

Projet N°22
Janvier 2026EMPREINTE CARBONE DU
SECTEUR DE L'ÉDUCATIONPierre Dubrez, Léo de Bourdoncle de Saint Salvy ,
Arthur Legrand, Ethan Bonnefoy-à-l'Anne, Noam
Guillou

L'empreinte carbone d'un pays comptabilise la quantité de gaz à effet de serre (GES) émise dans l'environnement pour satisfaire la demande finale intérieure d'un pays (consommation des ménages, des administrations publiques, des investissements,...). Cette définition prend en compte les biens et services consommés dans le pays, qu'ils soient produits sur le territoire ou importés de l'international, et ne comptabilise pas les émissions de GES issus de biens et services exportés.

On peut alors distinguer l'**impact « direct »**, issu de la consommation d'un bien ou l'utilisation d'un service (par exemple le CO₂ émis par une voiture en France), de l'**impact « indirect »** qui mesure les émissions issues de la production d'un bien ou d'un service (par exemple le CO₂ émis pour construire la voiture en Corée du Sud).

Principe

L'analyse entrée-sortie est une **procédure comptable** qui s'appuie sur les tableaux entrées-sorties (TES) représentant des interactions entre secteurs de l'économie.

TES :

- L'économie de chaque pays est **subdivisée en différents secteurs**.
- Donnent la **production totale** d'un secteur, les **consommations intermédiaires** et la **demande finale**. Leur avantage est de comptabiliser les **impacts indirects** dans l'empreinte carbone d'un secteur.
- C'est une **matrice** où les colonnes représentent un secteur, et les lignes les imports des autres secteurs. Donc un coefficient $a_{i,j}$ représente une transaction du secteur i vers le secteur j .

Dans l'hypothèse que l'économie est fermée, le total de la production X est égal à la somme de la consommation intermédiaire Z et de la demande finale Y : $X = Z + Y$

L'analyse entrée - sortie

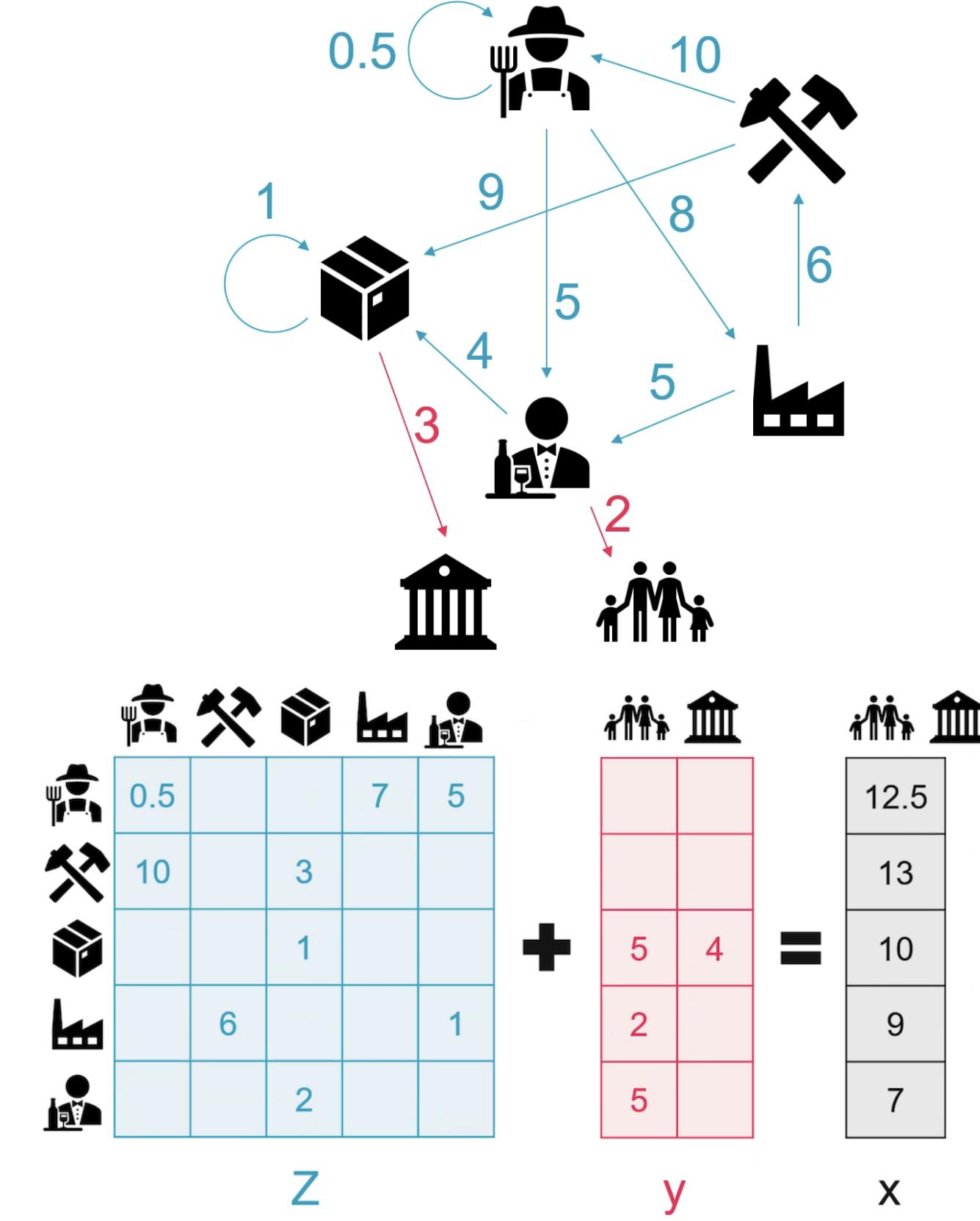
Méthode

$A = Z \cdot X^{-1}$ correspond aux coefficients de **consommation intermédiaire**, elle donne le rapport pour chaque secteur entre sa production et ses imports.

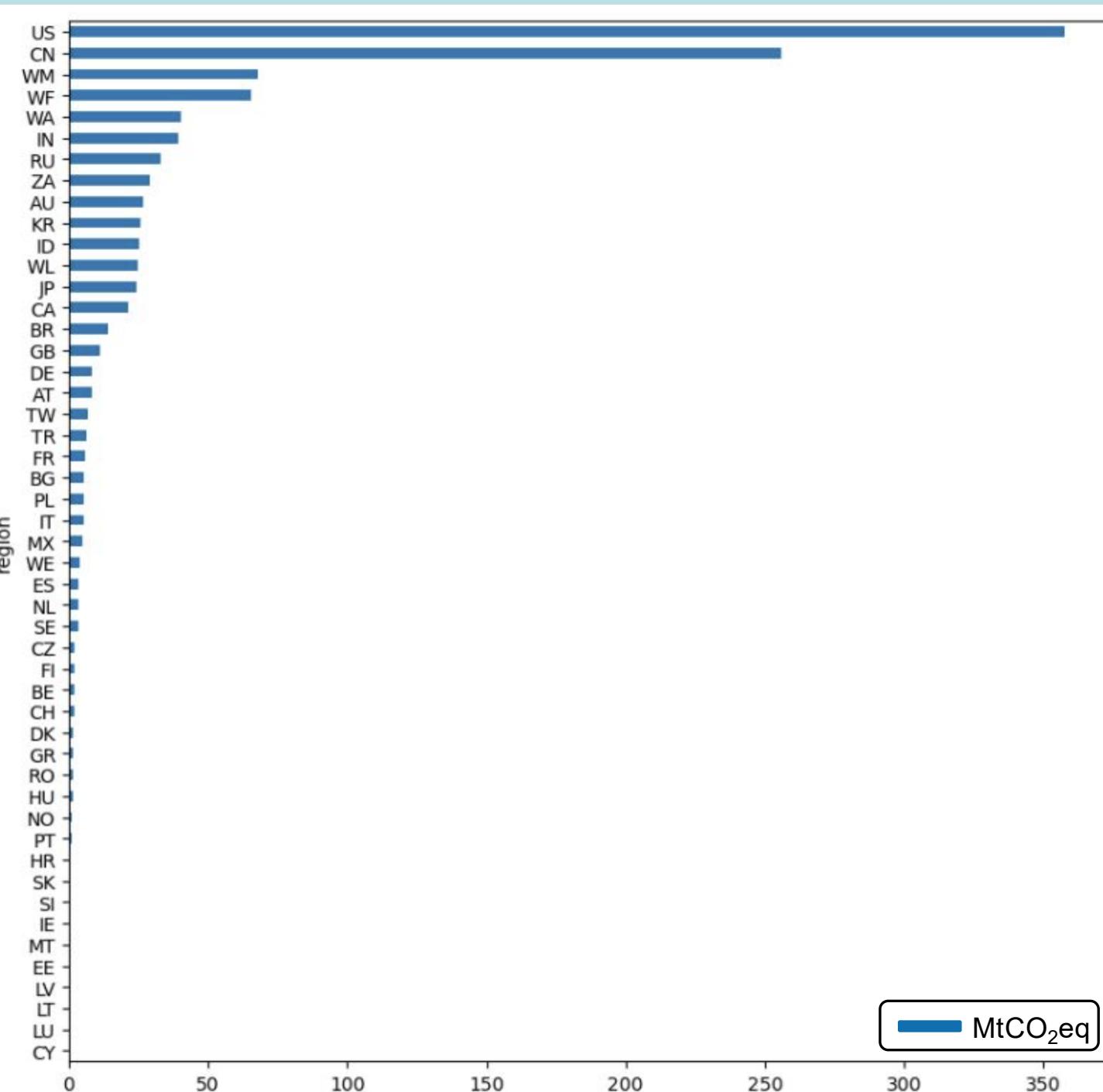
Grâce à A on obtient la production totale en fonction de la demande finale : $Y = (I - A) \cdot X$.

Soit $L = (I - A)^{-1}$ la **matrice de Leontief**, on a $X = LY$. On peut alors remonter à la production primaire de chaque industrie en prenant en compte toutes les demandes, directes comme indirectes.

En **introduisant d'autres matrices** contenant les émissions de chaque secteur on évalue l'empreinte carbone totale d'un secteur. On retiendra par exemple la **matrice S** qui donne l'**impact par euro pour chaque facteur environnemental** et pour chaque secteur. L'empreinte carbone totale du secteur est alors : $D = S \cdot L \cdot Y$

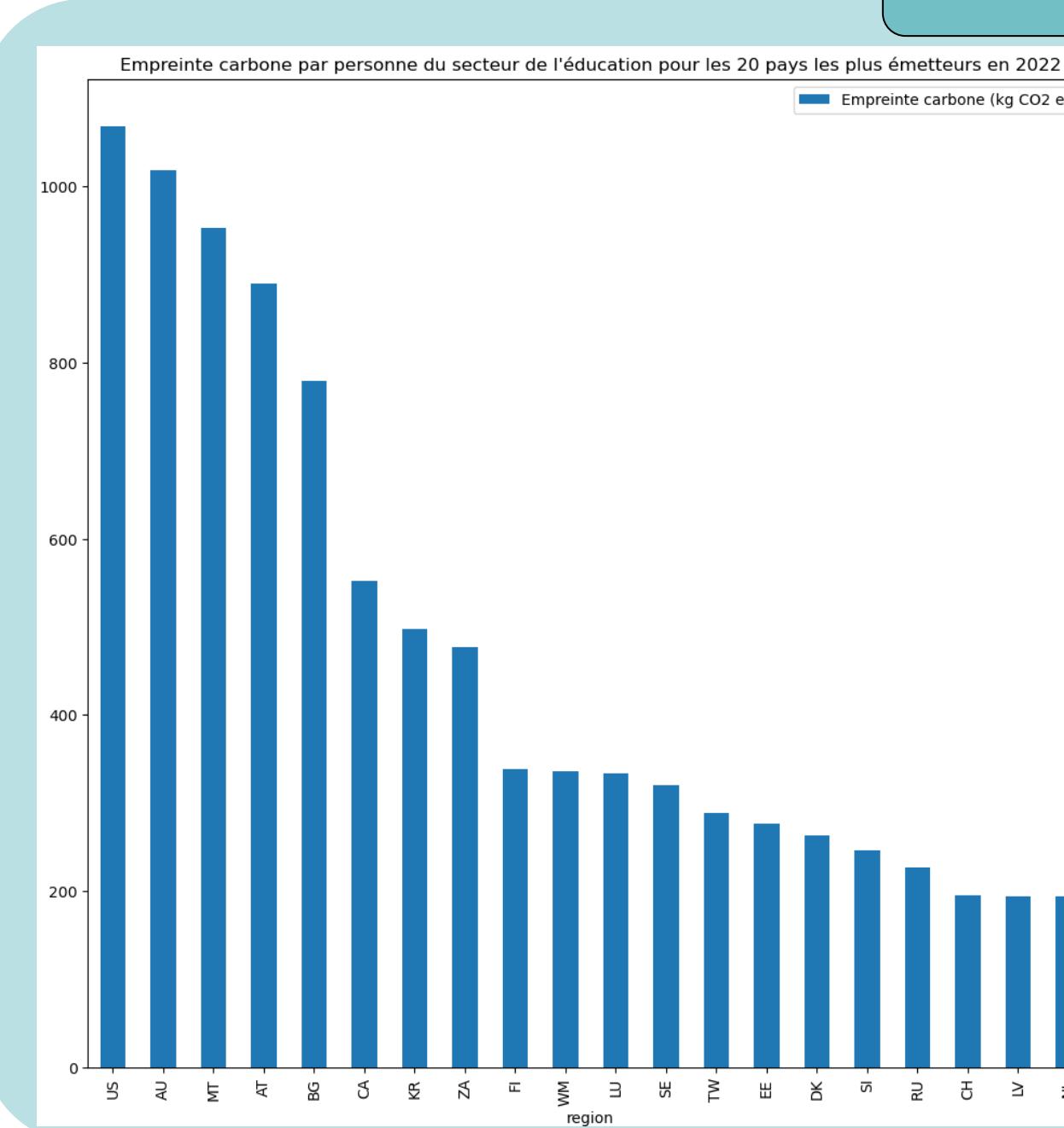


Emprise totale par pays



→ Principaux émetteurs de GES parmi les systèmes éducatifs mondiaux

- Les **Etats-Unis** représentent l'éducation la plus coûteuse en carbone, suivis par la **Chine**.
- Les **émissions combinées** de ces deux pays représentent **autant que celles de tous les autres principaux pays émetteurs** !
- Cependant, là où l'empreinte carbone du secteur de l'éducation en Chine s'explique par une **population très importante** (1,41 milliards d'habitants), celle des USA témoigne d'un système éducatif à l'**impact environnemental inégalé**.



Emprise totale par personne

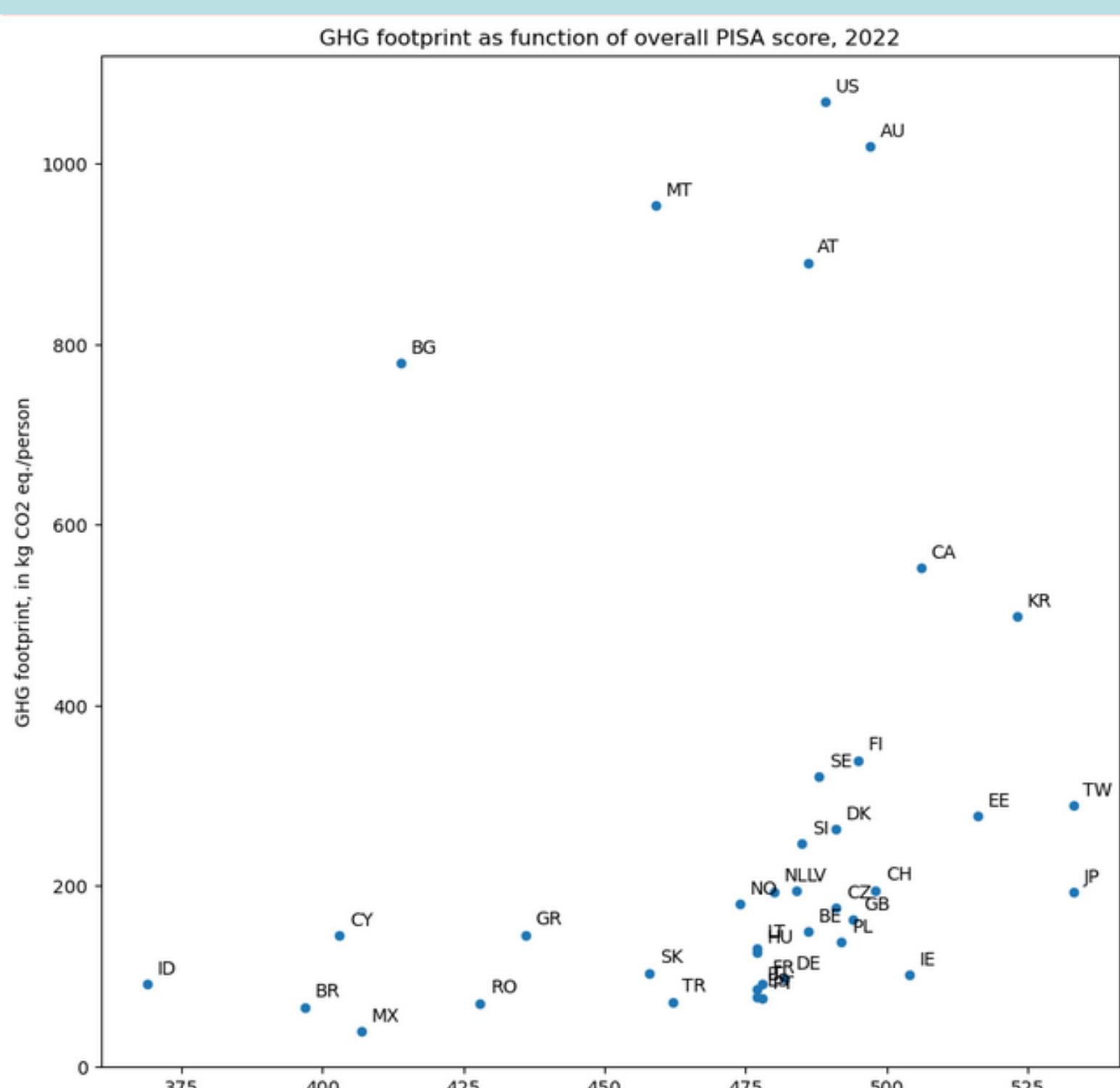
→ Emissions de gaz à effet de serre, mais cette fois-ci par personne, en kgCO₂eq, du secteur de l'éducation de chaque pays.

- Les Etats-Unis sont toujours en tête, bien que l'on ait maintenant pris en compte l'effet d'échelle dû aux différentes tailles de population. Toutefois, le pays est suivi de près par d'autres pays alors qu'il apparaît nettement comme le plus gros pollueur mondial dans le secteur de l'éducation.
- Du point de vue des plus gros émetteurs de GES dans l'éducation, tous les continents sont touchés : on retrouve notamment l'Australie (2e), Malte (3e), la Corée du Sud (7e) suivie de près par l'Afrique du Sud (8e).
- Il y a tout de même un facteur 5 entre le premier et vingtième pays en ce qui concerne les émissions.

Emprise par rapport à la performance

On observe une légère corrélation croissante entre le score PISA et les émissions de CO₂, mais celle-ci reste faible.

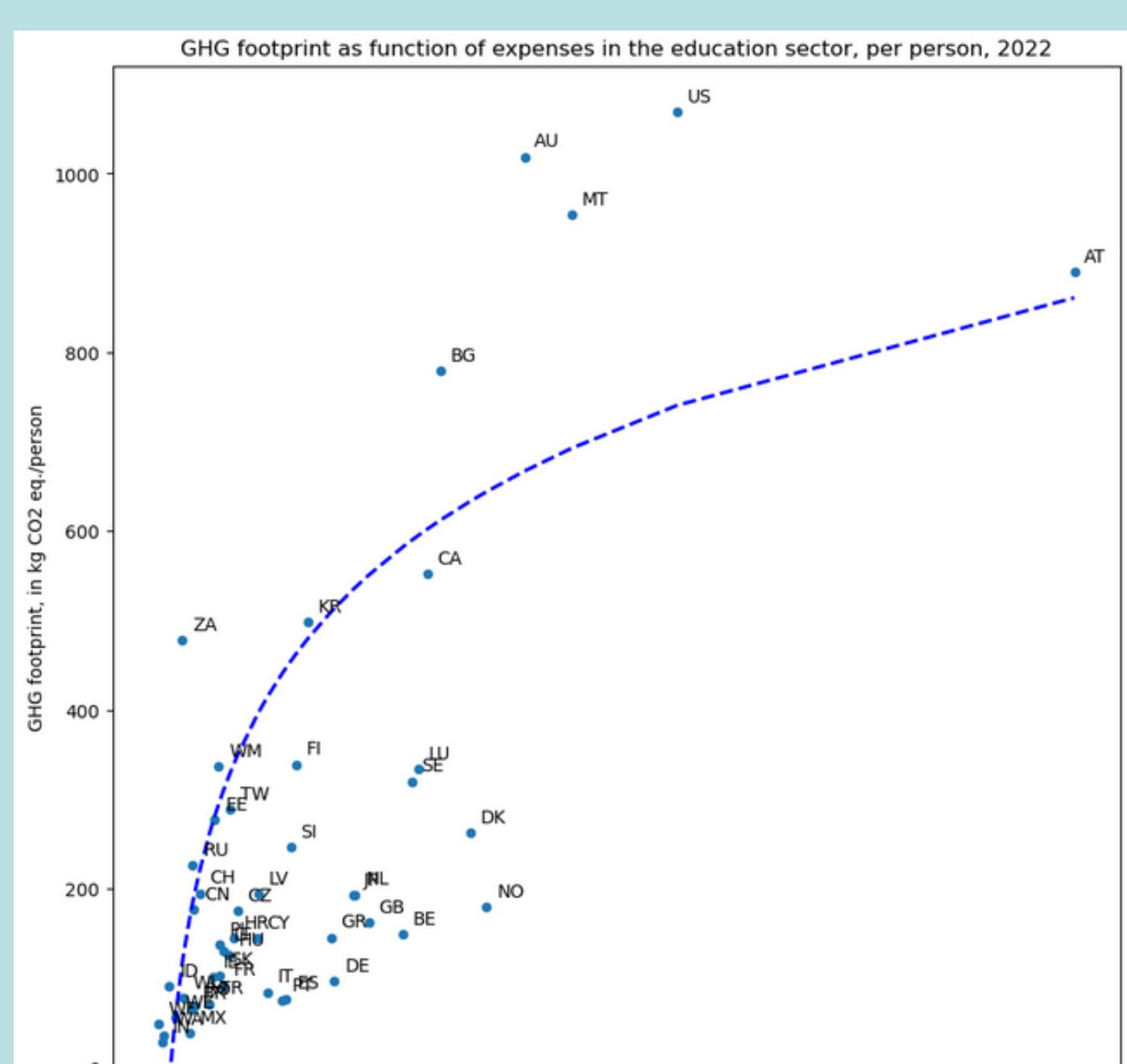
À empreinte carbone comparable, les performances éducatives peuvent varier fortement selon les pays. Certains pays obtiennent de bons scores PISA avec de faibles émissions, montrant une bonne efficacité éducative. À l'inverse, des pays comme les États-Unis ou l'Australie ont une empreinte carbone très élevée sans obtenir de meilleurs résultats PISA.



On remarque tout d'abord une **corrélation croissante** entre les dépenses et les émissions de CO₂; si, en théorie, une dépense plus élevée pourrait se traduire par des initiatives plus écoresponsables, ce n'est a priori pas le cas, et les dépenses se traduisent plutôt par une empreinte carbone plus importante. Ceci peut s'expliquer si l'on considère que les dépenses élevées servent à offrir davantage de services et d'infrastructures.

Toutefois, la relation entre dépenses et émissions n'est pas linéaire et dépend fortement des pays. Cela montre qu'il existe des économies plus ou moins carbonées.

Par exemple, la Grèce et l'Allemagne ont un budget et une empreinte carbone équivalents mais l'Allemagne est loin devant au classement PISA. Taiwan émet 2 fois plus de GES pour un budget plus faible mais dispose d'un des meilleurs systèmes éducatifs au monde.



Emprise par rapport au nombre de prix Nobel

Les États-Unis représentent toujours le plus gros émetteur de carbone par personne, mais leur performance est nettement meilleure en termes d'éducation élitaire que généralisée.

En termes d'efficacité, les pays européens tels que la Grande-Bretagne, l'Allemagne et la France sont assez performants, tout en ayant une empreinte carbone plutôt faible (facteur 40 comparé aux États-Unis).

On remarque aussi une très grande plage d'émission de GES pour les pays n'ayant qu'un seul prix Nobel : il n'y a pas de relation claire entre le nombre de prix Nobel et l'empreinte carbone.

La taille de la population influence le nombre de Nobel reçus mais agit surtout sur l'empreinte carbone totale, donc ce paramètre ne nous préoccupe pas et explique les fortes émissions de la Chine malgré peu de prix.

Les résultats doivent être pris avec précaution car comme tous les pays n'ont pas commencé intensivement la recherche en même temps, il aurait été plus précis de comparer le nombre de Nobel à l'empreinte carbone cumulée depuis 1901 ou depuis le début des financements pour la recherche.

