

Épreuve orale de commentaire d'un dossier

1/ Dossier à commenter

Document : BOURGEOIS Alexandre, LAFROGNE-JOUSSIER Raphaël, LEQUIEN Matthieu, RALLE Pierre, « Un tiers de l'empreinte carbone de l'Union européenne est dû à ses importations », INSEE Analyses, n°74, juillet 2022.

2/ Mathématiques et statistiques appliquées aux Sciences Économiques et Sociales

1/ Dossier à commenter

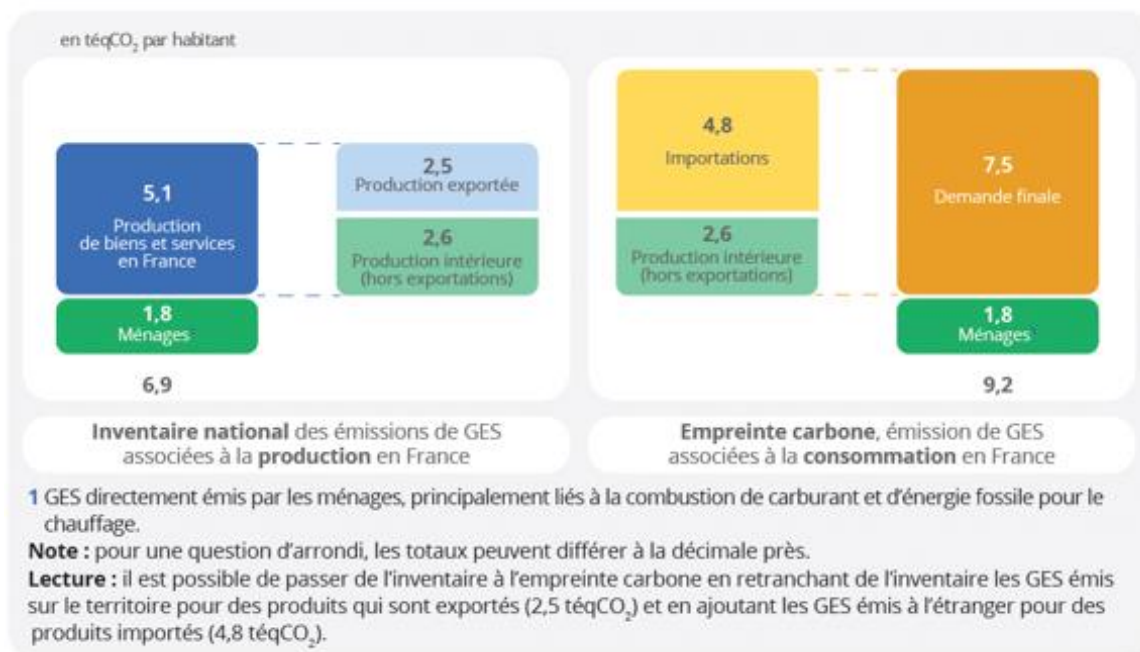
Document : BOURGEOIS Alexandre, LAFROGNE-JOUSSIER Raphaël, LEQUIEN Matthieu, RALLE Pierre, « Un tiers de l’empreinte carbone de l’Union européenne est dû à ses importations », INSEE Analyses, n°74, juillet 2022.

L’Union européenne (UE) émet 1,5 fois plus de gaz à effet de serre (GES) par habitant que la moyenne mondiale ; les États-Unis, près de trois fois plus. Cependant, rapportées à leur PIB, leurs émissions de GES sont inférieures à la moyenne mondiale. L’UE en particulier émet moins de GES que les autres zones géographiques pour produire un euro de biens et de services. Au sein de l’UE, la France se caractérise par un mix énergétique et, par ricochet, une production dans son ensemble moins carbonés que ses partenaires, notamment l’Allemagne. Dans l’UE et aux États-Unis, les émissions de GES induites par la demande finale – l’empreinte carbone – sont plus élevées que les émissions issues de la production. Par rapport à l’inventaire des émissions associées à la production sur un territoire, l’empreinte carbone retranche les émissions incorporées aux produits exportés mais ajoute celles incorporées aux produits importés. En 2018, l’empreinte carbone par habitant de l’UE est de 11 tonnes d’équivalent CO₂, contre 21 aux États-Unis et 8 en Chine. Un tiers environ de l’empreinte de l’UE correspond à des processus de production localisés en dehors de son territoire. Entre 2000 et 2018, les émissions mondiales de GES ont augmenté de moitié quand la population augmentait d’un quart. Les émissions produites par l’UE ont diminué mais elles ont triplé dans le même temps en Chine.

Les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) s’élèvent en 2018 à 46,8 milliards de tonnes d’équivalent CO₂ (Gt_{eq}CO₂). Ces émissions proviennent principalement de l’utilisation de combustibles fossiles (charbon, gaz naturel et pétrole). Elles résultent des activités économiques et des activités domestiques (transport et logement) des ménages. La répartition géographique des émissions mondiales peut s’établir selon deux approches : la première répertorie les émissions qui ont physiquement lieu sur les territoires nationaux. Cette méthode, dite des inventaires nationaux, est retenue dans les engagements internationaux des pays. La seconde approche, dite de l’empreinte carbone, mesure les émissions associées à la consommation de produits par les résidents d’un pays, indépendamment du lieu de fabrication de ces produits (figure 1).

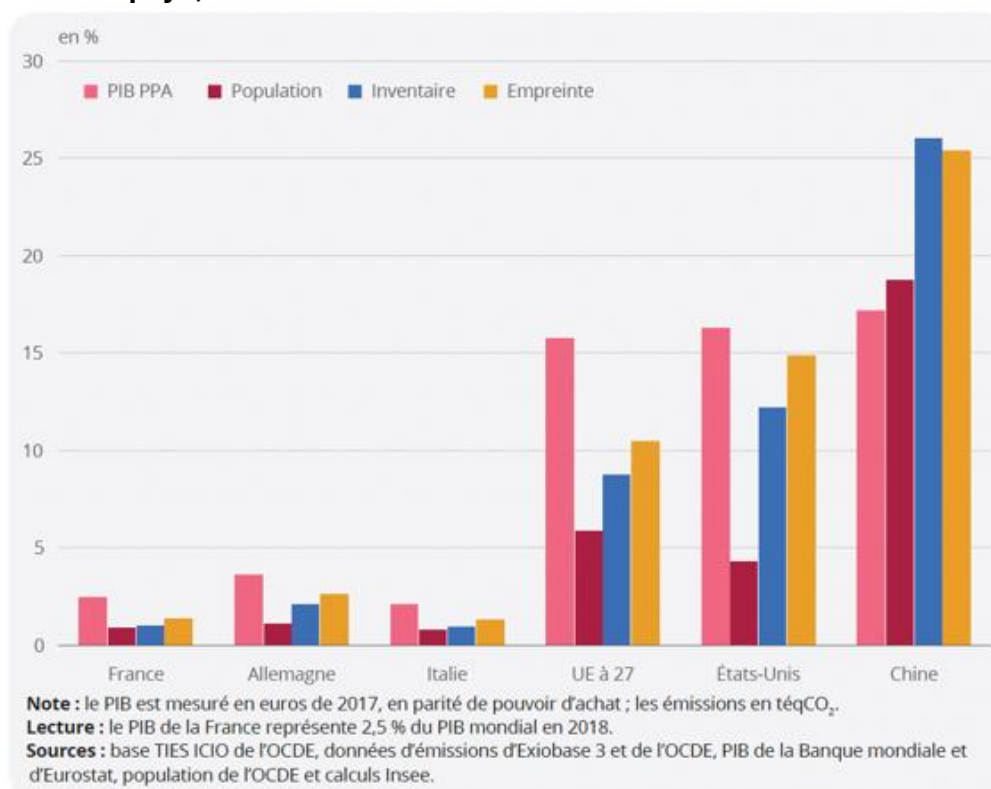
Ainsi, les émissions liées à la production d’un bien exporté sont attribuées au pays d’origine selon l’inventaire, au pays consommateur dans la méthode de l’empreinte. Il est possible de passer de l’inventaire à l’empreinte en retranchant de l’inventaire les GES émis sur le territoire pour des produits qui sont exportés et en ajoutant les GES émis à l’étranger pour des produits importés. La méthode employée ici pour calculer l’empreinte carbone est particulièrement adaptée pour éclairer ces différences entre inventaire et empreinte puisqu’elle fournit beaucoup de détails sur les émissions importées, leurs pays et branches de provenance, ainsi que sur le lien entre carbone contenu dans ces importations et valeur ajoutée importée. [...] Si les différences entre ces deux indicateurs sont riches d’enseignements, leurs points communs fournissent des premiers éléments intéressants.

Figure 1 – Emissions de gaz à effet de serre, deux approches : l’inventaire national et l’empreinte carbone



En 2018, les pays de l'Union européenne (UE) représentent 8,7 % des émissions mondiales selon l'approche de l'inventaire, 10,5 % selon l'empreinte (figure 2). La France compte pour 1,0 % de l'inventaire et 1,3 % de l'empreinte. L'Italie est très proche de la France, tandis que l'Allemagne représente une part plus importante de l'inventaire mondial (2,1 %) et de l'empreinte mondiale (2,6 %).

Figure 2 – Répartition du PIB, de la population, de l’inventaire et de l’empreinte carbone entre différents pays, en 2018



Le poids de l'Union européenne dans les émissions apparaît supérieur à son poids démographique, l'UE abritant près de 6 % de la population mondiale. Dit autrement, les pays européens émettent davantage par habitant que la moyenne mondiale. Pour autant, la part de l'UE dans les émissions est inférieure à son poids économique, mesuré par son PIB (produit intérieur brut) en parité de pouvoir d'achat, de l'ordre de 16 %.

Les États-Unis sont dans une situation qualitativement similaire à l'Union européenne : leur part dans les émissions (12 % selon l'inventaire, 15 % selon l'empreinte) est nettement supérieure à leur poids démographique (un peu plus de 4 %) mais un peu inférieure à leur poids économique (16 %). Cependant, les États-Unis ont des niveaux d'inventaire comme d'empreinte sensiblement supérieurs à ceux de l'UE. La Chine, enfin, représente à elle seule plus du quart des émissions mondiales, que l'on raisonne en matière d'inventaire ou d'empreinte. Cette proportion excède son poids démographique (19 %) mais également son poids économique (17 %).

Au cours de ces deux dernières décennies, une certaine convergence a eu lieu au niveau mondial, la production devenant plus économe en GES dans les économies développées qui en émettaient beaucoup. [...]

À l'inverse, les émissions ont augmenté de manière spectaculaire en Chine, malgré un ralentissement à partir de 2014. En 2018, l'empreinte carbone d'un Chinois représente 39 % de celle d'un Américain, contre 12 % en 2000. L'écart entre l'Union européenne et les États-Unis s'est aussi resserré, mais dans une moindre mesure : l'empreinte carbone d'un habitant de l'UE est passée de 48 % de celle d'un Américain en 2000 à 52 % en 2018.

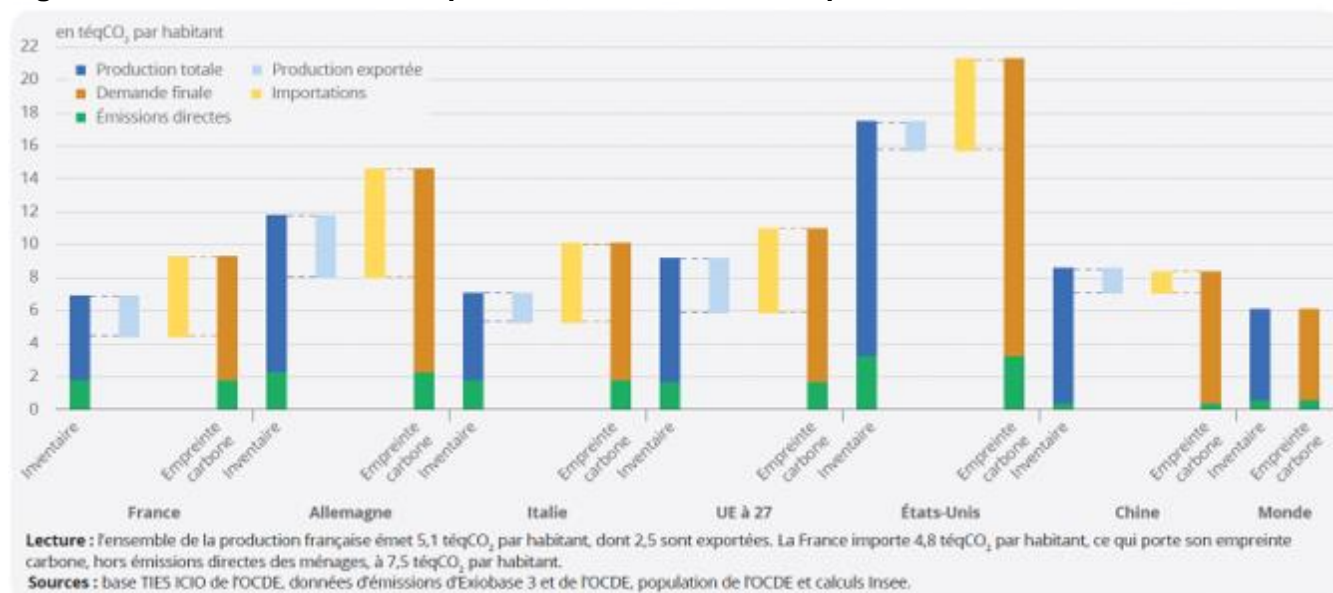
De nombreuses économies, comme l'UE et en son sein la France, se sont engagées à réduire fortement leurs émissions de gaz à effet de serre pour parvenir en 2050 à la neutralité carbone, c'est-à-dire à ne pas émettre davantage que ce que leur territoire absorbe, au moyen de différents puits de carbone (forêts, sols, etc.). Comme leur potentiel de capture du CO₂

atmosphérique est limité, les émissions doivent baisser de plus de 80 % par rapport à l'inventaire national de 2021, provisoirement estimé à 418 MtéqCO₂, pour atteindre un niveau d'émissions annuelles autour de 80 MtéqCO₂ en 2050. Ces engagements requièrent donc une baisse des émissions bien plus forte sur les trois prochaines décennies (- 80 % entre 2021 et 2050) que sur les trois dernières (- 23 % entre 1990 et 2021). L'engagement de la France de réduire ses émissions de GES de 55 % en 2030 par rapport au niveau de 1990 représente une baisse de ses émissions de 5,8 % chaque année de 2022 à 2030 ; atteindre des émissions nettes de 0 en 2050 en supposant l'objectif en 2030 atteint est cohérent avec une baisse de ses émissions de 5,5 % chaque année de 2031 à 2050. La marche est haute : le rythme de baisse a été de 0,8 % par an sur 1990-2021 et de 1,7 % sur 2005-2021.

En 2018, les pays développés ont une empreinte carbone plus élevée que leur inventaire

En 2018, les émissions mondiales s'élèvent à 6,1 téqCO₂ par habitant (figure 3). Les émissions directes des ménages en représentent 10 %.

Figure 3 – De l'inventaire à l'empreinte, émissions de GES par habitant, en 2018



Dans l'ensemble de l'UE à 27, en 2018, l'inventaire (9,2 téqCO₂ par habitant) est inférieur à l'empreinte carbone (11,0 téqCO₂ par habitant) car les GES exportés (3,3 téqCO₂ par habitant) sont moindres que les GES importés (5,1 téqCO₂ par habitant). L'inventaire par habitant des États-Unis est de loin le plus élevé : 17,5 téqCO₂. Hormis la Chine, toutes les économies étudiées ont une empreinte supérieure à leur inventaire, les écarts allant de 1,8 téqCO₂ par habitant pour l'UE à 3,8 téqCO₂ pour les États-Unis : elles sont importatrices nettes de GES. En Chine, l'empreinte est légèrement inférieure à l'inventaire, 8,3 téqCO₂ par habitant contre 8,5 téqCO₂. En outre, les émissions directes chinoises représentent une part de l'empreinte plus faible qu'ailleurs (4 %).

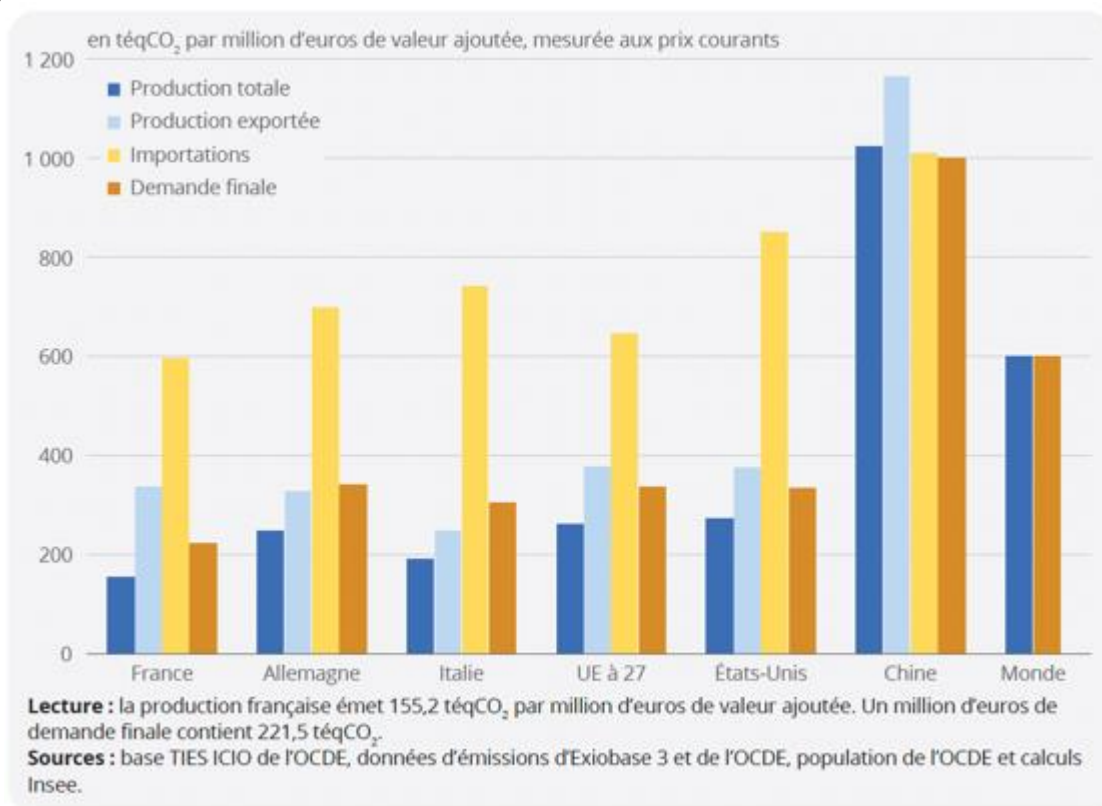
La France se distingue par une production non exportée particulièrement peu émettrice en gaz à effet de serre du fait de la place du nucléaire dans la production d'électricité. La moitié des GES émis par la production française est exportée : cette proportion est la plus élevée parmi toutes les économies étudiées. En miroir, la part des GES importés dans l'empreinte carbone (hors émissions directes des ménages) est plus élevée qu'ailleurs, autour des deux tiers. L'analyse des écarts entre inventaire et empreinte indique que deux facteurs sont déterminants : l'intensité des émissions (qui va déterminer la quantité de GES émis lors de la production) et

les flux d'échanges entre zones géographiques (qui expliquent le passage de l'inventaire à l'empreinte).

Une production moins carbonée dans les pays développés

Au niveau mondial, produire un million d'euros de valeur ajoutée conduit à l'émission de 600 téqCO₂ en moyenne en 2018. Ce contenu ou intensité en GES de la production varie fortement d'un pays à l'autre. Ainsi, la Chine a une intensité en GES très élevée, de 1 000 téqCO₂, qui dépasse de deux tiers la moyenne mondiale (figure 4). Les Etats-Unis et l'UE ont des intensités nettement plus faibles, proches de 45% de la moyenne mondiale. La production de l'Allemagne a l'intensité la plus élevée des trois premières économies de l'UE, suivie de l'Italie et de la France.

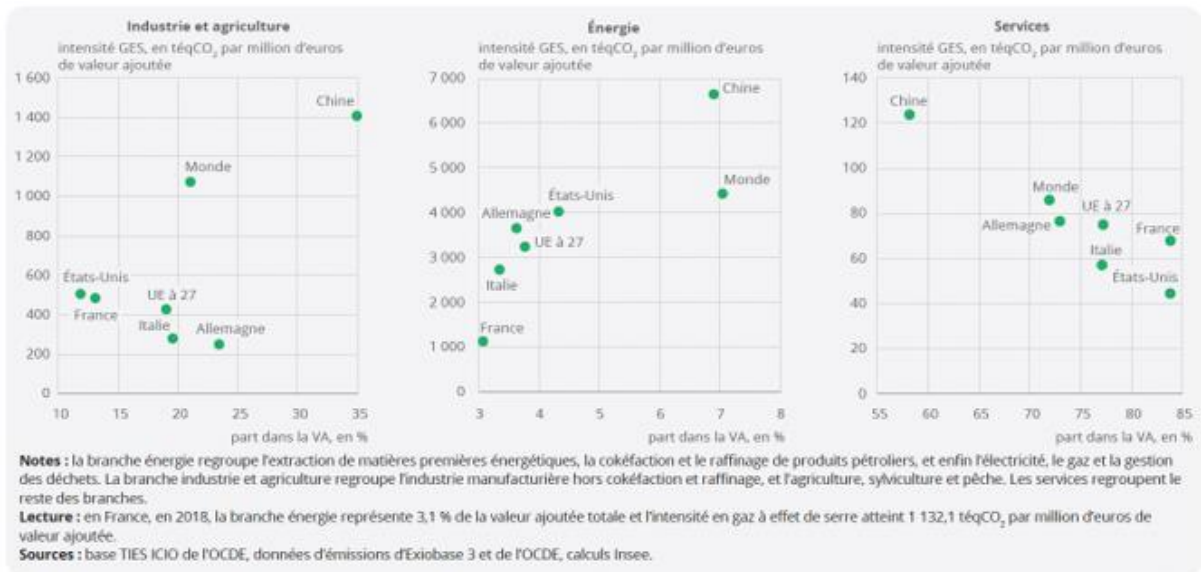
Figure 4 – Intensité en émissions de GES de la production, des exportations, des importations, et de la demande finale, en 2018



Les différences entre pays de l'intensité carbone de leur production peuvent s'expliquer par deux raisons : une structure de production plus ou moins centrée sur des branches ayant de fortes émissions de GES (effet de structure) et, à structure de production comparable, une intensité en GES de la production plus ou moins élevée (efficacité énergétique et intensité en GES de l'énergie consommée).

Trois constats peuvent être établis. Premièrement, dans tous les pays, le contenu en GES de la production est élevé dans la production d'énergie, intermédiaire dans l'industrie/agriculture, plus faible dans les services (figure 5). Une faible part dans la valeur ajoutée de la production d'énergie et de l'industrie/agriculture contribue donc par effet de structure à réduire l'intensité en GES de la production. C'est notamment la situation de la France. À l'inverse, ces branches très carbonées ont un poids plus élevé qu'ailleurs en Chine, ce qui contribue à une production plus intensive en GES.

Figure 5 – Intensité en gaz à effet de serre et part dans la valeur ajoutée par branche en 2018



Deuxièmement, les intensités de production par branche diffèrent nettement d'un pays à l'autre. Dans toutes les branches, la Chine émet plus de GES pour produire un euro de valeur ajoutée. Ainsi, dans ce pays, les deux composantes, l'effet de structure et l'intensité en GES de la production par branche, contribuent au contenu en GES beaucoup plus élevé qu'ailleurs de la production. De son côté, dans la production d'énergie, la France est la moins émettrice des pays étudiés avec une intensité en GES trois fois inférieure à celles de l'Allemagne et des États-Unis : son mix énergétique est moins carboné du fait de la part plus élevée de l'énergie d'origine nucléaire.

Enfin, les échanges internationaux portent sur des produits dont le contenu en GES est relativement élevé. En effet, les échanges internationaux portent plus souvent sur des biens industriels, agricoles ou énergétiques et moins souvent sur des services. En outre, pour les pays développés, les produits importés sont pour partie fabriqués dans des zones où la production est plus intensive en GES, comme la Chine. De fait, les émissions incorporées dans les importations correspondent à celles générées tout au long de la chaîne de valeur de ces produits, y compris par la production de leurs consommations intermédiaires. Cela concourt à ce que, hormis en Chine (et dans d'autres pays qui ne sont pas isolés ici), un euro de demande finale contient plus d'émissions de gaz à effet de serre qu'un euro de valeur ajoutée.

Un tiers de l'empreinte carbone de l'UE est dû à ses importations, contre un quart pour les États-Unis

Alors que l'inventaire d'une économie reflète uniquement l'intensité en GES de ses productions intérieures, l'empreinte carbone dépend de l'intensité en GES de tous les pays du monde, à travers les émissions incorporées aux importations. L'analyse des chaînes de production internationales permet de décrire finement l'origine géographique des émissions incorporées aux biens et services importés.

L'UE à 27, les États-Unis et la Chine sont trois zones économiques relativement fermées, au sens où leur demande finale est satisfaite par des biens et services produits à 85 % à l'intérieur de chacune de ces zones (pour l'UE, ce chiffre ne représente pas la moyenne des 27 pays, mais bien celui de l'Union, prise comme un tout) (figure 6).

Figure 6 – Décomposition de l’empreinte carbone et de la demande finale selon leur provenance, en 2018

a. Empreinte carbone (hors émissions directes des ménages)

	en % (sauf mention contraire)				
	UE27	Chine	États-Unis	Reste du monde	Inventaire (MtéqCO ₂)
UE27	60,4	0,9	2,2	2,9	3 327
Chine	6,5	85,5	7,1	6,1	11 668
États-Unis	2,2	0,7	68,7	2,1	4 637
Reste du monde	31,0	12,9	22,0	89,0	22 449
Empreinte (MtéqCO₂)	4 140	11 382	5 876	20 708	42 105

b. Demande finale

	en % (sauf mention contraire)				
	UE27	Chine	États-Unis	Reste du monde	Valeur ajoutée (en milliards d'euros)
UE27	85,2	2,3	2,5	5,3	12 726
Chine	2,0	85,7	2,2	3,6	11 417
États-Unis	2,5	1,7	87,8	3,8	17 084
Reste du monde	10,2	10,3	7,6	87,4	28 987
Demande finale (en milliards d'euros)	12 334	11 383	17 644	28 853	70 214

c. Empreinte carbone avec émissions directes

	en % (sauf mention contraire)				
	UE27	Chine	États-Unis	Reste du monde	Inventaire (MtéqCO ₂)
UE27	66,6	0,8	1,9	2,6	4 095
Chine	5,5	86,1	6,0	5,4	12 179
États-Unis	1,8	0,7	73,6	1,9	5 714
Reste du monde	26,1	12,4	18,6	90,1	24 820
Empreinte (MtéqCO₂)	4 905	11 886	6 950	23 066	46 808

Notes : les lignes correspondent aux pays de provenance des émissions, les colonnes aux pays dont l’empreinte carbone ou la demande finale sont ventilées. Les empreintes et inventaires sont donnés en MtéqCO₂, la demande finale et la valeur ajoutée en milliards d’euros. Les calculs sont effectués en dollars courants, convertis en euros courants, pour l’année 2018. Contrairement à la figure 2, qui mobilise des PIB en parité de pouvoir d’achat, la demande finale et la valeur ajoutée sont exprimées en euros.

Lecture : en 2018, 6,5 % de l’empreinte carbone de l’UE à 27, hors émissions directes des ménages, ont été émis en Chine, tandis que 2,0 % de la valeur ajoutée constituant la demande finale de l’UE à 27 proviennent de Chine. 66,6 % de l’empreinte carbone de l’UE à 27, y compris émissions directes des ménages, ont été émis dans l’UE à 27.

Sources : base TIES ICIO de l’OCDE, données d’émissions d’Exiobase 3 et de l’OCDE, calculs Insee.

Il n’est donc pas surprenant que la majorité des émissions associées à leur demande finale soit émise en leur sein. Ceci dit, l’UE, et dans une moindre mesure les États-Unis, ont une production moins carbonée que beaucoup de leurs partenaires commerciaux. Cela explique que 40 % de l’empreinte carbone de l’UE, hors émissions directes des ménages, provient de ses importations. Cette part est de 31 % pour les États-Unis, contre seulement 14 % pour la Chine, en ligne avec la part importée de la demande finale. En y ajoutant les émissions directes des ménages (qui sont émises sur le territoire), la part des émissions importées dans l’empreinte carbone est de 33 % dans l’UE (dont 5,5 % provient de Chine et 1,8 % des États-Unis), de 26 % aux États-Unis et de 14 % en Chine.

Pour les États-Unis et l’UE, la part dans l’empreinte des flux de GES en provenance de Chine est à peu près similaire (de l’ordre de 7 % hors émissions directes des ménages), et nettement supérieure à la part de la Chine dans la demande finale (de 2 % environ). Dans le sens inverse,

les flux sont faibles (moins de 1 %). Enfin, les échanges de GES entre l'UE et les États-Unis sont relativement faibles, de 2 % dans les deux cas.

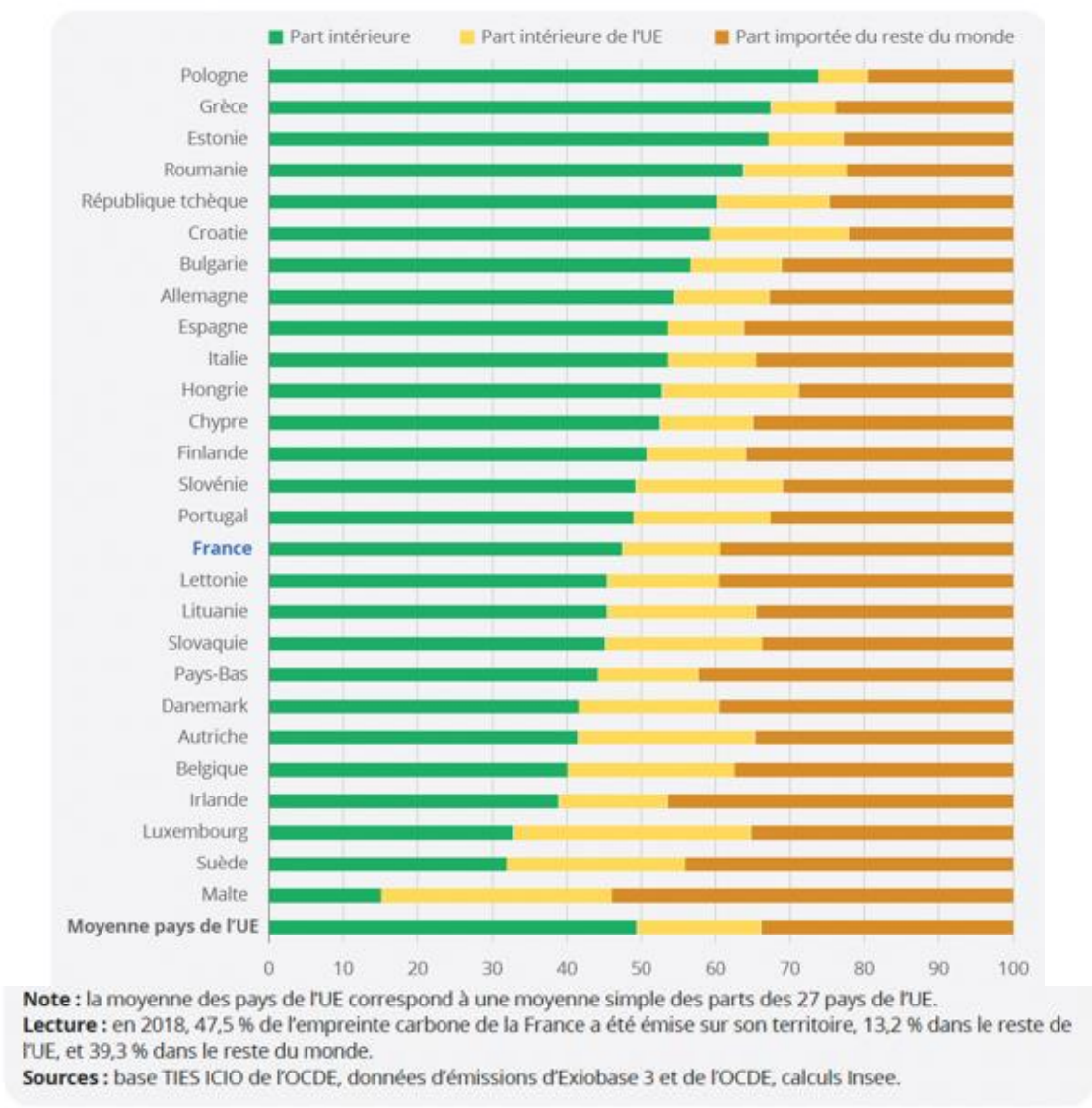
Une part importée de l’empreinte carbone plus élevée en France qu’en Allemagne

Un excédent commercial peut s’accompagner d’un « déficit en GES », au sens où les GES contenus dans les importations (et émis à l’étranger) sont supérieurs aux GES contenus dans les exportations (et émis dans le pays). Ainsi, en Allemagne, aux Pays-Bas et, dans une moindre mesure, en Italie et en Espagne, la valeur ajoutée exportée dépasse celle importée, tandis que ces quatre pays sont importateurs nets en GES.

La proportion de l’empreinte carbone importée par les pays européens est très variable. Deux facteurs peuvent expliquer ces écarts : d’une part, le degré d’ouverture au commerce international (plus un pays est ouvert, plus il importe de biens et services et plus il importe de GES nécessaires à leur production), d’autre part, le contenu en GES des biens et services que le pays importe, relativement à celui des biens qu’il produit.

En 2018, la part d’empreinte importée en provenance des pays situés hors de l’UE est de 33 % en Allemagne (très proche de la moyenne européenne), plus faible qu’en France (39 %) (figure 7).

Figure 7 – Origine de l’empreinte carbone des pays de l’UE, en 2018



L'inclusion des importations en provenance des pays de l'UE ne modifie pratiquement pas le constat : en 2018, la proportion de l'empreinte carbone importée est de 46 % en Allemagne et de 52 % en France. Cet écart de 7 points (hors arrondis) reflète, d'une part, les soldes commerciaux, la France important plus qu'elle n'exporte, à l'inverse de l'Allemagne. D'autre part, la production étant sensiblement moins carbonée en France qu'en Allemagne, la part des émissions importées dans l'empreinte y est mécaniquement plus élevée. Toutefois, en niveau, les importations de GES sont plus faibles en France qu'en Allemagne (4,8 contre 6,6 téqCO₂ par habitant).

Parmi les pays de l'UE, la part importée de l'empreinte carbone varie de 26% à 85%. La Pologne, avec son mix énergétique carboné, a la plus faible proportion. A l'inverse, c'est Malte, petit pays très ouvert au commerce international, qui a la proportion d'empreinte carbonée importée la plus forte de l'UE. Le Luxembourg, où les services sont très développés, importe les deux tiers de son empreinte carbone. Les pays ayant une population nombreuse, comme l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie et la France, sont dans une situation intermédiaire.

2/ Mathématiques et statistiques appliquées aux Sciences Économiques et Sociales

Partie A

1. On considère la phrase suivante, extraite du présent dossier : « Comme leur potentiel de capture du CO₂ atmosphérique est limité, les émissions doivent baisser de plus de 80 % par rapport à l'inventaire national de 2021, provisoirement estimé à 418 MtéqCO₂, pour atteindre un niveau d'émissions annuelles autour de 80 MtéqCO₂ en 2050. »

Vérifier la pertinence de l'estimation 80 MtéqCO₂ donnée dans cette phrase.

2. On considère la phrase suivante, extraite du présent dossier : « L'engagement de la France de réduire ses émissions de GES de 55 % en 2030 par rapport au niveau de 1990 représente une baisse de ses émissions de 5,8 % chaque année de 2022 à 2030. »
 - a. Selon ce modèle, calculer le taux d'évolution global attendu des émissions de GES françaises entre 2022 et 2030.
 - b. En déduire le taux d'évolution global des émissions de GES françaises entre 1990 et 2022.

Partie B

La société Biorestes propose la livraison hebdomadaire d'un panier de fruits et légumes bio à un tarif préférentiel. Les clients peuvent souscrire à un abonnement de 28 € par mois et résilier leur abonnement quand ils le souhaitent.

En janvier 2022, 50 personnes ont souscrit à cet abonnement.

Le gérant de la société a remarqué que :

- D'un mois à l'autre, 10 % des clients résilient leur abonnement.
- Chaque mois, 12 personnes supplémentaires souscrivent l'abonnement.

1. On note \mathbf{N} l'ensemble des entiers naturels. On considère la suite (u_n) définie par :

$$\begin{cases} u_0 = 50 \\ \forall n \in \mathbf{N}, u_{n+1} = 0,9u_n + 12 \end{cases}$$

Justifier que le terme général u_n de la suite permet de modéliser le nombre de clients abonnés à la livraison hebdomadaire le n -ième mois qui suit le mois de janvier 2022.

2. Calculer u_1 . Interpréter dans le contexte de l'exercice.
3. Pour tout entier naturel n , on pose $v_n = u_n - 120$.
 - a. Démontrer que la suite (v_n) est géométrique de raison 0,9. Préciser la valeur de v_0 .
 - b. En déduire l'expression de v_n puis celle de u_n en fonction de n .
4. Selon ce modèle, la recette mensuelle de la société Biorestes va-t-elle dépasser 4 004 € ? Si oui préciser le mois à partir duquel ce sera le cas.

5. Le gérant cherche à connaître le mois et l'année à partir desquels sa recette mensuelle dépassera 3 000 €.
- a. Compléter l'algorithme ci-dessous afin qu'il détermine le plus petit entier naturel n répondant à la problématique du gérant .

Ligne 1	$u \leftarrow 50$
Ligne 2	$n \leftarrow 0$
Ligne 3	Tant que
Ligne 4	$u \leftarrow 0,9u + 12$
Ligne 5	$n \leftarrow n + 1$
Ligne 6	Fin tant que

- b. Quelle est la valeur de la variable n à la fin de l'exécution de l'algorithme ?
- c. Selon ce modèle, à partir de quel mois de quelle année, la recette mensuelle du gérant dépassera-t-elle 3 000 € ?