

L'énergie : mythes et réalités au cœur de l'Anthropocène

Alexandre Le Tiec

Laboratoire Univers et Théories
Observatoire de Paris
Écopolien

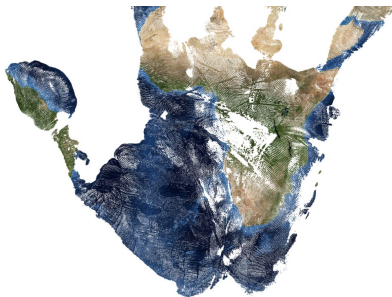
14 avril 2023

letiec.yolasite.com/anthropocène

Qu'est-ce que l'Anthropocène ?

Définition

L'Anthropocène est une proposition d'**époque géologique** qui aurait débuté quand l'influence de l'**être humain** sur la géologie et les écosystèmes est devenue significative à l'échelle de l'histoire de la Terre.



Qu'est-ce que l'Anthropocène ?

*Il devient possible de comparer l'humanité à une **force géologique nouvelle**, désormais en mesure d'interférer avec les grands cycles biogéochimiques du globe. Le changement global qui en découle peut sembler lent à l'échelle d'une vie humaine, car il constitue un processus s'étalant sur plusieurs décennies, voire sur plusieurs générations, et façonne donc au quotidien tout ce qui constitue notre "normalité" la plus banale. Mais il se révèle d'une **fulgurance catastrophique** à l'échelle des temps géologiques ou évolutifs, et se trouve donc porteur d'une **réflexion vertigineuse** sur le sens et les conséquences de l'aventure industrielle, sinon sur le devenir de l'espèce humaine.*

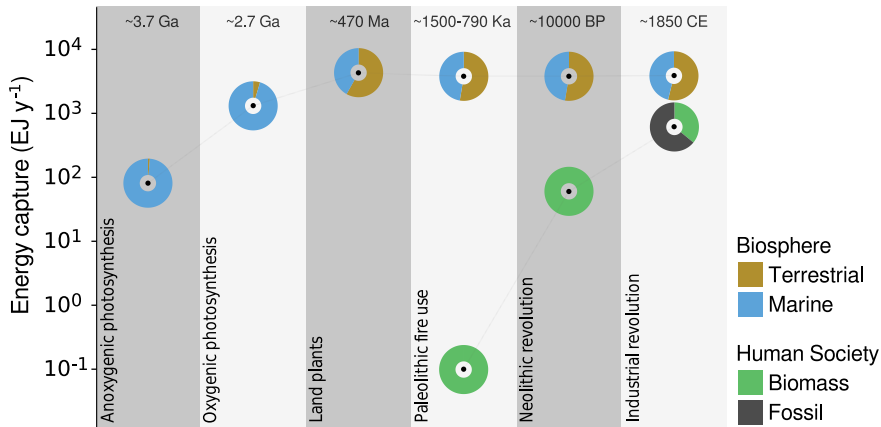
Plan de l'exposé

- ① Des hommes et des joules
- ② Le pic pétrolier mondial
- ③ La transition énergétique
- ④ Énergie, société et complexité

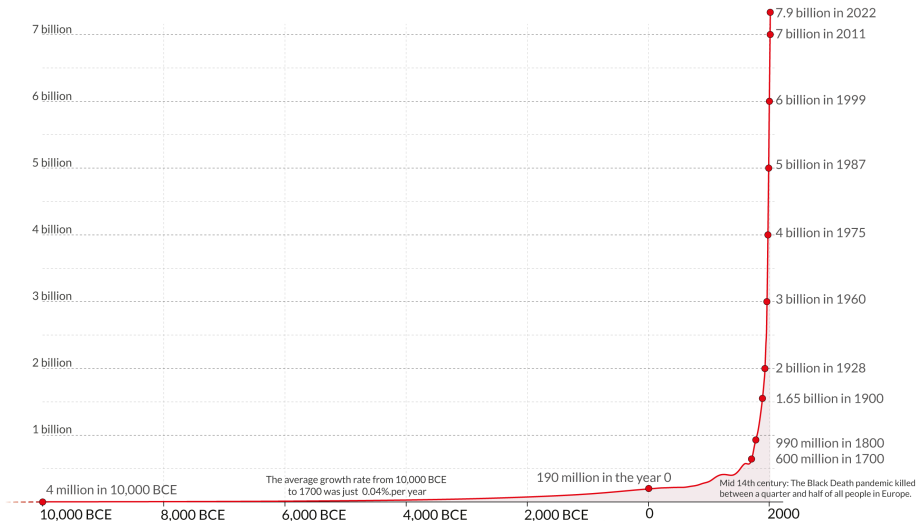
Plan de l'exposé

- 1 Des hommes et des joules
- 2 Le pic pétrolier mondial
- 3 La transition énergétique
- 4 Énergie, société et complexité

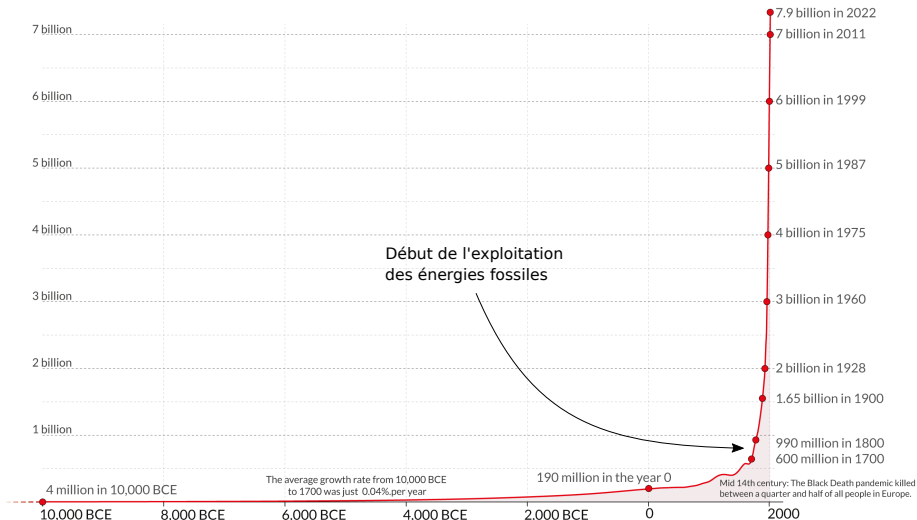
Énergie, biosphère et sociétés humaines



Évolution de la population mondiale

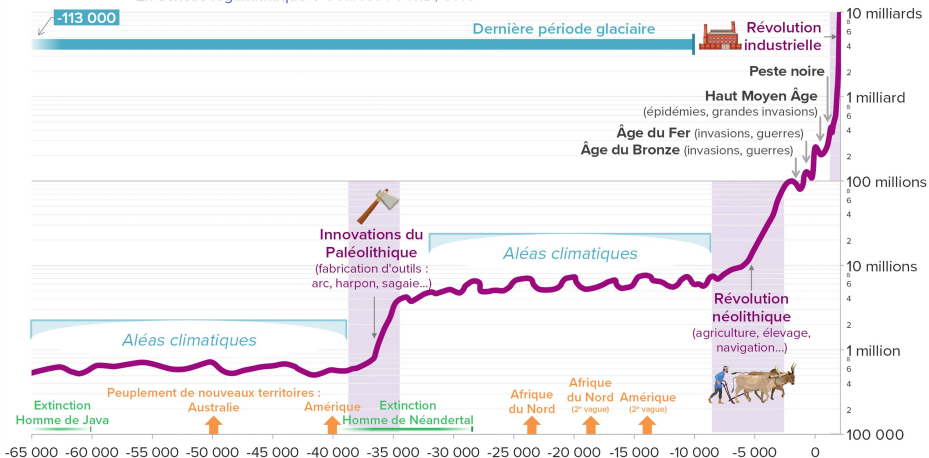


Évolution de la population mondiale

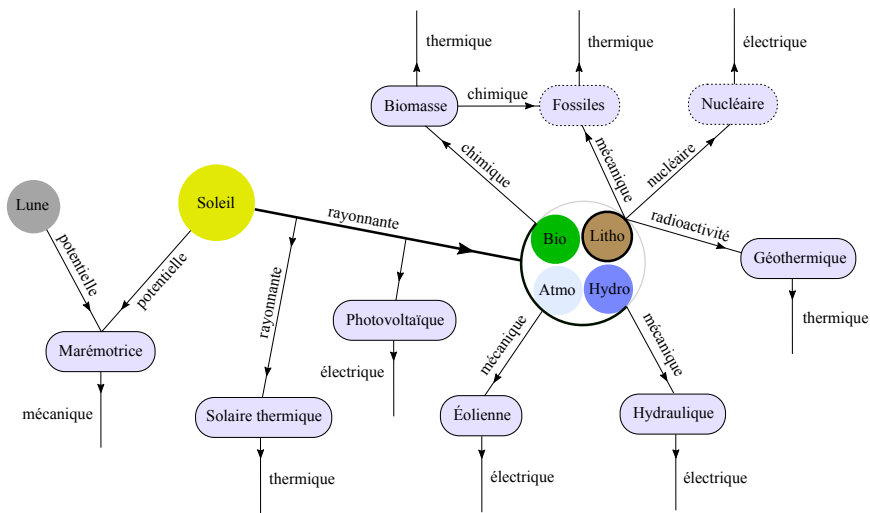


Évolution de la population mondiale

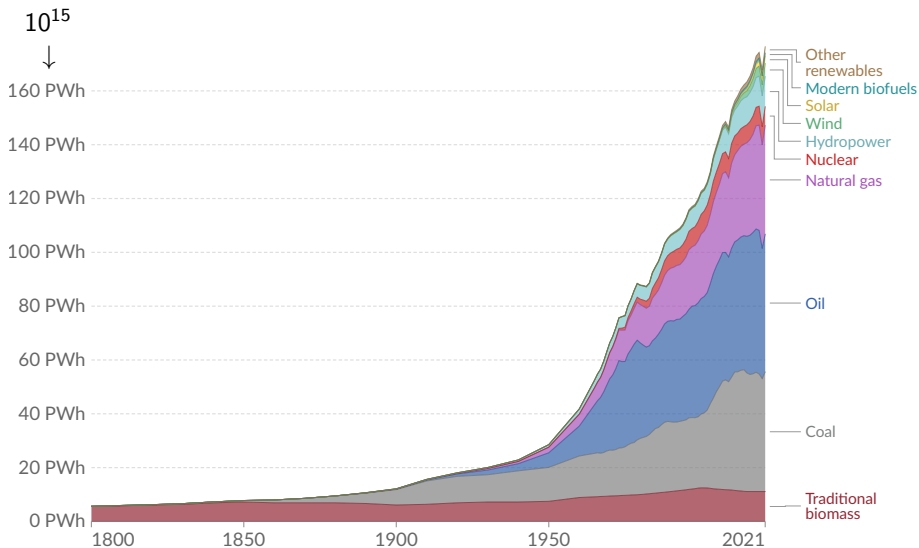
En échelle logarithmique | Sources : OWID, ONU



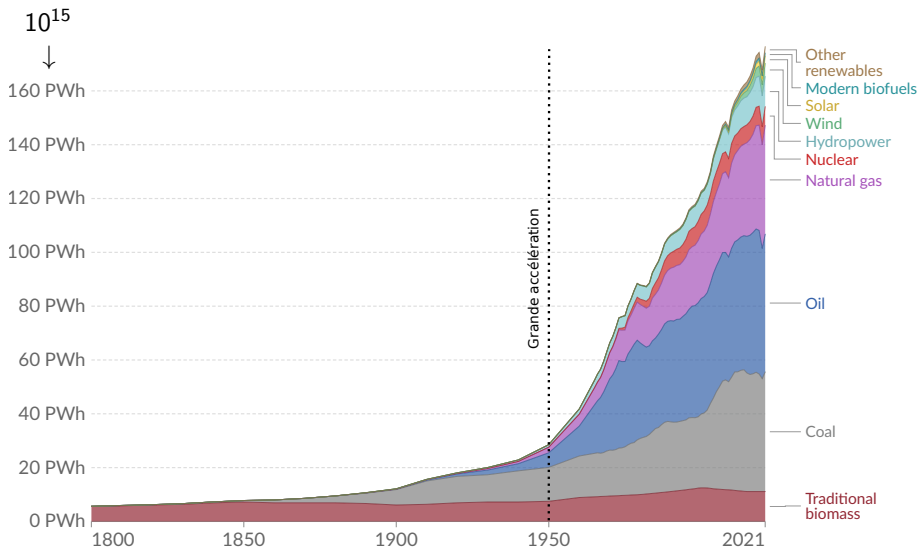
Les sources d'énergie terrestres



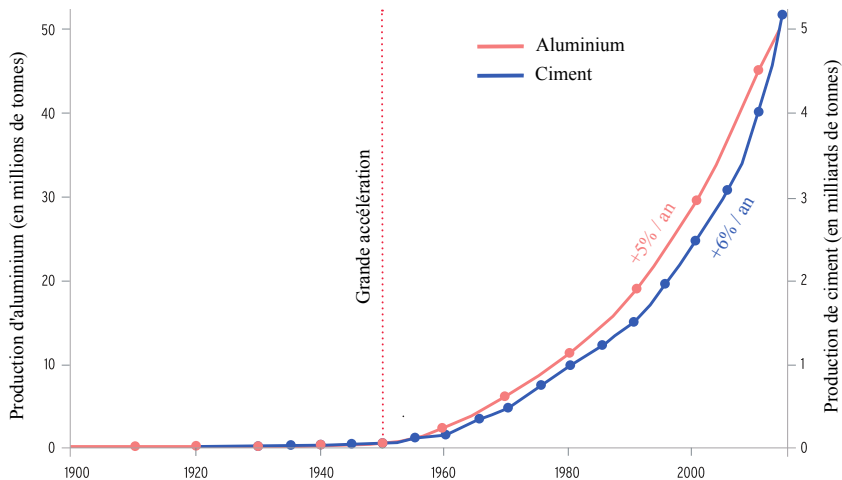
Évolution de la “production” d’énergie



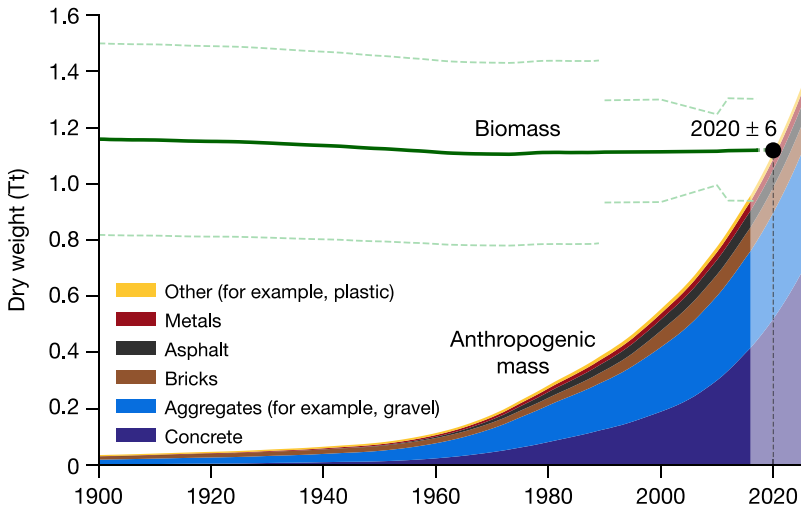
Évolution de la "production" d'énergie



Évolution de la masse anthropogénique



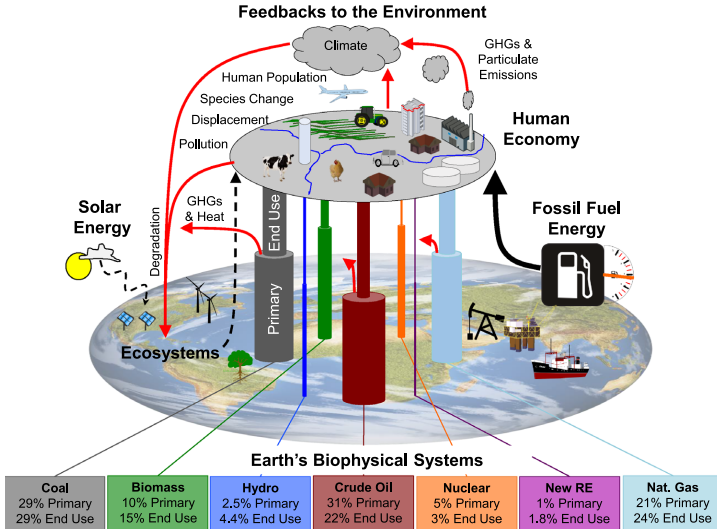
Évolution de la masse anthropogénique



Évolution de la masse anthropogénique



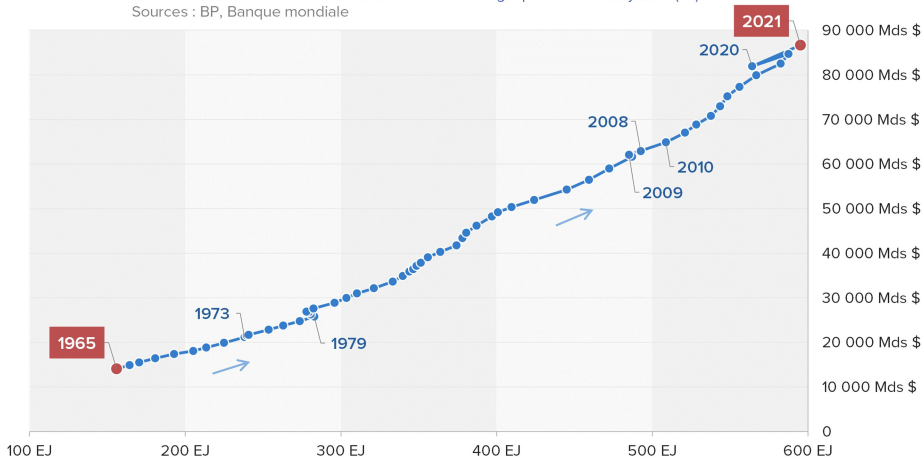
Les piliers énergétiques de l'économie



Les piliers énergétiques de l'économie

PIB en dollars constants 2015. Consommation d'énergie primaire en exajoules (EJ)

Sources : BP, Banque mondiale



La notion d'esclave énergétique



6 GJ

~ 3 GJ/an



Secteur	Esclaves
Transports	22
Agriculture	23
Industrie	145
Résidentiel et tertiaire	237
Total	427

jancovici.com

En moyenne, un français dispose à chaque instant de l'équivalent énergétique de **400 à 500 esclaves**

Bucky aperçut le gigantesque fuselage
d'un gros-porteur transatlantique
qui traversait le ciel à toute allure.

Un nuage compact d'esclaves énergétiques
propulsait l'avion à haute altitude.

Au moment où les 400 passagers survoleraient
l'Europe, les turboréacteurs de l'avion auraient
brûlé plus de combustibles fossiles en un seul vol...

...que l'ensemble de ce continent
pendant l'âge de pierre.



Au cours d'un seul aller-retour entre l'Amérique
du Nord et l'Europe, les réacteurs de l'avion
auraient brûlé plus d'énergie par passager...

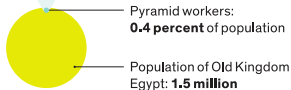
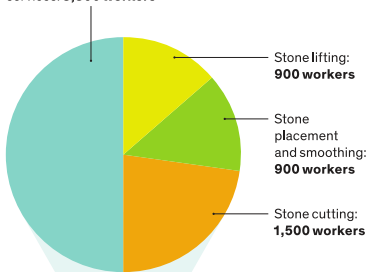
...que les passagers ne pourraient en générer
avec leurs propres muscles pendant toute leur vie.

L'humanité vivait à grand train grâce aux
esclaves énergétiques non-renouvelables.

Vivre comme des pharaons

6,600 EGYPTIANS WORKING 300 DAYS PER YEAR FOR 20 YEARS

Designers, organizers, and support
services: **3,300 workers**



2,4 TJ = énergie potentielle de Gizeh
= énergie contenue dans 400 barils
= énergie consommée durant 5h de vol

GREAT PYRAMID OF GIZA

146.6 meters tall

20 years of construction
(c. 2530 B.C.E.)

Volume: **2.6 million**
cubic meters

Total weight:
6.75 million
metric tons

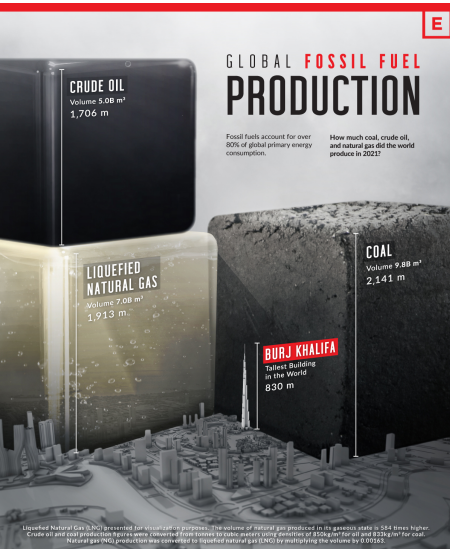
LA DANTA, GUATEMALA

72 meters tall

Approximate
time of construction:
c. 300 B.C.E.–100 C.E.

Volume:
2.8 million
cubic meters

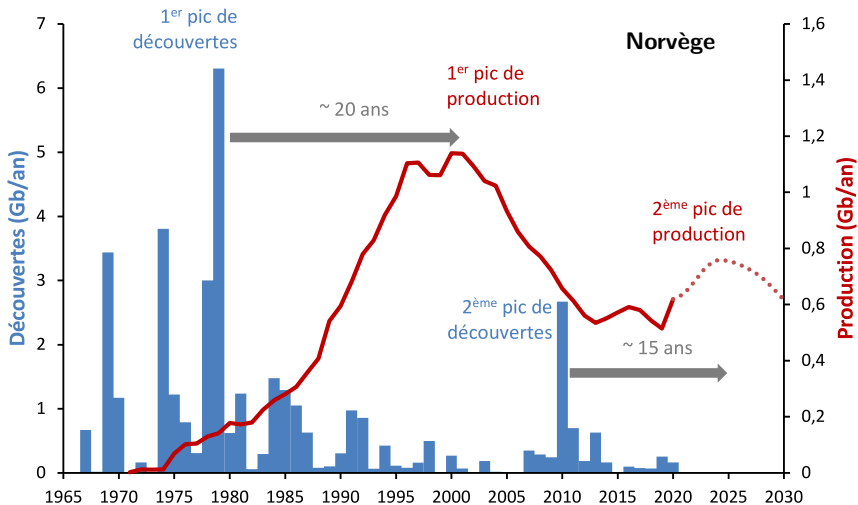
Vivre comme des pharaons



Plan de l'exposé

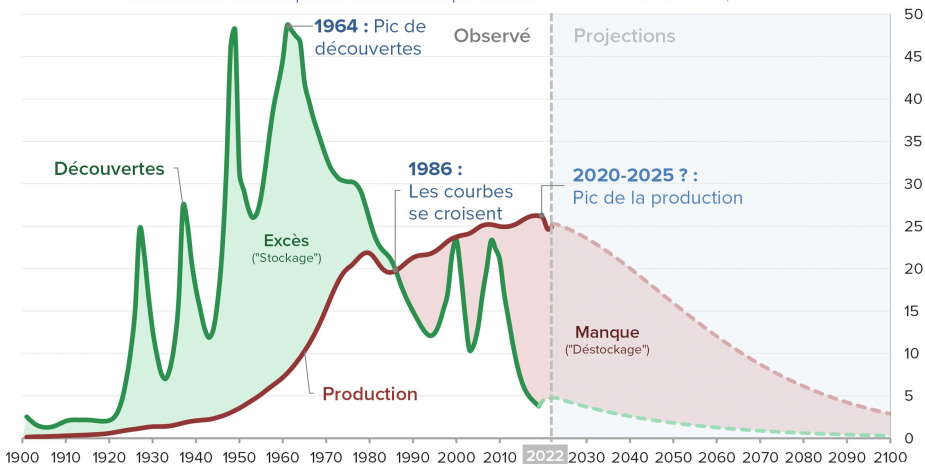
- 1 Des hommes et des joules
- 2 Le pic pétrolier mondial**
- 3 La transition énergétique
- 4 Énergie, société et complexité

La notion de pic pétrolier

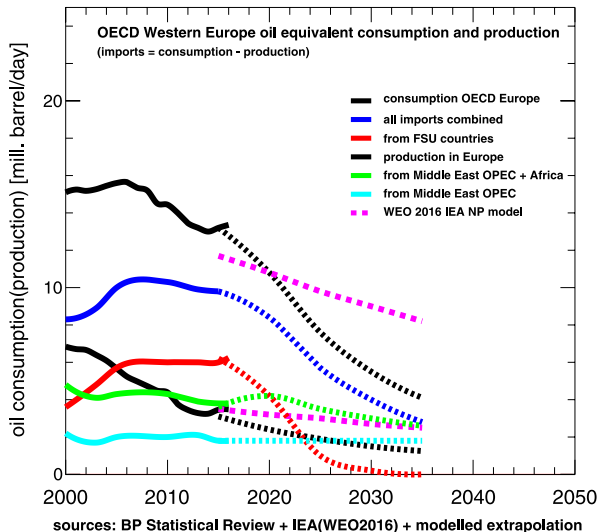


Découvertes et production de pétrole brut

En milliards de barils de pétrole conventionnel par an. Lissé | Source : Jean Laherrere, 2023

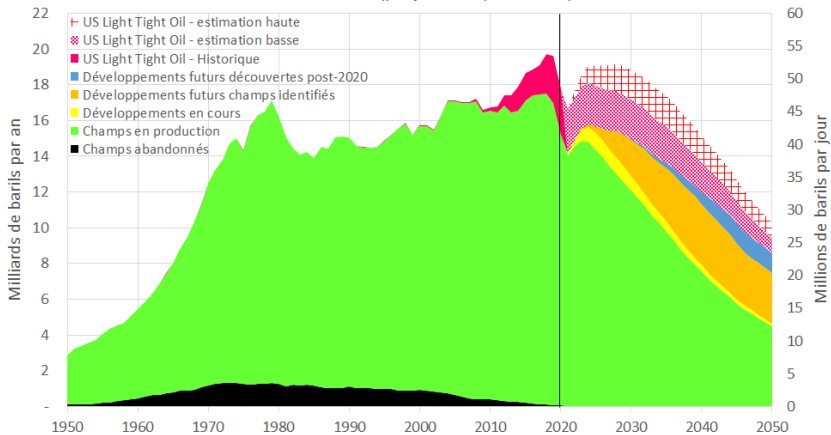


L'approvisionnement pétrolier européen



L'approvisionnement pétrolier européen

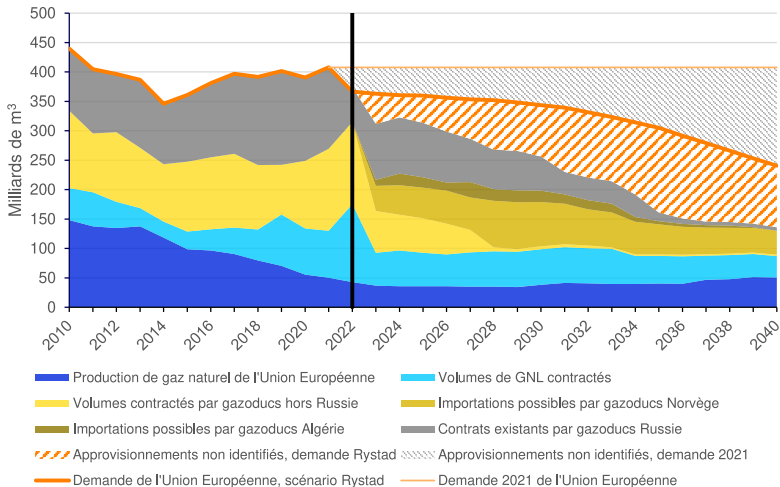
Production aggregée de pétrole brut des 16 principaux pays fournisseurs (projections post-2020)



Source: données Rystad Energy - analyse et projections post-2020 The Shift Project

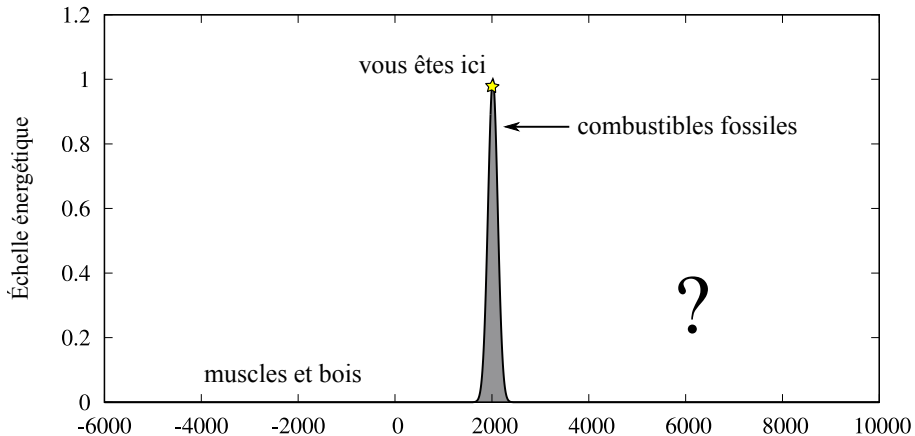
L'alimentation gazière européenne

Comparaison entre la demande de l'UE et ses approvisionnements sur la période 2010-2040



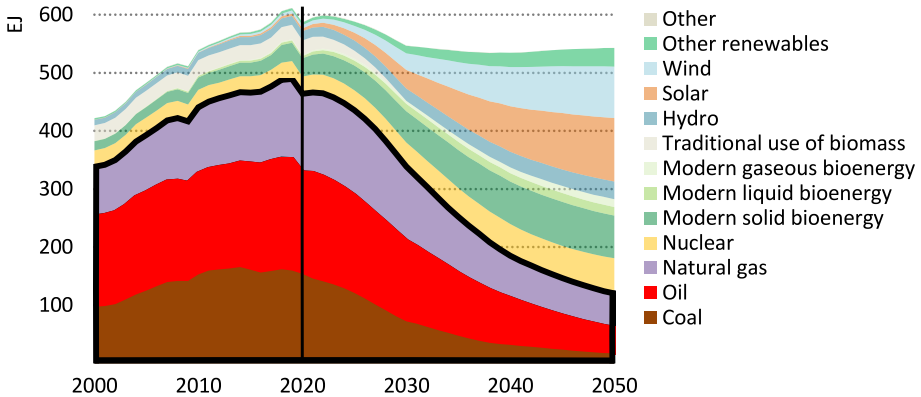
Source : The Shift Project, d'après les données Rystad Energy de novembre 2022

Une perspective historique



Nous avons le privilège de pouvoir contempler l'Histoire non du haut d'une pyramide en Égypte, mais depuis le sommet d'un pic pétrolier.

Un scénario réaliste ?



Plan de l'exposé

- 1 Des hommes et des joules
- 2 Le pic pétrolier mondial
- 3 La transition énergétique**
- 4 Énergie, société et complexité

Pourquoi la transition énergétique ?

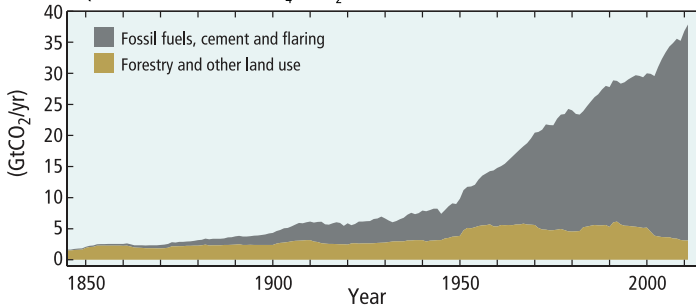
- **Raréfaction** des ressources énergétiques fossiles

Pourquoi la transition énergétique ?

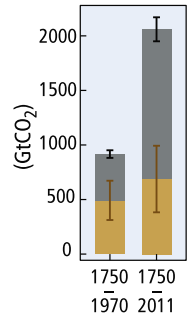
- **Raréfaction** des ressources énergétiques fossiles
- **Dérèglement climatique** induit par leur combustion

Global anthropogenic CO₂ emissions

Quantitative information of CH₄ and N₂O emission time series from 1850 to 1970 is limited

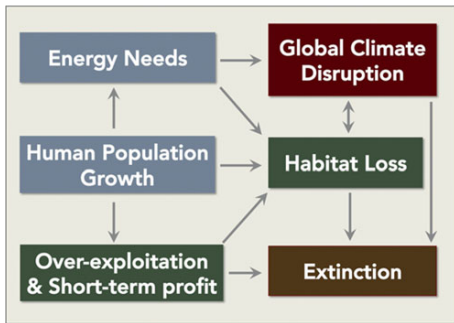


Cumulative CO₂ emissions



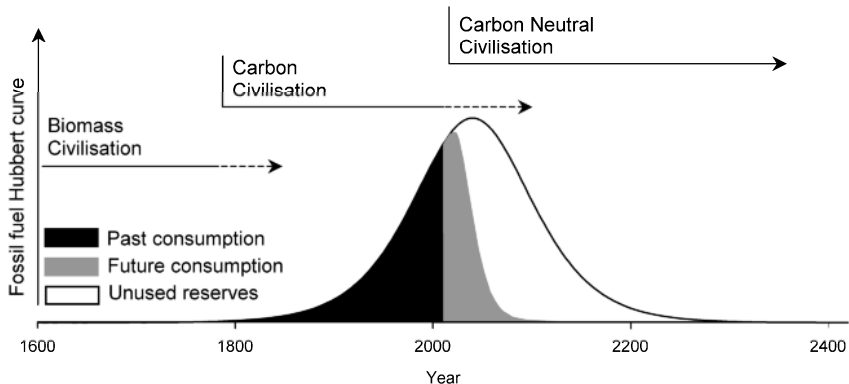
Pourquoi la transition énergétique ?

- **Raréfaction** des ressources énergétiques fossiles
- **Dérèglement climatique** induit par leur combustion
- Éviter la **sixième extinction** de masse du vivant

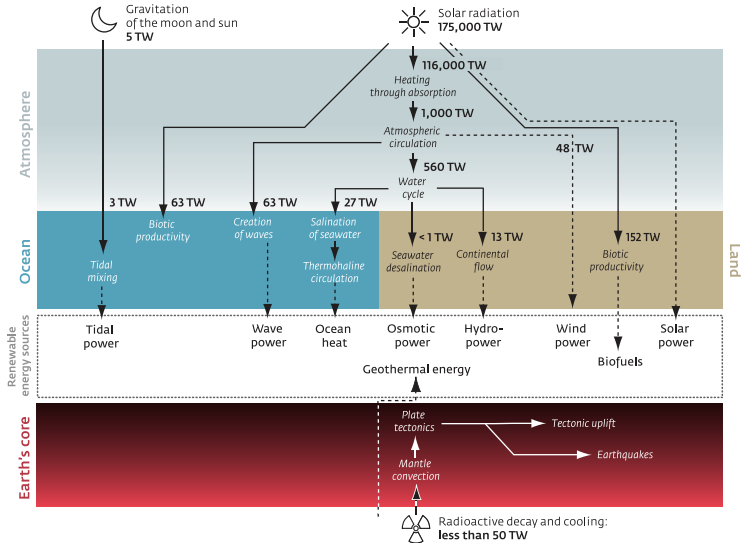


Pourquoi la transition énergétique ?

La transition énergétique sera **choisie** ou **subie**



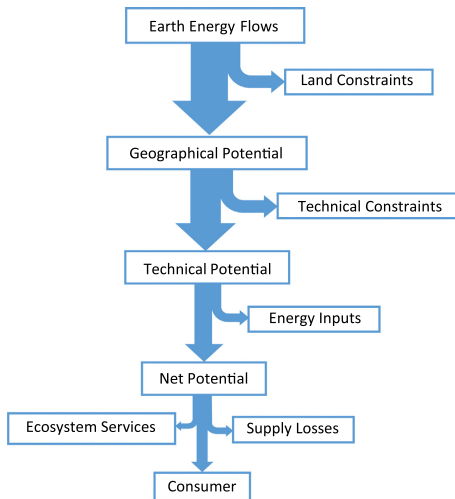
Le potentiel des énergies dites renouvelables



Le potentiel des énergies dites renouvelables

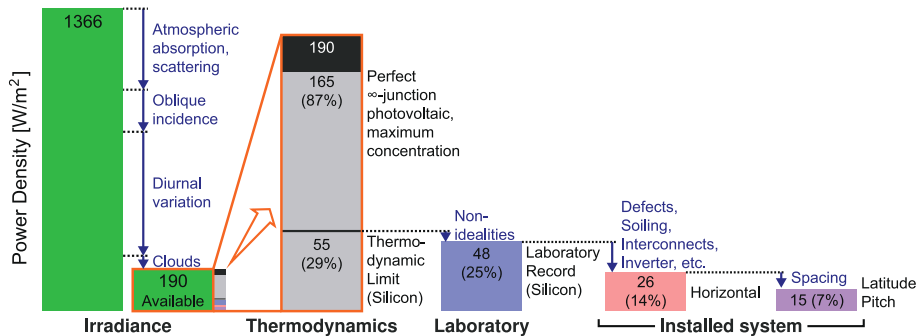
Quelques angles morts

- Passage à l'échelle
- Qualité/propriétés
- Échelle de temps
- Acceptabilité
- Profitabilité
- Géopolitique
- Complexité
- Durabilité
- Déplétion



Le potentiel du solaire photovoltaïque

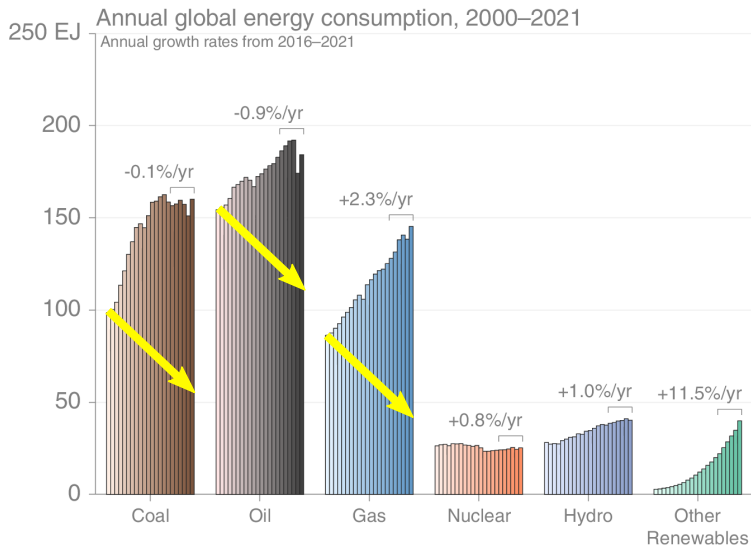
Power Conversion Losses for Solar PV



Les limites *physiques* à la transition

- ① Secteurs des transports et de l'industrie extrêmement **difficiles** à **substituer** par des énergies dites renouvelables
- ② Nature **intermittente** implique :
 - Besoin de capacités de **stockage**
 - **Surdimensionnement** de la capacité installée
- ③ Nature **extensive** → effet de **localisation**
- ④ Faible densité de puissance → forte **intensité matière**
- ⑤ **Taux de retour énergétique** inférieurs à ceux des énergies fossiles
- ⑥ Décroissance de la concentration en **minerai** → décroissance du taux de retour énergétique

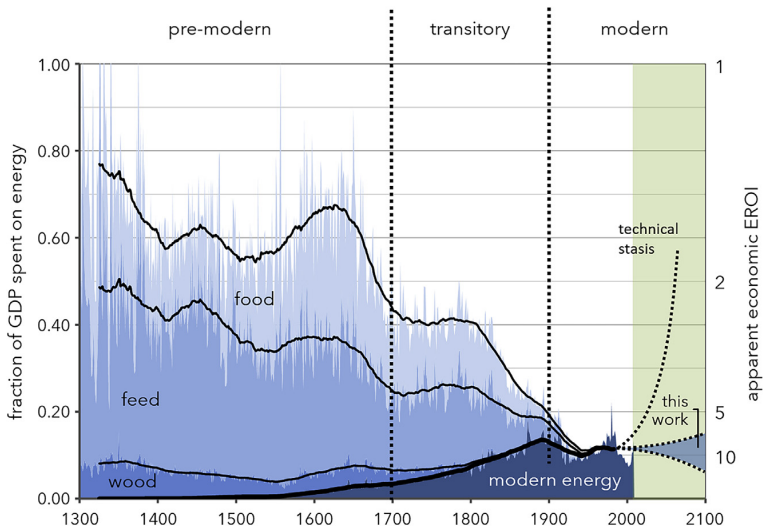
Aucune transition énergétique à l'horizon



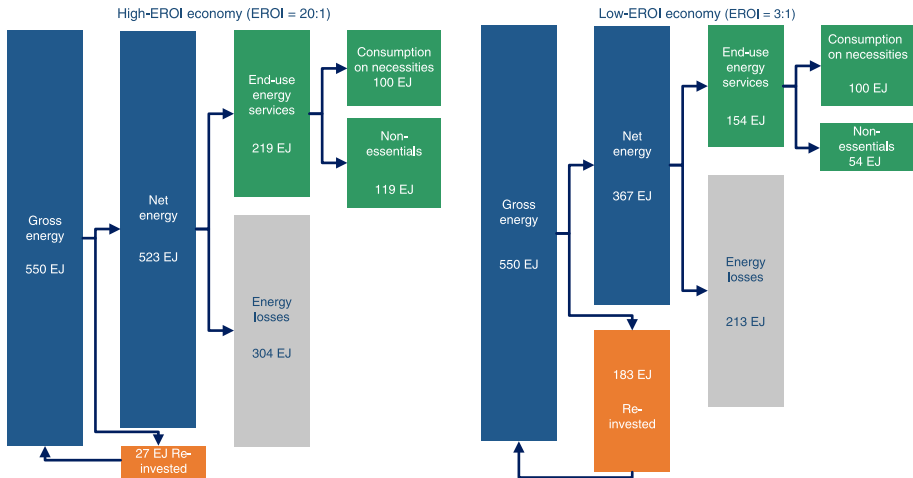
Plan de l'exposé

- 1 Des hommes et des joules
- 2 Le pic pétrolier mondial
- 3 La transition énergétique
- 4 **Énergie, société et complexité**

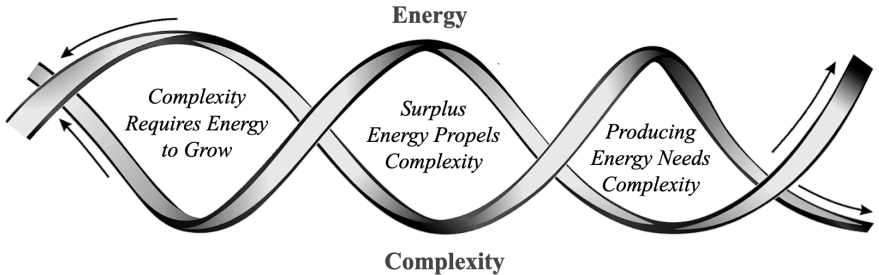
Énergie et métabolisme socio-économique



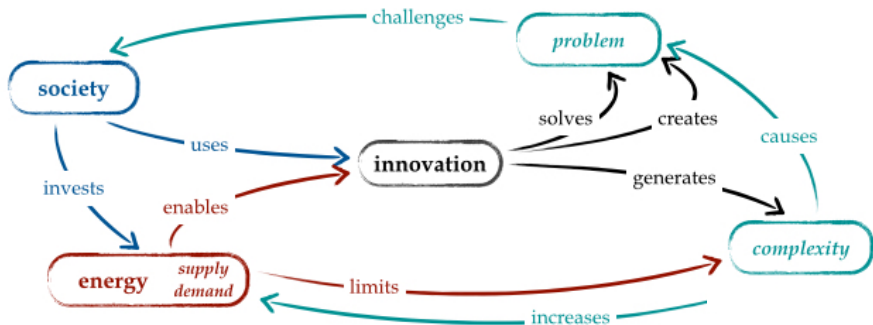
Énergie et métabolisme socio-économique



La spirale énergie-complexité



La spirale énergie-complexité



Ce dont je n'ai pas eu le temps de parler

- La **répartition** fortement **inégle** de la consommation d'énergie à travers le monde et à l'intérieur de chaque pays
- La **baisse** tendancielle de la **qualité** des énergies fossiles
- Le **dérèglement climatique** induit par leur combustion
- L'**électrification** requise des usages énergétiques et les multiples difficultés associées
- La **baisse** structurelle du **taux de retour énergétique** du mix énergétique mondial
- La remise en cause du niveau de **complexité socio-technique** existant, qui a été rendu possible par les énergies fossiles
- L'énergie **minimale** requise pour une **vie "décente"**

Des questions que nous pourrions nous poser

- À **quelles fins** utilisons-nous toute cette énergie ?
- L'existence contre-factuelle d'une source d'énergie **abondante** et "**propre**" serait-elle nécessairement une bonne nouvelle ?
- Une hypothétique civilisation industrielle reposant sur des sources d'énergie dites renouvelables serait-elle pour autant **soutenable** et **durable** ?

Tout se passe comme si l'espèce humaine avait choisi de mener une vie brève mais excitante, laissant aux espèces moins ambitieuses une existence longue mais monotone.

— Nicholas Georgescu-Roegen



"Oui, la planète a été détruite. Mais pendant un bon moment, on a créé énormément de valeur pour les actionnaires."

letiec.yolasite.com/anthropocene