-hoc par grands postes de demande : déplacements, habitat, alimentation, équipements, services principalement marchands, services principalement publics et santé.

- Le tableau T.412 présente l’empreinte par produit fini faisant l’objet d’une demande finale en France. Le contenu en GES de chaque produit fini est rapproché de la demande finale monétaire correspondante au prix d’acquisition, en euros courants et constants ;
- Le tableau T.413 présente l’empreinte suivant les secteurs institutionnels responsables de la demande finale. Pour la consommation finale il s’agit des administrations publiques, ménages, institutions sans but lucratif au service des ménages (ISBLSM). Pour l’investissement, tous les secteurs sont concernés : entreprises financières et non-financières, administrations publiques, ménages et ISBLSM. Seules les variations de stocks ne sont pas détaillées par secteur institutionnel.

Le tableau T.501 présente le contenu carbone de la production française, suivant une approche sectorielle. L’objectif principal de ce tableau est de fournir des contenus GES unitaires moyen des produits français à partir de 2010, en euros courants. Contrairement aux données du tableau T.412, ces contenus unitaires représentent des transactions au prix de base (hors taxes, marges de commerce et de transport séparées de la valeur des biens). Ces données sont donc plus représentatives de transactions entre entreprises.

Enfin, le tableau T.600 présente des comparaisons internationales d’émissions et d’empreinte GES par pays, en masse totale et en ratio / habitant.

4.2. Publication régulière

Les données d’émissions au format AEA et l’empreinte carbone sont mises à jour chaque année par le SDES et l’Insee.

Elles sont accompagnées d’une publication de 4 pages qui paraît simultanément dans les collections « Insee Première » de l’Insee et « Datalab » du SDES. Cette publication présente les principaux résultats sur les émissions et l’empreinte, en se concentrant sur les évolutions les plus récentes.

5. Conclusion

La méthode présentée permet d’estimer l’empreinte carbone de la France en suivant deux principes essentiels : d’une part le recours à un TIES permet de modéliser explicitement les chaînes de valeur internationales ; d’autre part la méthodologie « SNAC simplifiée » permet d’assurer une cohérence complète avec les comptes nationaux réalisés par l’Insee.

Le choix du TIES FIGARO permet d’envisager une mise à jour annuelle fiable à moyen et long-terme, en bénéficiant d’un effort collaboratif mondial qui ne serait pas réalisable au niveau français. Le recours à une méthodologie « SNAC simplifiée » est de facto le standard actuel pour les empreintes carbonées publiées par des instituts statistiques.

La modélisation proposée possède cependant certaines limites :

- Les émissions mondiales doivent être connues de manière précise par pays et par branche. On peut noter que dans le cadre de l’accord de Kyoto, seuls les pays dits « développés » en 1995 avaient l’obligation de réaliser des inventaires d’émissions annuels complets. Les données d’émissions des autres pays sont donc connues avec davantage d’incertitude. La situation devrait progressivement s’améliorer à partir de 2025, où commence à s’appliquer le régime de l’accord de Paris qui rend obligatoire les inventaires d’émissions annuels et complets pour tous les pays signataires. Dans le même temps, les organismes internationaux comme l’OCDE et le FMI incitent activement leurs membres, notamment ceux du G20, à réaliser des « comptes d’émission dans l’air » AEA à partir de ces inventaires.

- Le TIES lui-même peut être imprécis ou imparfait, du fait d'insuffisance des données sources économiques dans un grand nombre de pays, en particulier ceux hors OCDE. Là aussi, des initiatives mondiales existent pour améliorer à la fois la disponibilité des données sources dans les pays qui réalisent des TES incomplets ou peu fréquents, mais aussi la qualité de compilation des modèles TIES⁶.
- Enfin, il ne faut pas oublier que la modélisation « entrée-sortie étendue à l'environnement » utilisant le formalisme de Leontieff repose sur une hypothèse d'homogénéité implicite qui est relativement forte : tous les utilisateurs d'un produit donné achètent un contenu carbone proportionnel à la valeur monétaire de ce produit, autrement dit le produit est homogène en termes de caractéristiques et de prix pour tous les utilisateurs, et ce au niveau mondial. La manière principale de limiter les biais potentiels liés à cette hypothèse est d'augmenter le niveau de détail des produits suivis dans le TIES.

Malgré ces limites, l'empreinte carbone calculée à partir de données macro-économiques constitue un indicateur très utile de la contribution d'un pays au changement climatique, et permet de nombreuses analyses quantitatives. Dans les années à venir, le SDES et l'Insee prévoient de continuer à travailler à la méthodologie du calcul de l'empreinte, afin d'intégrer en continu les meilleures sources et méthodes disponibles au niveau français et international. D'éventuelles améliorations méthodologiques seront toujours rétropolées depuis 1990, afin d'assurer la continuité des séries diffusées.

⁶ Par exemple l'initiative GIANT : <https://ec.europa.eu/newsroom/jrcseville/items/831273/>

Annexe 1 : décomposition de l’empreinte carbone de la France en 3 composantes

On part de l’équation de Leontieff classique pour calculer l’empreinte carbone dans un TIES (cf. partie 2.1.4).

$$E^{FR} = e(I - A)^{-1}DF^{FR} \quad (1)$$

On commence par séparer, au sein de la demande finale, la demande en produits français et la demande en produits étrangers.

$$E^{FR} = e(I - A)^{-1}DF_{FR}^{FR} + e(I - A)^{-1}DF_M^{FR} \quad (2)$$

Où DF_{FR}^{FR} représente la demande finale française en produits français, avec des zéros sur les produits étrangers, et DF_M^{FR} représente la demande finale française en produits étrangers, avec des zéros sur les produits français. Pour la demande finale en produits étrangers (deuxième terme), on retiendra directement le contenu carbone $e(I - A)^{-1}$ issu de FIGARO. La suite de la décomposition porte uniquement sur l’empreinte liée à la demande finale en produits français (premier terme).

L’enjeu est de construire une expression du contenu carbone des produits français qui sépare une contribution purement domestique d’une contribution importée.

On nomme P_{FR} le vecteur qui représente la production induite en France par la demande finale française, en prenant en compte uniquement la chaîne d’approvisionnement française :

$$P_{FR} = (I - A_{FR}^{FR})^{-1}DF_{FR}^{FR} \quad (3)$$

Ce qui est équivalent à :

$$DF_{FR}^{FR} = (I - A_{FR}^{FR})P_{FR} \quad (4a)$$

Sans modifier le résultat, on peut étendre P_{FR} et A_{FR}^{FR} à la dimension complète du TIES, en ajoutant des 0 pour tous les produits étrangers (on peut vérifier que tous les termes ajoutés au produit matriciel sont nuls). On note avec un chapeau les vecteurs et matrices ainsi étendus.

$$\widehat{DF}_{FR}^{FR} = (I - \widehat{A}_{FR}^{FR})\widehat{P}_{FR} \quad (4b)$$

On introduit ensuite une décomposition de la matrice A des coefficients techniques du TIES en deux blocs : $A = \widehat{A}_{FR}^{FR} + \widehat{A}_M^{FR}$. La matrice \widehat{A}_M^{FR} est égale à la matrice A, dans laquelle on a remplacé par des zéros tous les coefficients techniques des CI françaises en produits français.

En remplaçant \widehat{A}_{FR}^{FR} par $A - \widehat{A}_M^{FR}$ dans l’équation (4b), on obtient :

$$\widehat{DF}_{FR}^{FR} = (I - A + \widehat{A}_M^{FR})\widehat{P}_{FR} = (I - A)\widehat{P}_{FR} + \widehat{A}_M^{FR}\widehat{P}_{FR} \quad (5)$$

On peut enfin multiplier à gauche par $e(I - A)^{-1}$ pour retrouver l’expression de l’empreinte carbone des produits français que l’on cherchait :

$$e(I - A)^{-1}\widehat{DF}_{FR}^{FR} = e\widehat{P}_{FR} + e(I - A)^{-1}\widehat{A}_M^{FR}\widehat{P}_{FR} \quad (6)$$

Sans modifier le résultat, on peut à présent réduire la dimension de certains termes. Le produit scalaire $e\widehat{P}_{FR}$ est égal au produit $e_{FR}P_{FR}$. Le produit matriciel $\widehat{A}_M^{FR}\widehat{P}_{FR}$ est égal au produit $A_M^{FR}P_{FR}$.

En combinant les équations (2) et (6) on obtient l’expression de l’empreinte carbone de la France qui est mobilisée pour appliquer la méthode SNAC simplifiée :

$$E^{FR} = e_{FR}(I - A_{FR}^{FR})^{-1}DF_{FR}^{FR} + e(I - A)^{-1}A_M^{FR}(I - A_{FR}^{FR})^{-1}DF_{FR}^{FR} + e(I - A)^{-1}DF_M^{FR}$$

Dans cette décomposition :

- Le premier terme représente la composante « purement domestique » de l’empreinte ;
- Le deuxième terme représente l’empreinte importée pour satisfaire les consommations intermédiaires de la production française ;
- Le troisième terme représente l’empreinte importée sous forme de produits finis qui alimentent directement la demande finale française.

Annexe 2 : tables de passage utilisées pour le calcul de l’empreinte par grands postes de demande

Les émissions associées à la consommation finale (P3) des ménages, des APU et des ISBLM sont ventilées par postes de demande à l’aide la table de passage entre catégories NACE et postes de demande suivante :

Table A2.1

final_product	demand_category	coeff	comment
A01	food	1,00	produits agricoles
A02	housing	1,00	Bois de chauffage
A03	food	1,00	produits de la mer
B	equipements	1,00	
C10T12	food	1,00	produits agro-alimentaires
C13T15	equipements	1,00	habillement
C16	equipements	1,00	
C17	equipements	1,00	
C18	equipements	1,00	
C19	transportation	0,88	Fabrication des carburants
C19	housing	0,12	Fabrication du fioul
C20	equipements	1,00	
C21	public_services_and_health	1,00	Santé
C22	equipements	1,00	
C23	equipements	1,00	
C24	equipements	1,00	
C25	equipements	1,00	
C26	equipements	1,00	Equipements informatiques
C27	equipements	1,00	Equipements électriques
C28	equipements	1,00	Machines
C29	transportation	1,00	fabrication et entretien des véhicules
C30	transportation	1,00	fabrication et entretien des véhicules
C31_32	equipements	1,00	Mobilier
C33	equipements	1,00	Réparation et entretien
D35	housing	0,93	Consommation d'électricité
D35	food	0,07	Cuisson électricité
E36	food	1,00	eau alimentaire
E37T39	housing	0,43	traitement des déchets
E37T39	food	0,30	traitement des déchets
E37T39	equipements	0,27	traitement des déchets
F	housing	1,00	Construction
G45	transportation	1,00	fabrication et entretien des véhicules
H49	transportation	1,00	Services de transports
H50	transportation	1,00	Services de transports
H51	transportation	1,00	Services de transports
H52	transportation	1,00	Services de transports
H53	market_services	1,00	Poste et courrier
I	food	0,77	Restaurants
I	market_services	0,23	Hotels restaurants
J58	market_services	1,00	Médias, communication
J59_60	market_services	1,00	Médias, communication

J61	market_services	1,00	Médias, communication
J62_63	market_services	1,00	Services divers
K64	market_services	1,00	Services divers
K65	market_services	1,00	Services divers
K66	market_services	1,00	Services divers
L	housing	1,00	Services immobiliers
M69_70	market_services	1,00	Services divers
M71	housing	1,00	Services immobiliers
M72	market_services	1,00	Services divers
M73	market_services	1,00	Services divers
M74_75	market_services	1,00	Services divers
N77	housing	1,00	Services immobiliers
N78	public_services_and_health	1,00	Recherche
N79	market_services	1,00	Services divers
N80T82	market_services	1,00	Services divers
O84	public_services_and_health	1,00	Administration, Défense, Santé
P85	public_services_and_health	1,00	Enseignement
Q86	public_services_and_health	1,00	Santé
Q87_88	public_services_and_health	1,00	Action sociale
R90T92	market_services	1,00	Loisirs
R93	market_services	1,00	Loisirs
S94	market_services	1,00	Loisirs
S95	equipements	1,00	Réparation et entretien
S96	market_services	1,00	Autres
T	market_services	1,00	Services divers

Les émissions dans les postes contenus dans le produit C19 sont ventilées dans les postes « déplacement » et « habitat » en fonction des consommations de carburants et de combustibles fossiles à usage de chauffage et de transport.

Les émissions dans les postes contenus dans le produit D35 sont ventilées dans les postes « habitat » et « alimentation » en fonction des consommations d'électricité à usage de chauffage, eau chaude sanitaire, usages spécifiques et de cuisson.

Les émissions dans les postes contenus dans le produit I sont ventilées dans les postes « alimentation » et « services principalement marchands » en fonction de la valeur ajoutée des sous catégories « restauration » et « hôtellerie » de la branche « hôtellerie-restauration ».

Les émissions dans les postes contenus dans le produit E37-39 sont ventilées dans les postes « alimentation », « habitat » et équipements en fonction de la nature des déchets ménagers caractérisée dans l'enquête « MODECOM » conduite par l'Ademe.

Les émissions associées aux investissements réalisés par les sociétés non financières (S11) sont affectées à différents postes de demande conformément à la table de passage suivante entre branche d'activité qui réalise l'investissement et poste de demande.

Table A2.2

Branche	Poste de demande	Coefficient
A01	Alimentation	1,00
A02	Logement	1,00
A03	Alimentation	1,00
B	Équipements	1,00

C10T12	Alimentation	1,00
C13T15	Équipements	1,00
C16	Équipements	1,00
C17	Équipements	1,00
C18	Équipements	1,00
C19	Déplacements	0,88
C19	Logement	0,12
C20	Équipements	1,00
C21	Services publics	1,00
C22	Équipements	1,00
C23	Équipements	1,00
C24	Équipements	1,00
C25	Équipements	1,00
C26	Équipements	1,00
C27	Équipements	1,00
C28	Équipements	1,00
C29	Déplacements	1,00
C30	Déplacements	1,00
C31_32	Équipements	1,00
C33	Équipements	1,00
D35	Logement	0,93
D35	Alimentation	0,07
E36	Alimentation	1,00
E37T39	Logement	0,43
E37T39	Alimentation	0,30
E37T39	Équipements	0,27
F	Logement	1,00
G45	Déplacements	1,00
G46	Services marchands	1,00
G47	Services marchands	1,00
H49	Déplacements	1,00
H50	Déplacements	1,00
H51	Déplacements	1,00
H52	Déplacements	1,00
H53	Services marchands	1,00
I55	Services marchands	1,00
I56	Alimentation	1,00
J58	Services marchands	1,00
J59_60	Services marchands	1,00
J61	Services marchands	1,00
J62_63	Services marchands	1,00
K64	Services marchands	1,00
K65	Services marchands	1,00
K66	Services marchands	1,00
L	Logement	1,00
M69_70	Services marchands	1,00
M71	Logement	1,00
M72	Services marchands	1,00
M73	Services marchands	1,00
M74_75	Services marchands	1,00
N77	Logement	1,00

N78	Services publics	1,00
N79	Services marchands	1,00
N80T82	Services marchands	1,00
O84	Services publics	1,00
P85	Services publics	1,00
Q86	Services publics	1,00
Q87_88	Services publics	1,00
R90T92	Services marchands	1,00
R93	Services marchands	1,00
S94	Services marchands	1,00
S95	Équipements	1,00
S96	Services marchands	1,00

SECTEN - Total	Industrie manufacturière et construction	CPA_F	Construction
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_G50	Commerce et réparation automobile
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_G51	Commerce de gros et intermédiaires du commerce, excepté véhicules automobiles
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_G52	Commerce de détail et réparation d'articles domestique
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_H	Hôtels et restaurants
SECTEN - Total	Transport	CPA_I60	Transports terrestres
SECTEN - Total	Transport	CPA_I61	Transports par eau
SECTEN - Total	Transport	CPA_I62	Transports aériens
SECTEN - Total	Transport	CPA_I63	Services auxiliaires des transports
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_I64	Postes et télécommunications
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_I65	Intermédiation financière
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_I66	Assurance
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_I67	Auxiliaires financiers et d'assurance
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_K70	Activités immobilières
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_K71	Location sans opérateur
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_K72	Activités informatiques
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_K73	Recherche et développement
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_K74	Services fournis principalement aux entreprises
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_L	Administration publique
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_M	Education
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_N	Santé et action sociale
SECTEN - Total	Traitement centralisé des déchets	CPA_O90	Assainissement, voirie et gestion des déchets
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_O91	Activités associatives
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_O92	Activités récréatives, culturelles et sportives
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_O93	Services personnels
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_P95	Activités des ménages en tant qu'employeurs de personnel domestique

SECTEN -> NAF rév.2

Inventaire SECTEN		Inventaire AEA au format NAF rév.2	
SECTEN - Sous-secteur	Usage des bâtiments et activités résidentiels	0011	Émissions directes des ménages - logement chauffage
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	0012	Émissions directes des ménages - logement autres
SECTEN - Sous-secteur	Transport - VP	002	Émissions directes des ménages - transport
SECTEN - Secteur	Agriculture	CPA_A01	Produits de l'agriculture et de la chasse et services annexes
SECTEN - Secteur	Agriculture	CPA_A02	Produits sylvicoles et services annexes
SECTEN - Secteur	Agriculture	CPA_A03	Produits de la pêche et de l'aquaculture; services de soutien à la pêche
SECTEN - Secteur	Industrie de l'énergie	CPA_B	Produits des industries extractives
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C10_C12	Produits des industries alimentaires, boissons et produits à base de tabac
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C13_C15	Produits de l'industrie textile, articles d'habillement, cuir et articles en cuir
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C16	Bois, articles en bois et en liège, à l'exclusion des meubles; articles de vannerie et de sparterie

SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C17	Papier et carton
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C18	Travaux d'impression et de reproduction
SECTEN - Secteur	Industrie de l'énergie	CPA_C19	Produits de la cokéfaction et du raffinage
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C20	Produits chimiques
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C21	Produits pharmaceutiques de base et préparations pharmaceutiques
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C22	Produits en caoutchouc et en plastique
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C23	Autres produits minéraux non métalliques
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C24	Produits métallurgiques
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C25	Produits métalliques, à l'exclusion des machines et équipements
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C26	Produits informatiques, électroniques et optiques
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C27	Équipements électriques
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C28	Machines et équipements n.c.a.
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C29	Véhicules automobiles, remorques et semi-remorques
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C30	Autres matériels de transport
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C31_C32	Meubles et autres produits manufacturés
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_C33	Réparation et installation de machines et d'équipements
SECTEN - Secteur	Industrie de l'énergie	CPA_D35	Électricité, gaz, vapeur et air conditionné
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_E36	Eau naturelle; traitement et distribution d'eau
SECTEN - Secteur	Traitement centralisé des déchets	CPA_E37_E39	Collecte et traitement des eaux usées; boues d'épuration; collecte, traitement et élimination des déchets; récupération de matériaux; Dépollution et autres services de gestion des déchets
SECTEN - Secteur	Industrie manufacturière et construction	CPA_F	Constructions et travaux de construction
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_G45	Commerce et réparation d'automobiles et de motocycles
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_G46	Commerce de gros, à l'exclusion des automobiles et des motocycles
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_G47	Commerce de détail, à l'exclusion des automobiles et des motocycles
SECTEN - Secteur	Transport	CPA_H49	Transports terrestres et transports par conduites
SECTEN - Secteur	Transport	CPA_H50	Transport par eau
SECTEN - Secteur	Transport	CPA_H51	Transports aériens
SECTEN - Secteur	Transport	CPA_H52	Entreposage et services auxiliaires des transports
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_H53	Services de poste et de courrier
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_I	Services d'hébergement et de restauration
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_J58	Édition
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_J59_J60	Production de films cinématographiques, de vidéos et de programmes de télévision; enregistrement sonore et édition musicale; programmation et diffusion
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_J61	Services de télécommunications
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_J62_J63	Programmation, conseil et autres activités informatiques; Services d'information
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_K64	Services financiers, hors assurances et caisses de retraite
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_K65	Services d'assurance, de réassurance et de caisses de retraite, à l'exclusion de la sécurité sociale obligatoire
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_K66	Services auxiliaires aux services financiers et aux assurances
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_L68B	Services immobiliers à l'exclusion des loyers imputés
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_L68A	Loyers imputés des logements occupés par leur propriétaire

SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_M69_M70	Services juridiques et comptables; services des sièges sociaux; conseil de gestion
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_M71	Services d'architecture et d'ingénierie; services de contrôle et analyses techniques
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_M72	Services de recherche et développement scientifique
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_M73	Services de publicité et d'études de marché
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_M74_M75	Autres services spécialisés, scientifiques et techniques et services vétérinaires
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_N77	Location et location-bail
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_N78	Services liés à l'emploi
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_N79	Services des agences de voyage, des voyagistes et autres services de réservation et services connexes
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_N80_N82	Services de sécurité et d'enquête; services relatifs aux bâtiments et aménagement paysager; services administratifs et autres services de soutien aux entreprises
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_O84	Services d'administration publique et de défense; services de sécurité sociale obligatoire
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_P85	Services de l'enseignement
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_Q86	Services de santé humaine
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_Q87_Q88	Services d'hébergement médico-social et social; services d'action sociale sans hébergement
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_R90_R92	Services créatifs, artistiques, du spectacle, des bibliothèques, archives, musées et autres services culturels; jeux de hasard et d'argent
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_R93	Services sportifs, récréatifs et de loisirs
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_S94	Services fournis par des organisations associatives
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_S95	Services de réparation d'ordinateurs et de biens personnels et domestiques
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_S96	Autres services personnels
SECTEN - Total	TOTAL national hors UTCATF	CPA_T	Services des ménages en tant qu'employeurs; biens et services divers produits par les ménages pour leur usage propre