

La notion d'anthropocène a mis au jour l'idée que l'activité humaine transforme la planète et ses écosystèmes. Ces activités s'intègrent dans un vaste marché mondial. **Comprendre l'impact de nos activités économiques est donc un enjeu actuel.** Dans cette perspective, des organismes proposent aujourd'hui de réaliser des "bilans d'impact" d'un acteur économique, tel qu'un pays ou un secteur de l'économie, sur un paramètre de l'environnement - une substance émise ou une ressource primaire consommée. À partir de la base de données Exiobase, ce poster a pour objectif de présenter la **méthode d'analyse entrée-sortie**. Celle-ci permet de comptabiliser l'impact réel sur l'environnement d'un secteur économique ou d'un pays dans son ensemble, en considérant son **impact direct**, dû à ses activités, et son **impact indirect**, induit par son interaction avec d'autres acteurs économiques. Les approches "inventaire national" et "empreinte", et plus largement la démarche consistant à donner du sens aux données d'Exiobase, seront présentées, tout en apportant une réflexion critique sur ces démarches.

L'analyse entrée-sortie

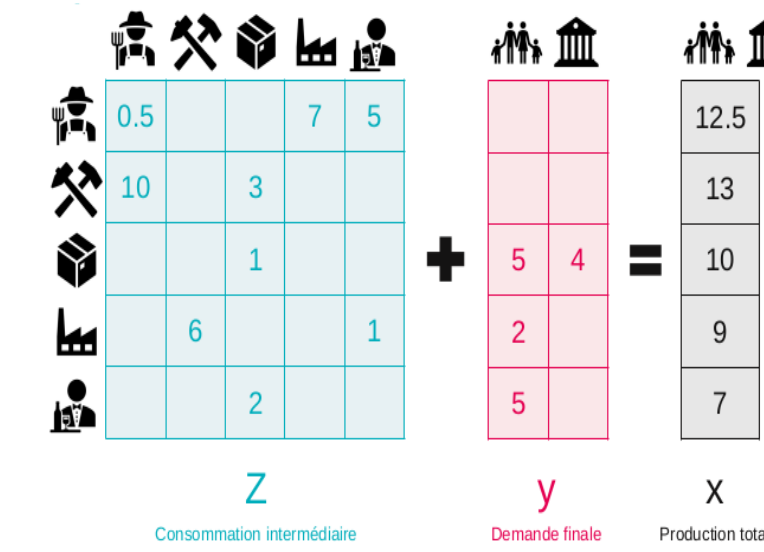
Principe général

L'analyse entrée-sortie est un moyen de modéliser l'économie mondiale en utilisant des **tableaux entrées-sorties (TES)** - comptabilisant les flux monétaires mondiaux - et une liste de **facteurs de production** - une interface entre l'économie et le monde réel.

- Le tableau entrées-sorties (TES) est un tableau des comptes des échanges financiers mondiaux. Chaque pays voit son économie subdivisée en secteurs selon une nomenclature. Le TES fait la comptabilité nationale de chaque secteur en prenant en compte : les **consommations intermédiaires** entre ces secteurs, sa **production totale**, ainsi que la **demande finale**, qui regroupe les biens destinés à la consommation. En d'autres termes, ce tableau permet de **visualiser l'interdépendance des différents secteurs** dans leur processus de production de biens et de services.
- Ce tableau est accompagné d'une liste de facteurs de production, à savoir les données sur les capitaux, l'emploi, les **ressources naturelles**, l'**utilisation des matériaux** et les **émissions de substances** dans l'environnement.

Un aperçu de la théorie : réussir à comptabiliser les impacts indirects dans l'évaluation de l'impact réel d'un secteur

On note Z la matrice de consommation intermédiaire, y la matrice de la demande finale (les consommateurs du pays), x la matrice de production totale. Dans l'hypothèse d'une économie fermée : $Z + y = x$.



Les entrées étant proportionnelles à ce qui est produit, on peut "diviser" Z par x et on obtient la **matrice A des coefficients de consommation intermédiaire**. Ses coefficients donnent le rapport pour chaque secteur entre les entrées du secteur et la production totale de l'entrée. On a alors $Z = Ax$, d'où $Ax + y = x$, et donc $y = (I - A)x$.

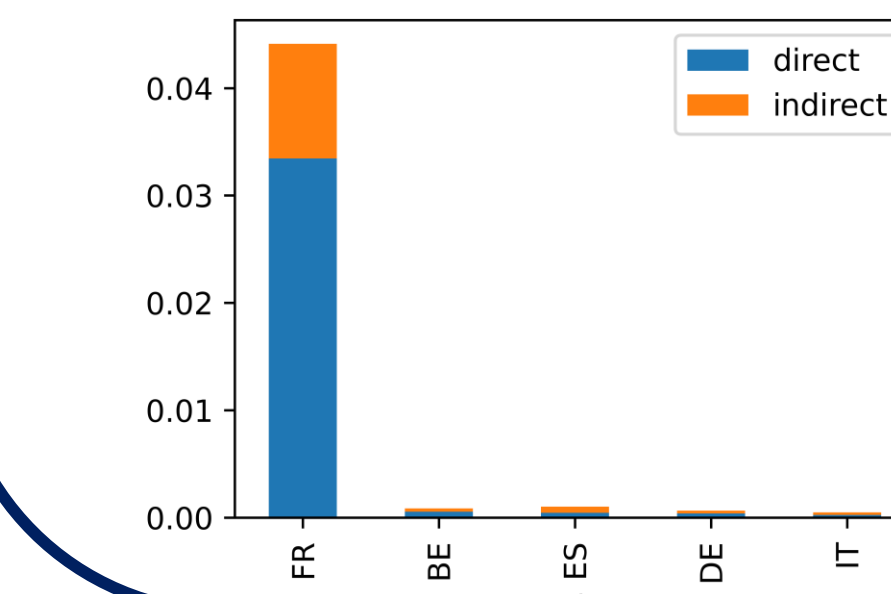
On note $C = (I - A)$, la matrice de Leontief et on note L son inverse. Ainsi : $x = Ly$. Cette relation permet de remonter à la production primaire de chaque industrie en couvrant la totalité des demandes, qu'elles soient directes et indirectes.

Enfin, en notant S la matrice dont les coefficients donnent l'impact par euro, pour le facteur environnemental considéré, et ceci pour chaque secteur, l'**empreinte réel** des activités d'un secteur est alors obtenu par la formule : $D = SLy$.

Un exemple d'utilisation d'une table entrée-sortie

Comment répondre à la question : dépenser 1€ d'un secteur correspond à quel impact ?

L'exemple suivant permet de comprendre l'importance de cette question. Pour comptabiliser la demande en béton français du secteur de la construction (acteur économique), il faut non seulement prendre en compte la demande directe en béton du secteur de la construction, mais aussi la somme de la demande en béton nécessaire aux autres entrées de la construction, et celle des entrées des entrées, etc., couvrant ainsi la totalité de la demande en béton directe et indirecte pour satisfaire la demande en béton de la construction.



Interprétation : le secteur de la construction en France requiert un peu plus de 0,03€ de ciment français par euro fourni à l'économie, mais plus de 0,04€ en incluant le ciment nécessaire à tous les autres secteurs requis pour la construction.

Exiobase

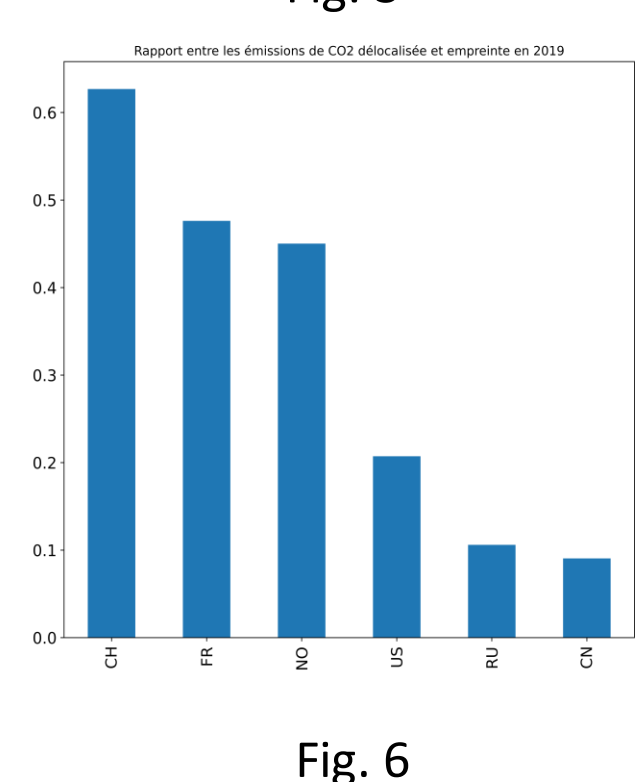
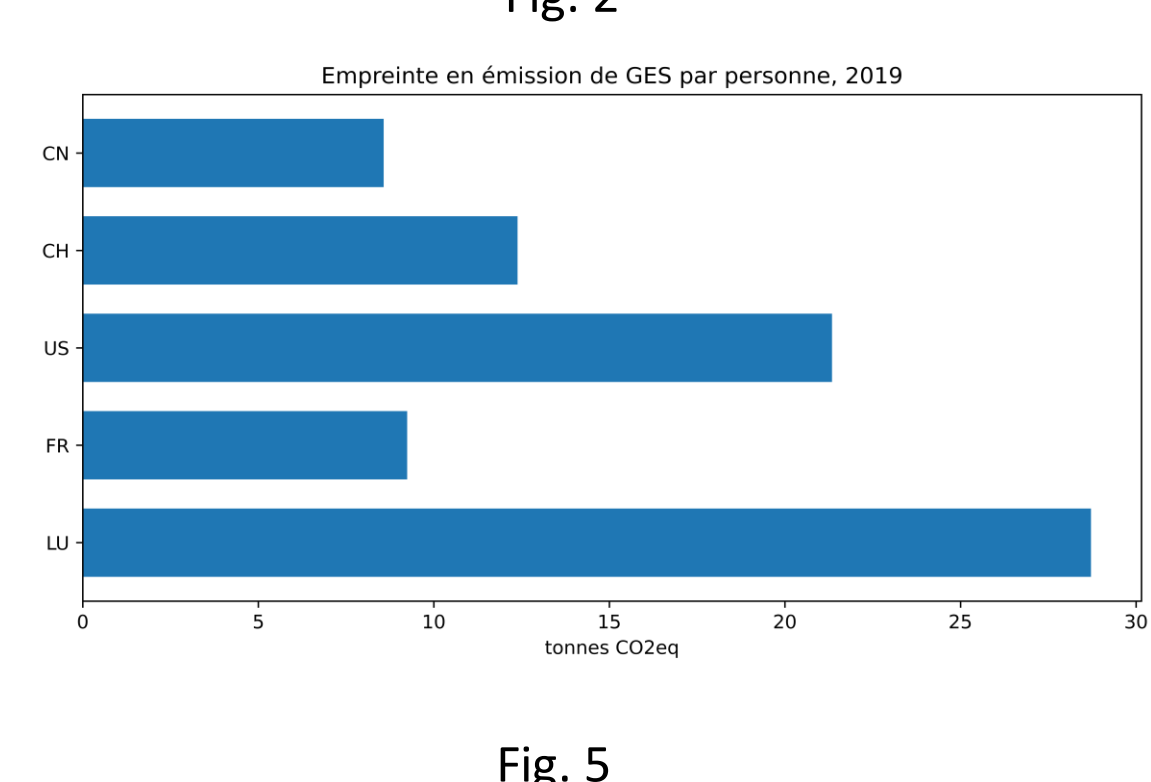
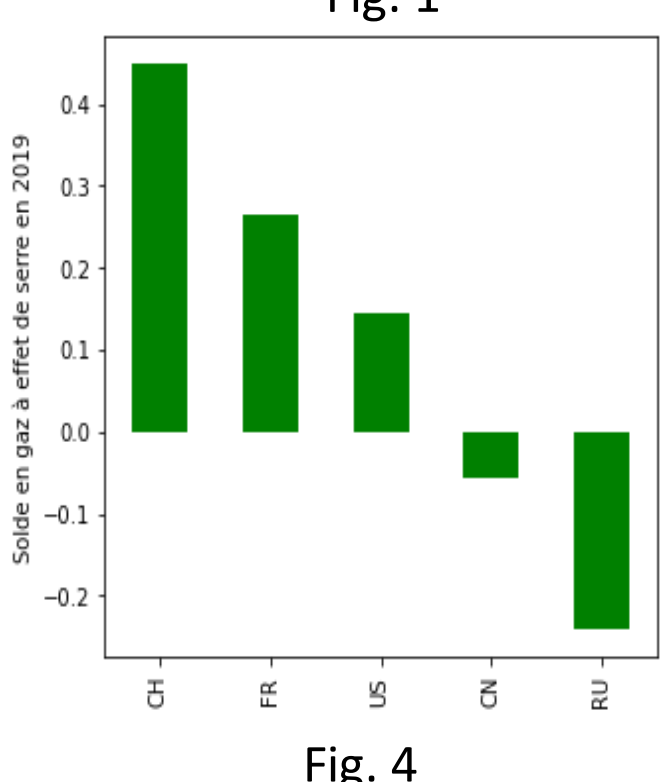
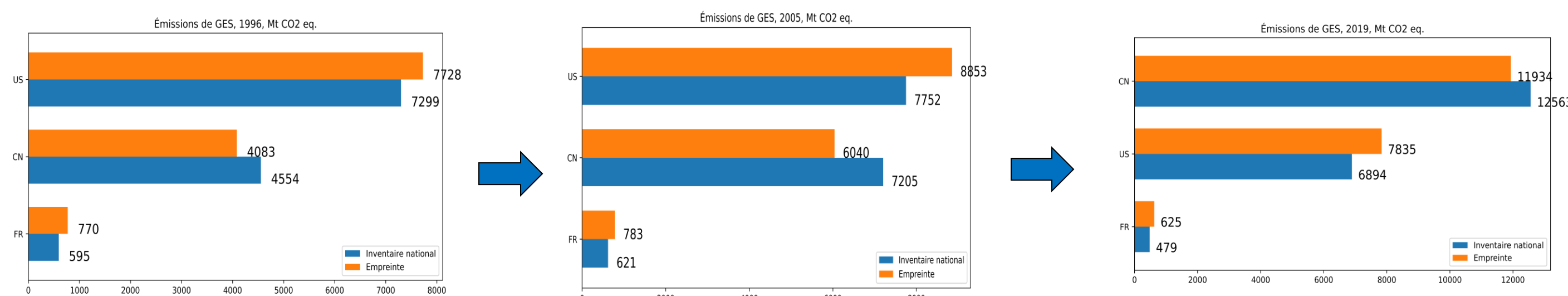
Exiobase est une base de données mondiales comprenant un tableau entrée-sortie et une surcouche de facteurs de production composée notamment d'un grand nombre d'indicateurs environnementaux.

Cette base a les caractéristiques suivantes :

- l'économie de chaque pays est subdivisée en **163 secteurs**
- la liste des facteurs de production comprend plus de 1000 indicateurs
- 44 pays et 5 régions "reste du monde"**
- 200 produits
- 163 industries
- 417 catégories d'émissions**
- 662 catégories de ressources et de matériaux**



Les principaux partenaires d'Exiobase ont formulé leur engagement dans la création d'indicateurs fiables et d'études détaillées des impacts de l'économie sur l'environnement, dans le but de **servir d'aide à la décision à destination des décideurs**.



Inventaire et empreinte, l'exemple du carbone

L'**inventaire carbone** est une méthode de calcul des émissions, mise au point par le GIEC, qui donne les **émissions de gaz à effet de serre émis dans une région géographique délimitée**. En France, cet inventaire est réalisé par le Citepa pour le Ministère de la transition écologique et solidaire, dans le cadre des accords internationaux sur le climat.

L'**empreinte carbone** est une méthode de calcul donnant, pour un pays ou une région, les **émissions dues à la consommation finale**. L'empreinte prend en compte les émissions directes des ménages, les émissions dues à la production intérieure de biens destinés à la demande intérieure et les émissions associées à la production des biens importés.

En guise de résumé : **empreinte = inventaire - exportation + importation**

Un exemple pour 3 pays, entre 1996 et 2019

Exiobase permet de calculer les inventaires et les empreintes carbone des pays. **Comparer ces deux grandeurs donne l'occasion d'évaluer l'impact environnemental d'un pays.**

Ces deux grandeurs sont ici tracées pour la Chine, les États-Unis et la France (figure 3). On voit que la Chine a un inventaire plus grand que son empreinte : en effet, la Chine est un pays "atelier" et de ce fait, sa production intérieure est plus importante que sa consommation. À l'inverse, les États-Unis et la France sont des pays ayant délocalisé leurs industries dans d'autres pays comme la Chine. Ainsi, leurs inventaires carbonés sont plus faibles que les émissions dues à la consommation à l'intérieur de ces pays, ce qui rend compte de leur responsabilité vis-à-vis des émissions en GES de la Chine.

Exiobase contient aussi des données étalées sur plusieurs années (depuis 1996), ce qui permet de **tracer des évolutions temporelles et en déduire les politiques de décarbonation mises en place par les pays**. Les empreintes et inventaires carbone sont tracés sur 3 années différentes pour la Chine, les États-Unis et la France (figure 1, 2 et 3). L'évolution de ces grandeurs montre que, pour la Chine, la différence entre empreinte et inventaire a augmenté entre 2005 et 2019, ce qui s'explique notamment par l'émergence de la Chine, caractérisée par la délocalisation d'une partie de ses émissions et par l'augmentation de sa consommation intérieure. En revanche, les États-Unis et la France continuent de délocaliser leurs émissions. L'évolution temporelle rend compte également de la croissance chinoise qui a dépassé les États-Unis en empreinte et en inventaire entre 2005 et 2019.

Des indicateurs ciblés

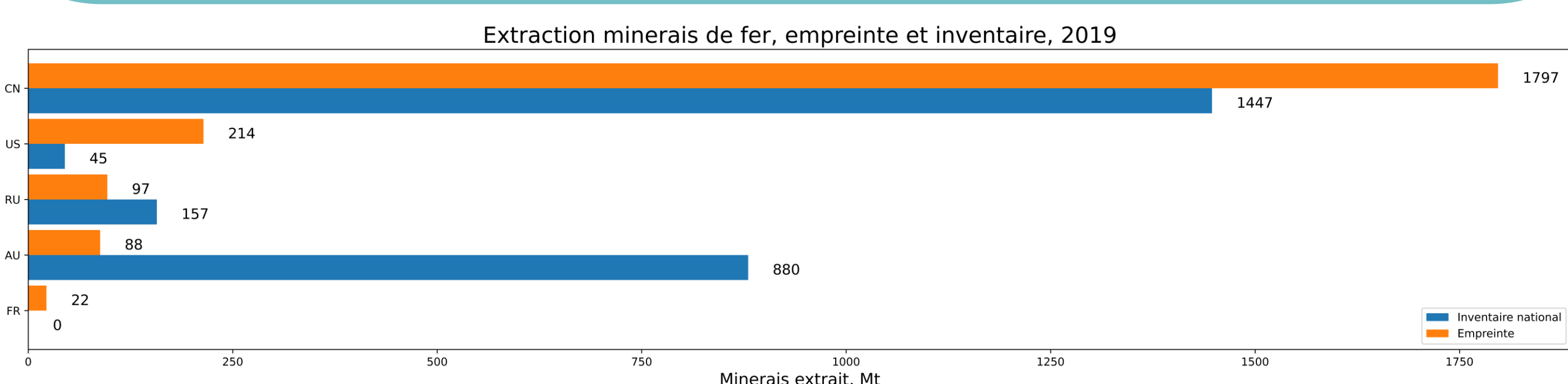
- La manipulation d'Exiobase permet de créer des indicateurs ciblés. Par exemple :
 - Le **solde en gaz à effet de serre** (empreinte - inventaire)/empreinte (figure 4). Si cette valeur est positive, cela signifie que d'autres pays émettent à la place du pays en question : ce pays est alors importateur en émissions. Le **signe du solde renseigne sur la propension d'un pays à exporter ou importer des émissions**. Par ailleurs, la **valeur absolue du solde est également parlante** : plus elle est élevée et plus le comportement exportateur ou importateur du pays est marqué.
 - L'**empreinte carbone par personne** (figure 5) indique de manière plus précise l'impact du mode de vie d'une population. Ce paramètre est pertinent dans la mesure où il illustre le lien entre l'impact environnemental et la consommation individuelle d'un consommateur. On met ainsi en évidence qu'un Luxembourgeois a une empreinte trois fois supérieure à celle d'un Chinois, ce qui nous donne des informations supplémentaires sur la "responsabilité" de chaque individu et de chaque mode de vie dans les émissions mondiales.
 - Le **rapport entre les émissions de GES dues à des produits importés dans un pays et l'empreinte** (figure 6). Cet indicateur reflète la part des émissions dues à l'importation dans l'empreinte carbone, et donc à quel point un pays délocalise ses émissions.

Des facteurs variés : l'exemple de l'extraction du minéral de fer

À l'aide des facteurs de production, le tableau entrée-sortie fourni par Exiobase permet de calculer une **grande diversité de facteurs environnementaux**, comme par exemple l'usage de certaines ressources. Le graphique suivant (figure 7) illustre cela pour l'inventaire et l'empreinte dans le cas du minéral de fer, permettant ainsi de quantifier l'extraction du fer (inventaire), ainsi que la demande finale en fer (empreinte) au sein de chaque pays.

Le graphique montre que l'Australie et la Chine sont d'importants extracteurs de fer. Toutefois, la différence entre l'empreinte et l'inventaire de l'Australie suggère que l'Australie exporte et fournit le minéral de fer pour les autres pays, tandis que la Chine, qui a une empreinte plus élevée que son inventaire, importe malgré un volume de fer extrait important. À l'inverse, beaucoup de pays dépendent des pays producteurs comme l'Australie, tels que la France ou les États-Unis.

Tout comme pour la comparaison entre les inventaires et empreintes carbone, on remarque donc que **c'est bien la conjugaison des deux approches qui permet de comprendre la responsabilité environnementale des pays**.



Une conclusion sur les limites d'Exiobase

- Une **mise à jour des données difficile** : le travail de compilation est long - il est effectué tous les 5 ans - et les données sont alors des interpolations faites sur la base du taux de croissance.
- Une **impossibilité de subdiviser un secteur** : dans un même secteur, le prix ne suit pas forcément l'impact. Par exemple, une montre de luxe achetée 10000€ n'a pas forcément un impact 100 fois supérieur qu'une montre à 100€. Ainsi, l'empreinte des différents secteurs n'est correcte qu'en émissions directes et sur le périmètre entier du secteur.
- Une **homogénéité des prix pour un même produit** : deux acteurs économiques peuvent avoir des tarifs différents pour l'achat d'un même service ou bien. Leur empreinte est alors différente.
- Des **incertitudes lors de la compilation des tableaux entrées-sortie** sont rencontrées. Elles sont dues aux hypothèses prises lors de la compilation. Par exemple, on considère parfois que les secteurs produisant plusieurs types de produits utilisent la même "recette" pour chaque produit. Ou inversement, on traite de manière identique les produits d'un même type étant fournis par des secteurs différents, ce qui faussent légèrement les impacts réels des acteurs économiques.

