



L'effet de serre : comment ça marche ?

Une conférence *pédagogique et interactive*

Par *Aïcha BEN DHIA, formatrice et consultante sur les
sujets de transition socio-écologique*

**mardi 11 février
2025
de 9h00 à 10h34
à l'Espace 34**



Aïcha Ben Dhia

aïcha@laboussole.eco

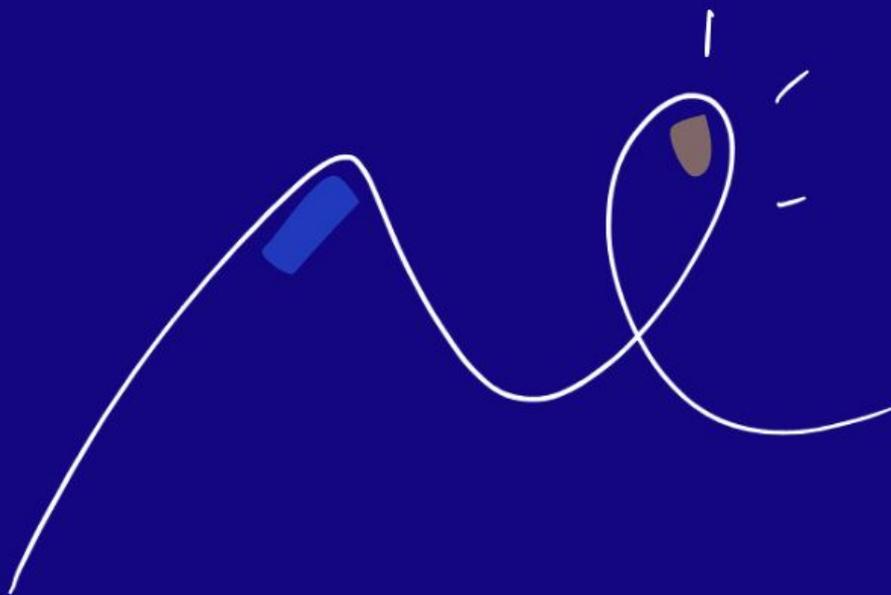
Mon parcours :

- **Mathématiques** & sciences sociales à l'ENS
- Ph.D d'**économie** appliquée au MIT
- **Entrepreneuriat** & financement de projets avec 2050



Depuis 3 ans : **formatrice et consultante** sur les sujets écologie & économie, auprès d'entreprises, associations, universités...





J'ai créé **La Boussole.éco** pour outiller les organisations face aux crises **écologiques & économiques**

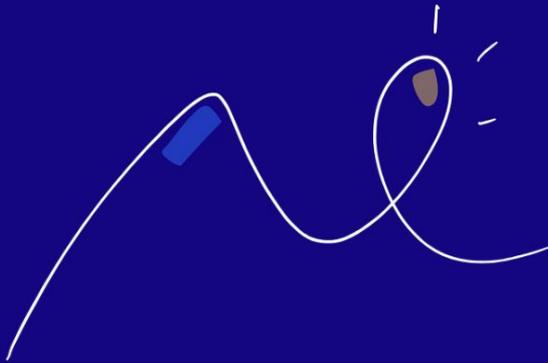
Via des conférences, modules de formation, programmes sur mesure, mission pédagogique.

Je siège également aux **conseil d'administration et conseil scientifique** à Solagro, Adie et la Métropole de Lyon.

Et vous ?

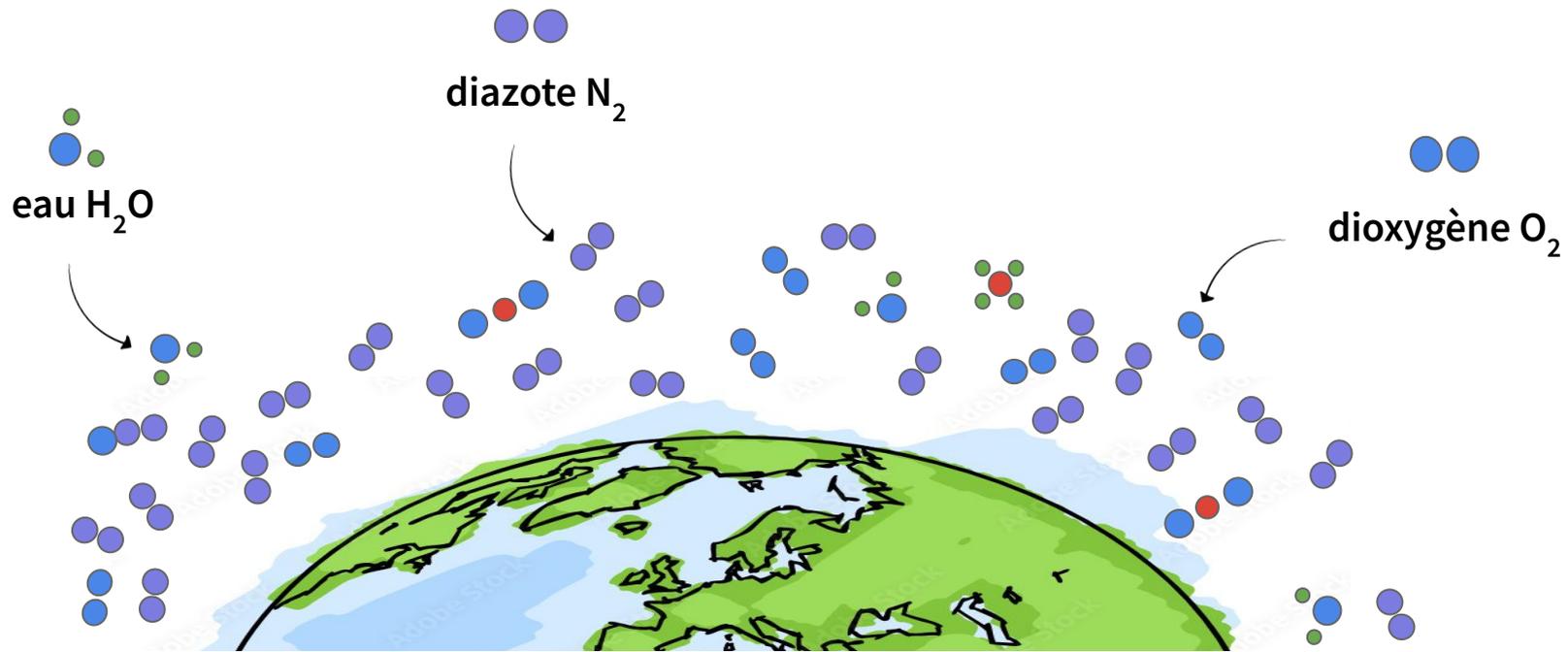
1 min pour échanger avec 1 voisin·e :
votre nom, votre service, votre
motivation à venir aujourd'hui

Au programme

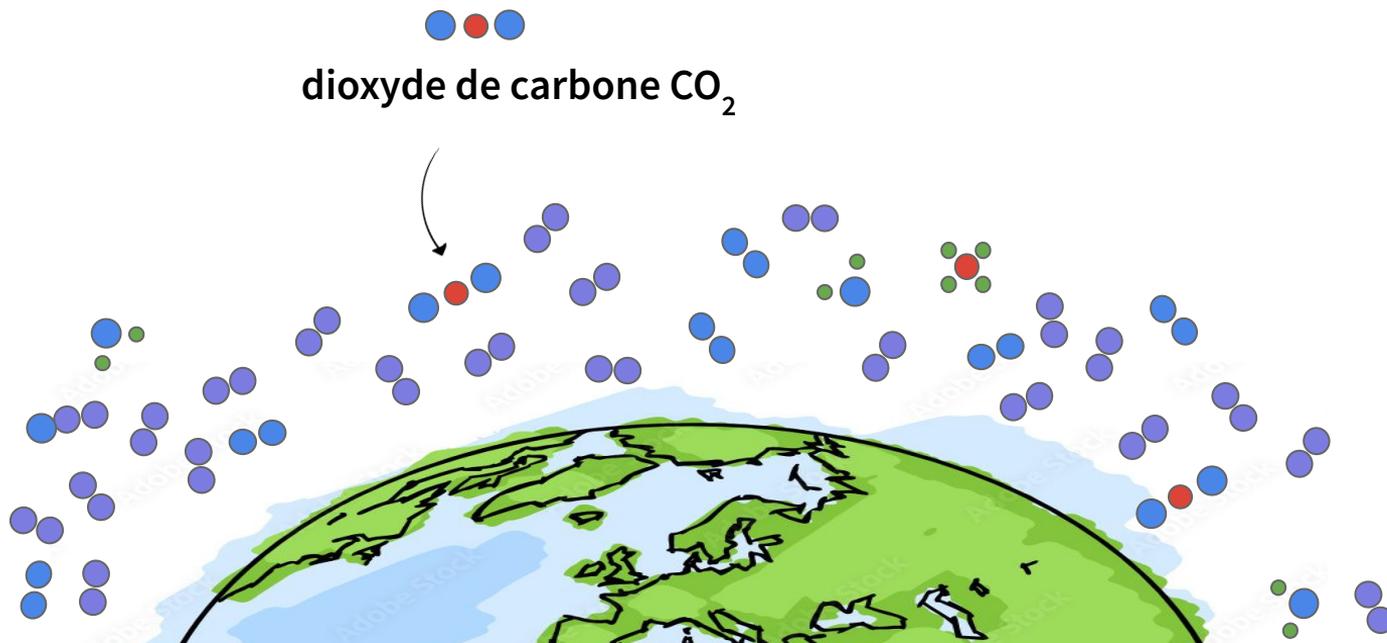


1. Mécanique de l'effet de serre
2. Émissions & cycle du carbone
3. Impacts de nos émissions

PASSEZ VOTRE MAIN DANS L'AIR...



IL Y A AUSSI...



Quelle est la concentration du CO₂ dans l'air sec ?

< 1%

5%

10%

> 20%

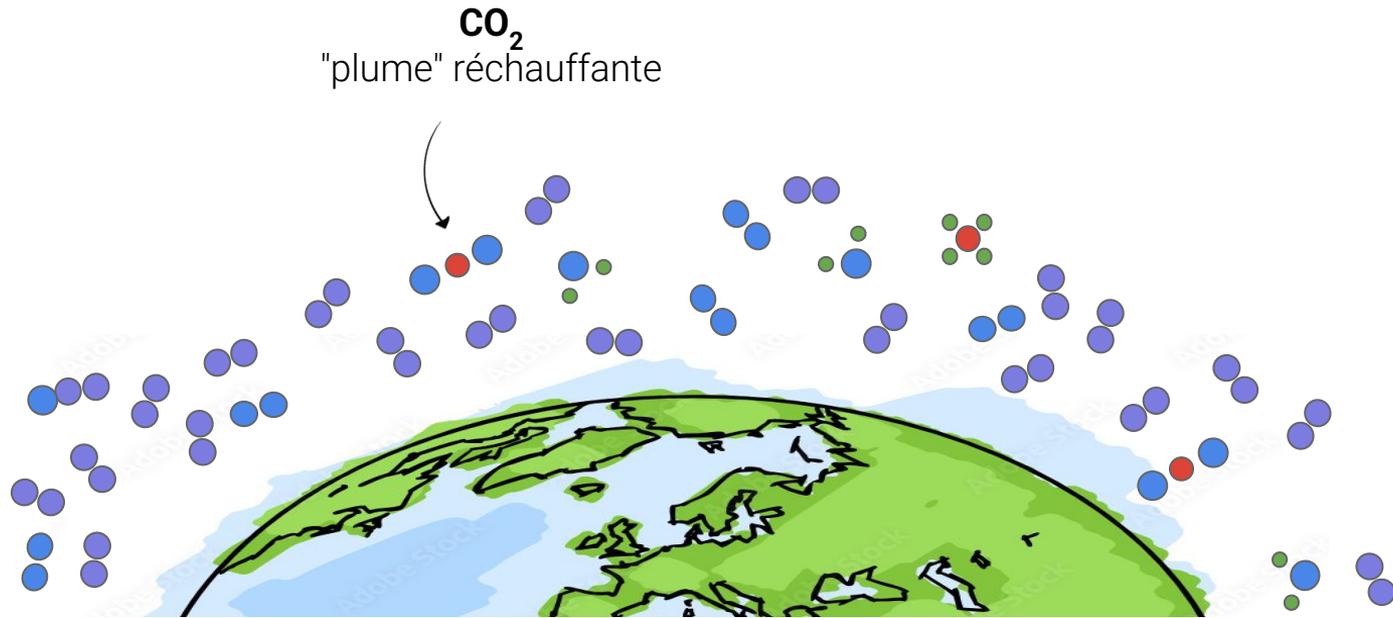
< 1%

=

tout ce qui n'est ni diazote N_2 ni dioxygène O_2

Pourquoi s'intéresser au CO₂ ?

L'EFFET DE SERRE EST COMME UN "EFFET COUETTE"



Que se passe-t-il si on rembourre votre couette pendant votre sommeil ?

**Quels sont les trois mécanismes
de diffusion de la chaleur ?**

CONVECTION



CONDUCTION



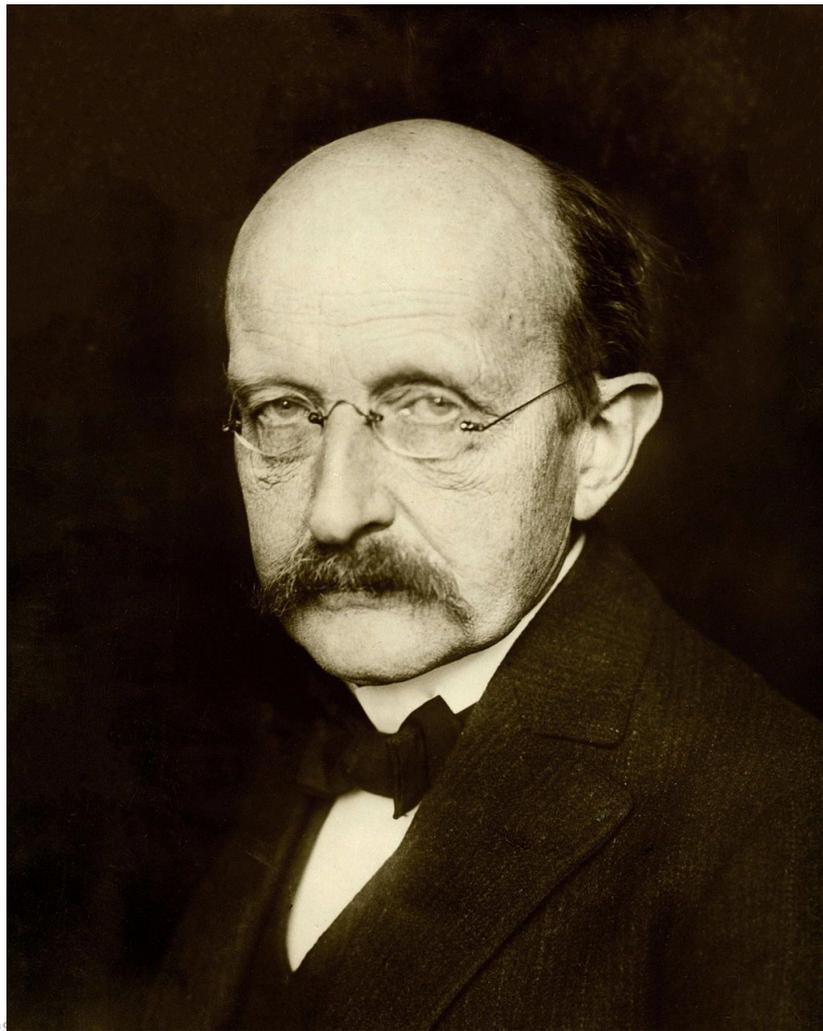
RAYONNEMENT



Par quel mécanisme principal sommes nous réchauffés autour d'un feu de camp ?

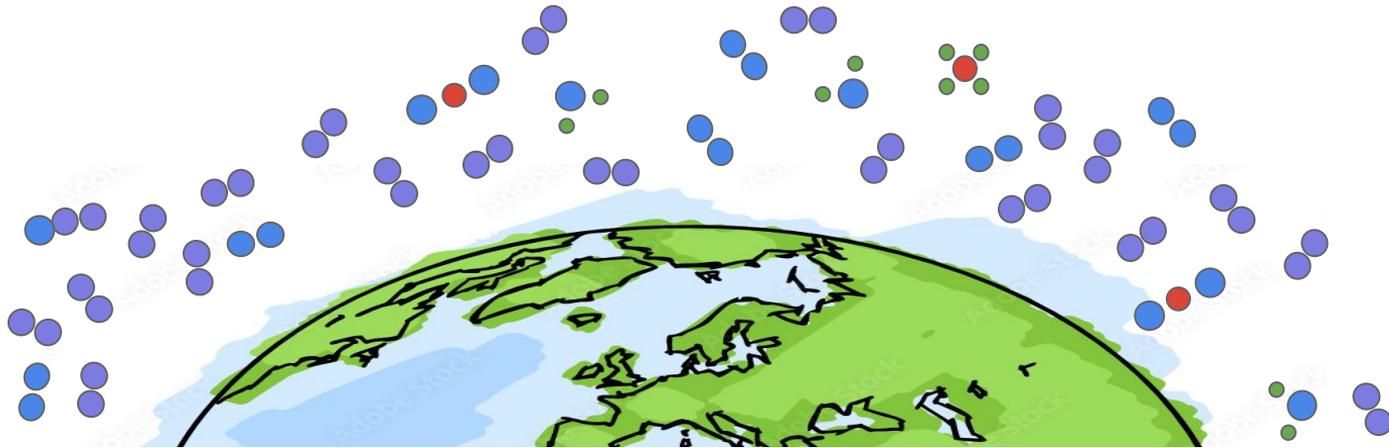
Une dernière étape

**Pourquoi peut-on se voir dans le noir
avec des lunettes infrarouges ?**

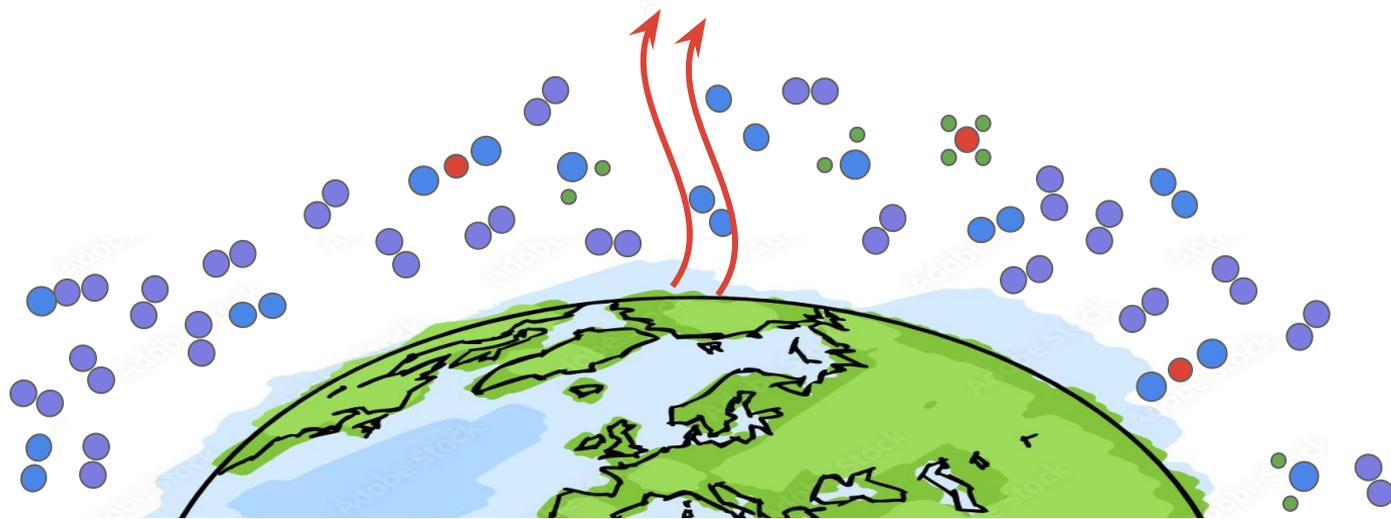




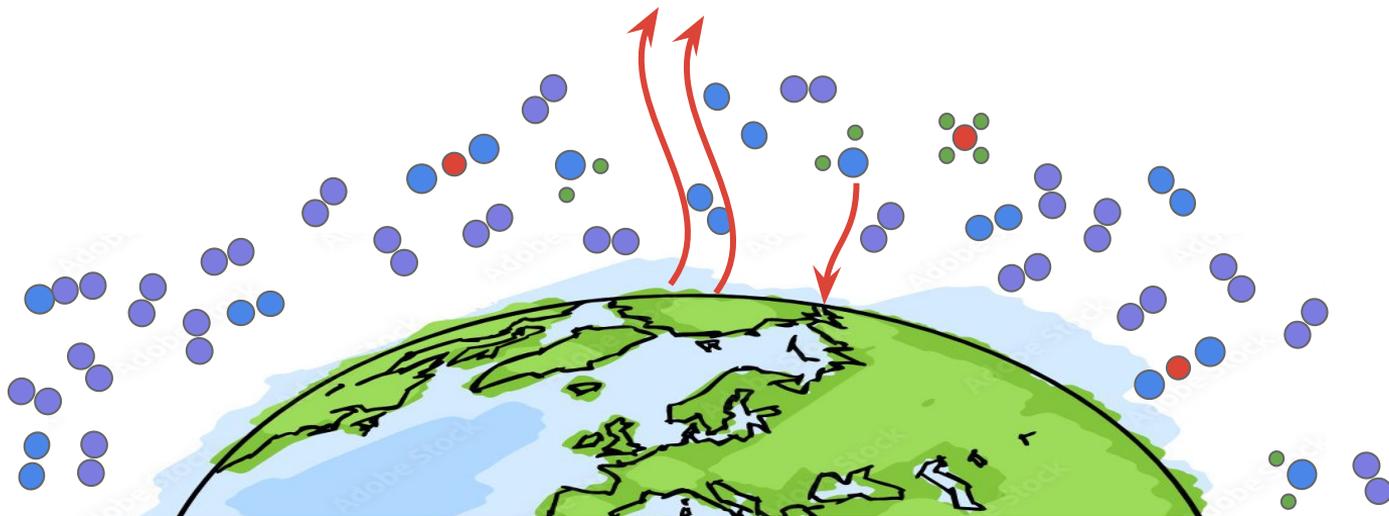
EN DÉTAIL : LE SOLEIL ÉMET PRINCIPALEMENT
DES RAYONS À HAUTE FRÉQUENCE (LUMIÈRE BLANCHE)
SANS INCIDENCE POUR LES GAZ ATMOSPHÉRIQUES



LA TERRE (CHAUFFÉE) ÉMET
À PLUS BASSE FRÉQUENCE



UNE PARTIE DE CES INFRAROUGES EST ABSORBÉE
PAR LES "GAZ À EFFET DE SERRE"
QUI EN RENVOIENT VERS LA TERRE



**Dans quels objets usuels
utilise-t-on ce principe physique
pour se tenir chaud ?**

ÉVITER LA DISSIPATION DE LA CHALEUR PAR RAYONNEMENT



c'est le principe-même des couvertures de survie

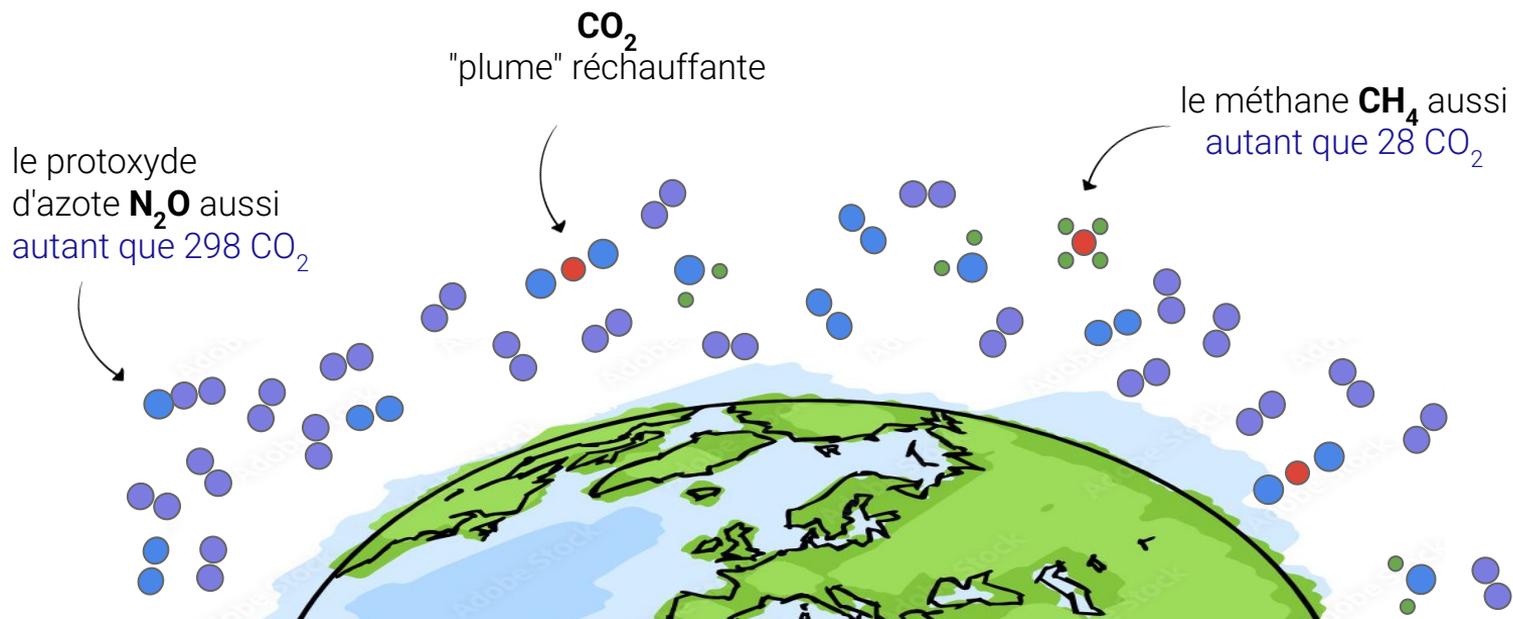
**Sans l'effet de serre, la
température moyenne sur Terre
(~15°C) serait de ... ?**

-18°

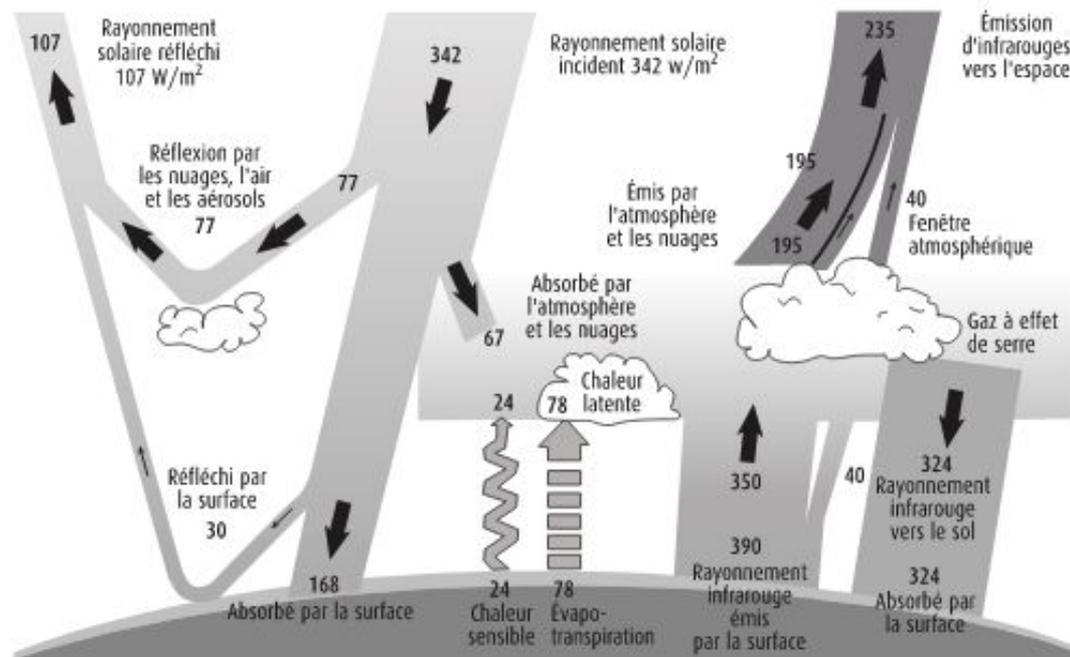
C

**soit 33°C de moins
qu'aujourd'hui**

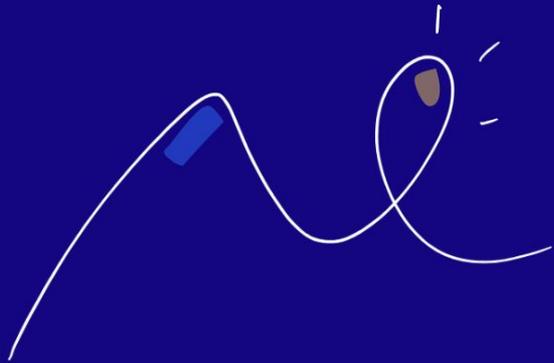
LES GAZ À EFFET DE SERRE SONT COMME LES PLUMES DE "L'EFFET COUETTE"



ENCORE PLUS EN DÉTAIL : FLUX ÉQUILIBRÉS

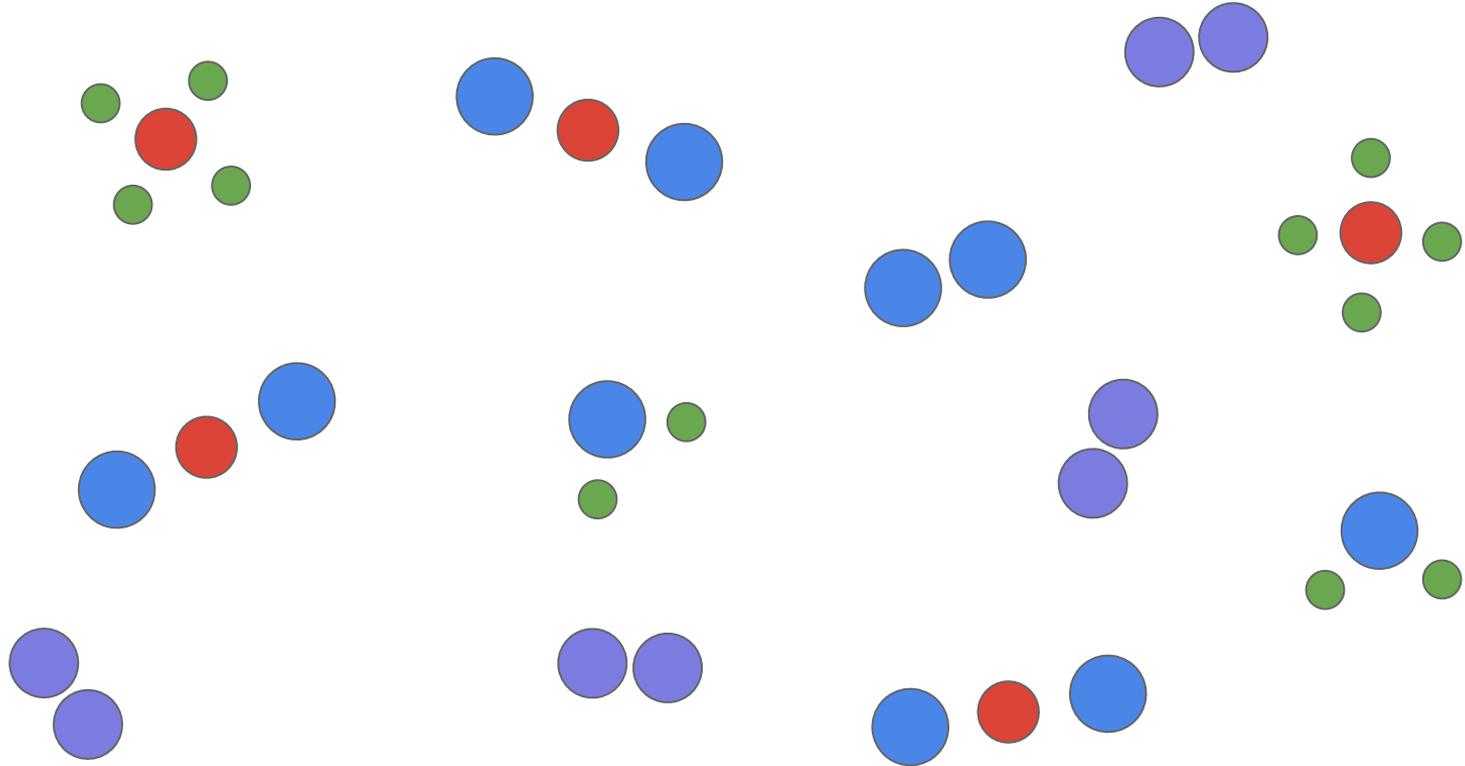


Échanges énergétiques Terre-atmosphère-espace, exprimés en $W.m^{-2}$.



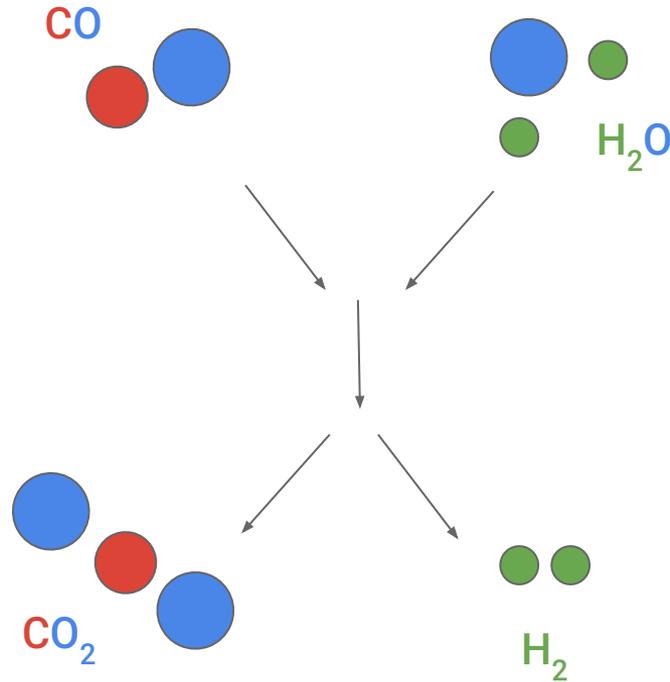
1. Mécanique de l'effet de serre
2. Émissions & cycle du carbone
3. Impacts de nos émissions

LES MOLÉCULES SONT DES ÉQUIPES D'ATOMES COMPATIBLES

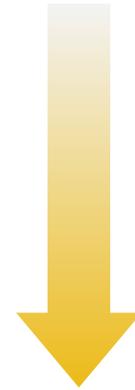


RÉACTIONS CHIMIQUES = RÉORGANISATION D'ATOMES ENTRE MOLÉCULES

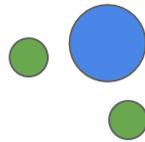
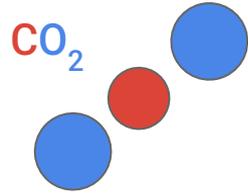
RIEN NE SE PERD
RIEN NE SE CRÉE
TOUT SE TRANSFORME



Sens "spontané"
libère de l'énergie

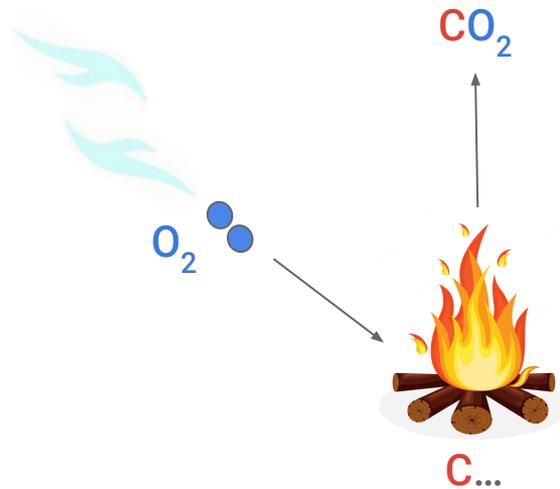


LA RÉACTION CHIMIQUE DE LA VIE



sens pas
spontané

LA COMBUSTION



LA RESPIRATION



air ambiant
~78% N_2
~21% O_2

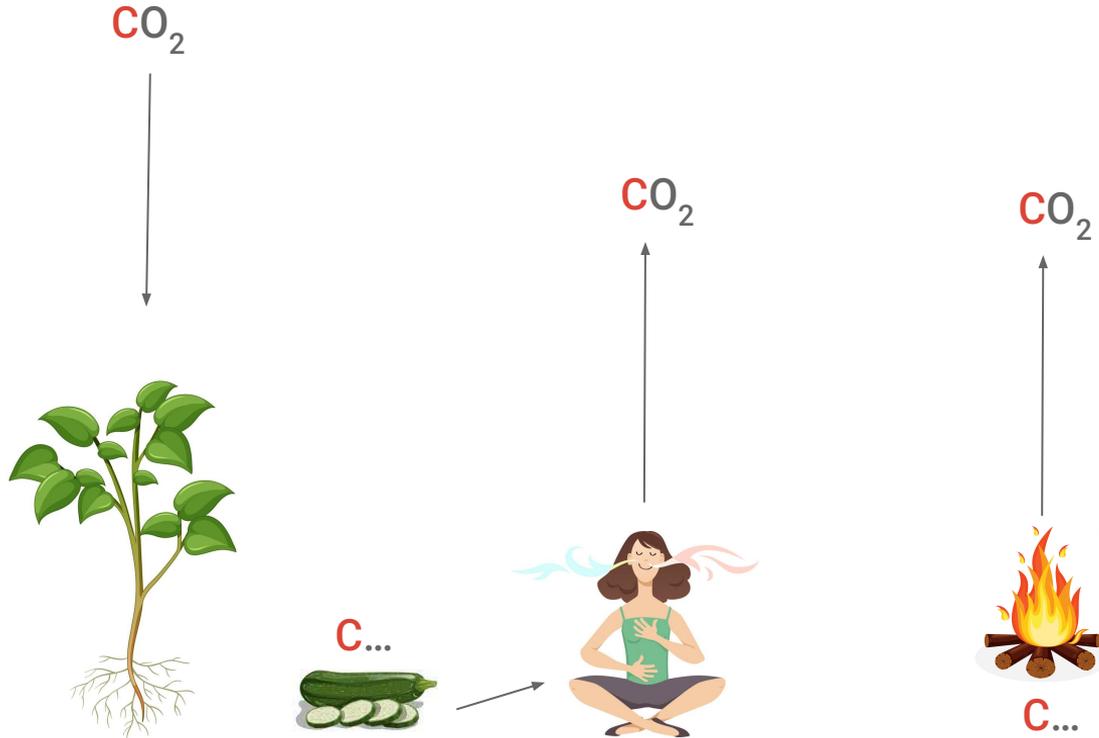
vous vous videz !

O_2

CO_2

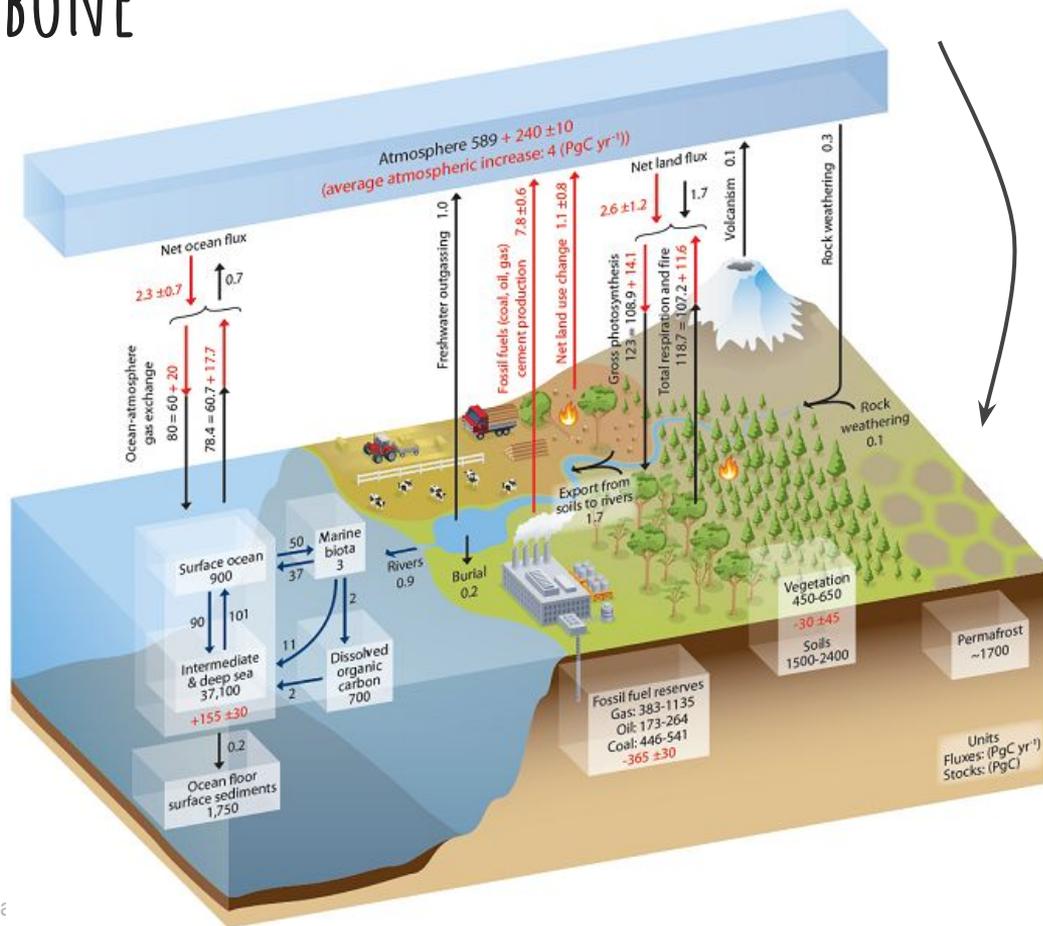
molécules contenant du **C**

LE CARBONE BOUGE DONC TOUT LE TEMPS ENTRE AIR ET TERRE...



LE CYCLE DU CARBONE

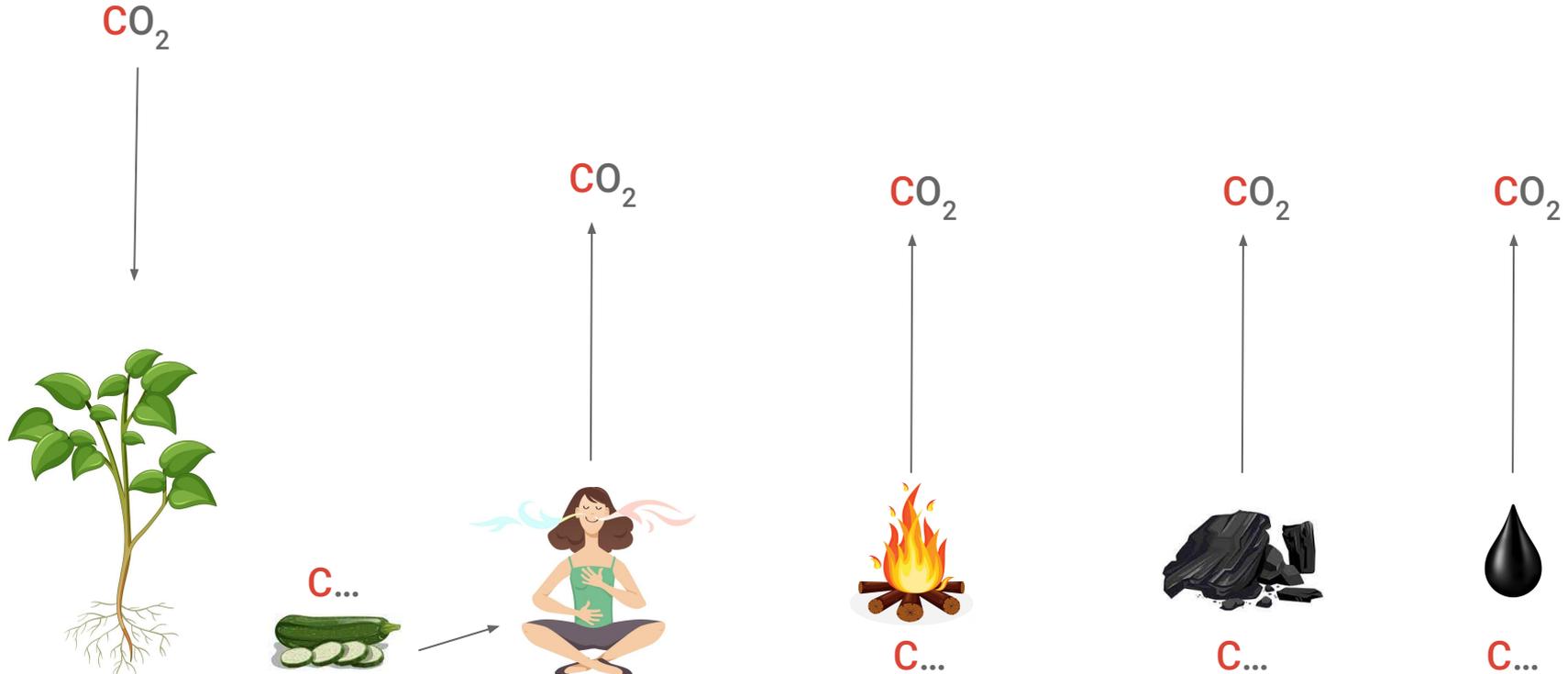
respiration
volcanisme
...



photosynthèse
dissolution dans
les océans
...

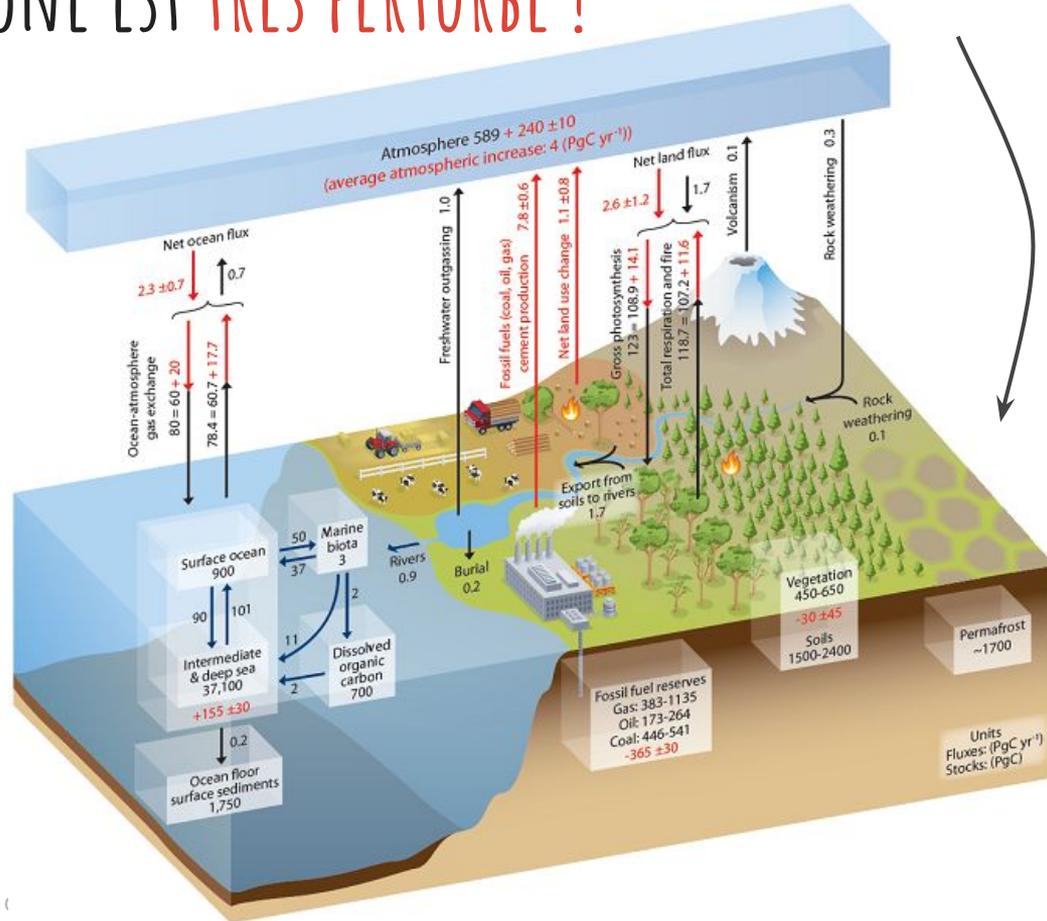
EN TEMPS NORMAL
CES FLUX AIR-TERRRE
S'ÉQUILIBRENT

LES ÉMISSIONS HUMAINES (PRINCIPALEMENT FOSSILES) S'AJOUTENT



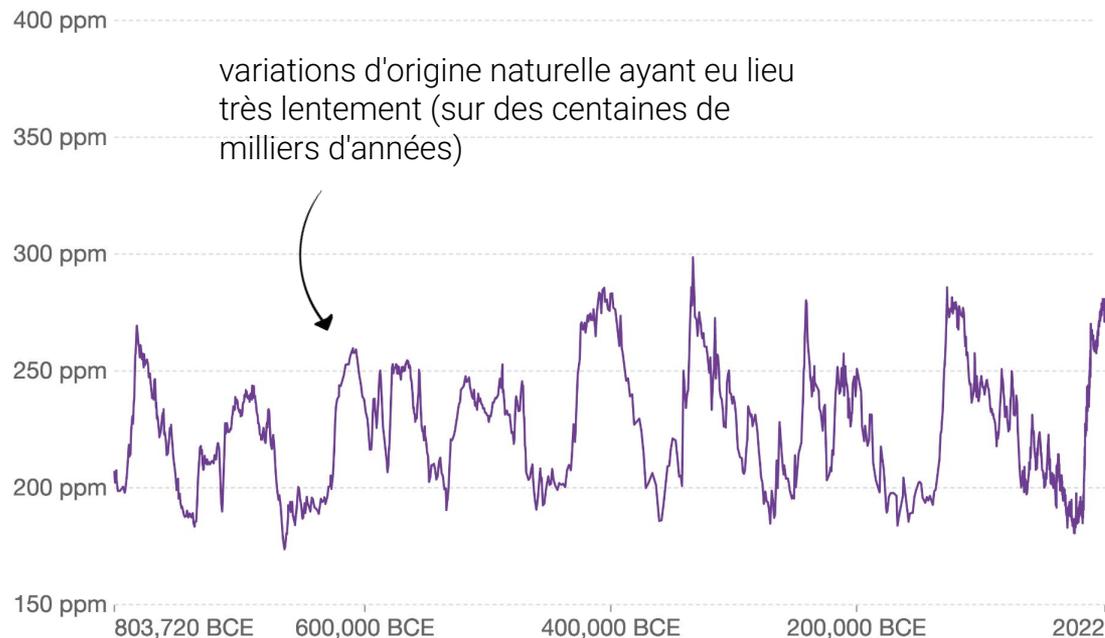
LE CYCLE DU CARBONE EST TRÈS PERTURBÉ !

respiration
volcanisme
+
combustion
de fossiles



photosynthèse
dissolution dans
les océans
...

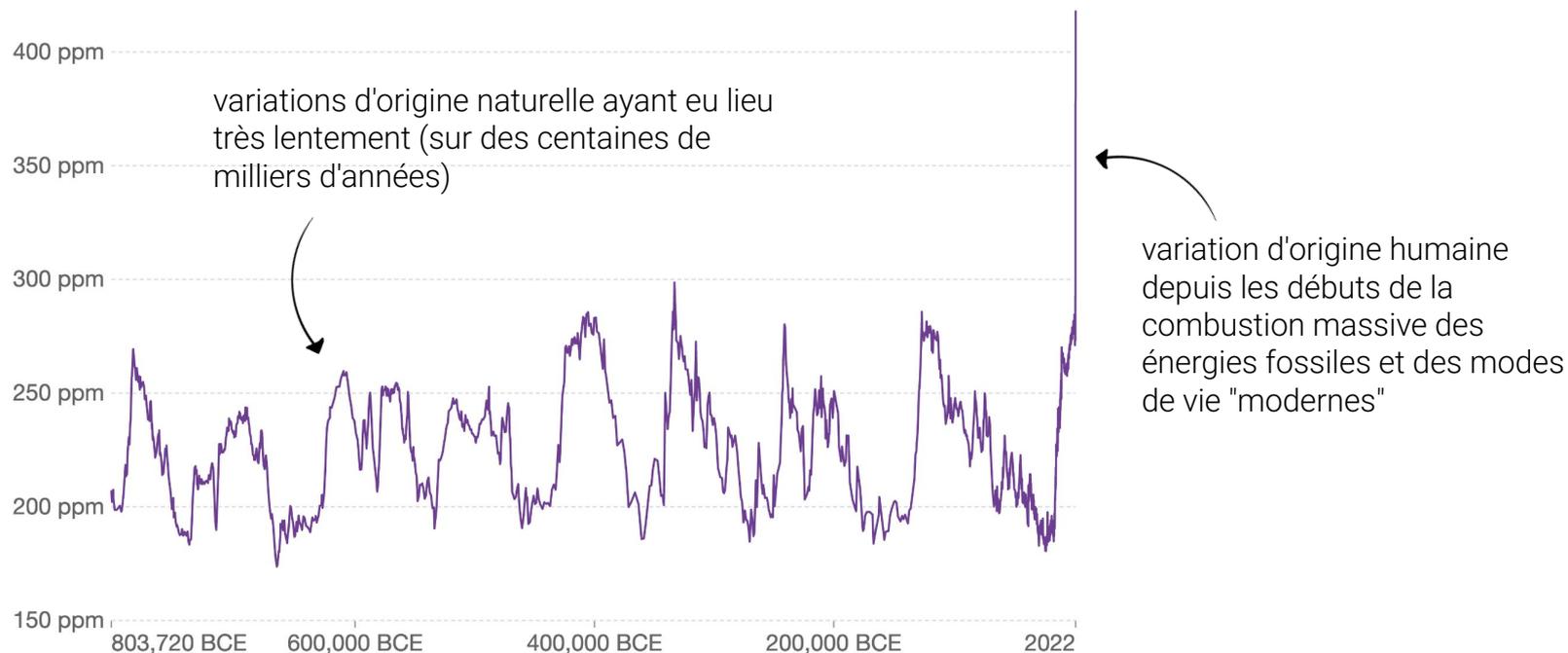
LA CONCENTRATION DE CO₂ DANS L'ATMOSPHÈRE AUGMENTE



Source: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

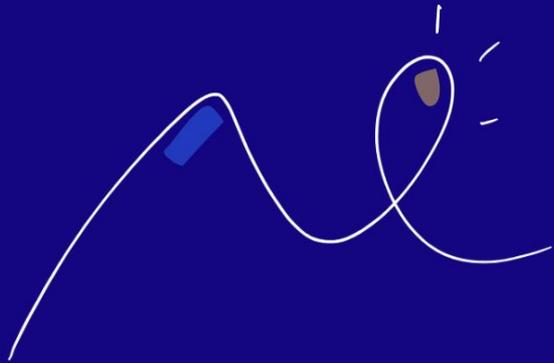
CC BY

LA CONCENTRATION DE CO₂ DANS L'ATMOSPHÈRE AUGMENTE



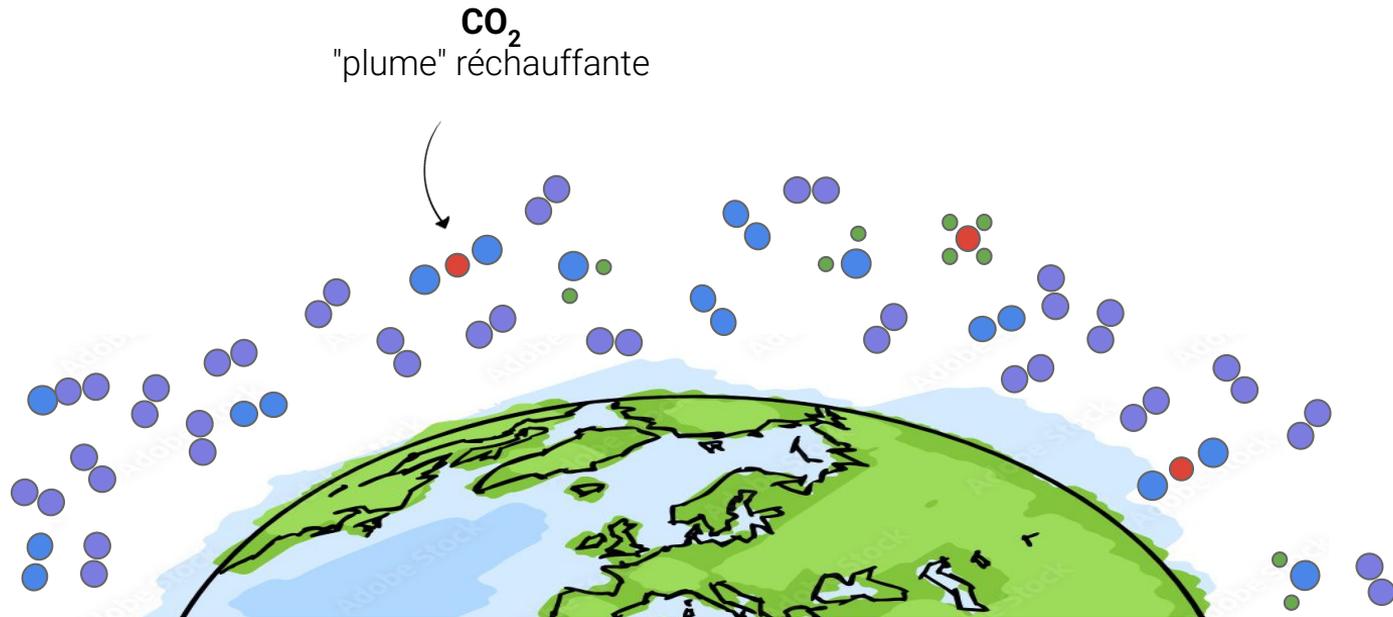
Source: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

CC BY



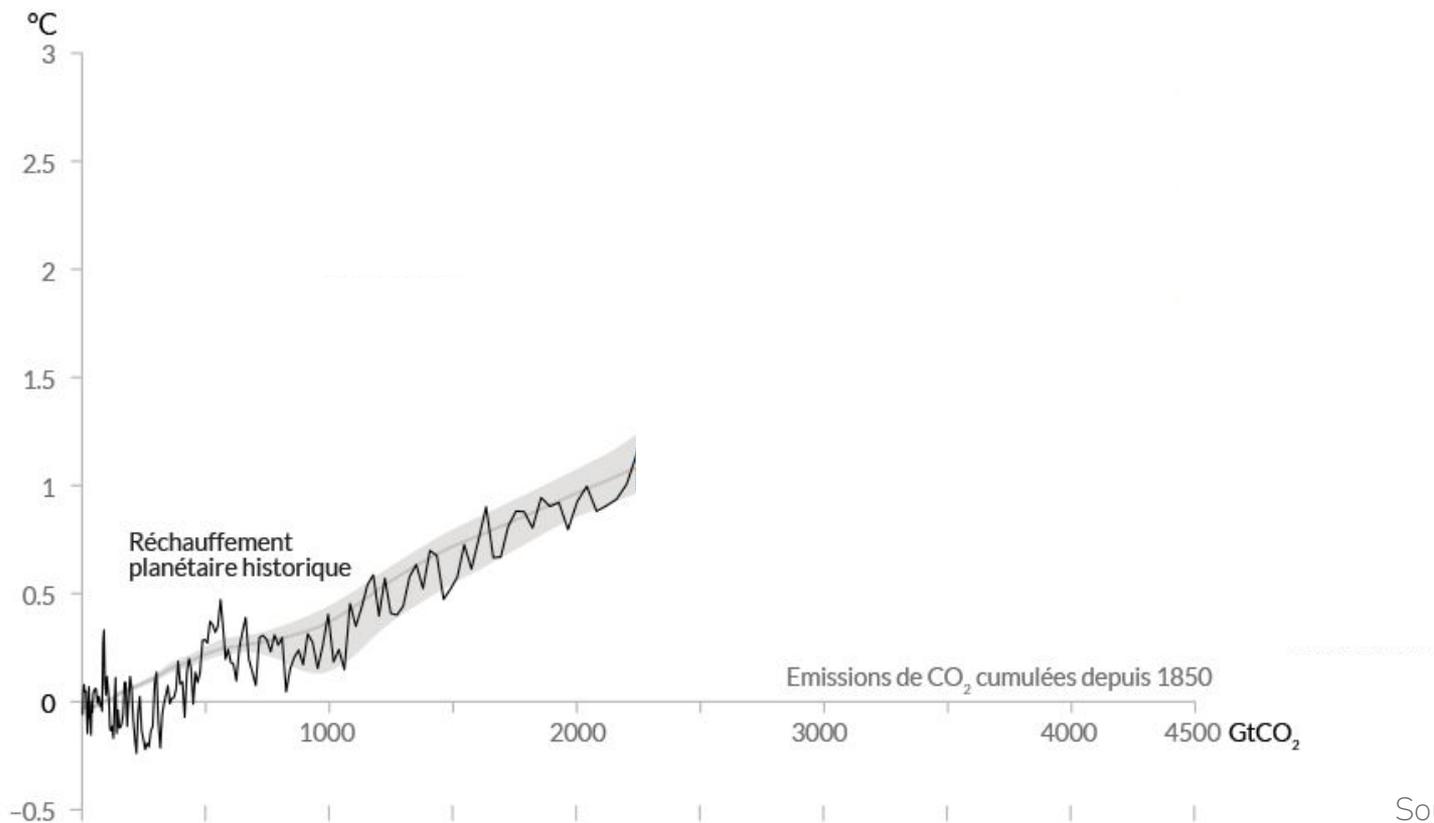
1. Mécanique de l'effet de serre
2. Émissions & cycle du carbone
3. Impacts de nos émissions

LA PLUME CO_2 STATIONNNE DANS L'ATMOSPHÈRE ENTRE 100 ET 1000 ANS



Chaque tonne d'émissions de CO₂ accroît le réchauffement de la planète

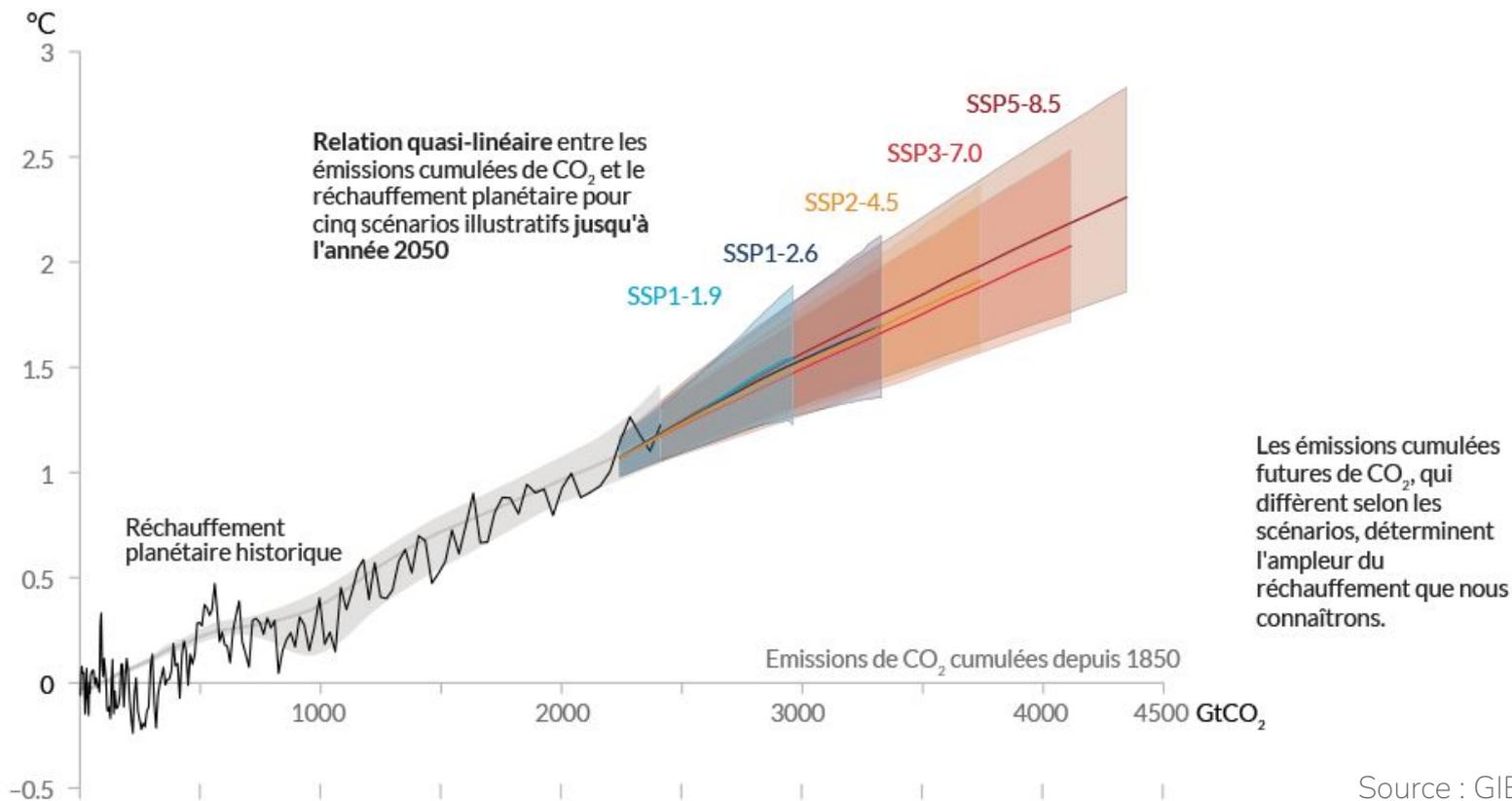
Augmentation de la température à la surface du globe depuis 1850-1900 (°C) en fonction des émissions cumulées de CO₂ (GtCO₂)



Source : GIEC (2022)

Chaque tonne d'émissions de CO₂ accroît le réchauffement de la planète

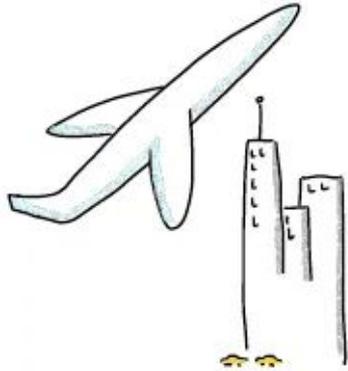
Augmentation de la température à la surface du globe depuis 1850-1900 (°C) en fonction des émissions cumulées de CO₂ (GtCO₂)



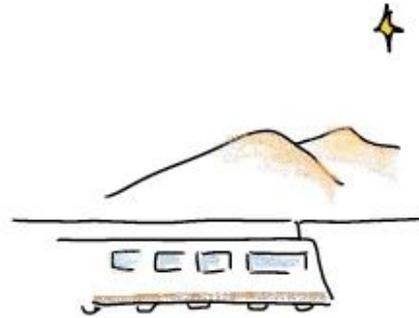
Source : GIEC (2022)

**Est-ce que l'impact de nos
émissions à l'échelle individuelle
est tangible ?**

SI ON REMPLACE UN ALLER-RETOUR À NEW-YORK PAR UN VOYAGE EN TRAIN À BERLIN



— 1 tonne
CO₂e

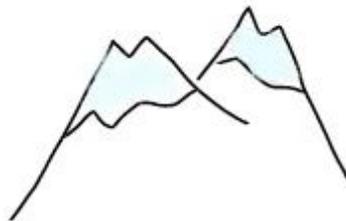


1 TONNE DE CO₂ EN MOINS DANS L'ATMOSPHÈRE =



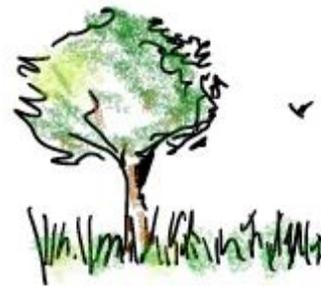
rallonger de 6h de la
vie d'une personne
qui naît aujourd'hui

+ 4000 L



garder gelés 4000 litres de
glacier qui auraient fondu

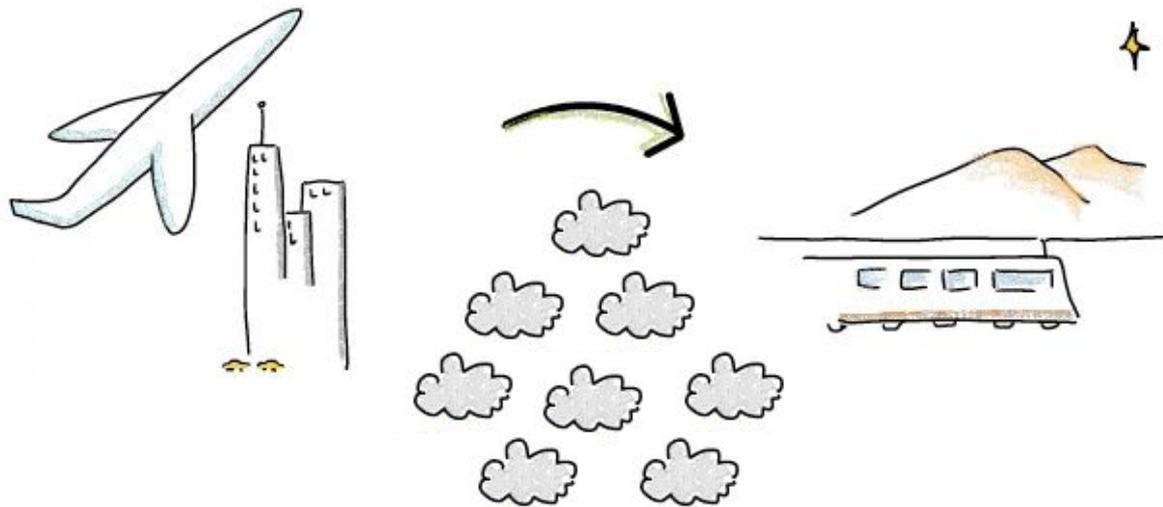
+ 5 m²



préserver 5 m²
d'écosystèmes vivants

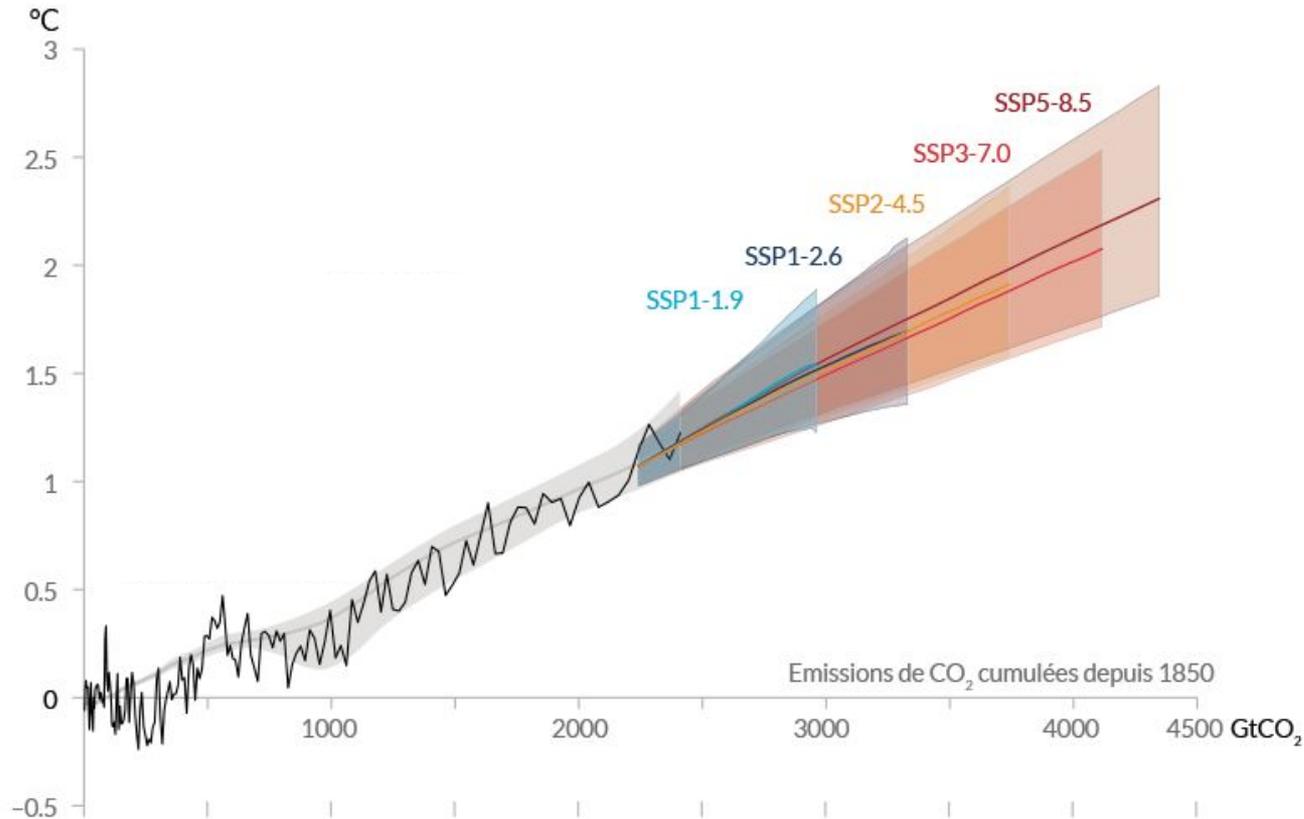
Et à l'échelle collective ?
À l'échelle européenne par
exemple ?

SI ON POURSUIT LE GREEN DEAL



Objectif = -55% des
émissions européennes

ON RÉDUIT LES IMPACTS LES PLUS GRAVES DU RÉCHAUFFEMENT POUR NOUS !



**Est-ce suffisant pour rendre le
financement de la transition européenne
"rentable" pour les Européens ?**

Poursuivre sur la trajectoire actuelle européenne et subir les conséquences d'un thermomètre mondial ~20% plus élevé



Financer volontairement les coûts de la transition européenne sans concertation avec les autres pays du monde



?



Does Unilateral Decarbonization Pay For Itself?

By ADRIEN BILAL AND DIEGO R. KÄNZIG*

Anthropogenic greenhouse gas emissions are rapidly warming the Earth. Faced with rising temperatures, there are two alternatives: cope with their economic consequences, or reduce emissions.

Achieving broad emissions reductions is challenging because of the classic free-rider problem: a country that decarbonizes its economy pays for the full cost but only gets back a fraction of the associated gains, as all other countries also benefit from decarbonization. Despite substantial developments in international negotiations to coordinate emissions reductions since the 2015 Paris Conference of the Parties, global emissions have continued to rise nearly every year.

The free-rider problem is particularly acute under conventional climate change damage estimates. These estimates imply that *collective* decarbonization is economically viable if decarbonization costs are shared, but that *unilateral* decarbonization is not.

In this paper, we reconsider this argument in light of new damage estimates. We use damages based on global mean temperature as in Bilal and Känzig (2024), that are an order of magnitude larger than conventional estimates. Our main result is that broad *unilateral* decarbonization can, in fact, be cost-effective. For the United States and for the European Union, decarbonizing over 80% of economic activity pays for itself.

Our argument starts with a simple organizing framework. *Unilateral* decarbonization compares domestic benefits and costs of decarbonization. The domestic bene-

fit of decarbonization is the Domestic Cost of Carbon: economic losses within a given country or region associated with emitting one ton of carbon dioxide. Of course, the Domestic Cost of Carbon of any given region is always lower than the Social Cost of Carbon that includes all worldwide damages. The domestic cost of decarbonization is the Marginal Abatement Cost: economic costs associated with greening a country's economy by the equivalent of one ton of carbon.

We measure the benefits and costs of decarbonization for the United States and the European Union. We estimate the impact of global temperature shocks on output per capita for each region. We then convert these damages into a Domestic Cost of Carbon using a climate-economy model estimated to match the reduced-form impacts.

We obtain Domestic Costs of Carbon of \$226 per ton for the United States and \$216 per ton for the European Union. These values are an order of magnitude above conventional estimates based on local temperature shocks: \$22 and \$28 per ton, respectively.

We combine these estimates with a Marginal Abatement Cost Curve. Given current technologies, abatement costs are already zero for partial greening of electricity generation and transportation, but rise steeply and exceed \$240 per ton for direct air capture.

Balancing the benefits and costs of decarbonization implies that it is unilaterally cost-effective to decarbonize 86% of the United States economy and 84% of the European Union economy under global temperature damages, an order of magnitude more than under local temperature damages. These results highlight that broad unilateral decarbonization may be less challenging than previously thought, at least in large economies.

* Bilal: Stanford University, adrienbilal@stanford.edu. Känzig: Northwestern University, dkänzig@northwestern.edu. This working paper is in preparation for the American Economic Association Papers and Proceedings. We thank Jamil Farbes for sharing the abatement cost data, and Anna Russo and Augusto Ospital for helpful comments.

Poursuivre sur la trajectoire actuelle européenne et subir les conséquences d'un thermomètre mondial ~20% plus élevé



Financer volontairement les coûts de la transition européenne sans concertation avec les autres pays du monde



Les coûts évités sont supérieurs à **80%** des coûts de la transition pour l'europe comme pour les USA.

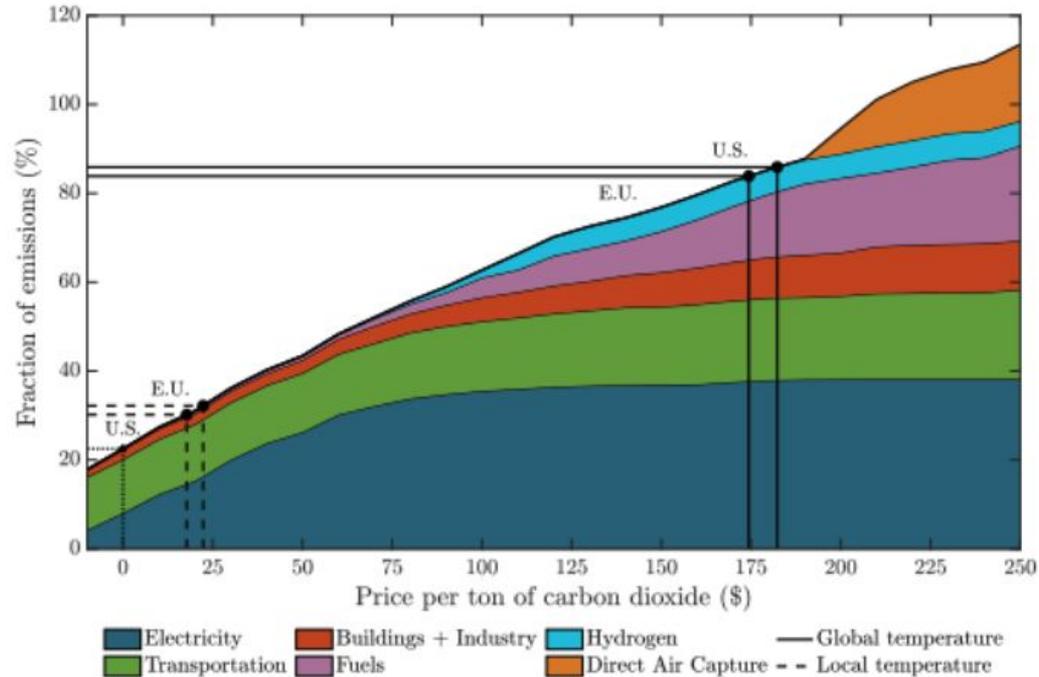
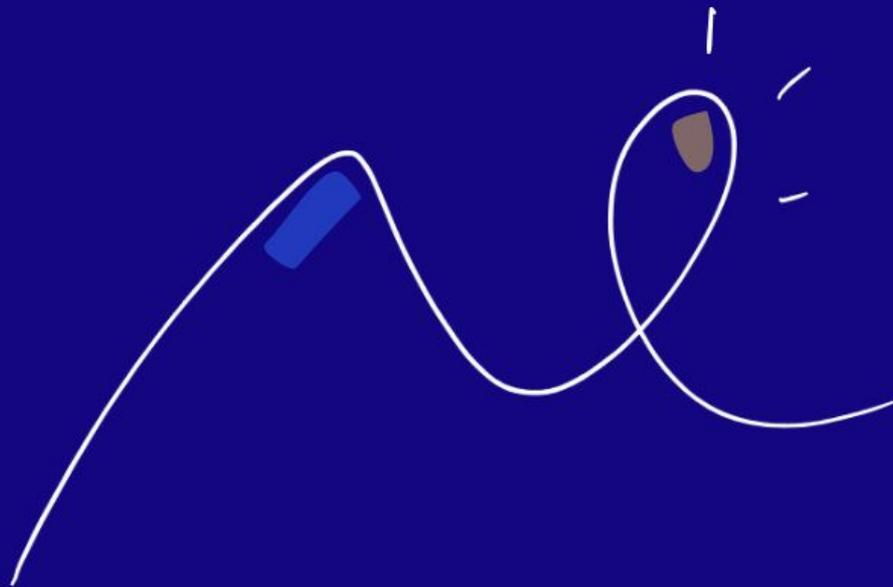


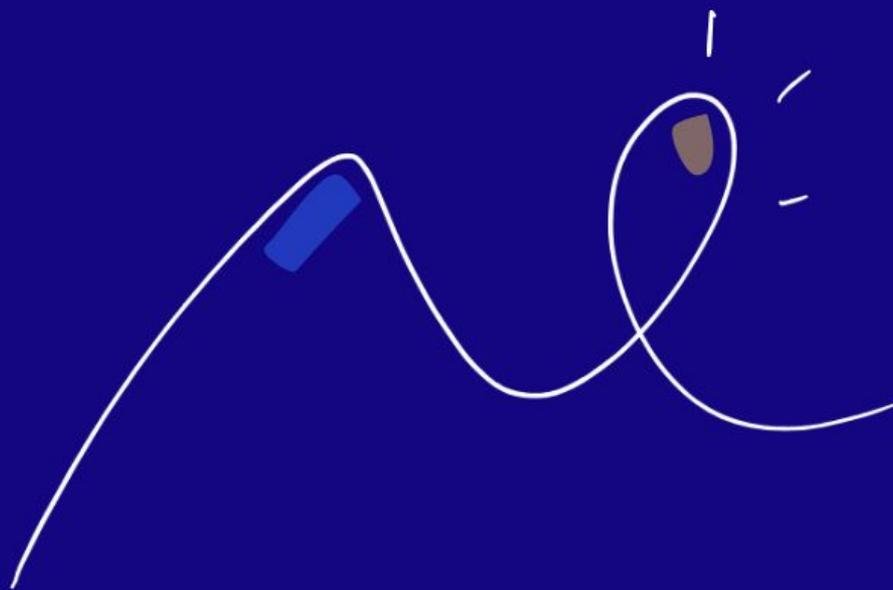
FIGURE 2. UNILATERAL DECARBONIZATION

Note: Marginal Abatement Cost Curve and Domestic Costs of Carbon for the United States and the European Union. Solid black lines: unilaterally optimal decarbonization under global temperature damages. Dashed black lines: unilaterally optimal decarbonization under local temperature damages. Dotted black line: unilateral decarbonization absent any damages. U.S.: United States. E.U.: European Union.



Merci !

Qu'est-ce que cela vous
inspire ?



Envie de continuer
à en apprendre
sur l'écologie ?

Abonnez-vous à notre
newsletter mensuelle :
laboussole.eco

et pour m'écrire :
aicha@laboussole.eco

MERCI POUR VOTRE PARTICIPATION

Pourriez-vous nous partager votre retour concernant cette Matinale

