

Un peu de Science pour comprendre le monde moderne

L'énergie dans tous ses états

[Bernard Remaud](#)

bernard.remaud@univ-nantes.fr
<https://www.un-peu-de-physique.fr>



[La chaîne YouTube](#)



[Le blog](#)

L'énergie dans tous ses états

L'énergie et l'avenir de l'humanité

2026



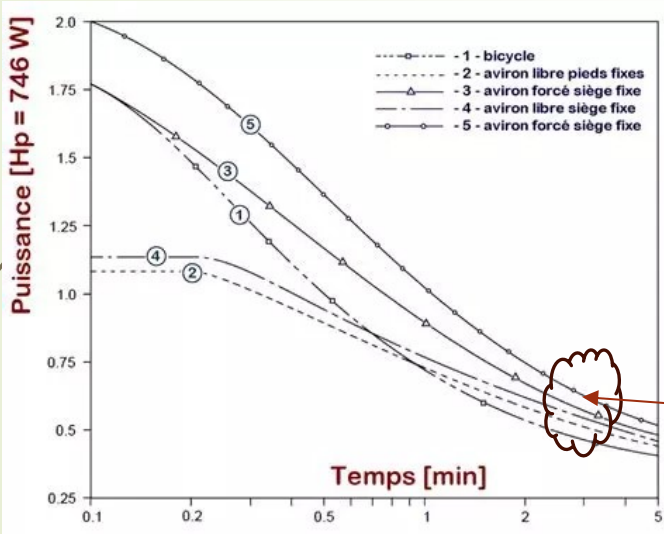
Les besoins énergétiques de l'Homo Sapiens

3

Selon cette estimation :

- Besoins totaux par jour : **2500 kcal**
- Dont **440 kcal** pour les activités externes, soit **510 Wh/jour**

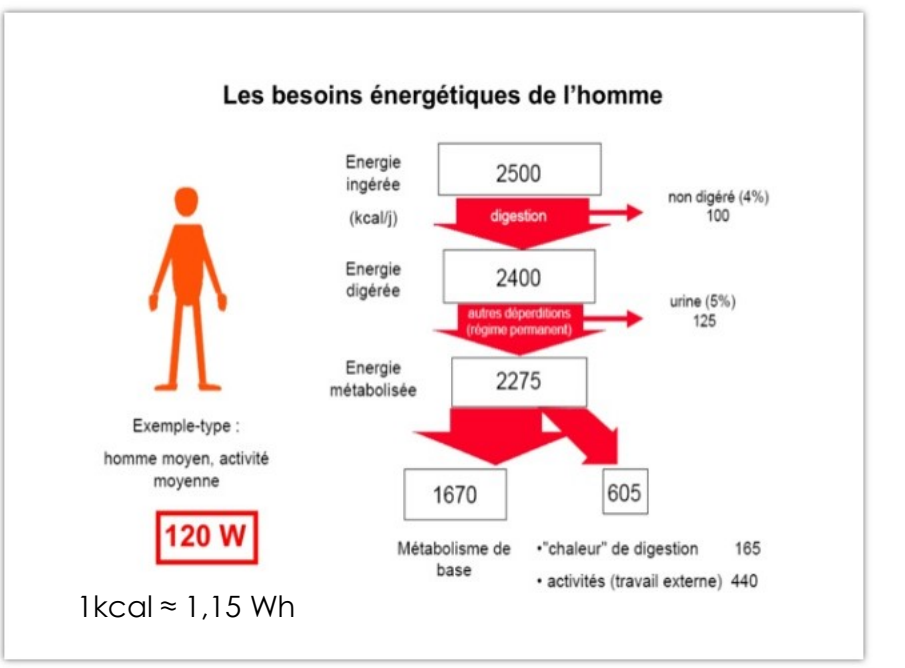
Pour un homme moderne, relativement sédentaire



Environ 400 W

Puissance développée par un athlète (Harrison 1970)

Culturesciencesphysiques



Pour un homme du néolithique → ≈ 1kWh/jour



S'entretenir

- Se développer (grandir)
- Se maintenir en forme
- Maintenir sa température (animal à sang chaud)

≈ 3 kWh

Faire des « choses »

- Chasser, cuisiner,...
- Bricoler (vêtements, outils)
- Jouer
- Se reproduire
- ...

≈ 1 kWh

Homo sapiens

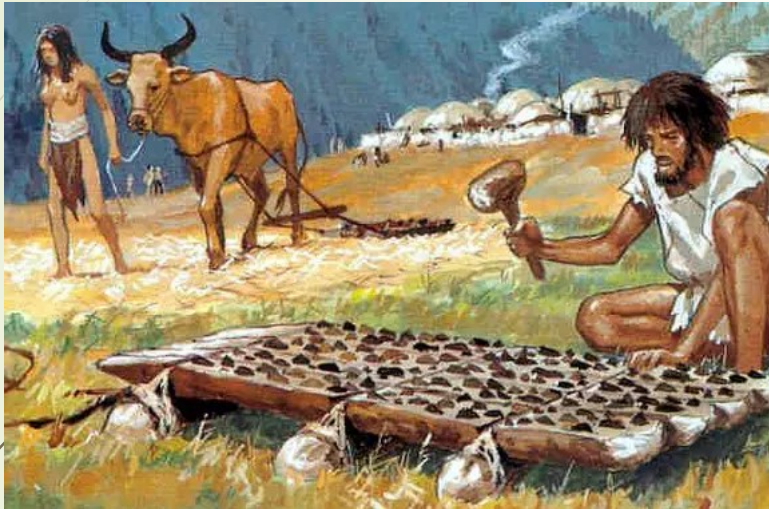


Il y a 150 000 ans

≈ 4 kWh de nourriture par jour

≈ 1 kWh d'énergie active** par
jour et par personne
(10 heures de travail à 100 Watts
** Hors chauffage et cuisine)

Néolithique



Il y a 12 000 ans



-150 000

≈ 1 kWh/Jour

Le feu, la roue, l'outil

≈ 1 kWh d'énergie active par jour,
par personne

Domestication animale

≈ 2 kWh d'énergie active par
jour/par personne

L'outil ne multiplie pas l'énergie humaine : il la rend plus efficace

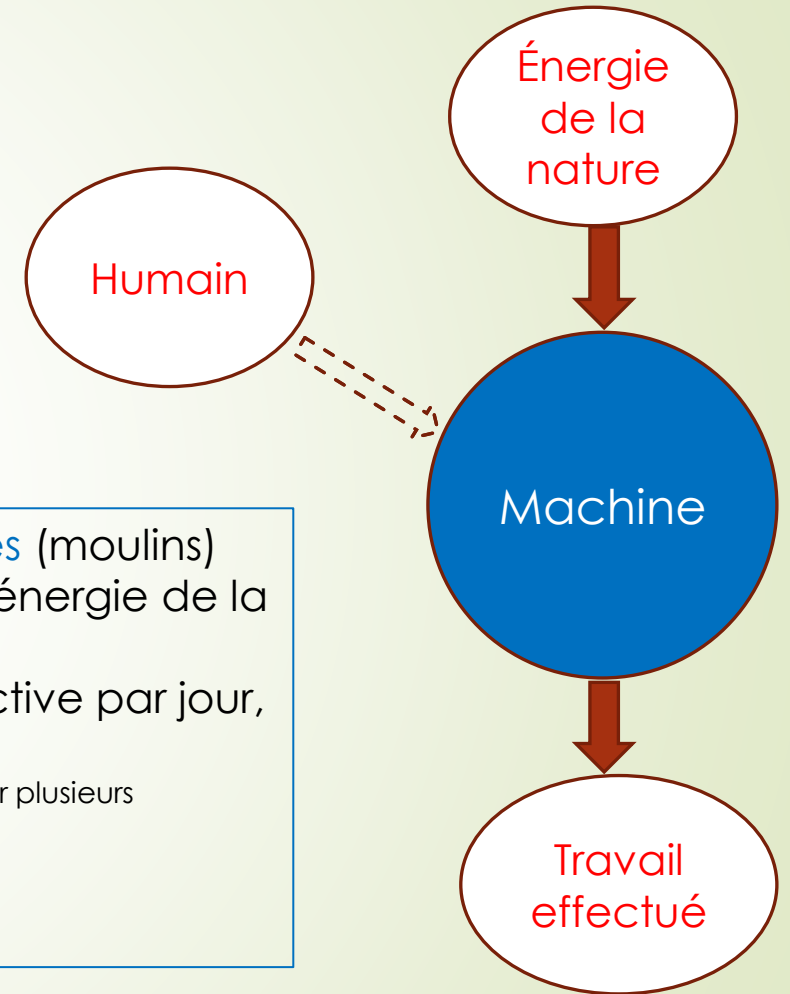


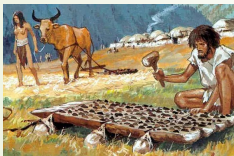
Les pyramides ont été construites sans machines


Ère moderne – Moyen Âge (-500 à + 1500)



Moudre, piler, pomper, irriguer, ..., voyager



-12 000  $\approx 2 \text{ KWh/Jour}$

-150 000  $\approx 1 \text{ KWh/Jour}$

Les premières machines (moulins) utilisant des sources d'énergie de la nature
+ $\approx 4 \text{ kWh}$ d'énergie active par jour, par personne
2 000 kWh (4 kW*500 heures) pour plusieurs centaines de personnes
Esclavage

Ère industrielle – depuis 1800



Utilisation de la puissance du feu, de l'électricité, de l'atome

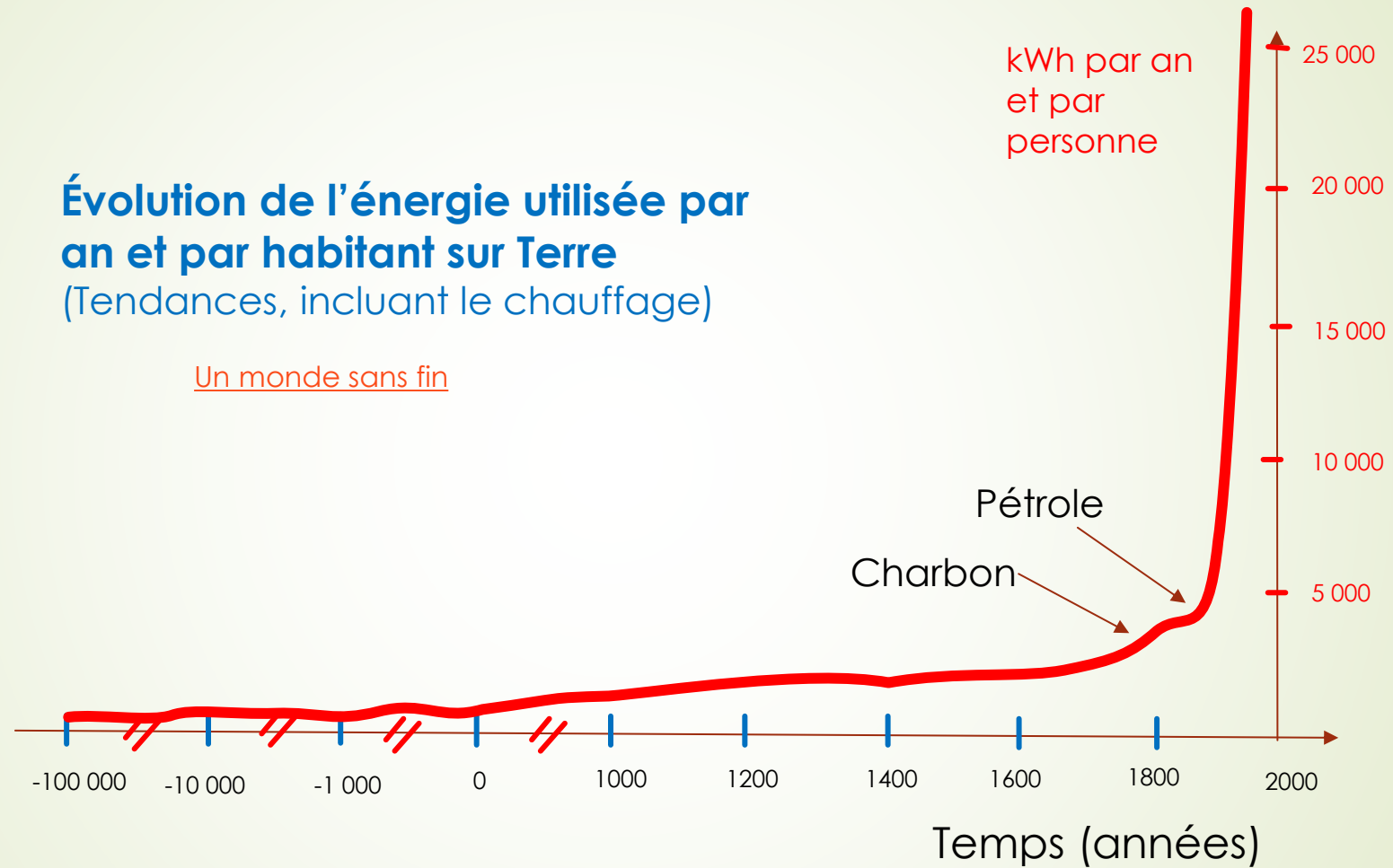
Machine
+
Énergies fossiles
(en stock)

≈ 70 kWh/jour

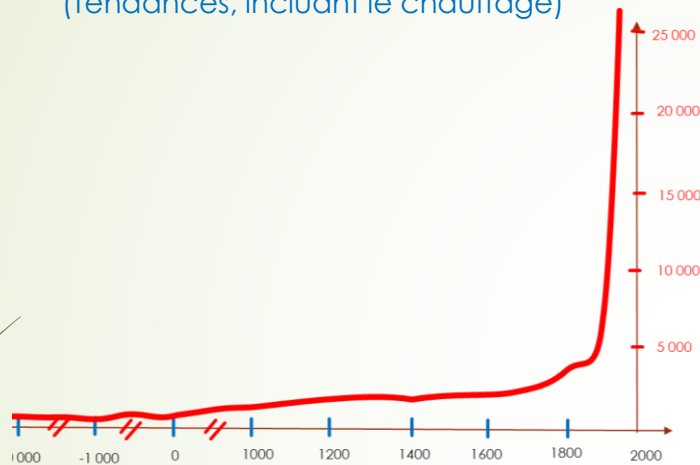


Évolution de l'énergie utilisée par an et par habitant sur Terre (Tendances, incluant le chauffage)

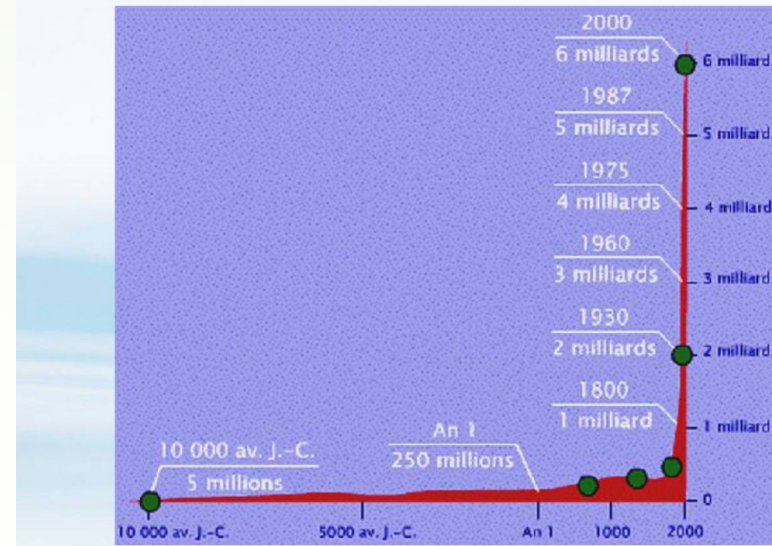
Un monde sans fin



Évolution de l'énergie utilisée par an et par habitant sur Terre (Tendances, incluant le chauffage)



Un autre changement d'ordre de grandeur : la population



Évolution démographique depuis le néolithique (découverte de l'agriculture). Source : Musée de l'Homme

L'énergie demandée à la planète Terre par les Terriens

(Ordre de grandeur, par an) :

Est passée de

100 000 000 kWh

À

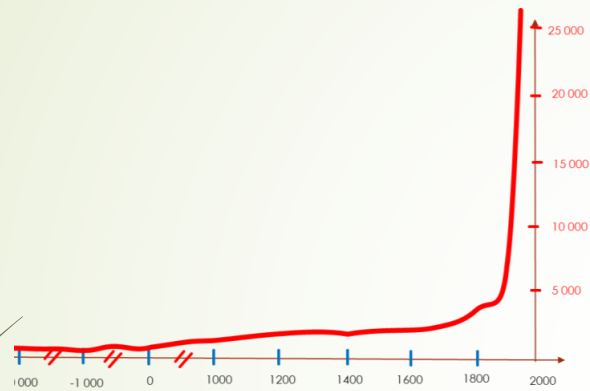
200 000 000 000 000 kWh

Soit

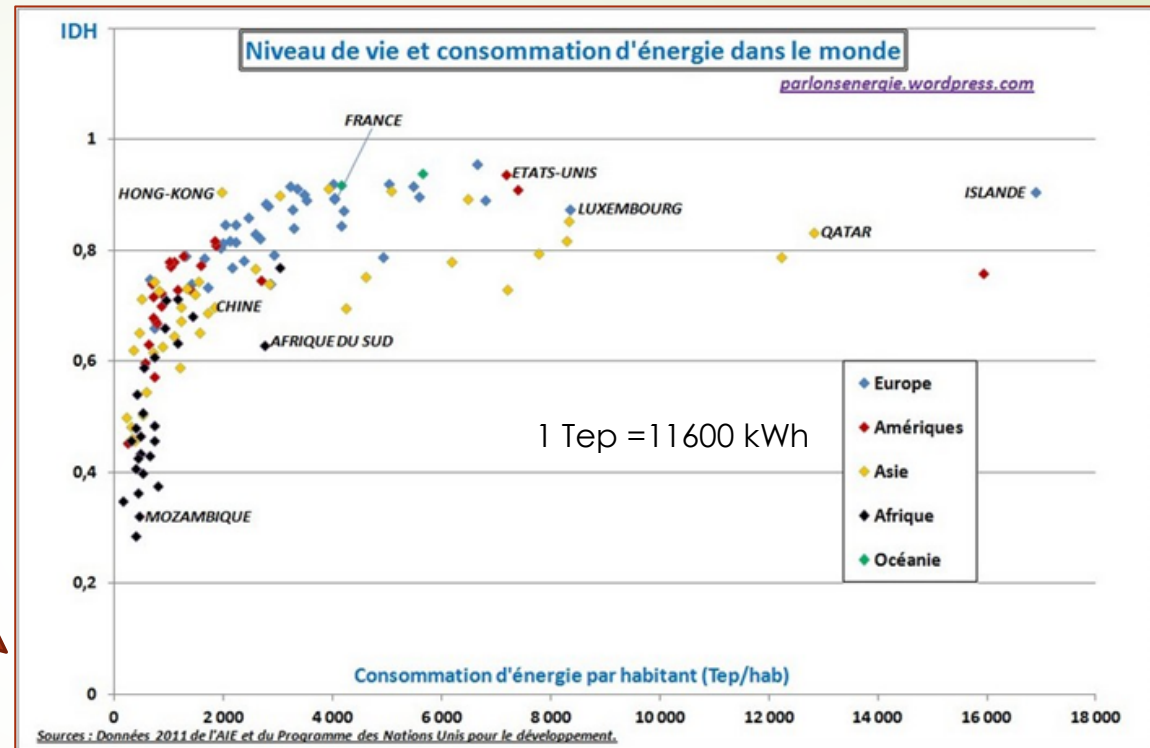
2 millions fois plus

Évolution de l'énergie utilisée par an et par habitant sur Terre

(Tendances, incluant le chauffage)

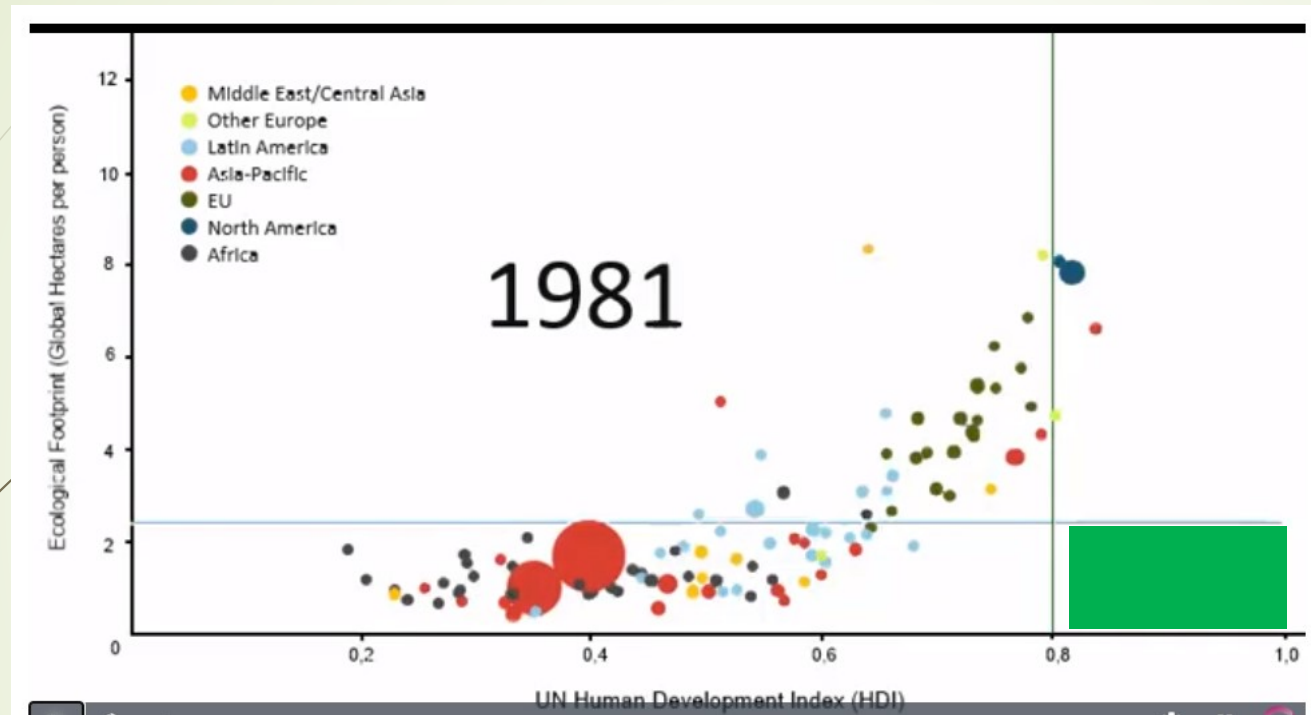


C'est une moyenne !



25 000 KWh/an/habitant

À multiplier par 3 ou 4 si tous les humains suivaient les standards actuels des pays riches



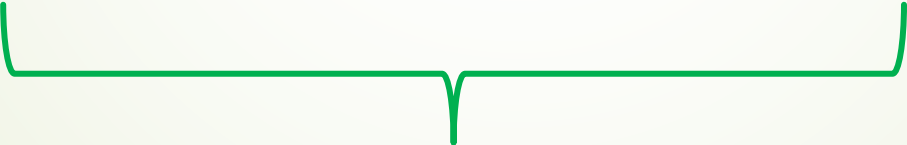
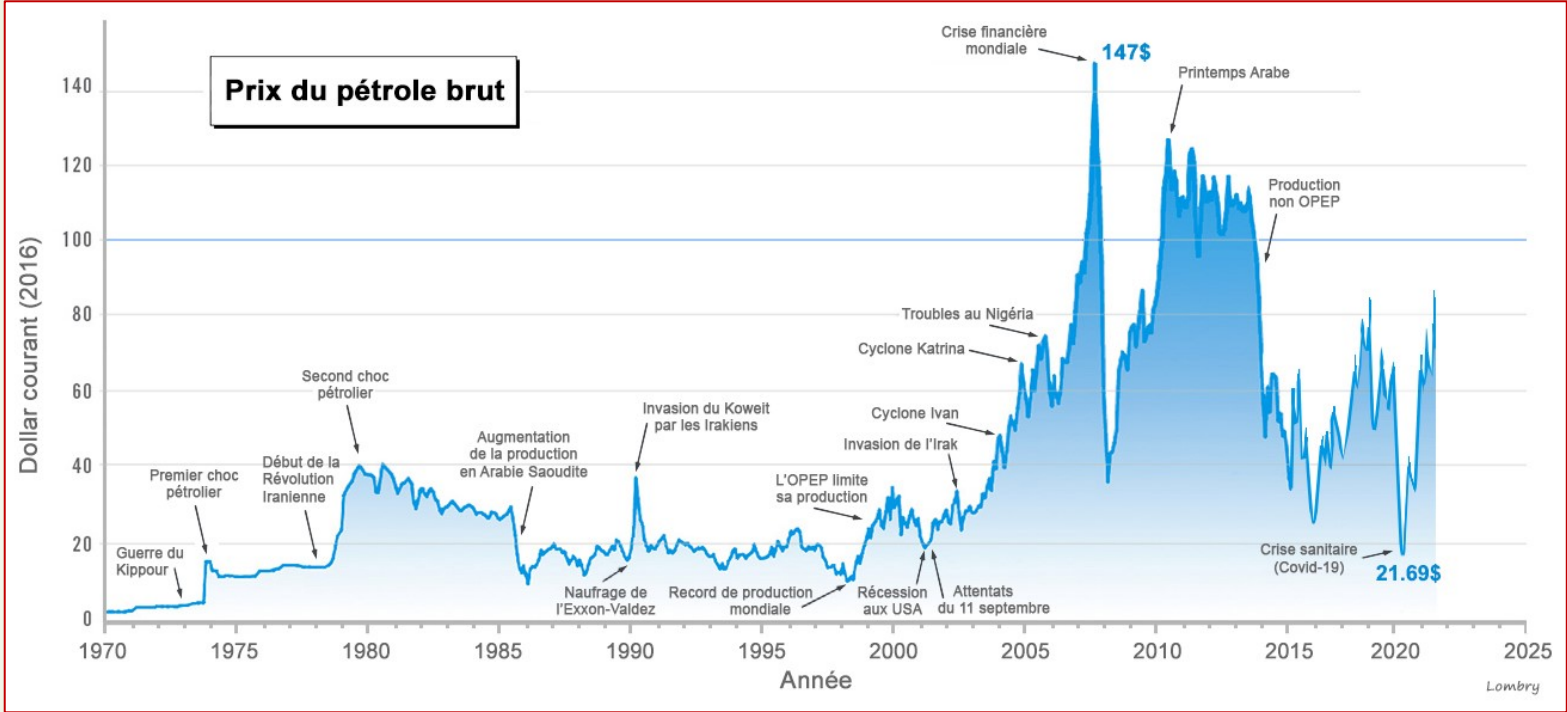
Source [IMTcast](#)

IDH : indice de développement humain

- Santé, longévité
- Niveau d'éducation
- Niveau de vie

Le progrès va-t-il dans la bonne direction sur le long terme ?



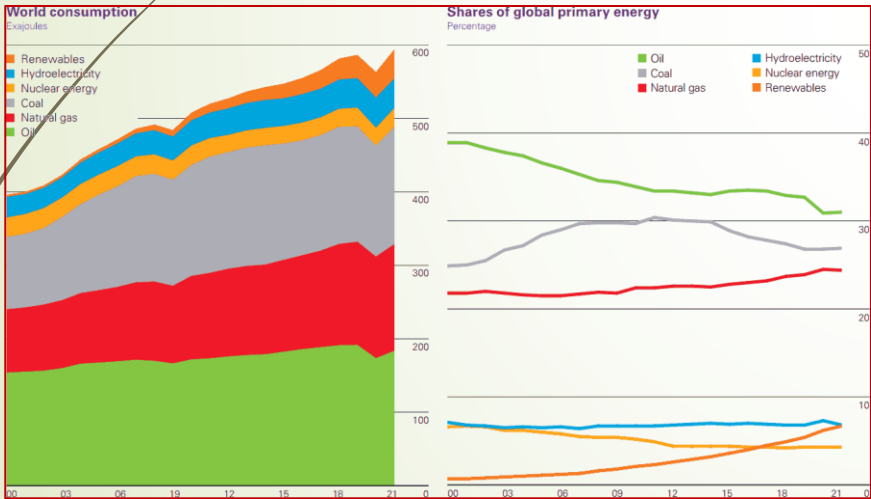


Pétrole très abondant

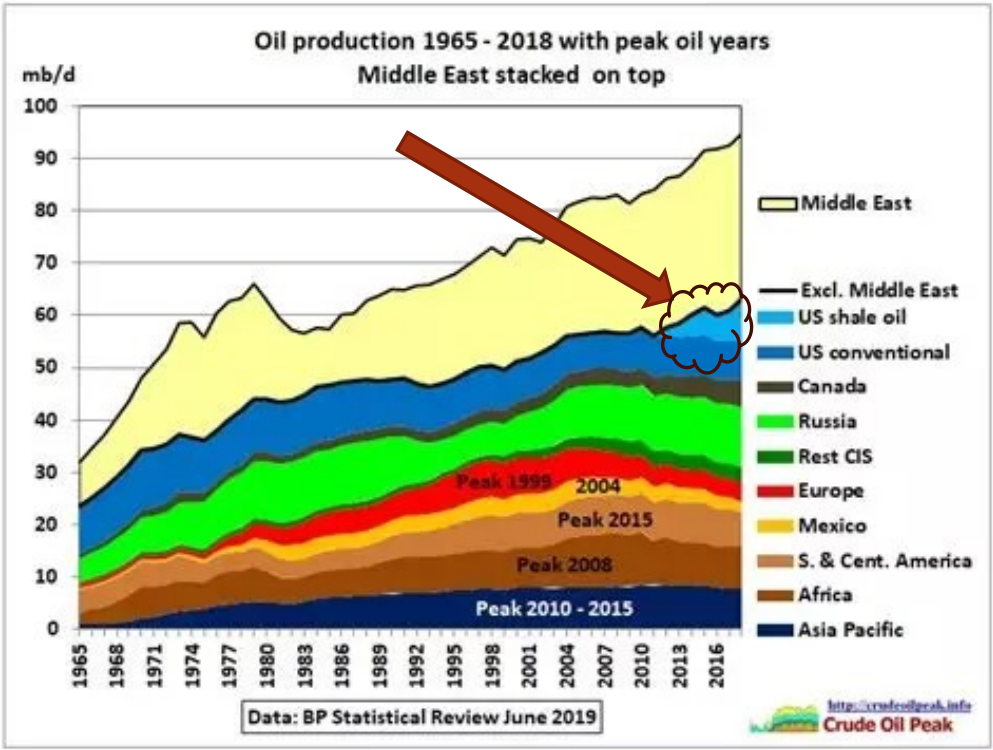


Production stagnante ou en déclin

Le pic de production du pétrole classique est passé depuis 2010
La consommation n'a fait que croître



BP Statistical Review of World Energy 2022



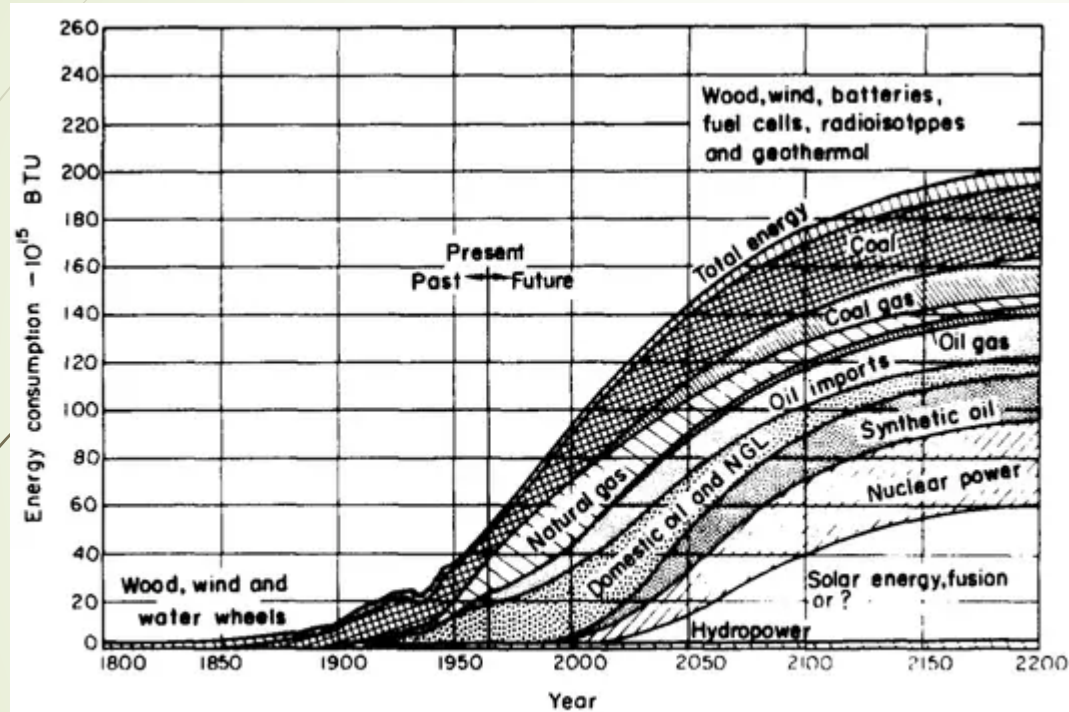


Fig. 1. Energy sources in the United States.

« Business as usual » ?





Urgence de l'urgence :

- diminuer drastiquement (stopper) les émissions de CO_2 :
- arrêter de déterrer le carbone et de l'envoyer dans l'atmosphère



Carbone : élément de la vie et composant de la plupart de nos objets.

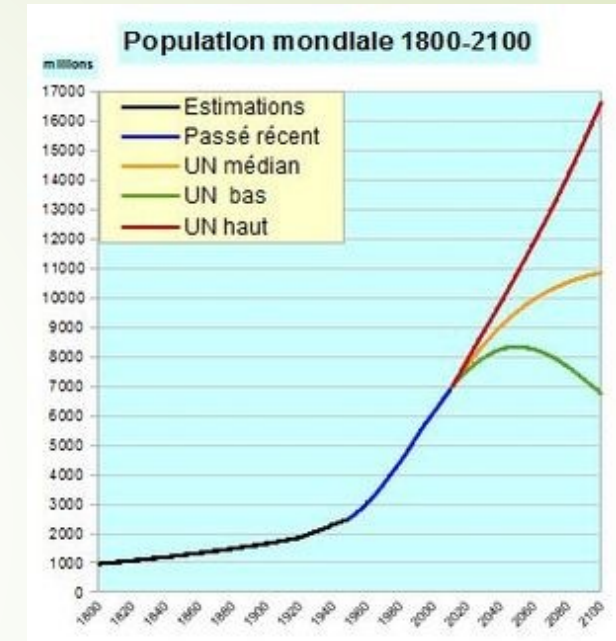
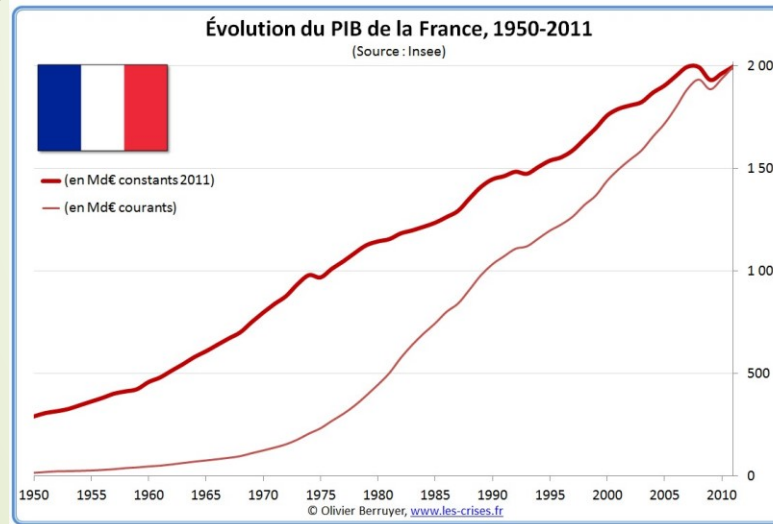
En 2022, 10% du carbone fossile est utilisé pour fabriquer nos objets modernes



Le monde sans fin – Bain, Jancovici

Diminuer (supprimer) l'usage des énergies fossiles par combustion
Diminuer l'empreinte carbone de nos activités

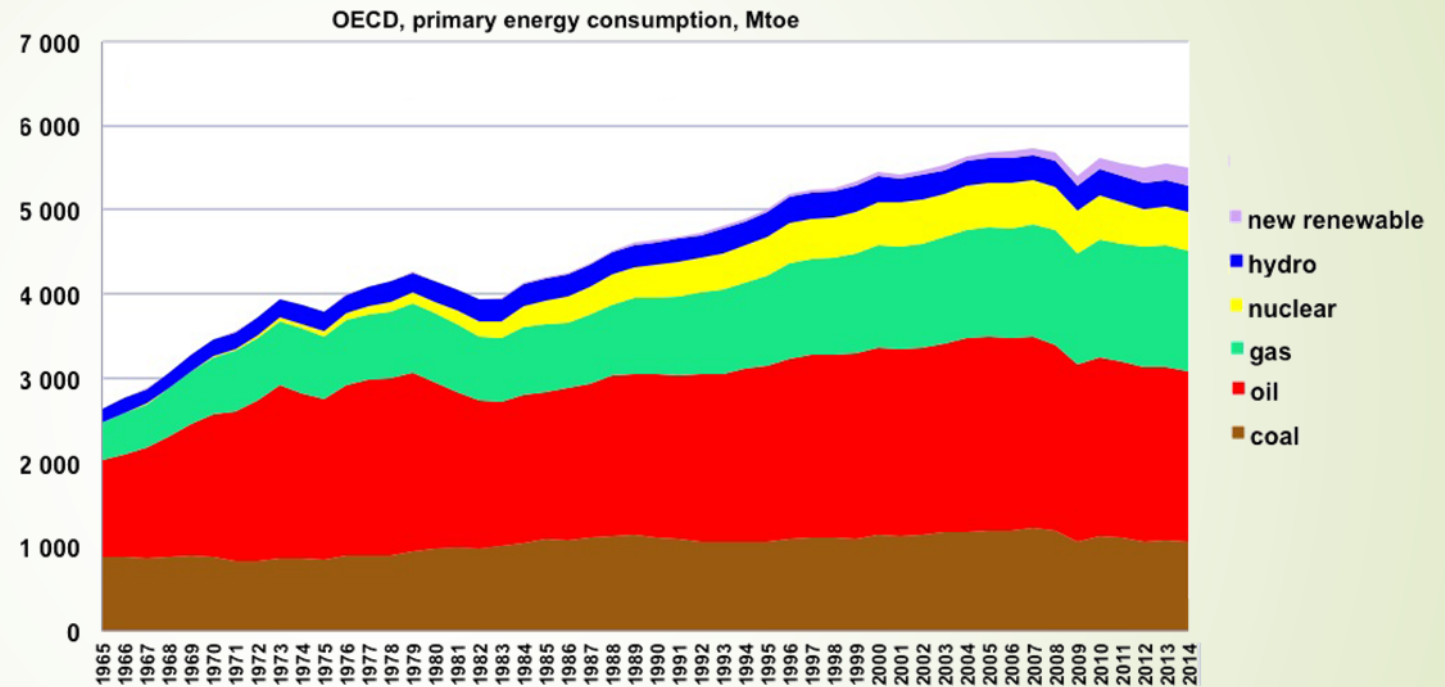
Paramètre **Pop** comme « population »



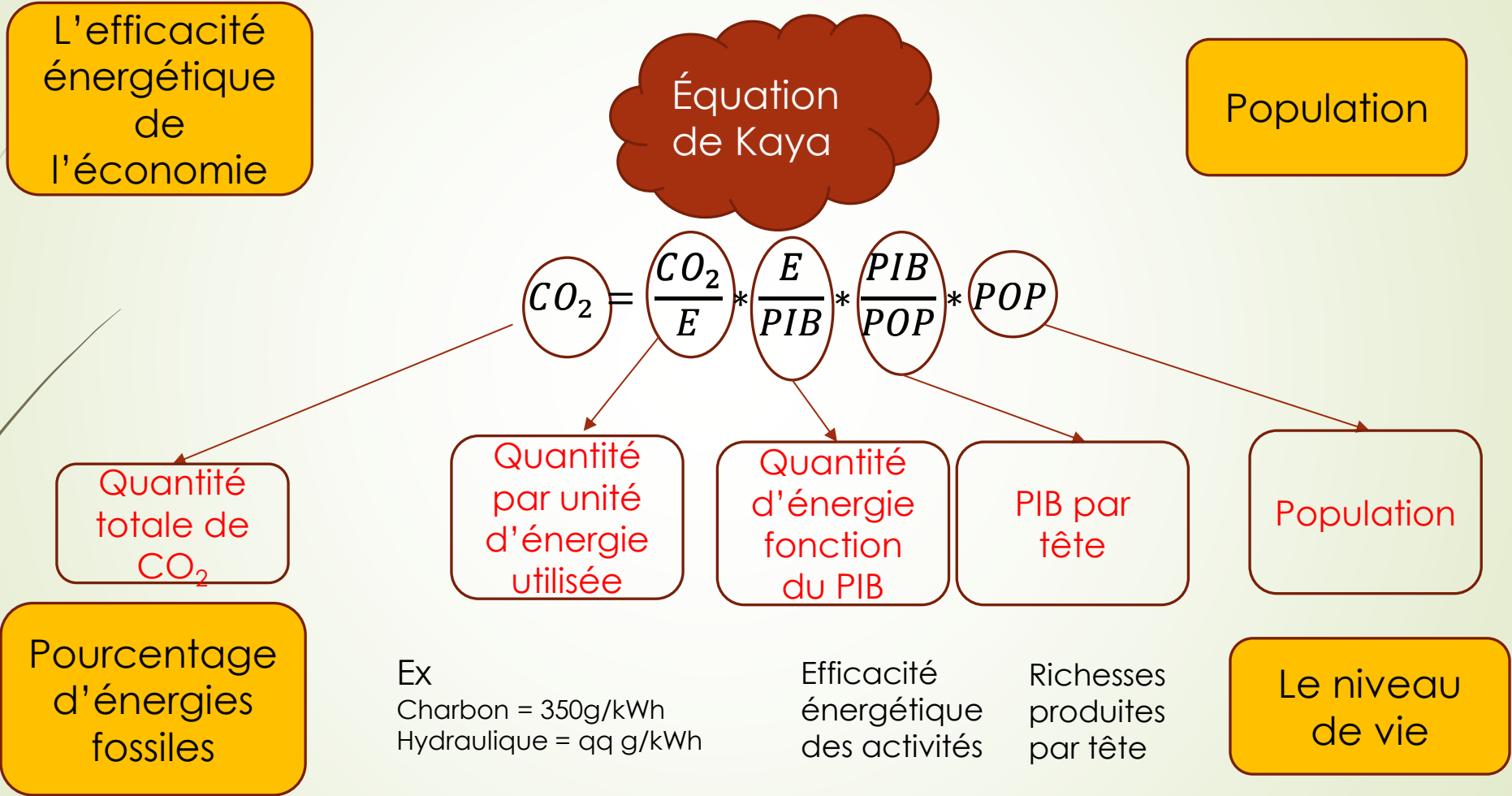
Paramètre **PIB** comme « richesses produites »

Paramètre E
comme « énergie
utilisée »

Paramètre CO_2
comme « part
d'énergies
carbonées »



Facteurs influant le taux d'émission de CO₂



Objectif de la France

→ diminuer le taux de CO₂ d'un facteur 3 avant 2050

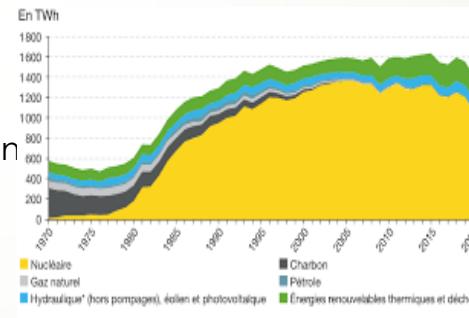
$$CO_2 = \frac{CO_2}{E} * \frac{E}{PIB} * \frac{PIB}{POP} * POP$$

$$\text{Objectif : } 33\% = 40\% * X * 180\% * 140\%$$

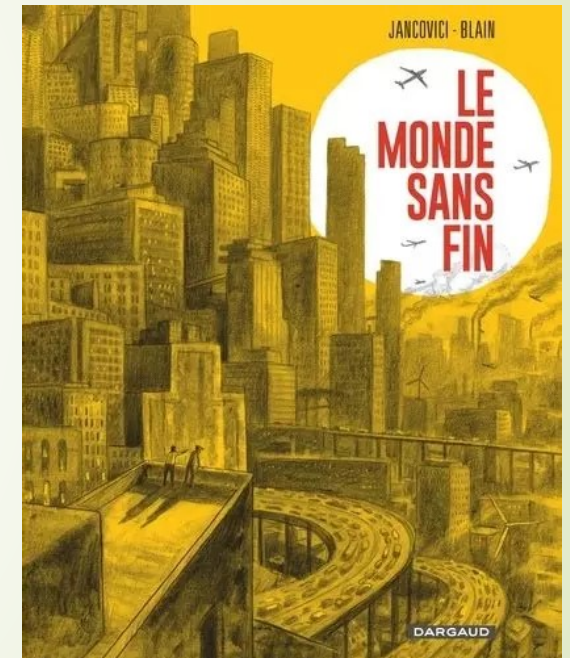
60% d'énergies en flux (bas carbone)

Population mondiale estimée 8 500 000 000 (2050)

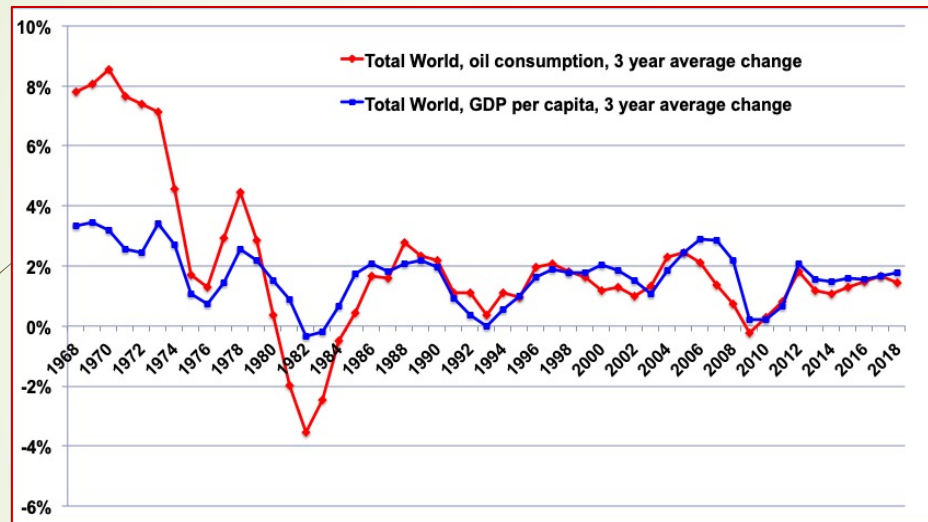
Plan retraite français : +2%/an → total 180% en 30 an



E/PIB → X = 30% de la valeur aujourd'hui (années 1950)

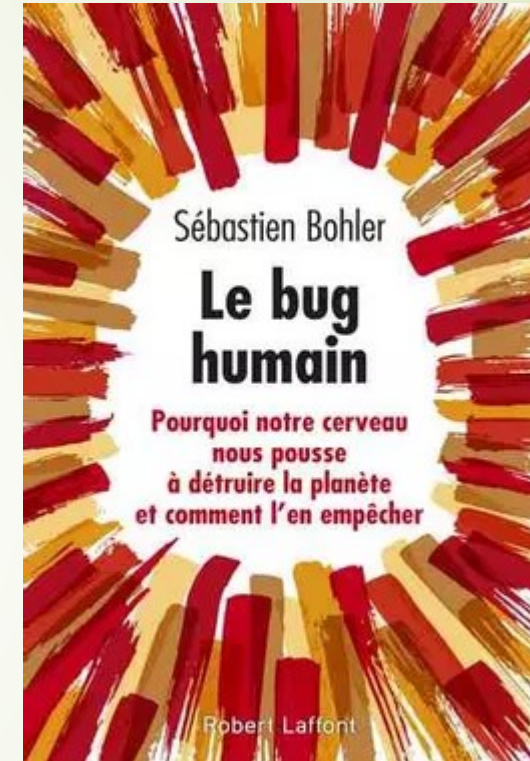


Pour la première fois depuis 2 siècles, apprendre à découpler consommation et développement humain.

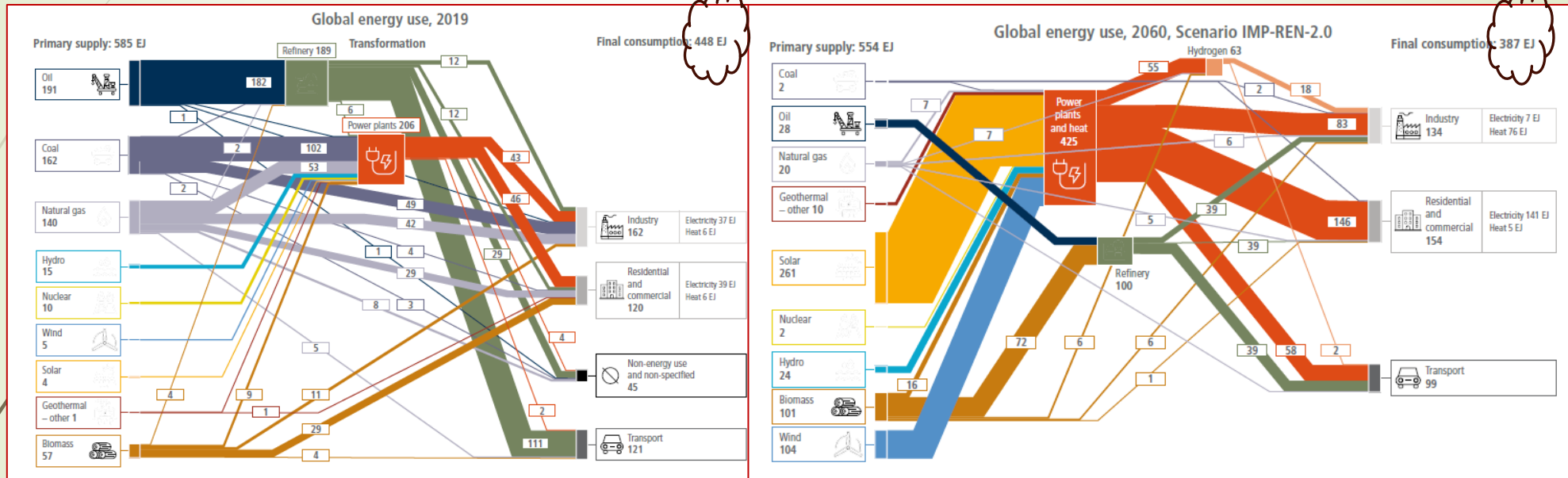


JM Jancovici

Les « qualités » qui ont permis le « succès » de l'espèce homo sapiens, ne sont-elles pas celles qui peuvent la mettre en danger ?



Intergovernmental Panel for Climate Change



État des lieux 2019

(Un) Objectif 2060



C'est aux autres de commencer

On n'y arrivera jamais

Vive la technologie !

La fin du mois avant la fin du monde !

Source : [Discourses of climate delay](#)

« la sérénité d'accepter les choses que je ne peux pas changer, le courage de changer celles que je peux changer et la sagesse de distinguer les premières des secondes. »

Marc Aurèle – II^{ème} siècle

Pour attribuer cette œuvre dans tout support dérivé en redistribution ou en adaptation ou modification dans le respect des conditions de licence libre et ouverte choisie par l'auteur :



« L'énergie dans tous ses états : L'énergie et l'avenir de l'humanité »
Dans: Un peu de science pour comprendre le monde moderne. »,
par Bernard Remaud, 2026 (mars), est sous licence CC BY-SA 4.0.

D'autres ressources sont disponibles sur le blog
<https://un-peu-de-physique.fr/>



Pour aller plus loin sur l'énergie?

Des vidéo conférences sur la chaîne YouTube : [la Science de Bernie](#)



Mon blog <https://un-peu-de-physique.fr/>
Des cours, des ressources...

Des podcasts sur Spotify : [La science de Bernie](#)



Des cours en ligne ou présentiels à l'Université
Permanente de Nantes : <https://up.univ-nantes.fr/>