

Energie, Climats, Ecosystemes

Électricité : ces restrictions qui inquiètent les Français

Anticipant de futurs problèmes d'approvisionnement cet hiver, fournisseurs d'énergie, collectivités et entreprises se mettent en ordre de bataille pour éviter des coupures.

«Si nous savons collectivement nous comporter de manière plus sobre et faire des économies d'énergie partout, alors il n'y aura pas de rationnement et il n'y aura pas de coupures», promettait, début septembre, Emmanuel Macron, exhortant ses concitoyens à être présents «au rendez-vous de la sobriété». Un mois plus tard, alors que le conflit en Ukraine s'enlise, que près de la moitié du parc nucléaire hexagonal reste à l'arrêt et que les températures baissent, les Français anticipent en achetant bougies, panneaux solaires portables ou piles rechargeables. Patrons d'entreprise et agriculteurs prennent également leurs précautions : les groupes électrogènes se vendent bien activement.

→ OLIVIER BARBEAU → FAUTE D'AVOIR ANTICIPÉ, LE GOUVERNEMENT ÉCÔPE → BUREAUX, USINES ET MAGASINS SE CONVERTISSENT À LA SOBRIÉTÉ → LE RETOUR DES COURS À DISTANCE INQUIÈTE LES ÉTUDIANTS PAGES 4, 9 ET L'EDITORIAL

nature

Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾ Subscribe

[nature](#) > [news explainer](#) > [article](#)

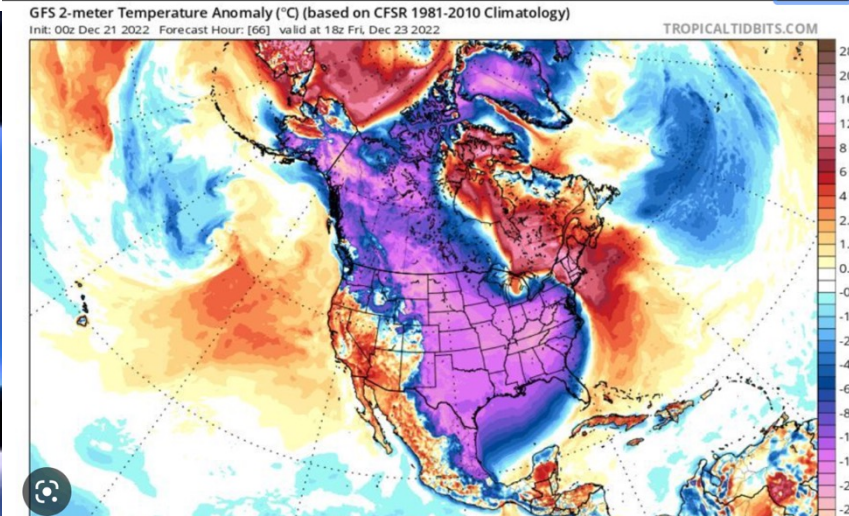
NEWS EXPLAINER | 21 March 2023 | Correction [22 March 2023](#)

The world faces a water crisis – 4



BFMTV.

Sécheresse: Béchu assure que des restrictions d'eau vont être prises "territoire par territoire"



Energie, Climats, Ecosystèmes

- **Comment Fonctionne la Science ?**
 - **Qu'est ce que l'Energie ?**
- **Comment Fonctionnent les Systèmes Vivants ?**
- **Relations Activité Humaine-Climat-Ecosystème**
- **Qu'est ce qu'on peut faire? Qu'est ce qui ne sert à rien ?**

Comment fonctionne la Science

Objectifs : Fournir des résultats de mesure qui soient vérifiables

Connecter ces résultats par des modèles/Théories qui soient vérifiables

Faire des prédictions qui soient vérifiables

L'information scientifique doit être rendue publique

Ceci se fait par la publication dans des journaux scientifiques internationaux qui répondent à un format rigoureux et où les publications sont évaluées par les pairs



On vérifie par des expériences, la comparaison avec les mesures déjà faites, des calculs mathématiques, des simulations informatiques...

Le plus beau raisonnement du monde n'est pas scientifique s'il ne peut pas être vérifié...

Methods

Datasets used for the Model

We report most of the thermodynamical data, the common ionic environments, and the justification of the kinetic equations in the Datasets in File S1. In the following, we illustrate the specific behavior of the involved physical, chemical or biological components.

Ionic Flows and Potential through the Membrane

Let us depict the cellular model represented in Figure 1 mathematically. We assume that the cell geometry is fixed by neglecting that water flows through the membrane. The charge balance is controlled by passive, electroneutral, electrogenic flows and capacitive currents that are described as follows.

Passive flows. If X represents a chemical species in Figure 1, with an inner concentration $[X]$ and an outer concentration $[X]_{out}$, then it flows out of the cell through the membrane surface S due to a permeability $P_X(\zeta_m)$. Here, $\zeta_m = \mathcal{F}E_m/(RT)$ represents the reduced electric potential where \mathcal{F} is the Faraday constant, R is the molar gas constant, T is the absolute temperature, and E_m is the electric potential difference between the cytosol and the outer medium. The Goldman-Hodgkin-Katz flux equation [10] provides the outward molar flux j_X as

$$j_X = -P_X(\zeta_m)\Psi(z_X\zeta_m)([X]_{out} - [X]e^{z_X\zeta_m}) \quad (1)$$

with $\Psi(u) = u(e^u - 1)^{-1}$ and z_X is the algebraic charge of X . The associated passive outward electric flux is $J_X = z_X\mathcal{F}j_X$ and the whole cell passive outward electric current is $I_X = S J_X$. We can simply convert the flux into an intake molar rate for a given cell volume \mathcal{V} as

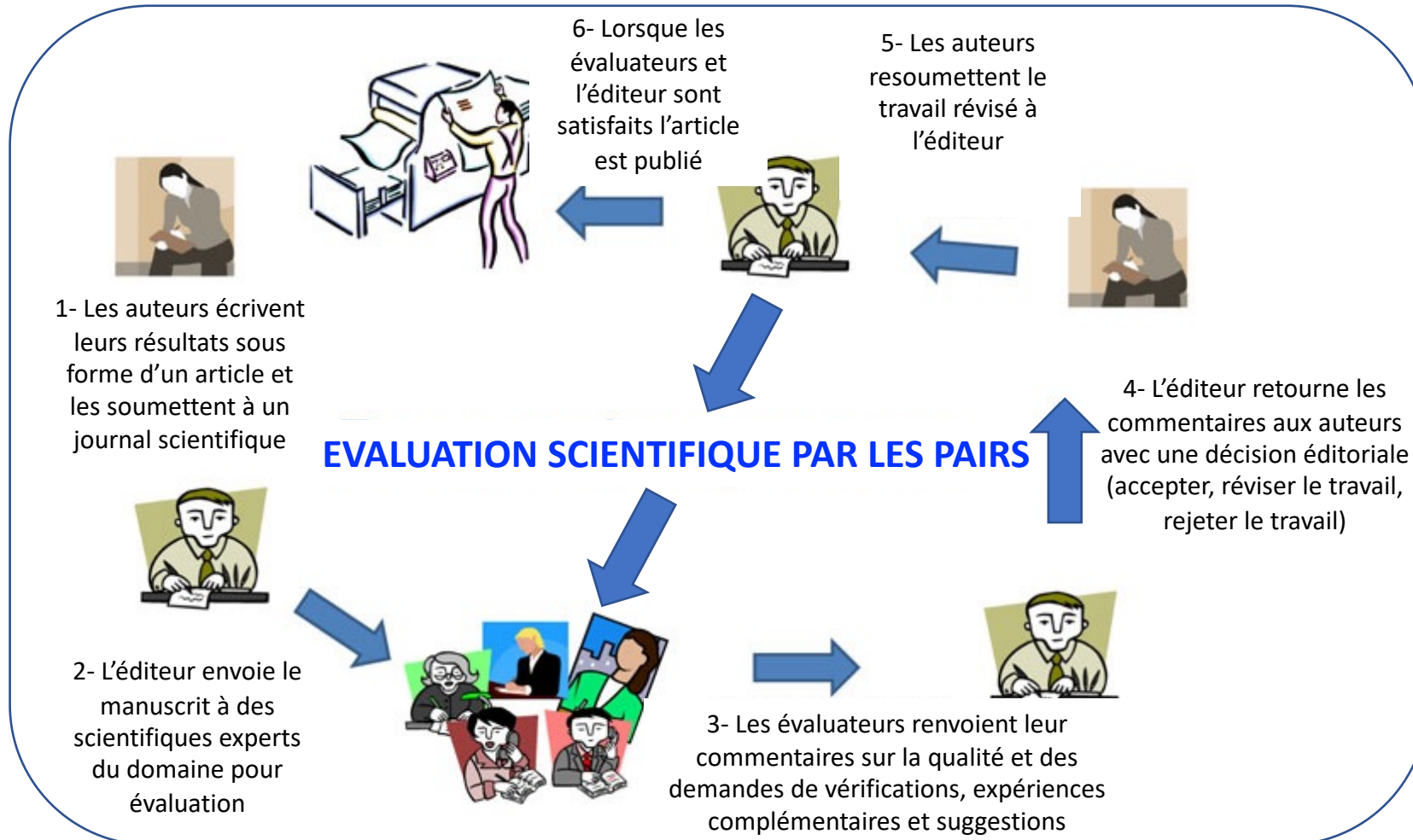
$$\partial_t[X]_{passive} = -\frac{S}{\mathcal{V}} j_X = \lambda_X(\zeta_m, z_X, [X]_{out}, [X]). \quad (2)$$

For the cellular system used in the electrophysiological measurements we recorded significant currents only for K^+ , Na^+ and Cl^- (CCL39 cells, see Figure S1 in File S1). This allows the determination of the corresponding permeabilities. Any other species can be taken into account if other cells are considered, and if values are available or measurable.

Electroneutral transports. The electroneutral AE2 exchanger keeps Cl^- ion concentration above its Nernst potential

Les données expérimentales et la méthodologie doivent figurer dans les articles

Comment les résultats scientifiques passent du laboratoire à la publication ?



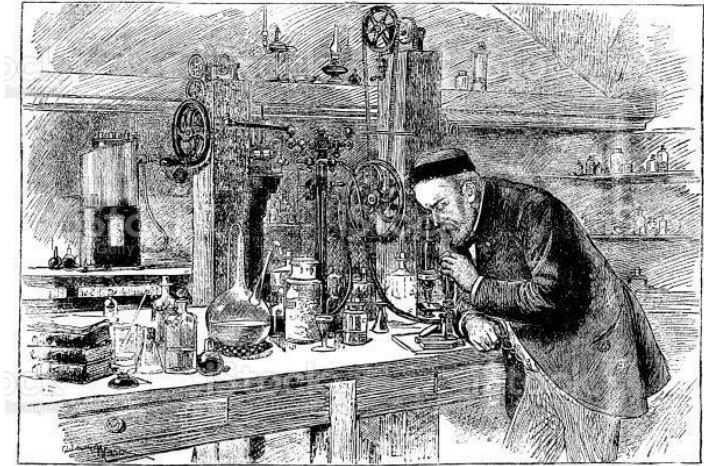
Une fois publiée, l'information est confrontée à toute la communauté scientifique et chaque laboratoire intéressé va l'examiner, la vérifier, la critiquer, l'utiliser...

Deux points importants

La science fournit les données et raisonnements qui sont vérifiables et critiquables et ont été examinés par les spécialistes du domaine

La place que l'on accorde à la science est une question de libre arbitre et pas de croyance : choisit on de s'appuyer sur des faits scientifiques vérifiables (comme expliqué précédemment) ou pas ?

La recherche se fait dans des communautés/équipes/instituts internationaux de milliers de personnes avec les équipements dont les performances ne se trouvent pas encore dans le public



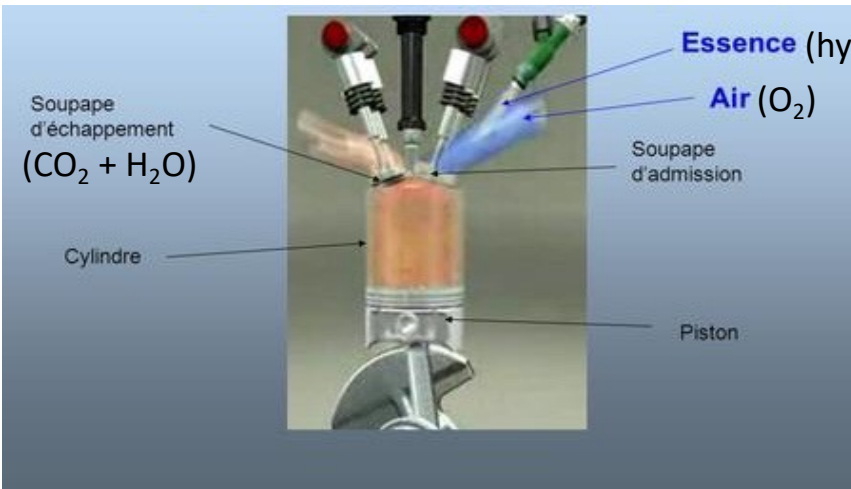
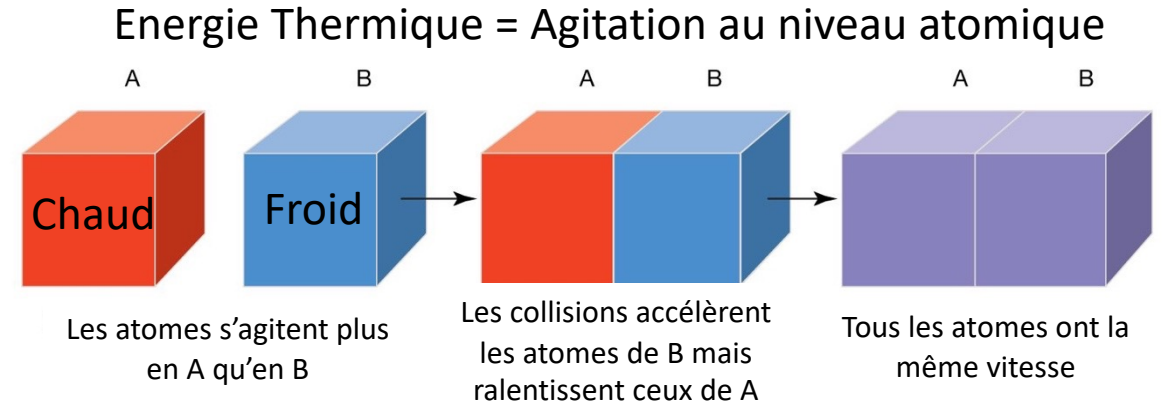
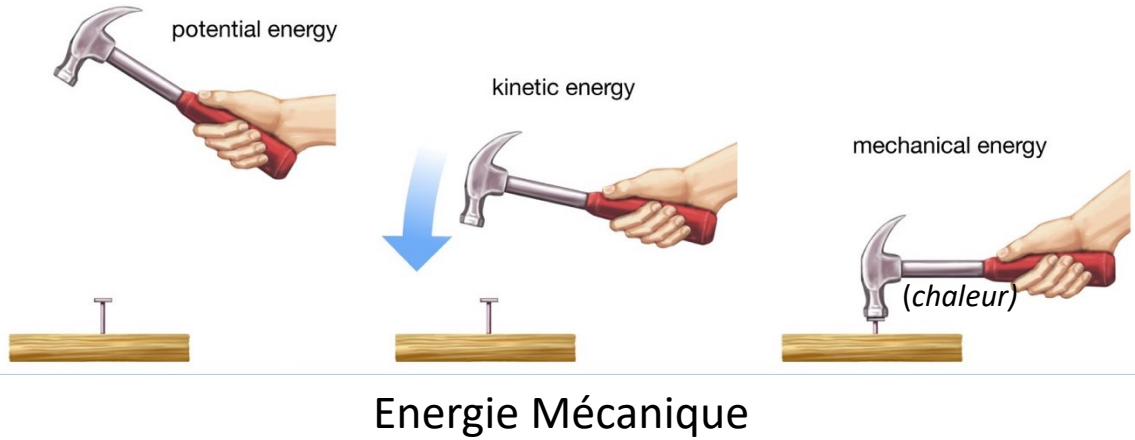
La science du 19eme siècle n'existe plus car elle ne peut plus répondre aux questions actuelles

Si quelqu'un vous dit qu'il est spécialiste mais ne travaille pas dans ou avec une équipe de recherche et/ou ne publie pas dans des journaux internationaux à comité de lecture; ayez encore plus de sens critique!



Qu'est ce que l'Energie ?

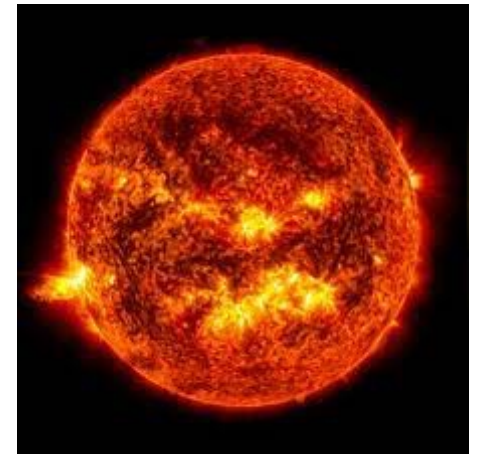
Il existe des définitions plus approfondies mais on va considérer ici qu'il s'agit de la **grandeur physique qui quantifie la transformation d'un système**



Energie Chimique (→ Energie Mécanique)

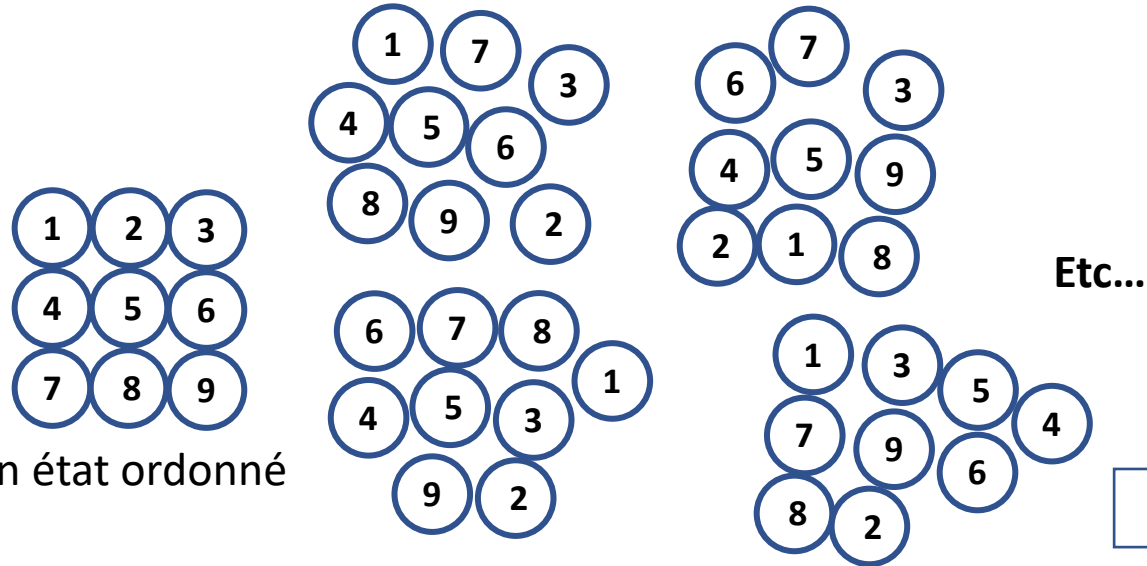


Energie Lumineuse

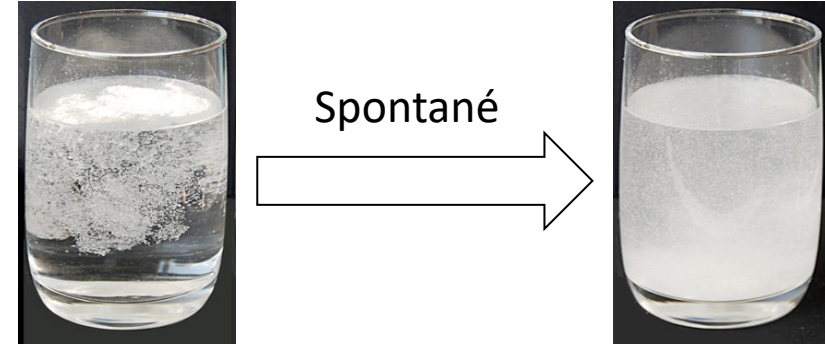


Energie Nucléaire

Energie et Organisation



L'énergie associée à la désorganisation s'appelle l'Entropie

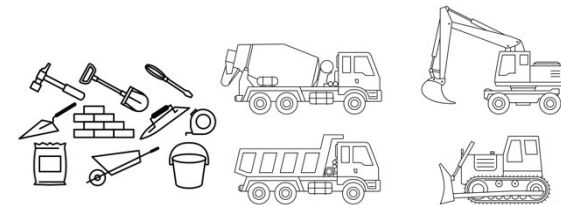


Si on observe un assortiment d'objets le plus probable est d'avoir un état désordonné



Temps

A large white arrow points from the well-maintained house to the dilapidated house, with the word 'Temps' written below it, indicating the passage of time.



Travail = Energie

Chaleur, pollution...
= Entropie

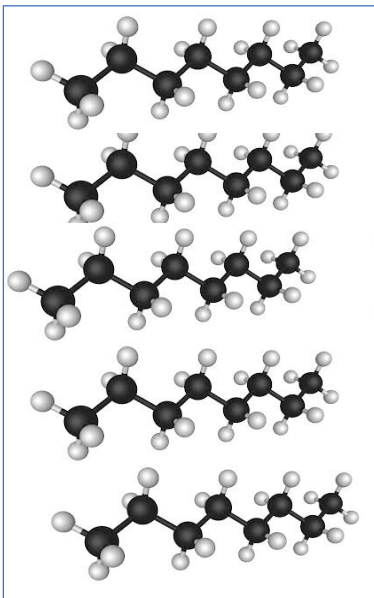
A blue arrow points from the text 'Travail = Energie' down to 'Chaleur, pollution... = Entropie', indicating that the energy used for work is converted into entropy.



Quoi que l'on fasse l'entropie (plus probable) augmente toujours plus que l'organisation
→ il n'y a aucune énergie « propre »

A large blue arrow points from the left towards the text, emphasizing the conclusion that entropy increases more than organization, and that there is no 'free' energy.

Energie Chimique
contenue dans les
hydrocarbures

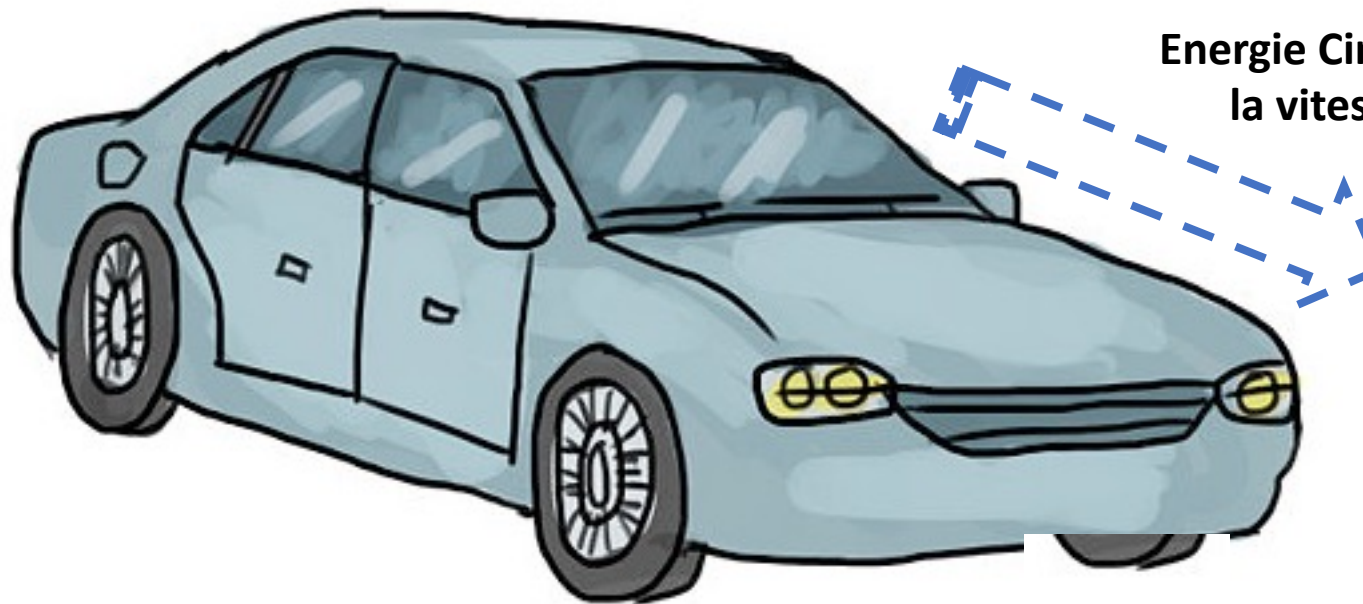
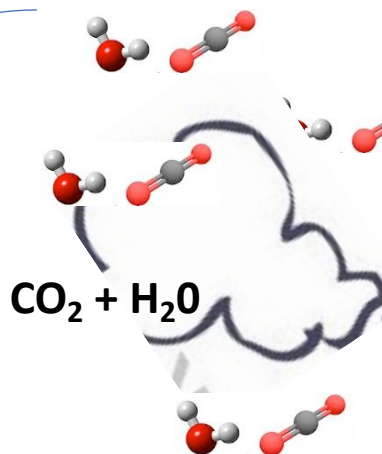


Hydrocarbures



Energie Cinétique associée à
la vitesse du véhicule

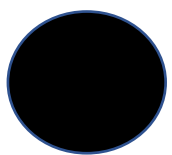
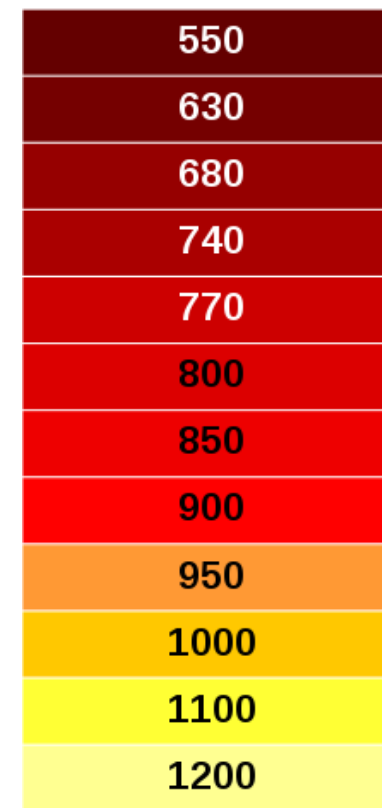
Forte
augmentation
du désordre
= Entropie



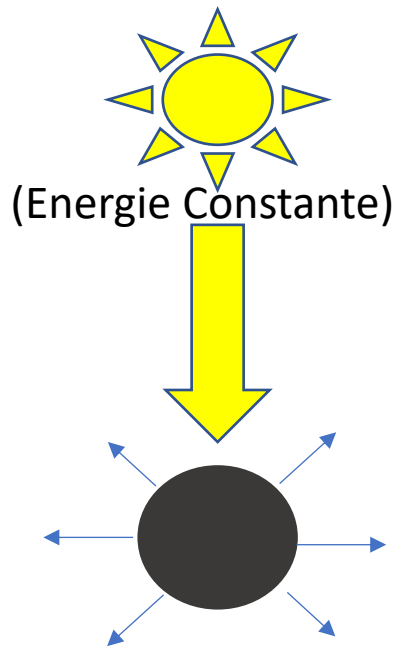
Pour se déplacer un véhicule va utiliser une fraction de l'énergie présente dans le carburant et transformer des grosses molécules rangées dans le réservoir en petites molécules qui vont se disséminer dans toute l'atmosphère

Relation entre énergie lumineuse et température

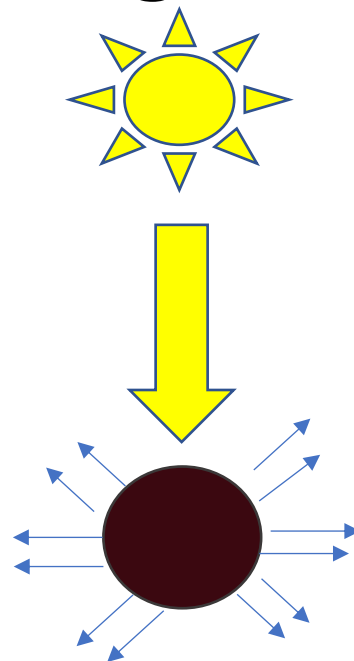
Temperature (°C)



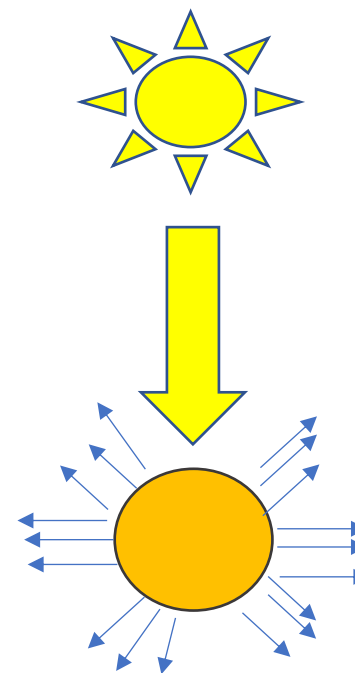
~0 Absolu



L'objet chauffe et commence à émettre de la lumière

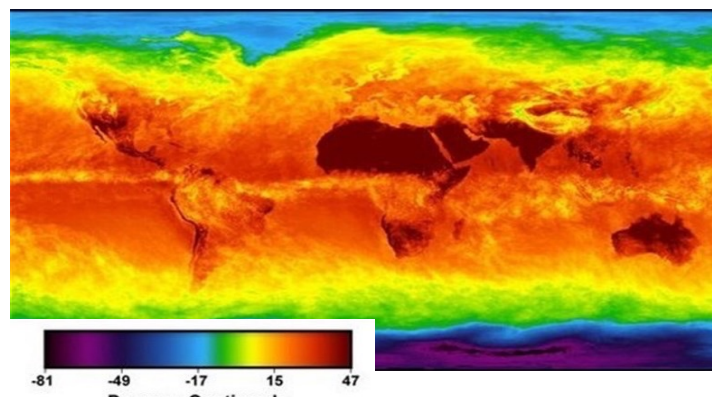
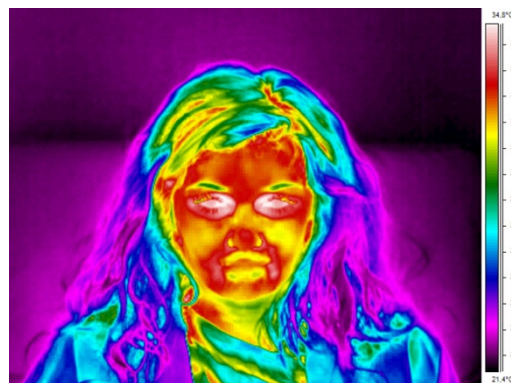


La température augmente et l'énergie lumineuse émise aussi

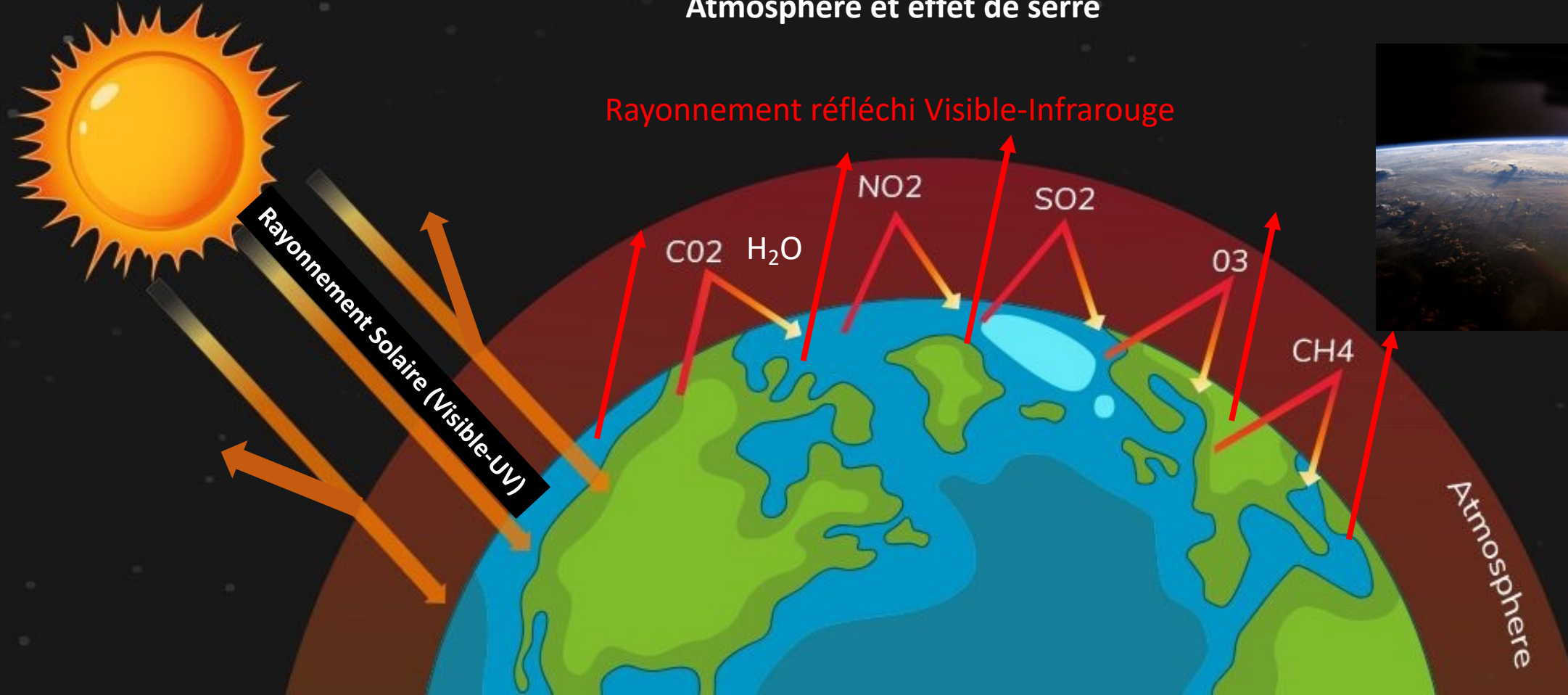


La température est stable lorsque la quantité d'énergie rayonnée est égale à la quantité d'énergie reçue

Aux alentours de la température ambiante les objets émettent une forte quantité de **rayonnements infrarouges**



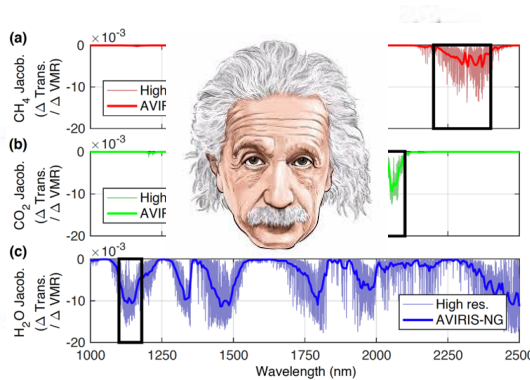
Atmosphère et effet de serre



Joseph Fourier (1768-1830)



Albert Einstein (1879-1955)



Il s'agit de petites proportions de gaz à effet de serre sinon la température serait très élevée



Des variations de ces petites proportions ont des effets très mesurables

CO₂ : 0,03%
Vapeur d'eau : 0,97%
(alcoolémie max: 0,01%)

3,8 Milliards d'années

~600 Millions d'années

2,6 millions d'années

Depuis 11700 ans

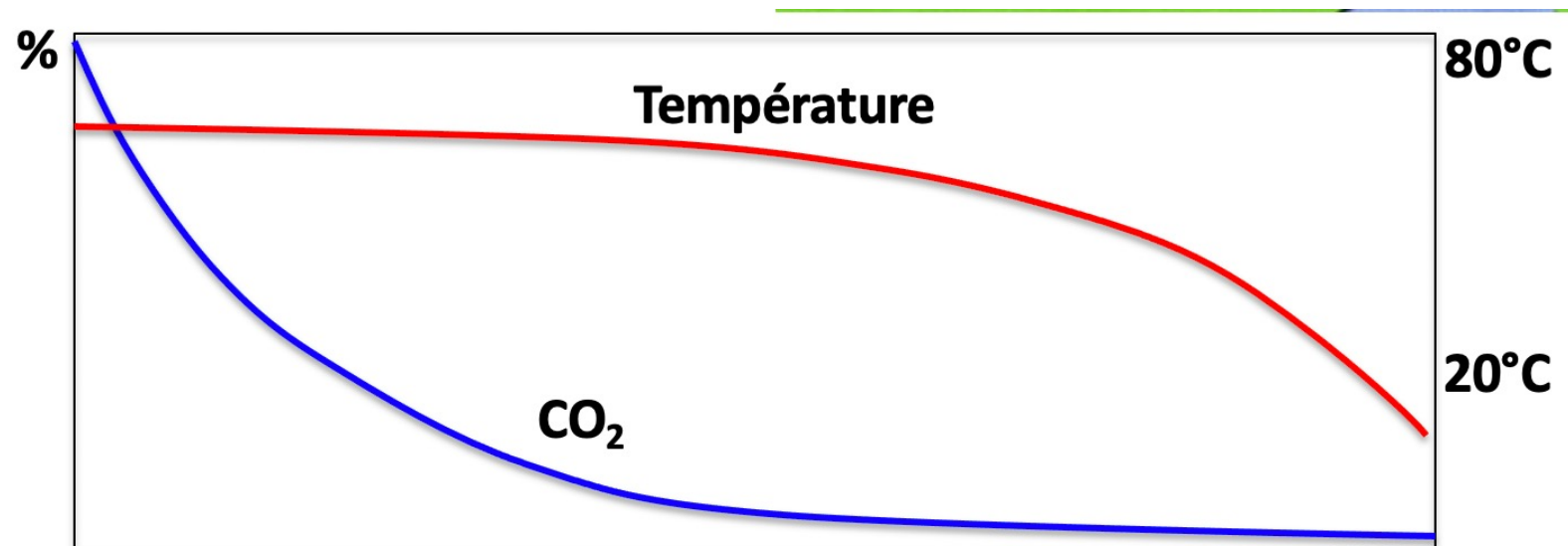


Fort CO_2 → Microorganismes
Photosynthèse
(puissance du soleil 1./3 de l'actuelle)

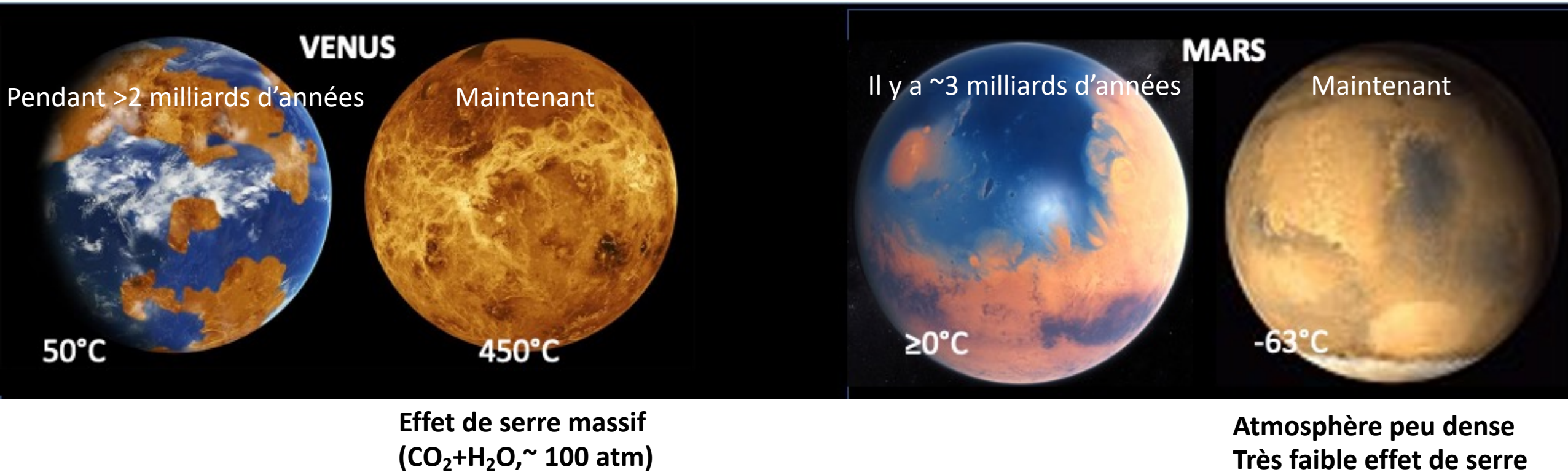
Fort % O_2 (enfouissement du
 CO_2) → Apparition des
organismes à fort métabolisme
(pluricellulaires)

Fort % O_2 avec âge glaciaire
(climat froid et peu stable)

Climat stable → Agriculture,
Emergence Civilisation actuelle



Les autres planètes ont aussi une température régulée par l'effet de serre

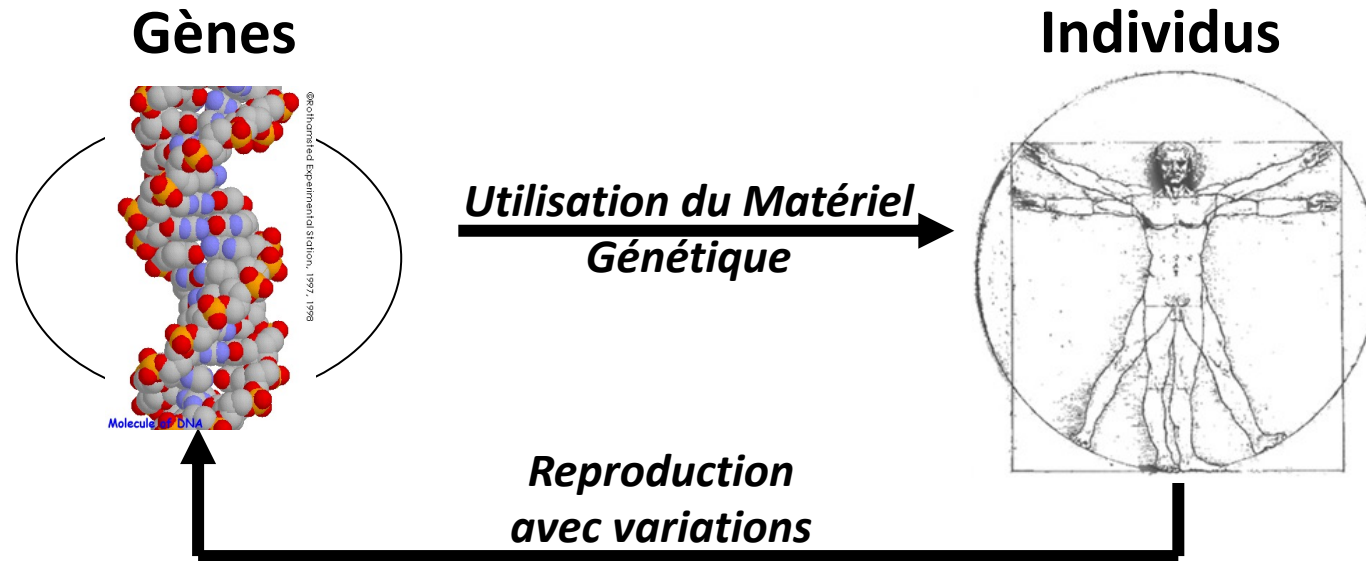


Informations à retenir sur l'Énergie

- L'énergie est une grandeur qui quantifie la transformation des systèmes physiques
- Elle peut prendre différentes formes qui peuvent se transformer de l'une à l'autre
- Toute transformation physique s'accompagne d'une augmentation d'entropie
- Plus une transformation nécessite d'énergie plus elle dégage de l'entropie
- Aucune énergie n'est propre...
- L'interaction rayonnement solaire-composition de l'atmosphère détermine au premier ordre la température terrestre

- La source d'énergie qui alimente la vie sur terre est le rayonnement solaire

Les êtres vivants sont des répliqueurs



Les gènes contiennent le plan permettant de fabriquer une machinerie (cellules, tissus, organes...) qui va leur permettre de se répliquer.

Cette machinerie permet la résolution de problèmes d'ingénierie biologique : se nourrir, se déplacer, se reproduire, résister aux agressions...

Comme les ressources sont limitées il y a compétition entre les individus pour la survie et la reproduction

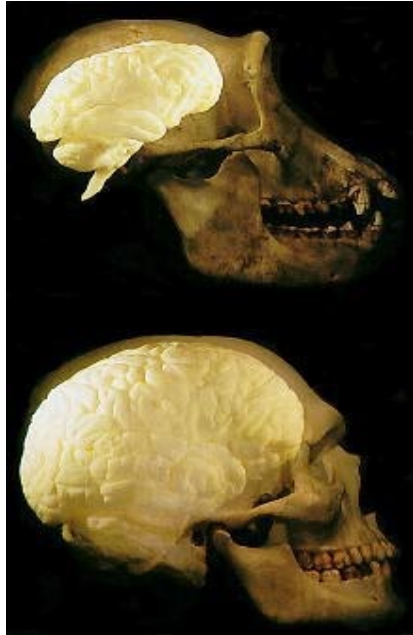
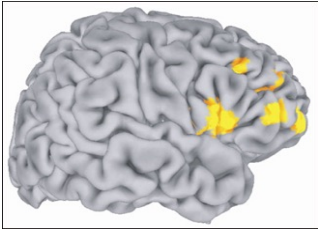
Les modifications évolutives apparaissent par mutation c'est-à-dire une fois par génération



L'évolution est généralement lente pour les animaux et les plantes qui se reproduisent lentement (pas pour les microbes)

Chez l'homme, la sélection naturelle a produit un seul organe spécialisé

Cela nous rend capables de concevoir des outils mimant des fonctions d'autres organes spécialisés



Se défendre contre des prédateurs



Capter des proies



Optimiser son attrait reproductif



Utiliser une ressource difficile d'accès

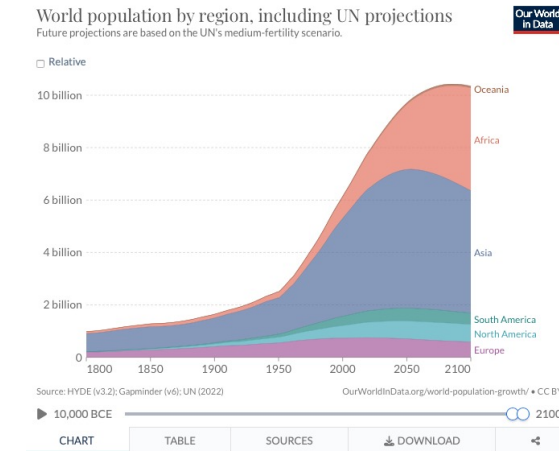
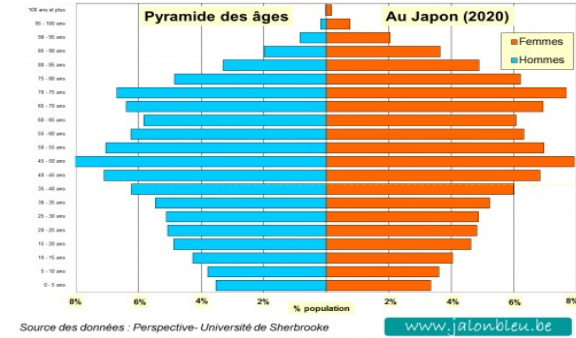
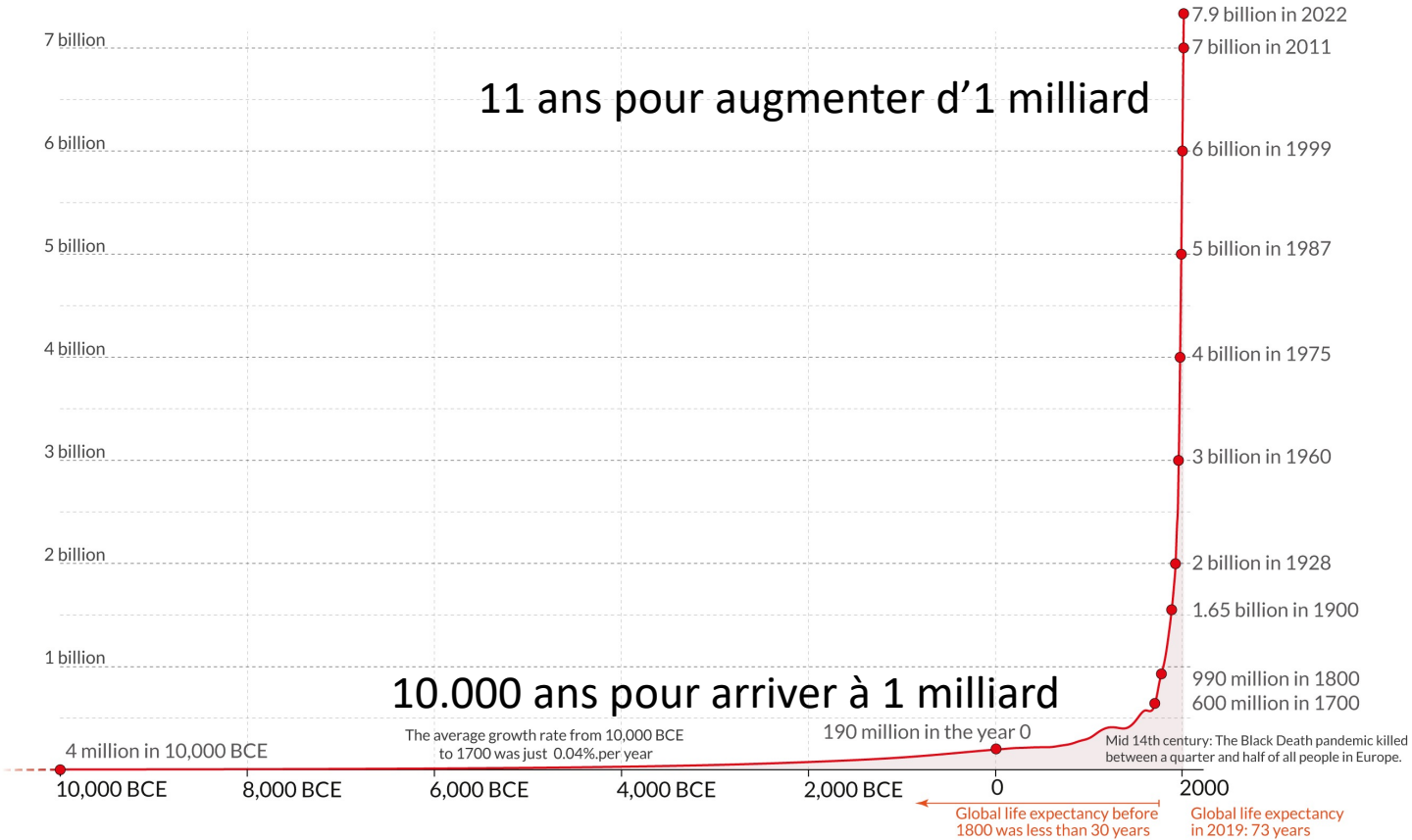
Cela fait que l'homme court-circuite la sélection naturelle car il introduit des variations beaucoup plus vite que l'évolution

Avec la révolution industrielle et les progrès de la biologie cela augmente la population à un rythme jamais vu sur terre



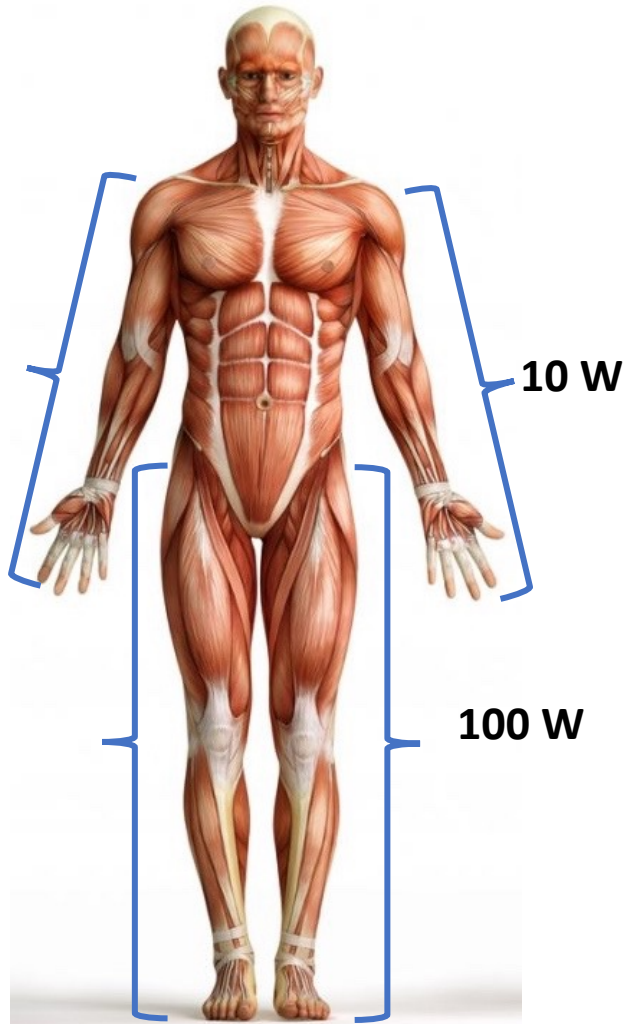
The size of the world population over the last 12.000 years

Demographers expect rapid population growth to end by the end of the 21st century. The UN demographers expect a population of about 11 billion in 2100.



Max Roser, Hannah Ritchie, Esteban Ortiz-Ospina and Lucas Rodés-Guirao (2013) - "World Population Growth". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/world-population-growth' [Online Resource]

Energie, Humains et Machines



1000 W

x 10

x 100

Diagram illustrating that 1000 W is equivalent to the power of 10 vacuum cleaners, 10 cyclists, or 100 pull-ups.

80 kW

x 800

Diagram illustrating that 80 kW is equivalent to the power of 800 SUVs or 800 cyclists.

250 kW

x 25 000

x 2500

Diagram illustrating that 250 kW is equivalent to the power of 25,000 cranes or 2,500 hand pulls, or 2,500 cyclists.

500 kW

x 5000

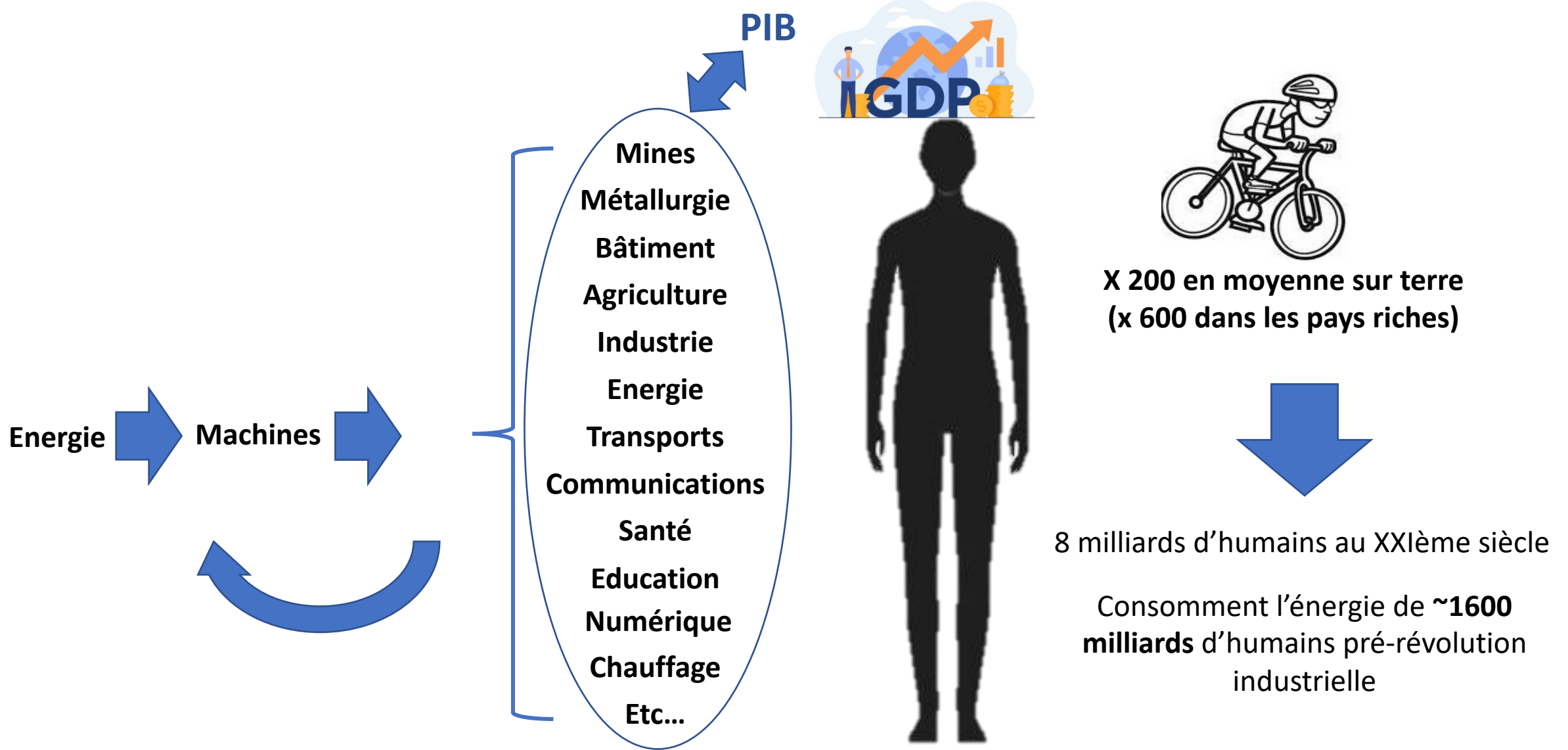
Diagram illustrating that 500 kW is equivalent to the power of 5,000 trucks or 5,000 cyclists.

1GW

x 10 000 000

Diagram illustrating that 1 GW is equivalent to the power of 10,000,000 cyclists.

Energie et Economie

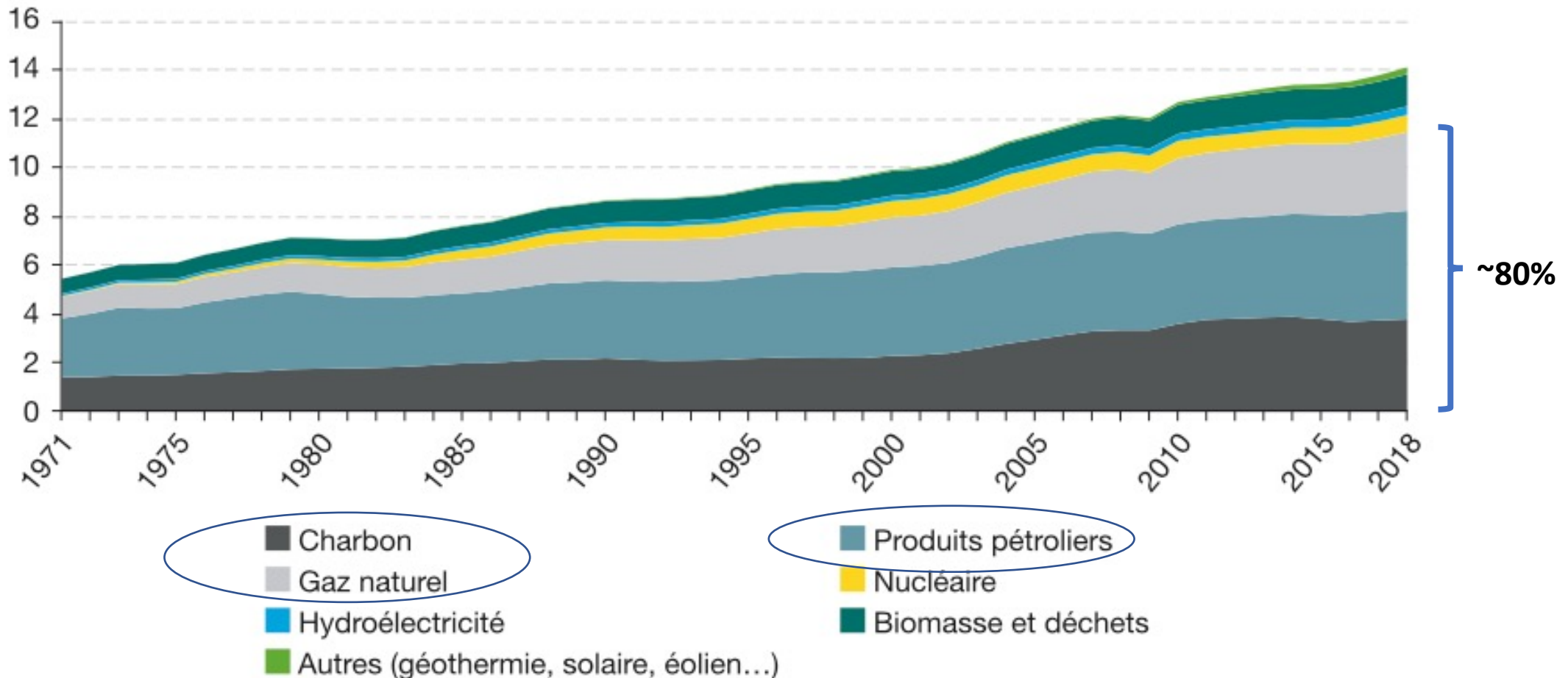


➔ **Croissance (augmentation du PIB) = Augmentation de la consommation d'énergie**

L'humanité utilise en majorité des énergies fossiles

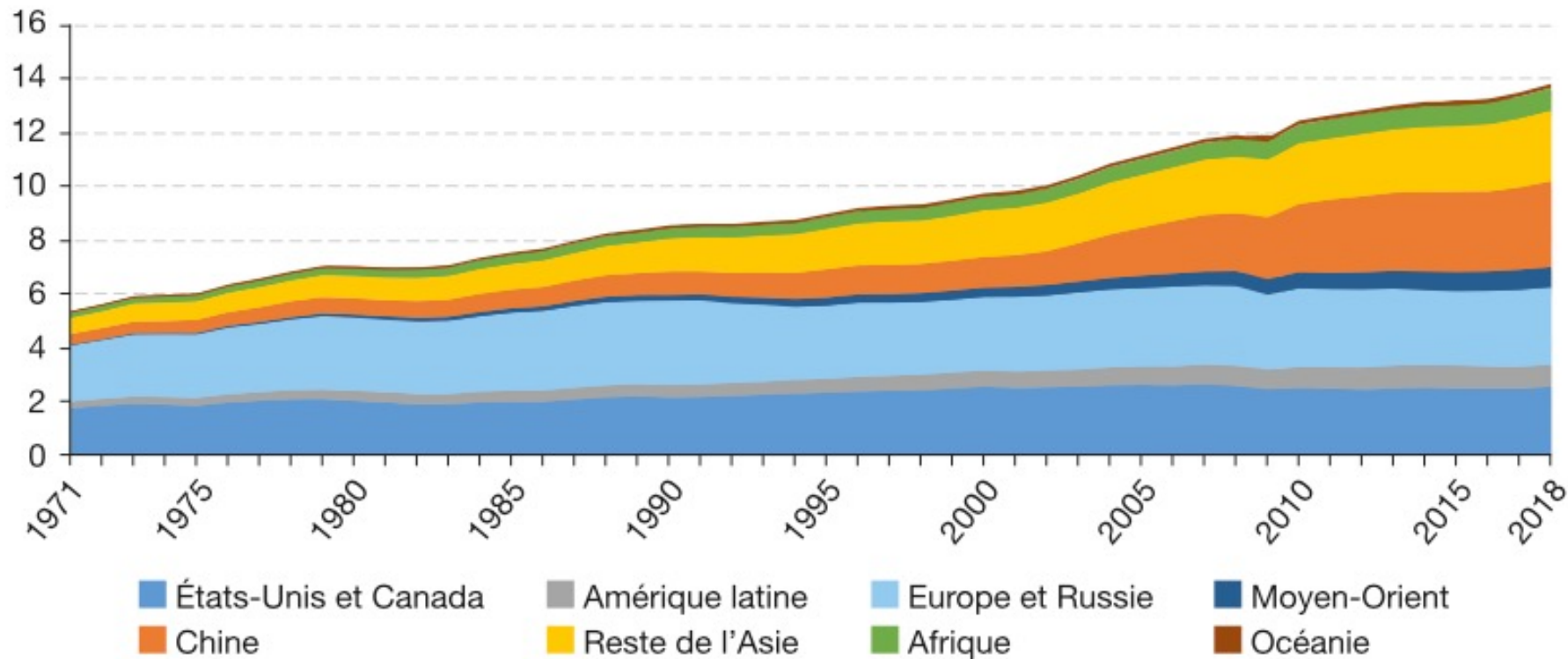
CONSOMMATION MONDIALE D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR ÉNERGIE

En Gtep



CONSOMMATION MONDIALE D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR ZONE GÉOGRAPHIQUE

En Gtep



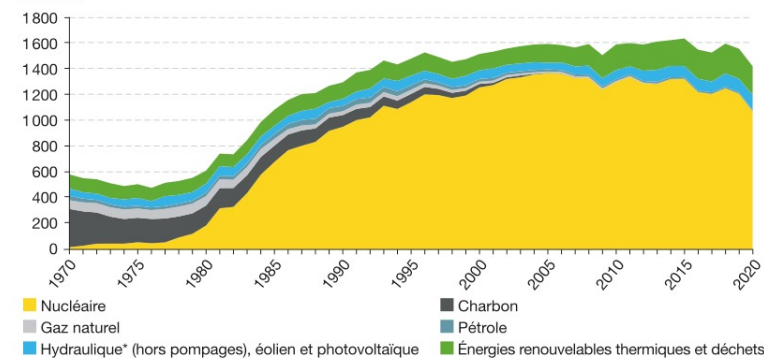
Source	%
Charbon	0.8
Pétrole	43.9
Gaz	19.6
Bois Déchets	8.4
Electricité	24.7
Divers chauffage géothermie)	2.6

>64% Energies Fossiles

PRODUCTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR ÉNERGIE

Total : 1 423 TWh en 2020

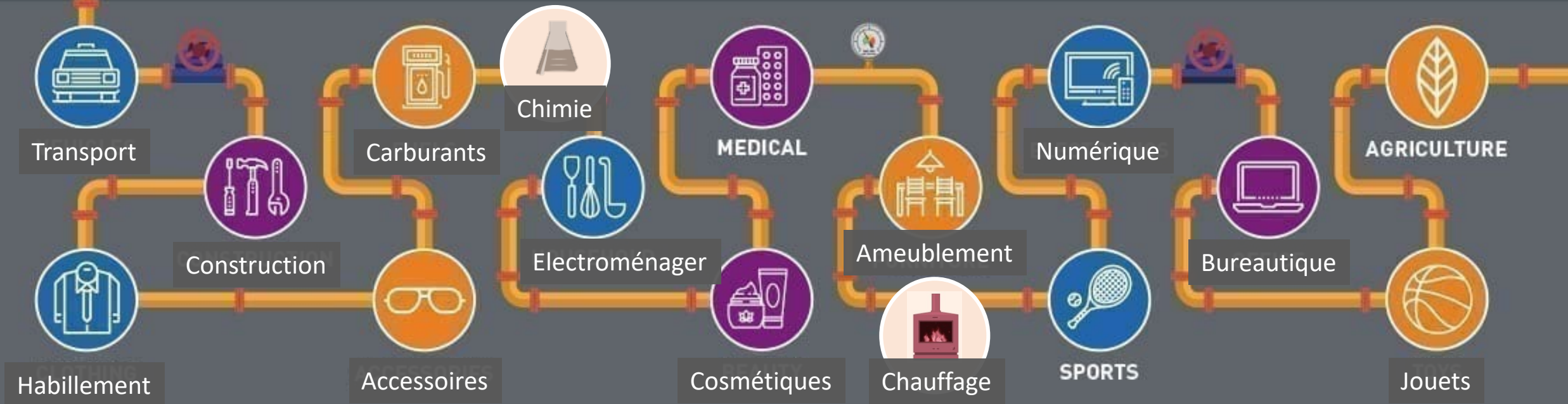
En TWh



Utilisation des hydrocarbures



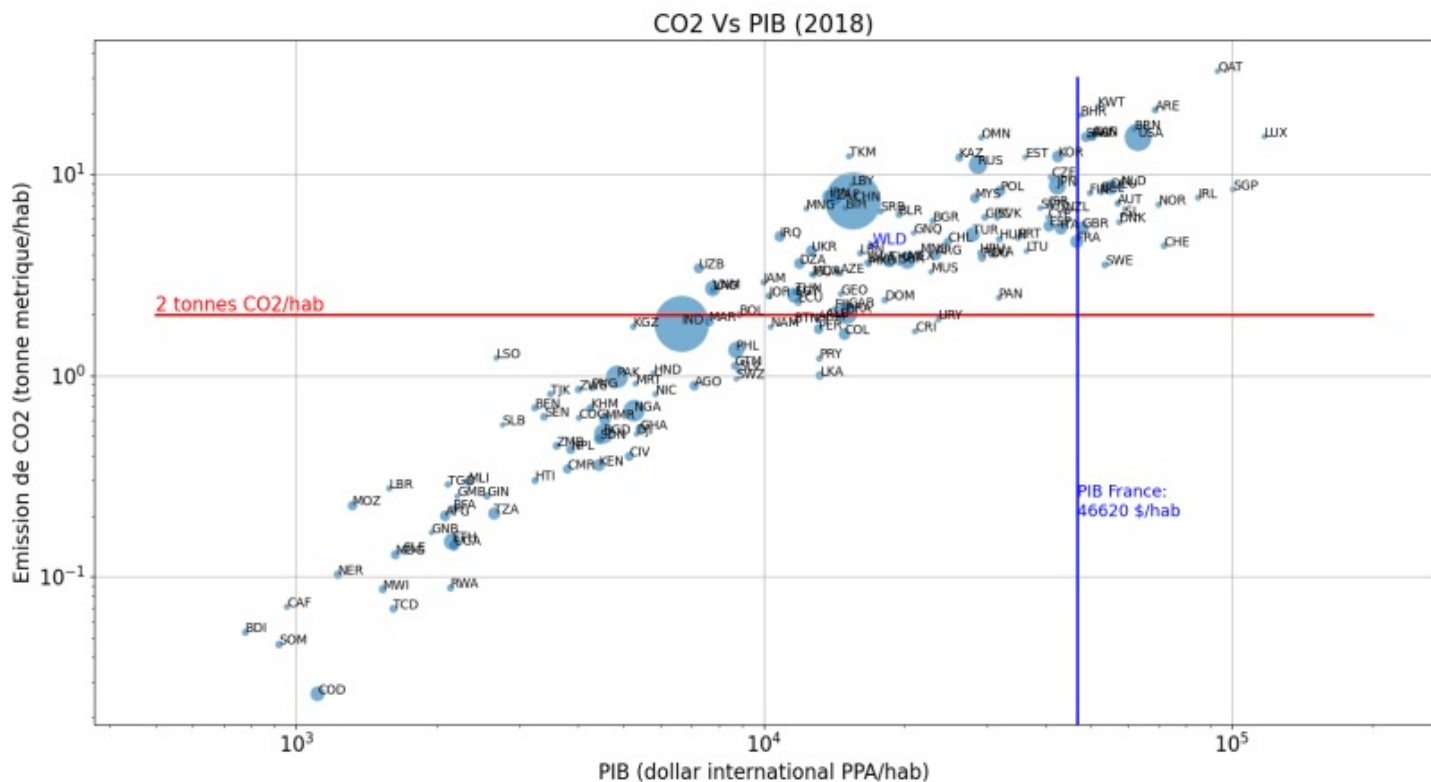
International Association of Oil & Gas Producers



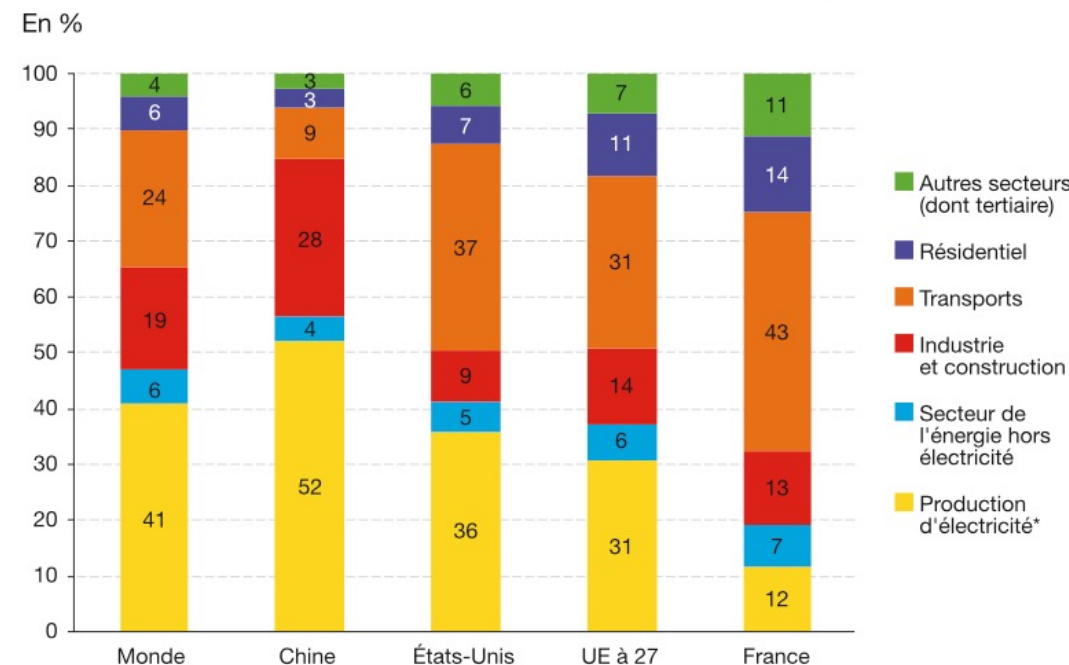
Mines, Métallurgie, Construction, Routes, Renouvelables...



La relation entre économie et CO₂ est la consommation d'énergie (majoritairement fossile)



ORIGINE DES ÉMISSIONS DE CO₂ DUES À LA COMBUSTION D'ÉNERGIE EN 2019



Le PIB est directement proportionnel à l'énergie consommée et donc au CO₂ émis

Actuellement Croissance économique = croissance des émissions de CO₂

Rappelez vous le CO₂ est un gaz à effet de serre

3,8 Milliards d'années

~600 Millions d'années

2,6 millions d'années

Depuis 11700 ans

Depuis 150 ans



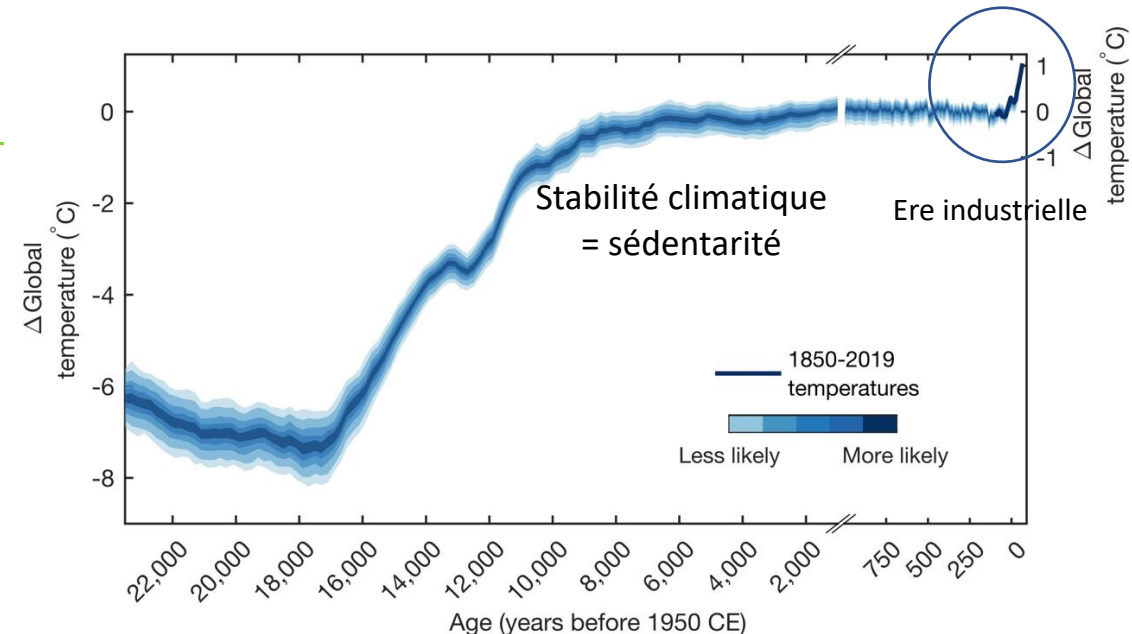
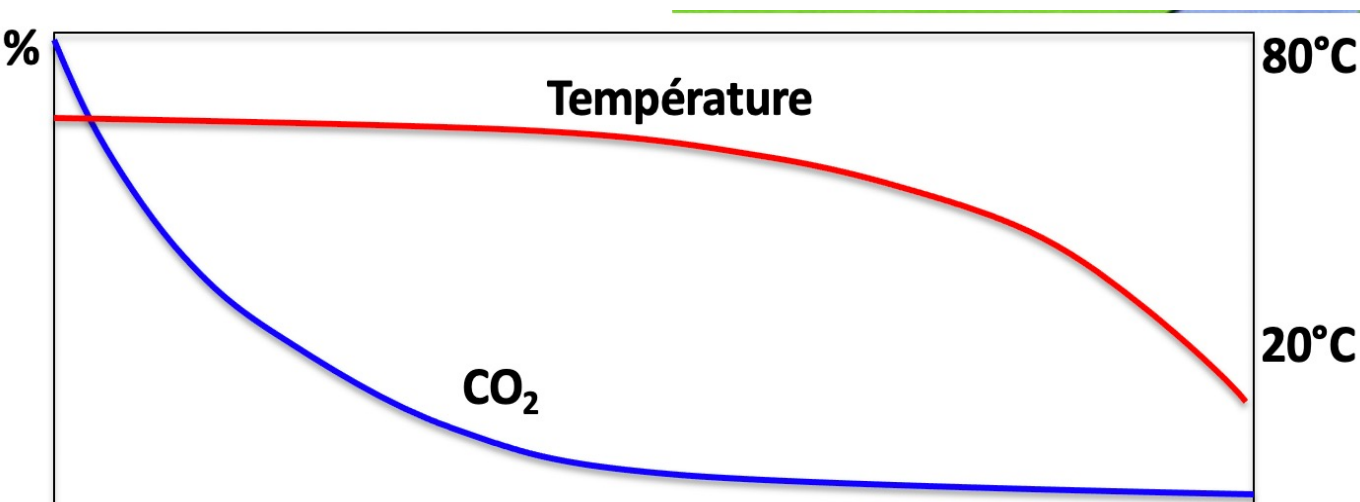
Fort CO₂ → Microorganismes
Photosynthèse
(puissance du soleil 1./3 de l'actuelle)

Fort % O₂ et enfouissement du
CO₂ → Apparition des
organismes à fort métabolisme
(pluricellulaires)

Fort % O₂ avec âge glaciaire
(climat froid et peu stable)

Climat stable → Agriculture,
Emergence Civilisation actuelle

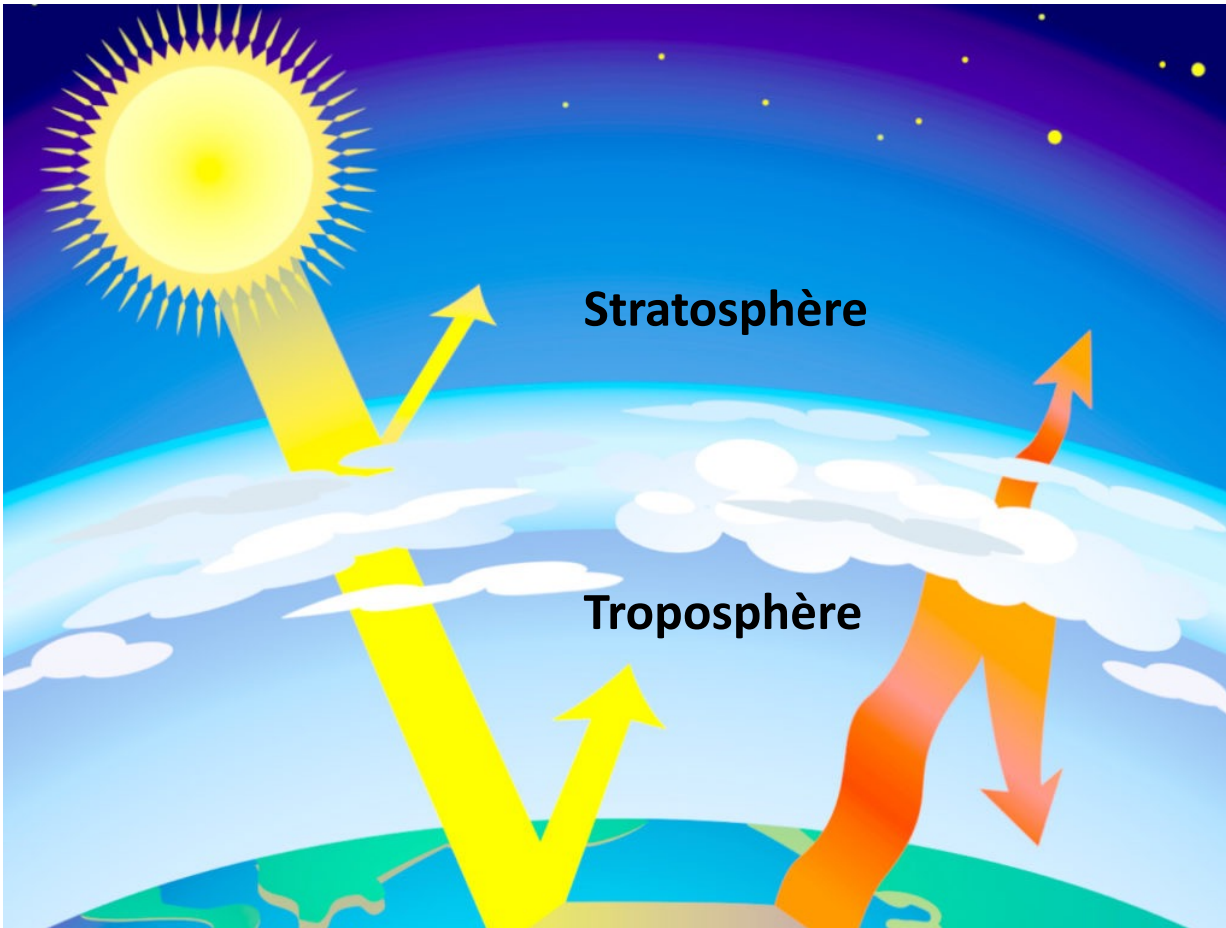
Augmentation CO₂
atmosphérique



<https://phys.org/news/2021-11-global-temperatures-years-today-unprecedented.html>

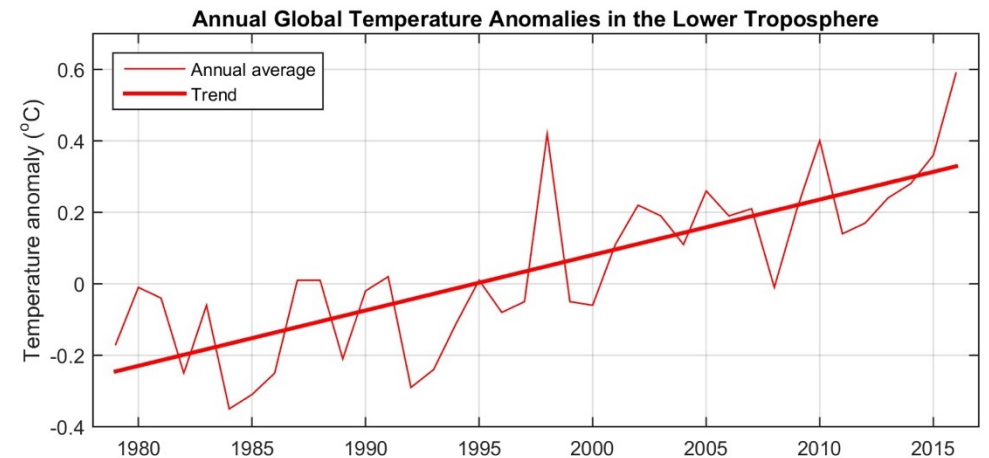
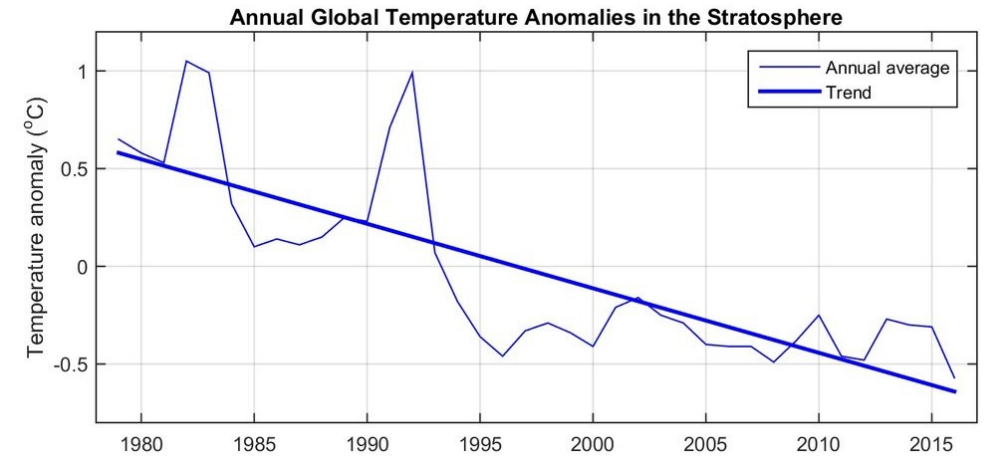
Augmentation du flux solaire ou effet de serre ?

Si le rayonnement solaire augmente la température augmente dans la stratosphère et dans la troposphère



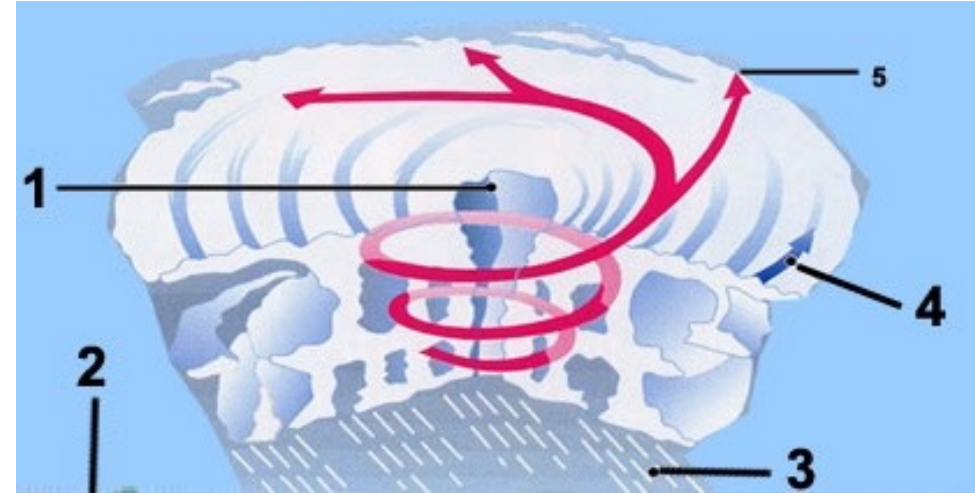
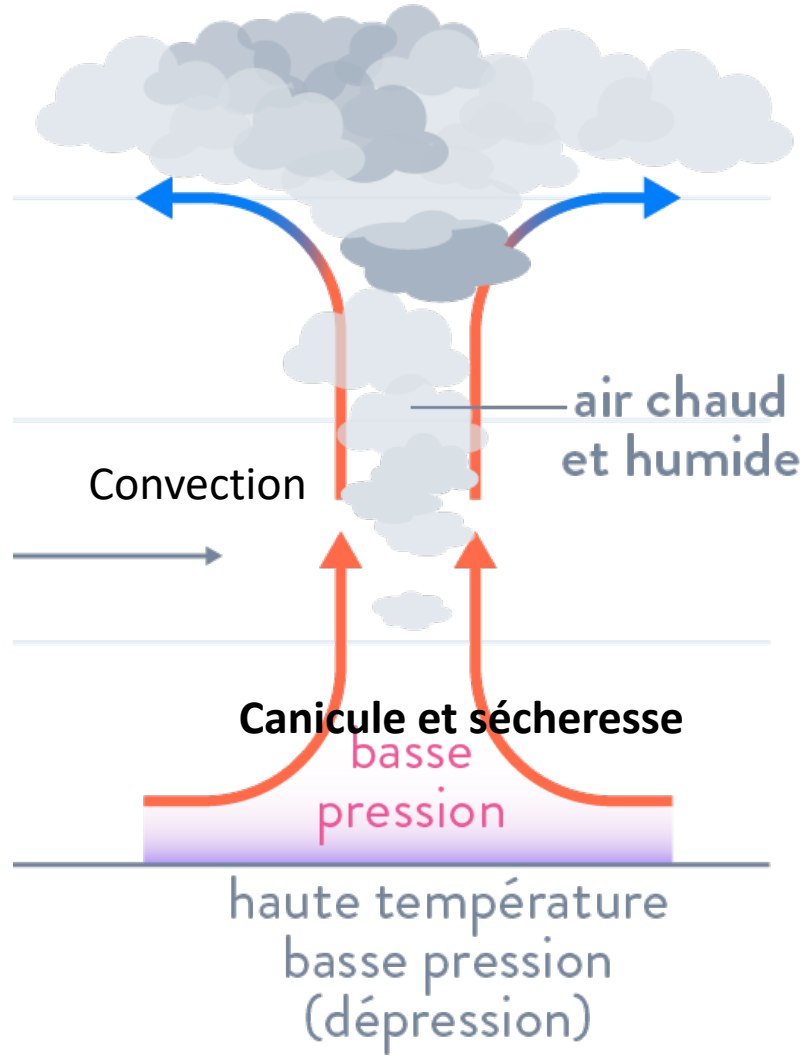
Si l'effet de serre augmente la chaleur est piégée dans la troposphère et il y a moins de chaleur dans la stratosphère

Mesures de température stratosphère et au sol



Relation Effet de Serre et Instabilité Climatique

Plus de convection et d'humidité qui rencontre de l'air plus froid en hauteur



Un point sur les températures moyennes

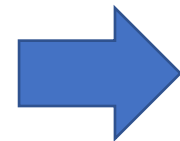
Les températures sont mesurées avec des capteurs météo répartis sur le globe (terre, océans) et des satellites (infrarouge)

Air 30°C
Eau 25°C
Sable 50°C

→ Température moyenne sur la surface de la baie ~33 °C (*surface mer ~ 2x surface plage*)

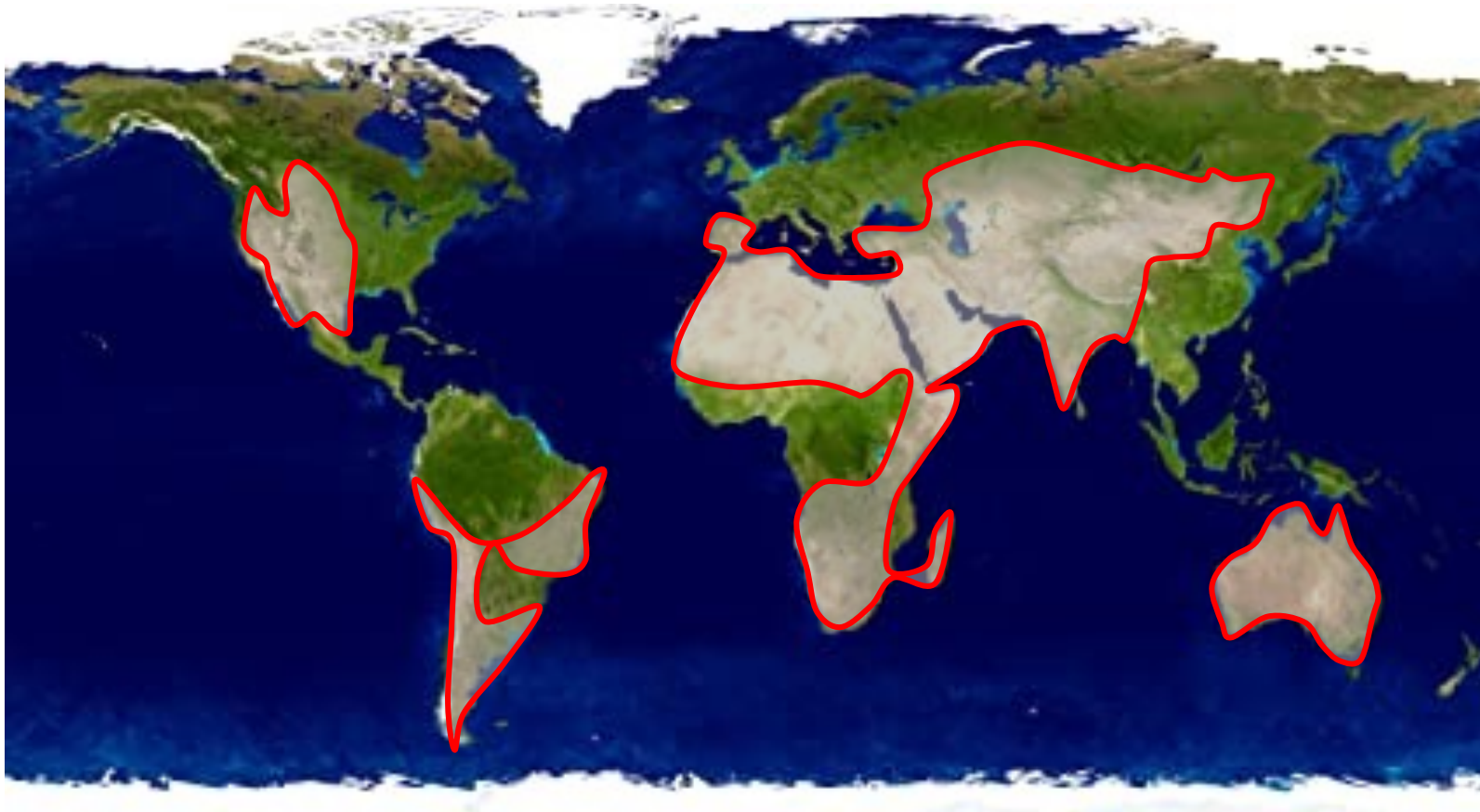


Océans = 70% de la surface du globe
+2°C en moyenne → plus de 4°C sur les continents
+4°C en moyenne → >10°C à ??? sur les continents



Les effets ne sont pas linéaires (amplification)

Les effets de l'activité humaine sur l'écosystème terrestres

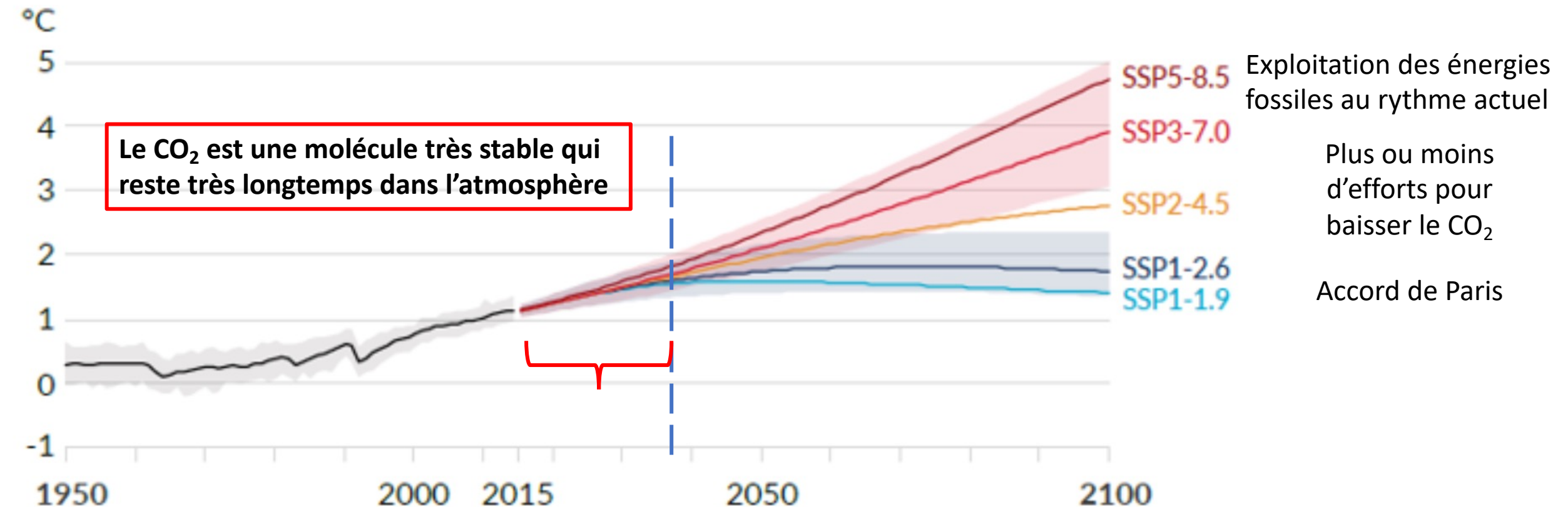


- Réchauffement global
- Instabilités climatiques
- Pollution/acidification des océans
- Diminutions des forêts
- Diminutions des réserves d'eau
- Perte de biodiversité
- Diminutions des surfaces cultivables
- Mouvements de population

Que peut on faire ?

Les scientifiques s'efforcent de modéliser l'évolution des températures selon notre production de CO₂

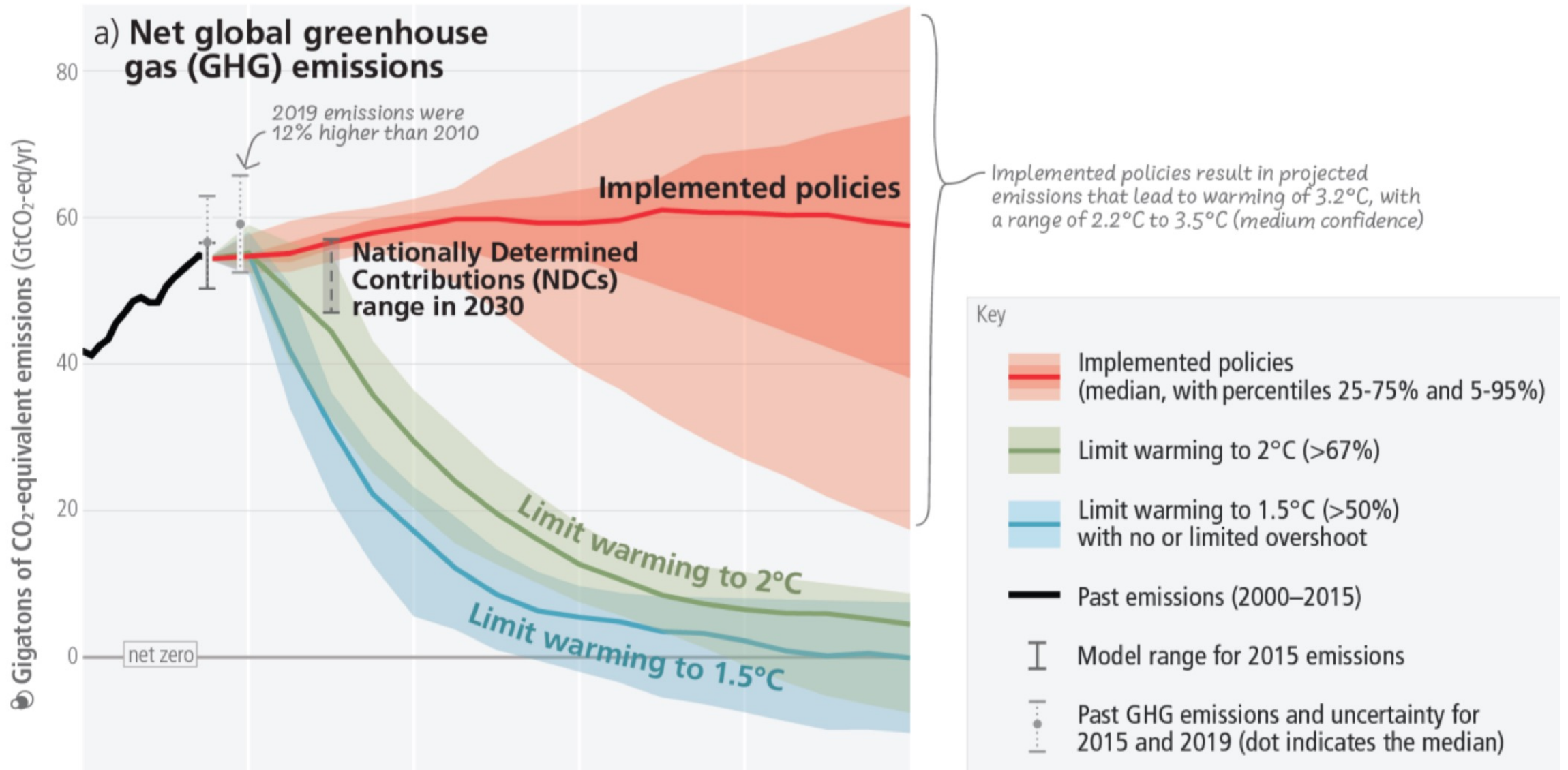
a) Global surface temperature change relative to 1850-1900



Quel que soit le scénario la température va augmenter jusqu'à 2050 (GIEC : +1.5°C dans 10 ans)

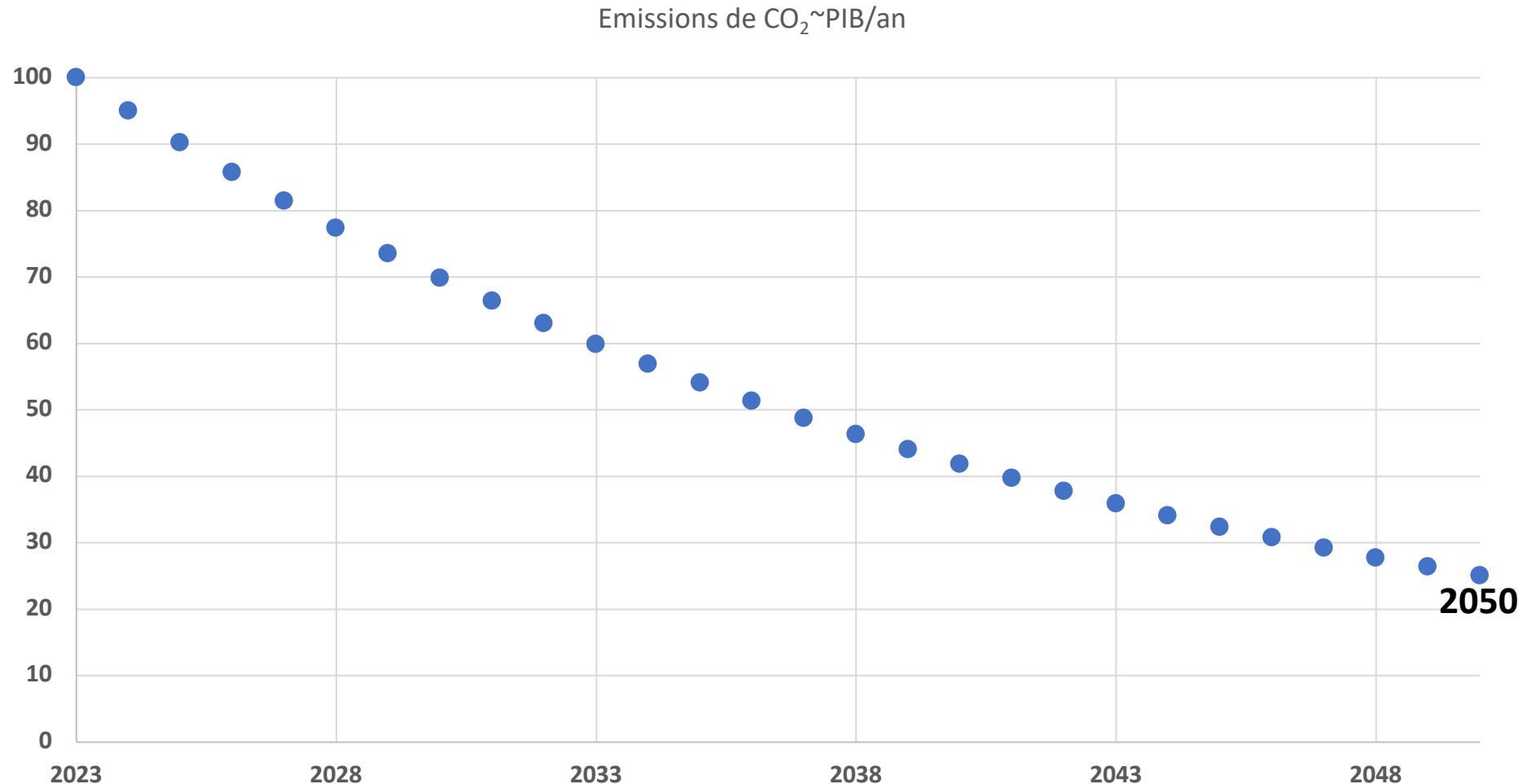
Quelle(s) solution(s) ?

Rester dans un scénario $\sim +2^{\circ}\text{C}$ revient à ce que nos enfants et petits enfants émettent en 2050 au maximum $\frac{1}{4}$ du CO_2 que l'on émet actuellement



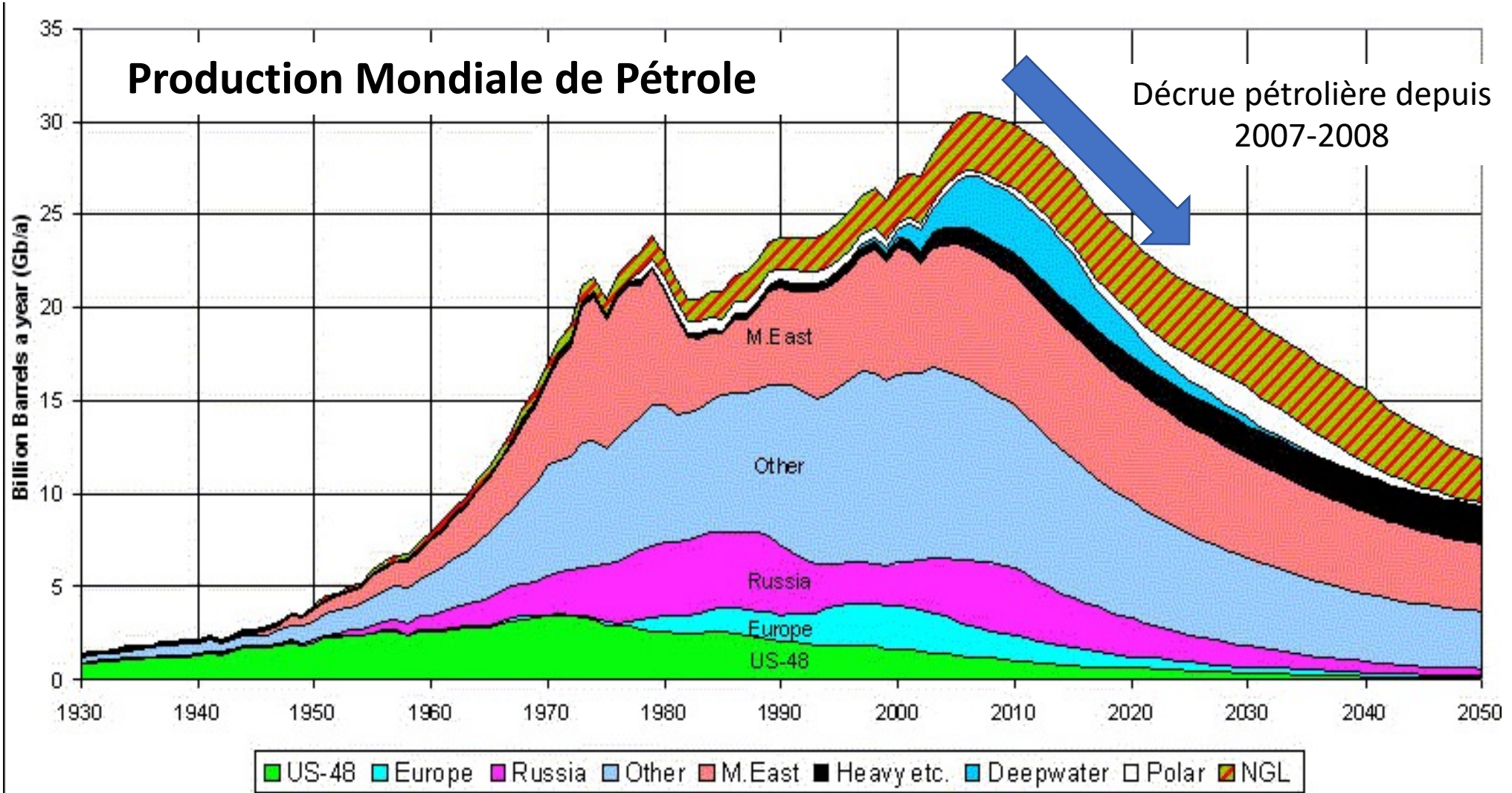
Actuellement le PIB est directement corrélé aux émissions de CO₂

Dans le système économique actuel ça reviendrait à organiser une baisse mondiale du PIB (récession) de ~5% par an

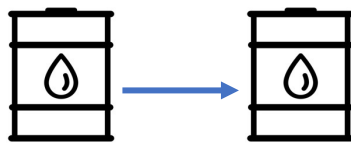


Toutes les prévisions économiques (y compris retraites) sont basés sur une croissance positive

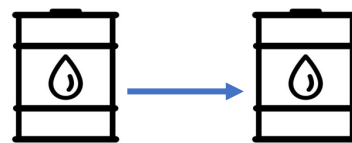
La terre étant finie les ressources énergétiques fossiles sont finies



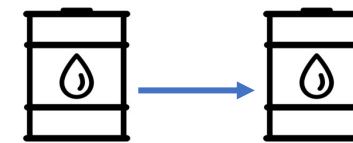
En énergie d'extraction



1 100
Années 1920

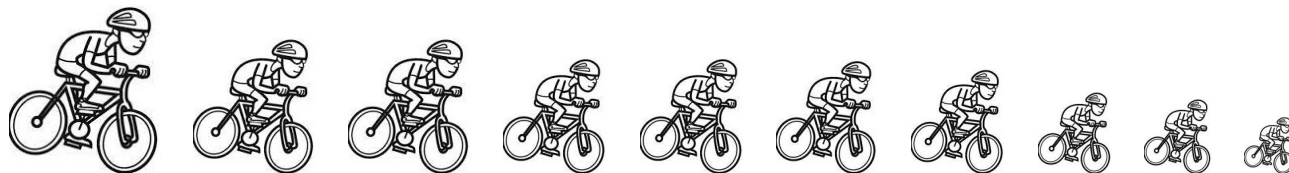
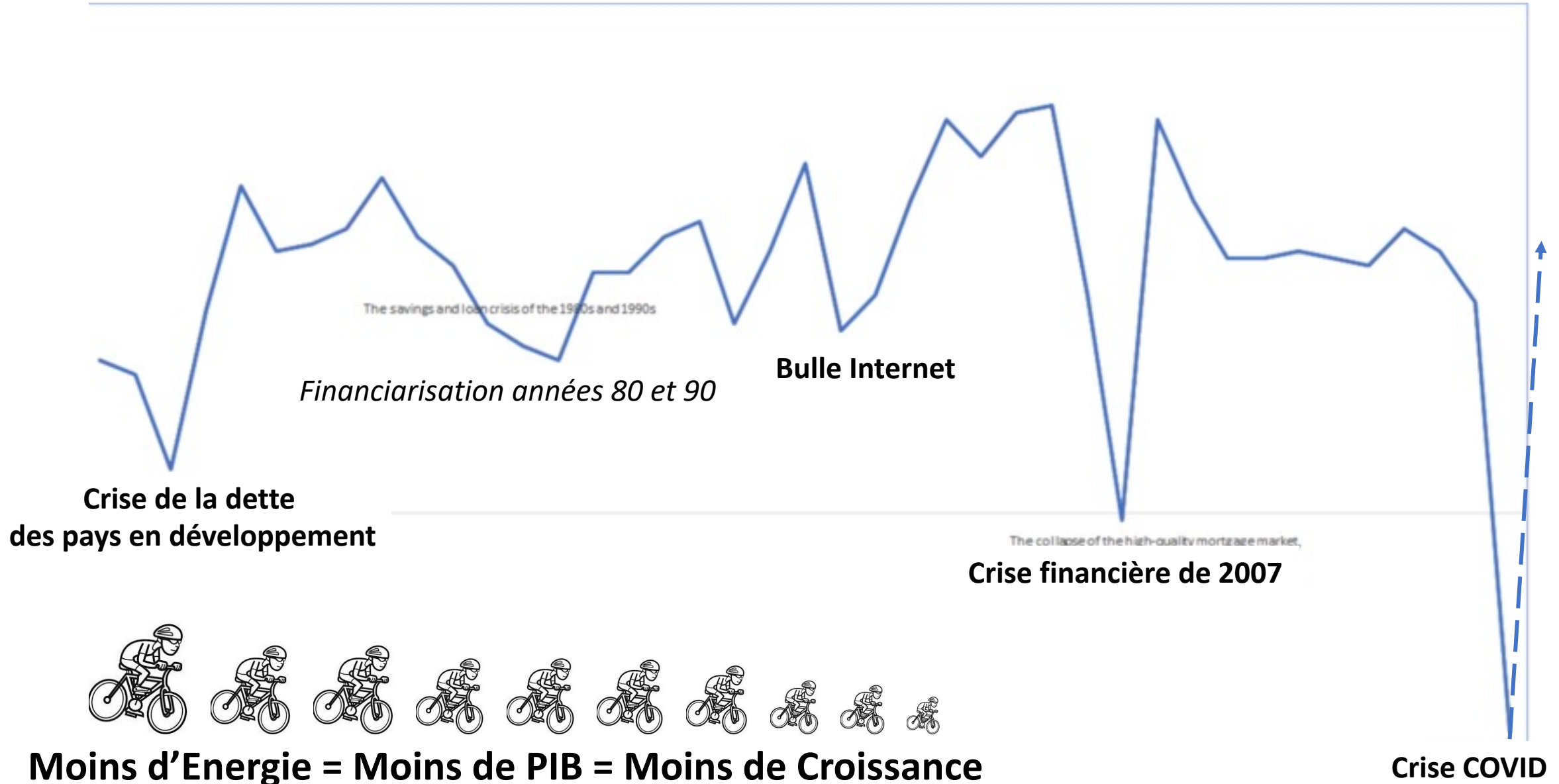


1 10
Maintenant



1 ~3-4
Energie nulle

On observe une croissance économique nulle corrélée globalement avec la baisse de la production de pétrole

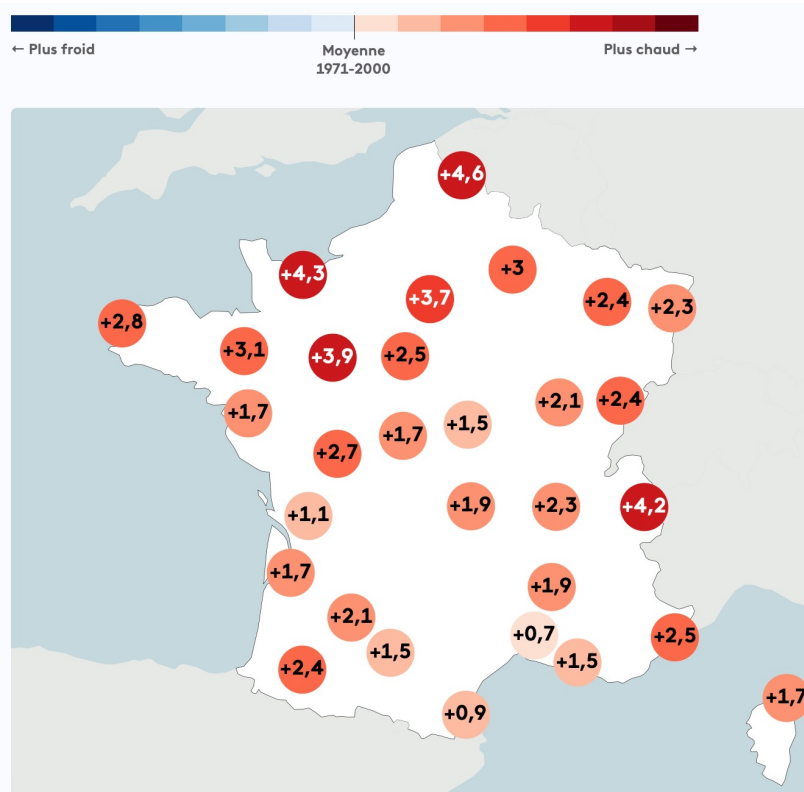


Moins d'Énergie = Moins de PIB = Moins de Croissance

Bonne ou mauvaise nouvelle?

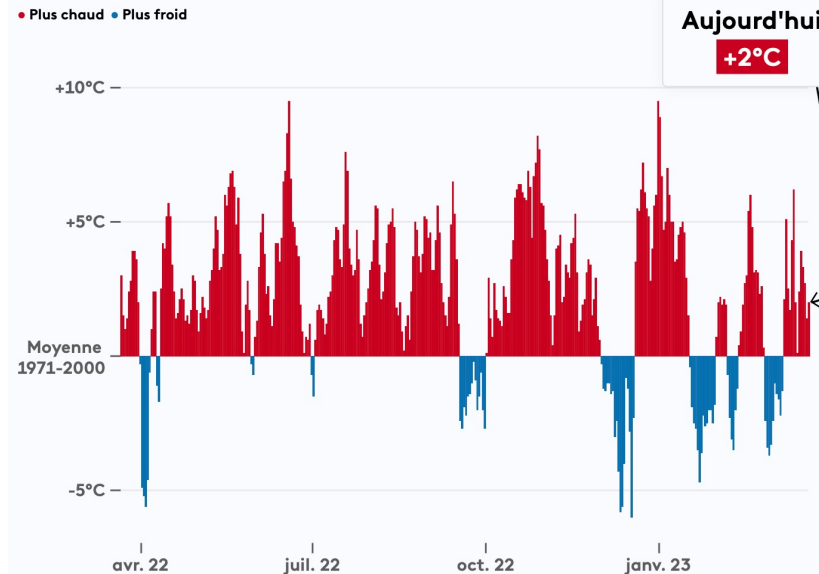
- L'économie et le mode de vie actuel sont basés sur une croissance du PIB, alimentée par l'utilisation d'énergies fossiles (surtout pétrole et gaz)
- La baisse des ressources exploitables en pétrole et gaz va entraîner la fin de la croissance telle qu'on l'a connue
- C'est une bonne chose pour la planète si on ne remplace pas pétrole et gaz par le charbon
- Ca va rendre les choses compliquées pour l'espèce humaine

Le changement se produit plus vite que prévu par les climatologues



Depuis un an, en France métropolitaine, **292 journées ont été plus chaudes** que la moyenne des températures mesurées entre 1971 et 2000.

Ecarts à la moyenne des températures journalières depuis un an, en France métropolitaine



Source : Météo France

Baisse des ressources
énergétiques fossiles
Et des ressources non-
renouvelables (mieux pour le
CO₂)



Baisse des énergies facilement
disponibles (donc du PIB)



Diminution des moyens pour
lutter contre les effets de
l'instabilité climatique et de la
dégradation des écosystèmes

Est-ce que l'on peut faire quelque chose (débat ouvert) ?

Arguments les plus entendus pour ne rien faire



(Sauf si on n'a pas compris) Les questions à se poser sont morales et pratiques...

Les ressources étant finies tout ce que l'on consomme (et qui n'est pas strictement renouvelable) manquera à nos enfants et petits enfants



Faut-il consommer/polluer pour profiter de la vie ?

Ce n'est pas parce qu'une catastrophe peut arriver de loin qu'il ne faut pas faire d'efforts sur place pour s'en protéger



Les effets des efforts sont multiplicatifs dans le bon sens aussi

- **Décarbonation de l'énergie**
- **Sobriété Energétique des machines**
- **Sobriété des consommateurs**
- **Décroissance du PIB**
- **Baisse des populations**

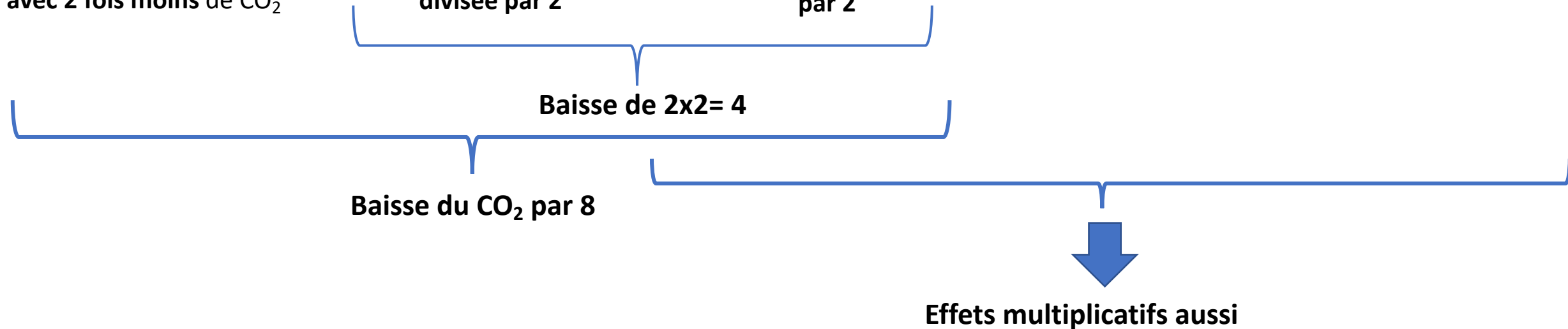
Production d'énergie avec **2 fois moins** de CO₂

Consommation d'énergie **divisée par 2**

Consommation **divisée par 2**

Baisse énergie fossiles

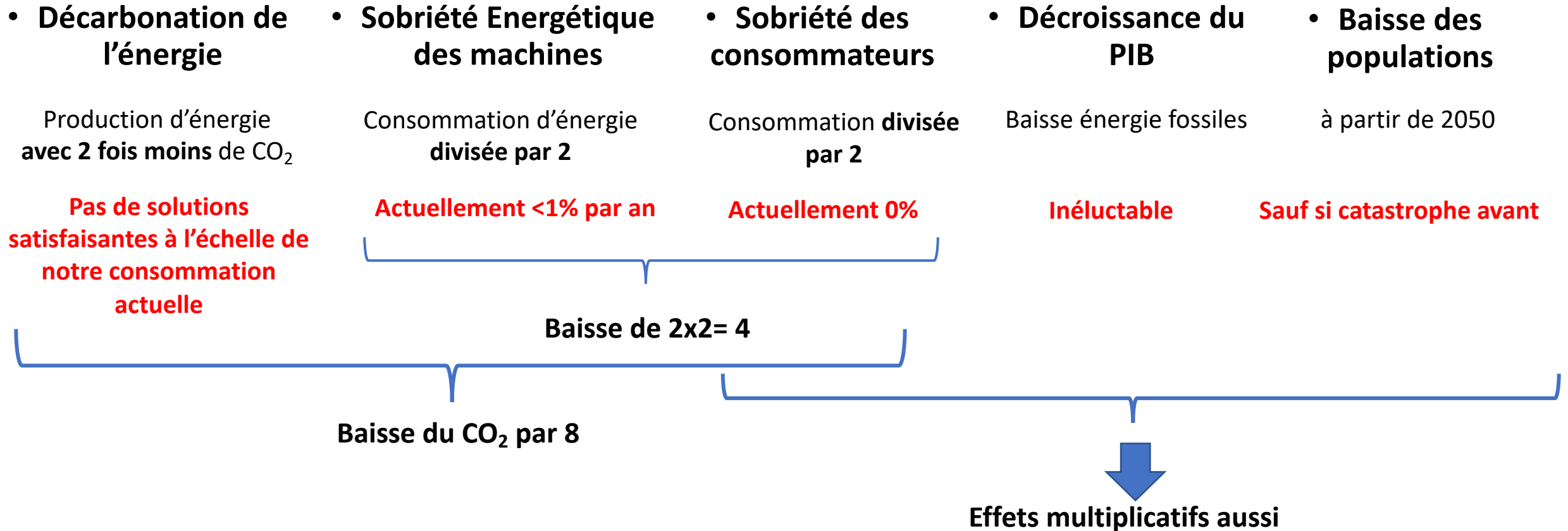
à partir de 2050



Il y a un aussi très gros chantier sur la transformation de l'agriculture et l'élevage, qui serait aussi bénéfique pour la santé humaine et de l'écosystème

- Faire porter les efforts sur un seul secteur est trop déstabilisant pour de petits rendements, en faire sur plusieurs secteurs est plus doux et aboutit à des effets multiplicatifs

Les effets des efforts sont multiplicatifs dans le bon sens aussi



Il y a un aussi très gros chantier sur la transformation de l'agriculture et l'élevage, qui serait aussi bénéfique pour la santé humaine et de l'écosystème

- Faire porter les efforts sur un seul secteur est trop déstabilisant pour de petits rendements, en faire sur plusieurs secteurs est plus doux et aboutit à des effets multiplicatifs

Quelques réflexions sur la suite...

Quoi qu'il arrive on va vers une combinaison de raréfaction de l'énergie, d'instabilité climatique/réchauffement et de dégradation de l'écosystème terrestre

- Ca arrive très vite et commence à affecter nos modes de vie (signaux faibles) et surtout le futur de nos enfants/petits enfants
- Si l'humanité est incapable de changer pour garder son « confort » actuel elle subira une série de catastrophes en n'ayant pas les ressources pour y faire face

Il existe des solutions pour amortir les problèmes qui s'annoncent

- Il y a une prise de conscience qui n'était pas là il y a 10 ans
- Il n'y a jamais eu **autant d'expertise scientifique** que dans l'humanité actuelle
- Les débats sur le choix entre la (dé)croissance ou la sobriété ou la technologie, ou la croissance verte... sont idéologiques et/ou mal informés donc stériles; **des maths simples montrent qu'il est efficace et moins déstabilisant de combiner différentes approches**
- L'équation « **système actuel = summum du bonheur; renoncer à certaines choses sera terrible** » est fausse
 - pollution, malbouffe, sédentarité, consommation effrénée, individualisme, perte de sens, agressivité etc...
 - il y a des marges de manœuvre pour une qualité de vie

Quelques réflexions sur la suite...

Mais on n'en prend pas encore le chemin

Pour le moment rien de sérieux n'est fait au niveau mondial

C'est difficile car les courants politiques et le modèle économique et social actuel **ignorent globalement** la physique, la chimie, la biologie, la géologie et les mathématiques...

Un autre problème est que le système politico-économique actuel (basé sur les flux économiques et pas physiques) n'est pas conçu pour fonctionner avec une **planification forte par les états, qui devient nécessaire**

De l'information d'excellente qualité est disponible mais de la désinformation tout autant

Plus on attend (ou plus longtemps on ne fait pas ce qu'il faut) plus ce sera compliqué car il faudra agir avec moins de moyens dans un environnement plus dégradé.

Merci pour votre attention

