

Une transformation du monde

Dérèglement climatique



Une transformation du monde



Dérèglement climatique

Perte de biodiversité

Une transformation du monde

Dérèglement climatique

Perte de biodiversité

Imprégnation chimique

.....

Une transformation du monde

Dérèglement climatique

Perte de biodiversité

Imprégnation chimique

Qu'ont-elles en commun ?

Leur ampleur



Ceci est un baril de pétrole
Il fait 160 litres

Combien en brûle-t-on
PAR JOUR
dans le monde ?

Leur ampleur



Ceci est un baril de pétrole
Il fait 160 litres

Combien en brûle-t-on
PAR JOUR
dans le monde ?

100 000 000

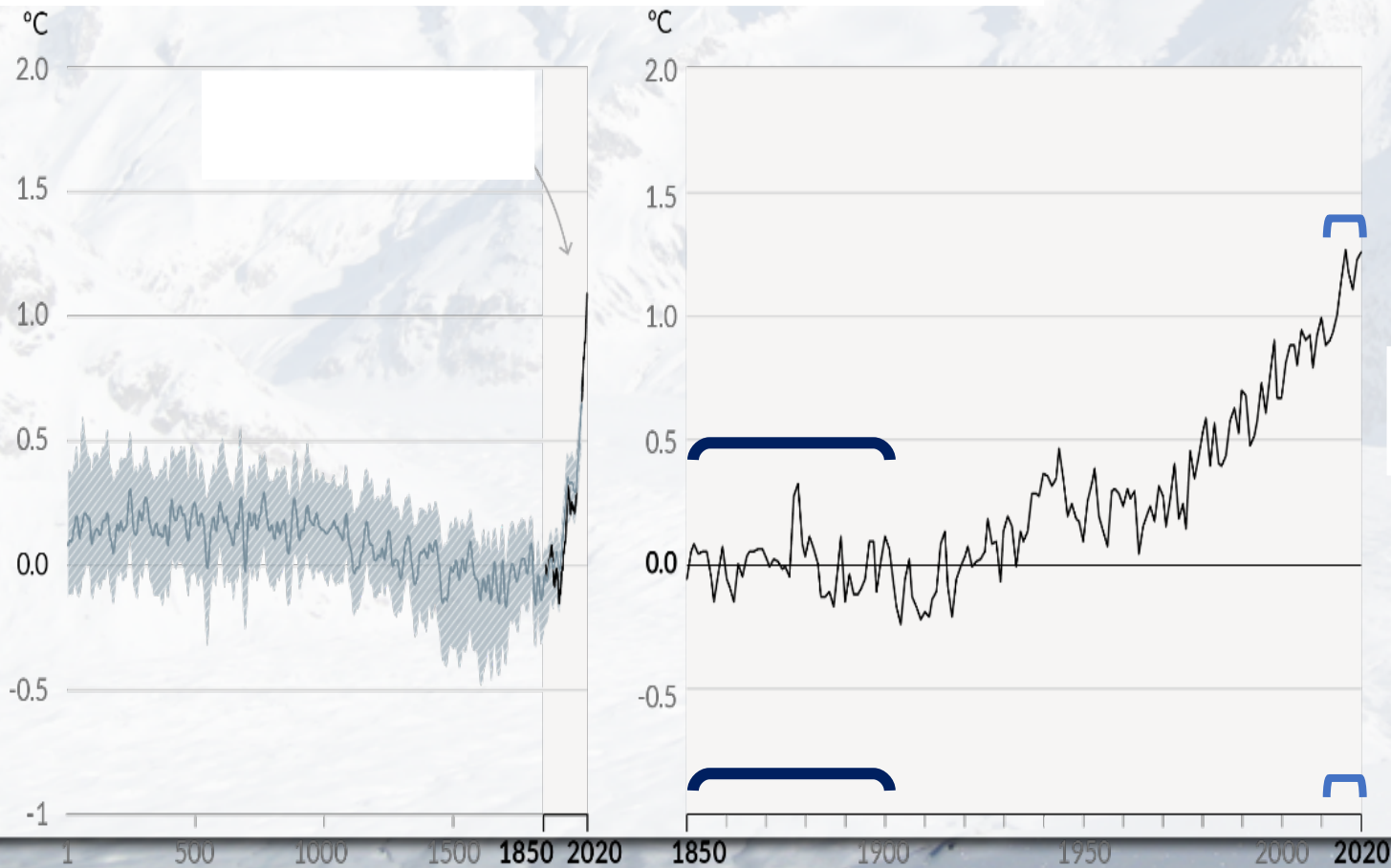
Autant en charbon
Autant en gaz

Leur rapidité

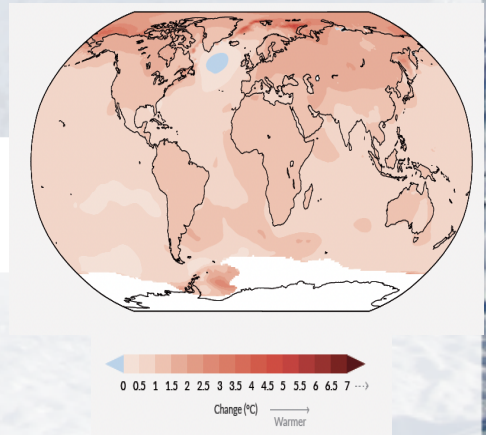
- Le point de départ est 1850
 - La révolution industrielle
- L'autre référence est 1970
 - La grande **accélération**
- Aucun signe de ralentissement
 - Accord de Paris 2015

Le réchauffement planétaire atteint 1,1°C – inédit depuis plus de 2 000 ans

Changement **observé** de température de surface planétaire depuis 1850-1900



+ 1,7°C ↓ en France

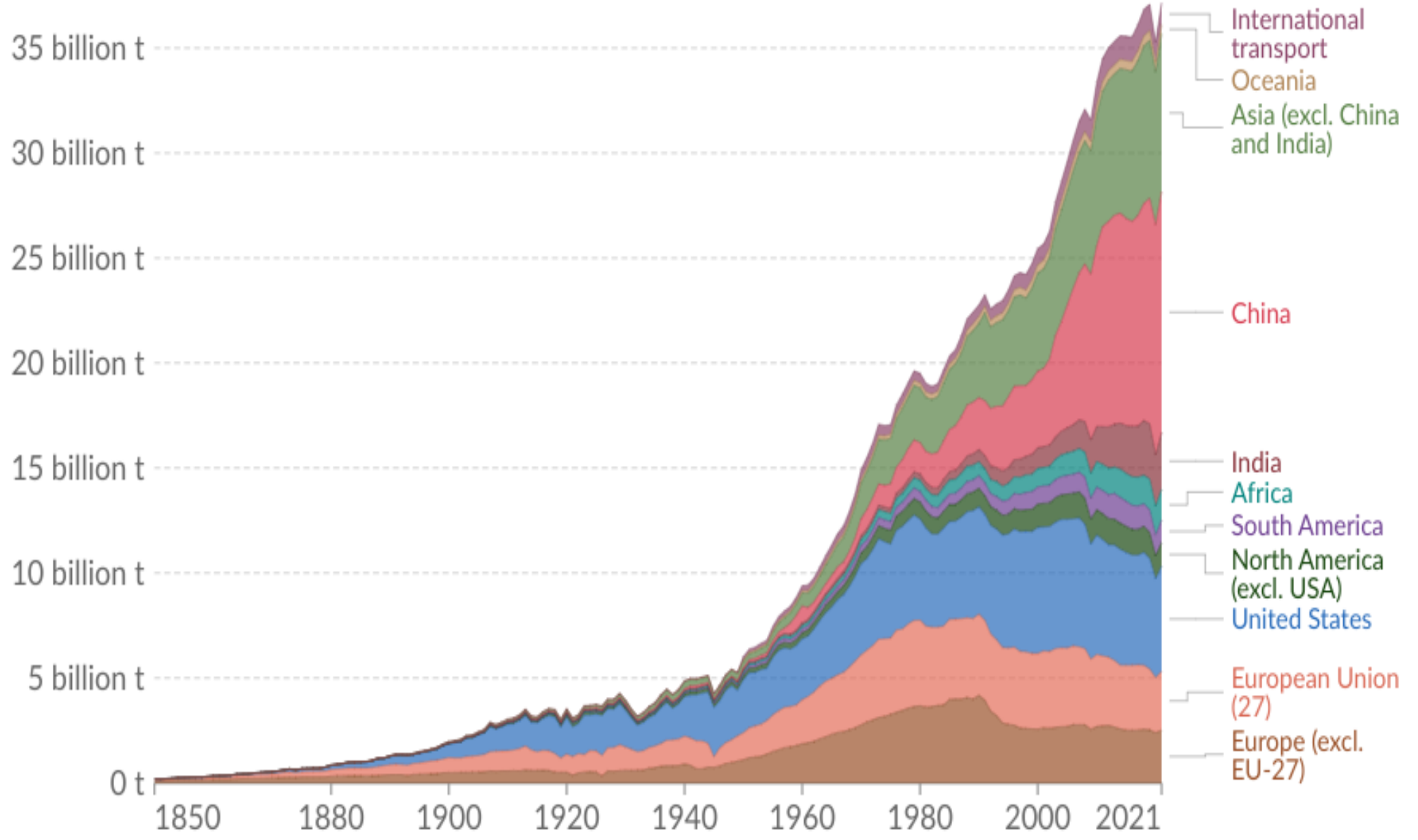


Annual CO₂ emissions by world region

This measures fossil fuel and industry emissions. Land use change is not included.

Table Chart

Settings



Leur complexité

- Complexité **numérique**
 - Le CO₂ dans l'atmosphère et les océans: les variables et les équations sont connues
- Complexité **conceptuelle**
 - En écologie une multitude de variables en interaction, sans séparation nette entre les échelles et sans phénomène d'émergence
- Manque **d'information**
 - Les transformateurs endocriens sont sous les radars

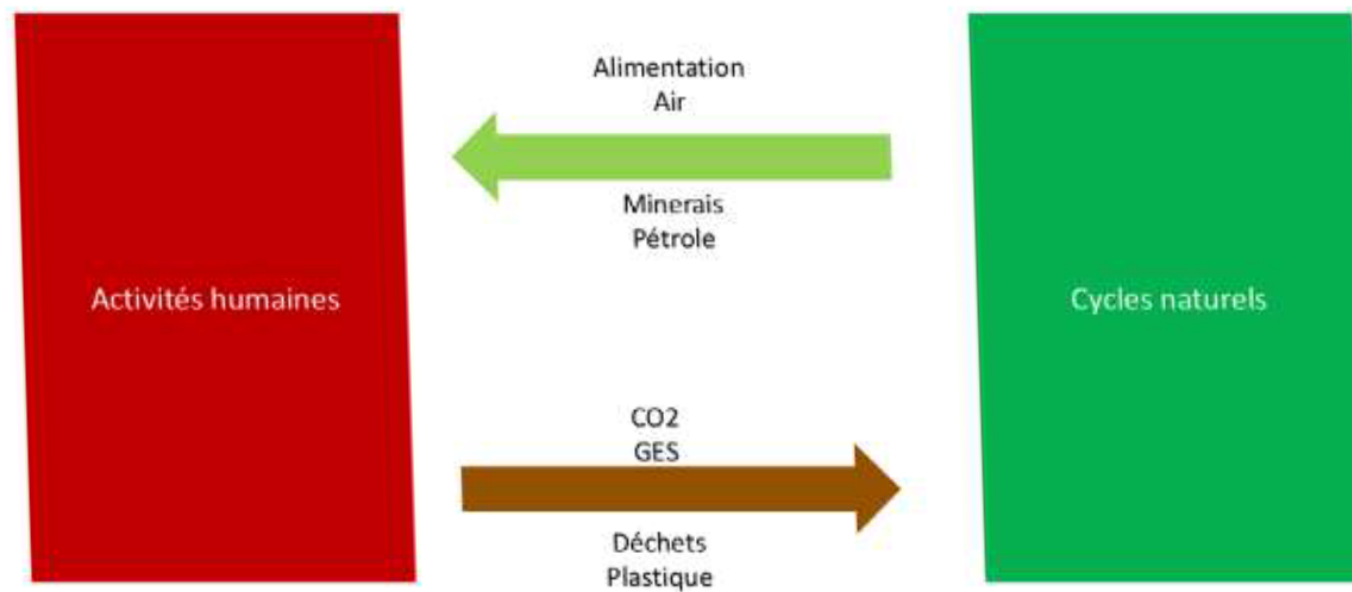
Ils sont intrinsèquement liés

L'agriculture industrielle

- Contribue au **réchauffement** en détruisant les sols et brûlant des combustibles fossiles (engrais, mécanisation)
- Diminue la **biodiversité**: les semences paysannes (de population) ne sont pas autorisées dans l'UE, on n'a droit qu'à des clones
- Laisse dans les sols des **pesticides** dont l'effet sur la santé humaine est mal connu

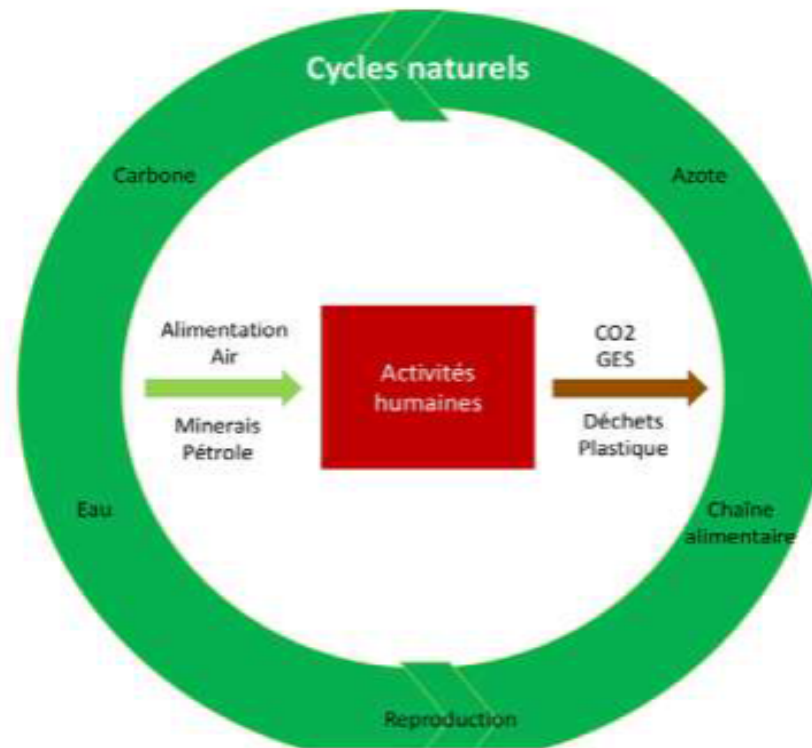
En interaction avec le système social

- L'image classique:



En interaction avec le système social

- L'image réelle:



Les conséquences pour la formation et la recherche

- Il faut créer une culture générale commune à toutes les disciplines
 - Dauphine a créé en 2019 un cours commun à tous les étudiants entrants à l'Université
 - <https://www.ceremade.dauphine.fr/~ekeland/Climat.pdf>
- Ouvrir les disciplines aux problèmes globaux
 - Réorientation de la recherche par des rencontres et des écoles d'été

Exemple 1: les leçons de l'histoire

- Peut-on diminuer les émissions en améliorant les moteurs ?
 - Un moteur plus performant consomme moins

Exemple 1: les leçons de l'histoire

- Peut-on diminuer les émissions en améliorant les moteurs ?
 - Un moteur plus performant consomme moins
- **Effet rebond**: améliorer les rendements entraîne une augmentation de l'utilisation
 - Mis en évidence par Jevons (1865) : de la pompe à eau à la locomotive et au Titanic
 - On n'a jamais consommé autant de charbon qu'aujourd'hui

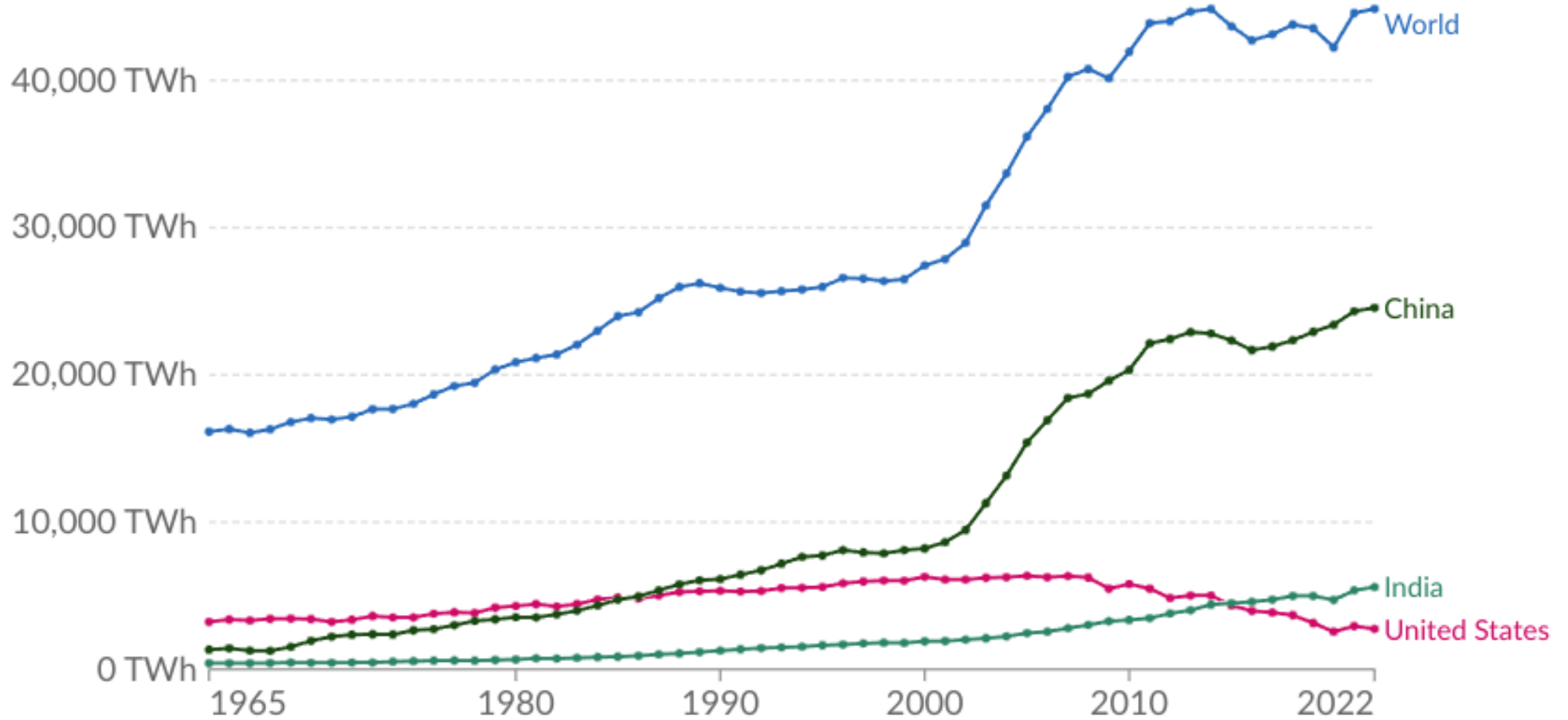
Coal consumption

Coal consumption by country or region, measured in terawatt-hours (TWh).

Table | Map | Chart

Edit countries and regions

Settings



Data source: Energy Institute Statistical Review of World Energy (2023) - [Learn more about this data](#)

OurWorldInData.org/fossil-fuels/LCC/PV



Exemple 1: les leçons de l'histoire

- Ces dernières années, l'amélioration des rendements des moteurs thermiques a servi à remplacer les berlines par des SUV
- Il n'y a jamais eu de transition énergétique

Exemple 2: les leçons des mathématiques

- Nous sommes en 1970 et les baleines sont menacées. Quelles mesures de conservation ?
- Il est proposé de créer un **monopole**, sachant que le monopoleur aura tout intérêt à préserver le stock

Le poisson comme bien commun

Soit x la population totale de poissons. Elle est régie par l'équation **logistique** où r est le taux de reproduction, K est la population maximale et h la prise:

$$\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K} \right) - h \tag{1}$$

Si $h = 0$, la population converge vers $x_0 = \frac{K}{2}$
 Si $h > 0$ est constant, la population converge vers un niveau stationnaire défini par $rx \left(1 - \frac{x}{K} \right) = h$ et si on veut maximiser h on trouve:

$$x_{\max} = \frac{K}{2}, \quad h_{\max} = r \frac{K}{4} \tag{2}$$

Il s'agit de la prise durable maximale (**Maximum Sustainable Yield, MSY**)

Un marché pour le poisson

On introduit maintenant un **marché** pour les poissons, et donc un prix de vente p et des pêcheurs qui en vivent. Moins il y a de poissons plus il est difficile de les attraper: pour un même coût c , la pêche est kcx , où k est un coefficient d'efficacité. Le profit du pêcheur individuel est donc

$$pkcx - c \quad (3)$$

La pêche est rentable tant que $pkcx > c$. Le seul niveau de population où le nombre de pêcheurs est stable est:

$$x = \frac{1}{kp} \quad (4)$$

Si $\frac{1}{pk} > K$ la pêche n'est pas rentable, il n'y a pas de pêcheurs. Si $\frac{1}{pk} < K$ la population s'établit au niveau $\frac{1}{pk}$: c'est **l'équilibre bioéconomique**

Le cas du monopole

Le monopoleur établit un calendrier de chasses $h(t)$. Son profit à l'instant t est:

$$ph(t) - \frac{1}{kx(t)}h(t) \quad (5)$$

et la population évolue comme on l'avait dit

$$\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right) - h(t) \quad (6)$$

La nouveauté est que le monopoleur va gérer son profit sur le long terme, en **actualisant** les profits futurs au taux du marché financier, soit i . Son critère à maximiser est donc:

$$\int_0^{\infty} e^{-it} \left(p - \frac{1}{kx(t)} \right) h(t) dt$$

On montre que la politique optimale consiste à ramener le plus vite possible la population au niveau \bar{x} défini par:

$$F'(x) - \frac{u'(x)}{p - u(x)}F(x) = \delta \quad (7)$$

Quand Wall Street tue les baleines

Si i (le taux d'intérêt financier) est suffisamment grand l'équation (7) n'a pas de solution: la solution optimale consiste à tuer toutes les baleines maintenant et à placer l'argent à la banque.

Pour le voir, prenons $u(x) = c$ (les baleines sont bien visibles, on peut les repérer par satellite) et $F(x)$ logistique. L'équation devient $F'(x) = \delta = r \left(1 - 2\frac{x}{K}\right)$ qui n'a pas de solution si $\delta > r$

La leçon des mathématiques

- L'argent se reproduit plus vite dans les banques que les baleines dans la mer
-
- Les marchés financiers commandent les marchés économiques et déterminent la survie des espèces vivantes
-
- La lutte contre la crise globale passe par la finance

Erreurs à ne pas commettre

- Il y a une solution simple
 - On va continuer comme avant et on va trouver de nouvelles sources d'énergie
 - On va continuer comme avant et on va extraire le carbone de l'atmosphère et des océans

-

-

Erreurs à ne pas commettre

- Il y a une solution simple
 - On va continuer comme avant et on va trouver de nouvelles sources d'énergie
 - On va continuer comme avant et on va extraire le carbone de l'atmosphère et des océans
- Les problèmes complexes ont des solutions complexes
-
-

Erreurs à ne pas commettre

- On est tous sur la même planète, et donc dans le même bateau!
 - C'est un problème éthique

Erreurs à ne pas commettre

- On n'est pas tous sur la même planète, ni dans le même bateau!
 - Elon Musk cherche à partir sur Mars
 - 10% des gens font 50% des émissions
 - 50% des gens font 10% des émissions
 - C'est vrai au sein des nations comme entre les nations
 -

Erreurs à ne pas commettre

- On n'est pas tous sur la même planète, ni dans le même bateau!
 - Elon Musk cherche à partir sur Mars
 - 10% des gens font 50% des émissions
 - 50% des gens font 10% des émissions
 - C'est vrai au sein des nations comme entre les nations
- Le réchauffement (et la biodiversité, et l'imprégnation) est un problème **politique**

Fin

- <https://www.ceremade.dauphine.fr/~ekeland/>