

Le climat

avec Laurent BOPP (CNRS, IPSL)

Vendredi 29 mars 2024 à 13h

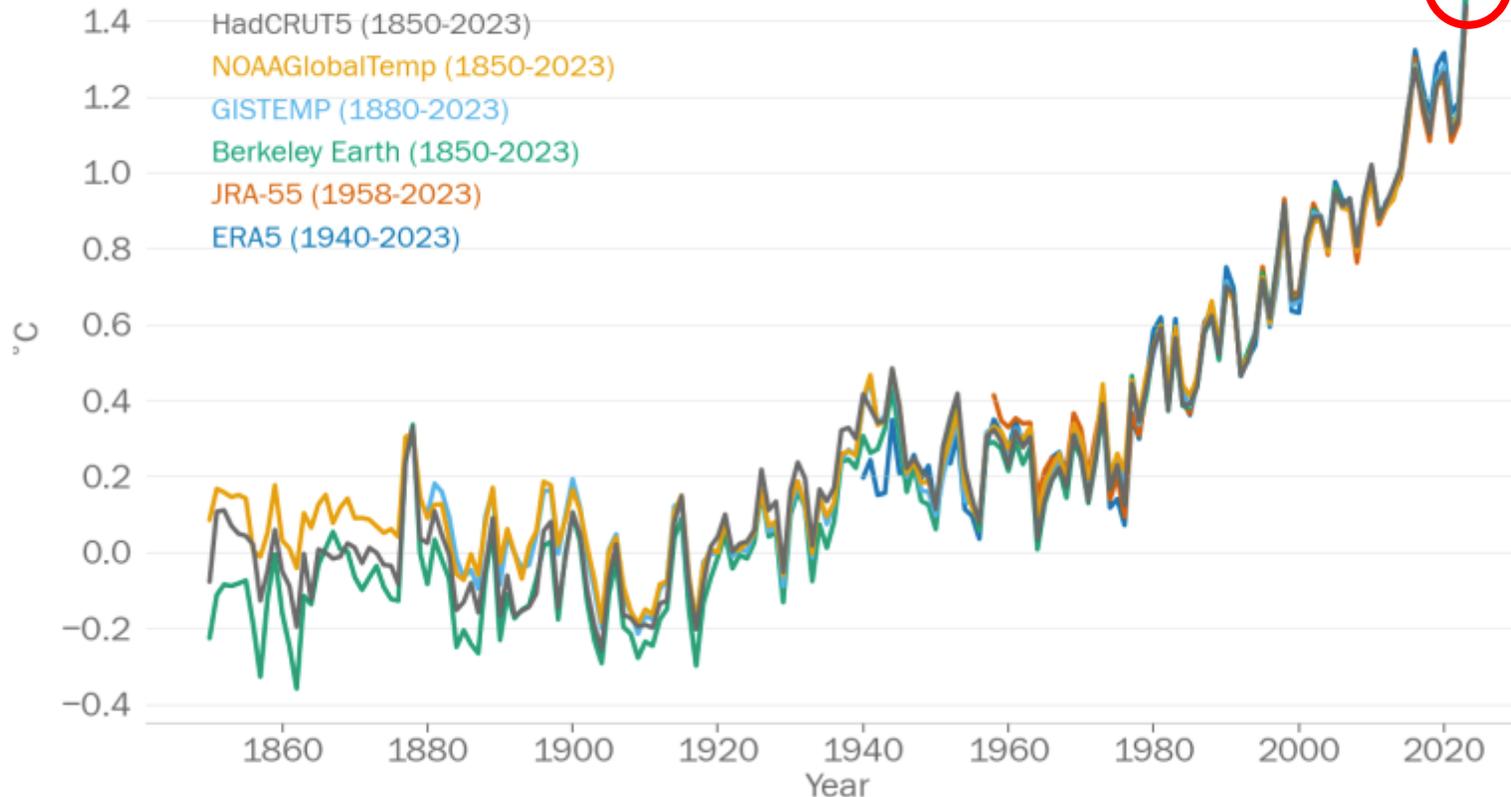
Climat et CO₂

avec Laurent BOPP (CNRS, IPSL)

Vendredi 29 mars 2024 à 13h

Une année 2023 exceptionnellement chaude

Global Mean Temperature Difference (°C)
Compared to 1850-1900 average

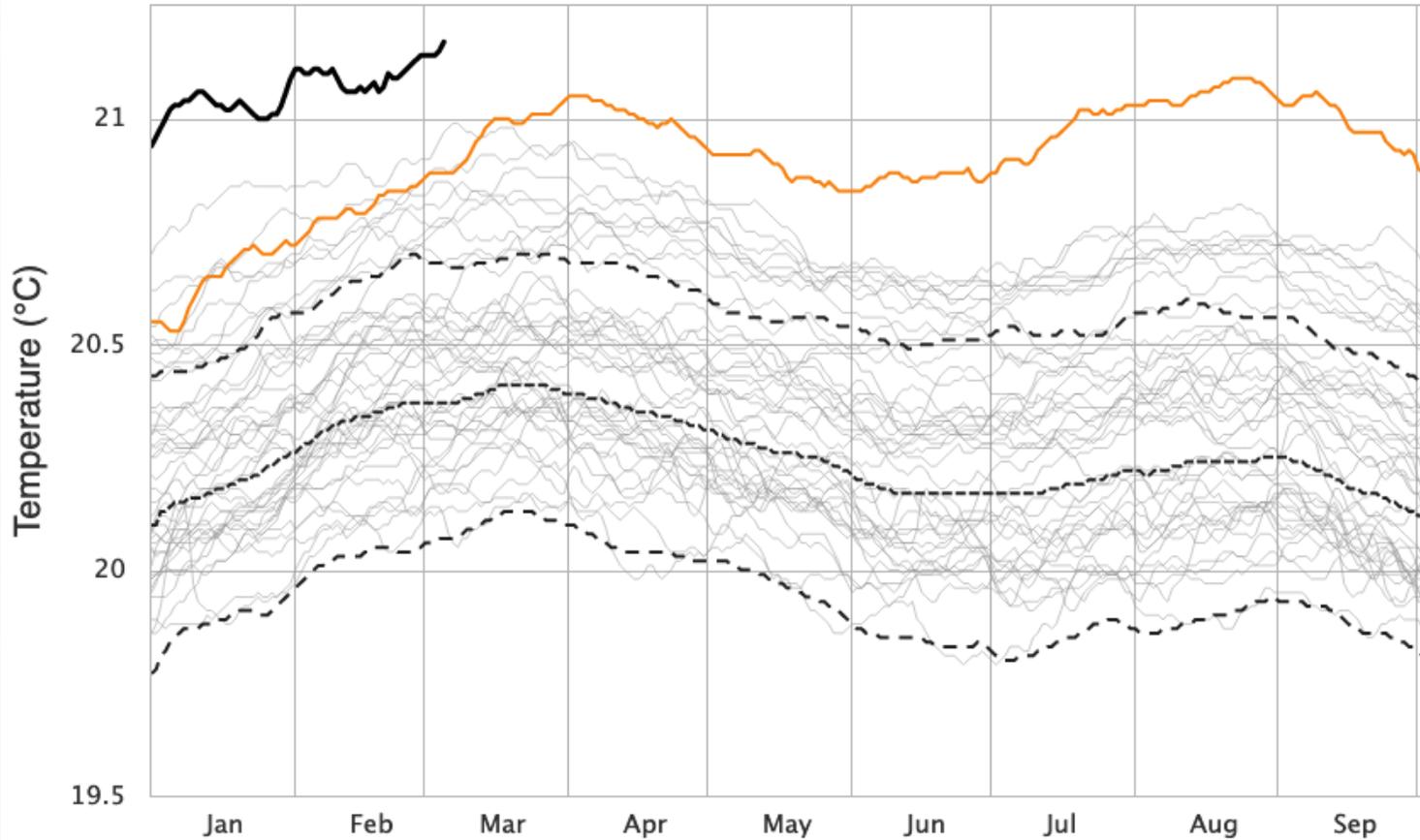


1.45 ± 0.12 °C
de plus que
1850-1900

Des canicules marines dans tous les bassins

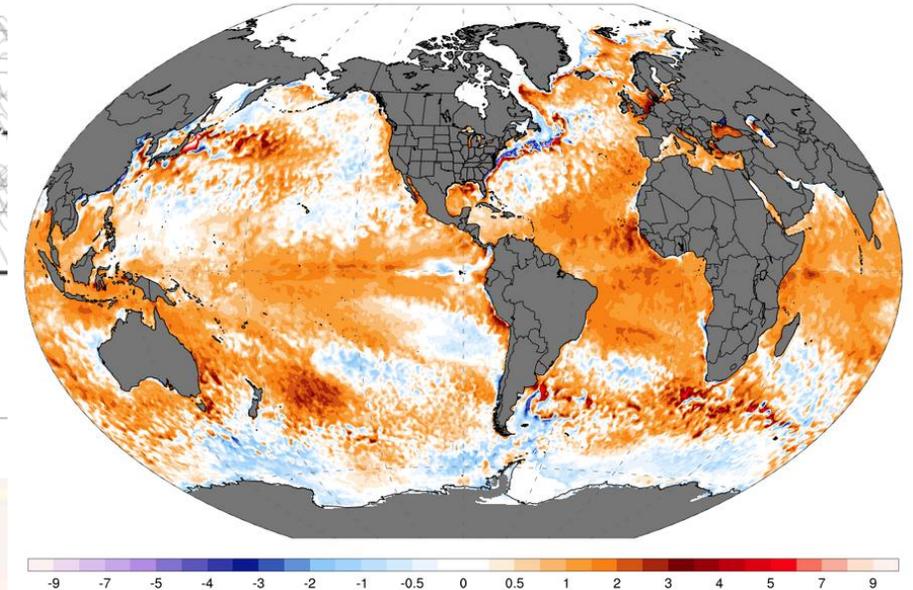
Daily Sea Surface Temperature, World (60°S–60°N, 0–360°E)

Dataset: NOAA OISST V2.1 | Image Credit: ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, University of Maine

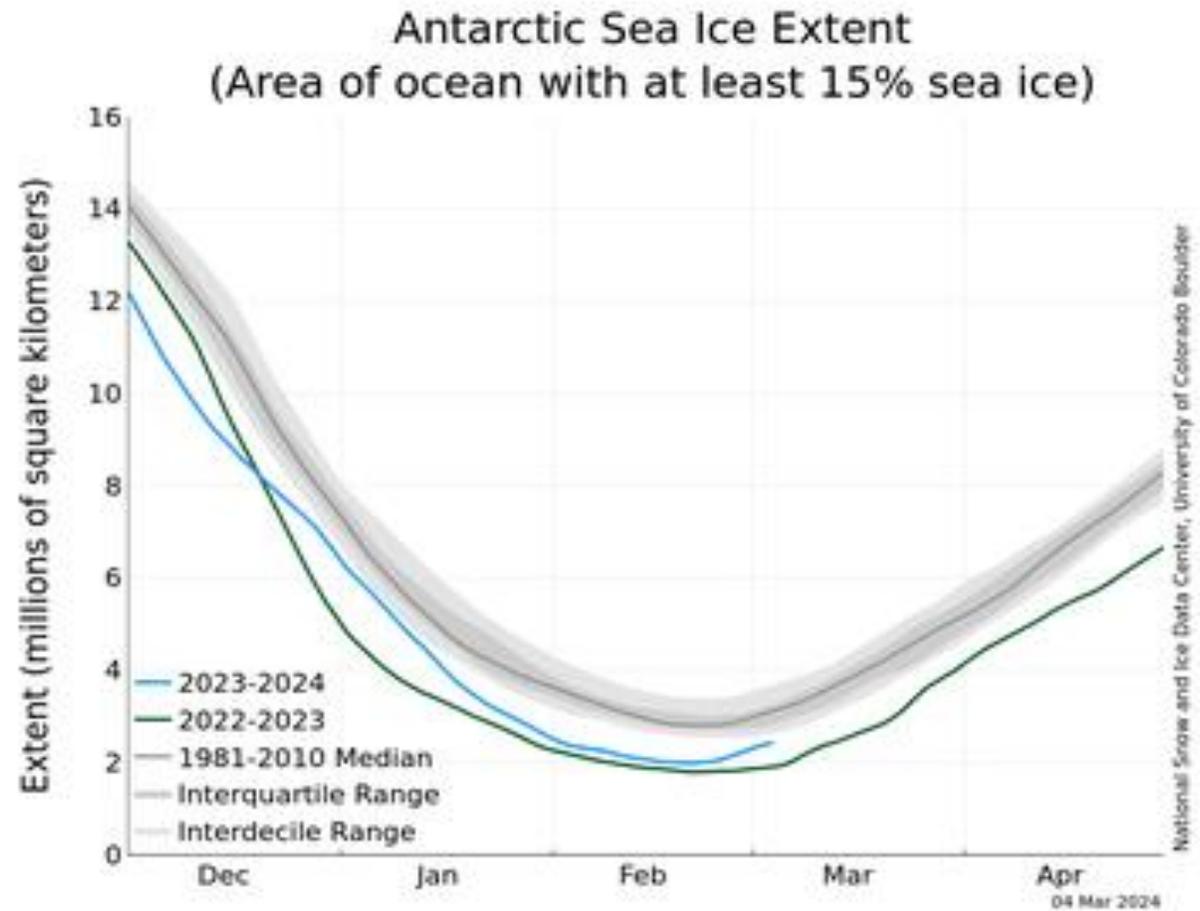
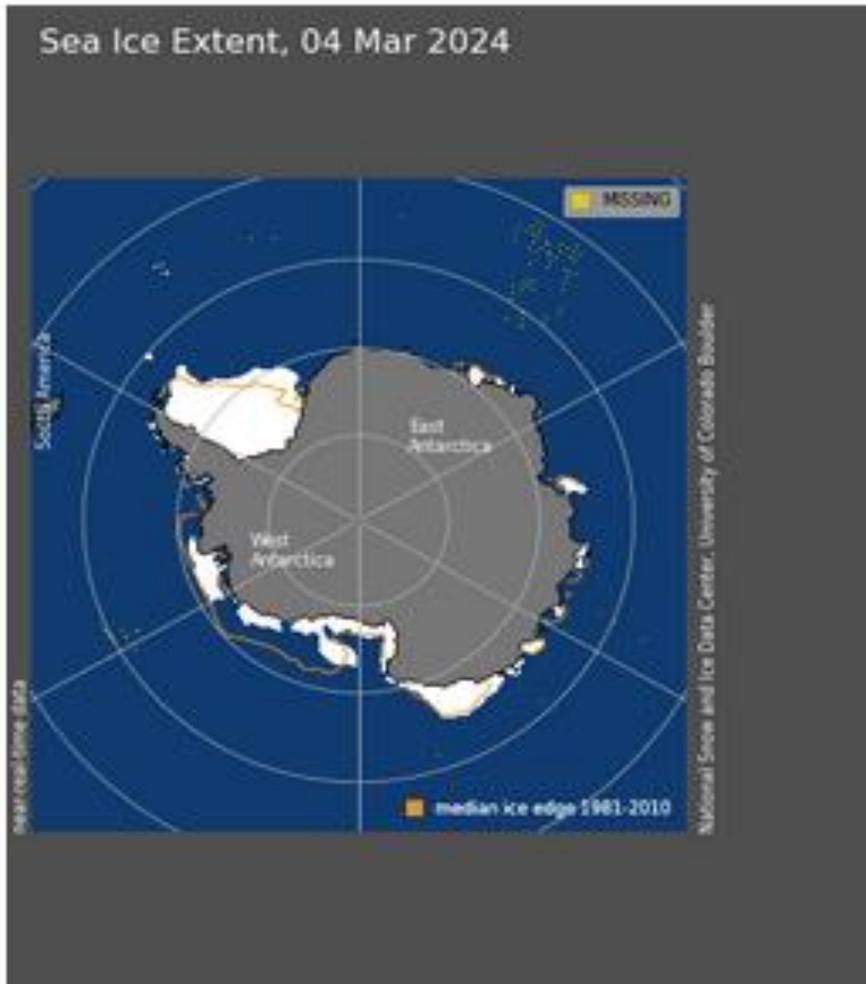


NOAA OISST V2.1 SST Anomaly (°C) [1971-2000 baseline]
Mon, Mar 04, 2024 | preliminary

ClimateReanalyzer.org
Climate Change Institute | University of Maine

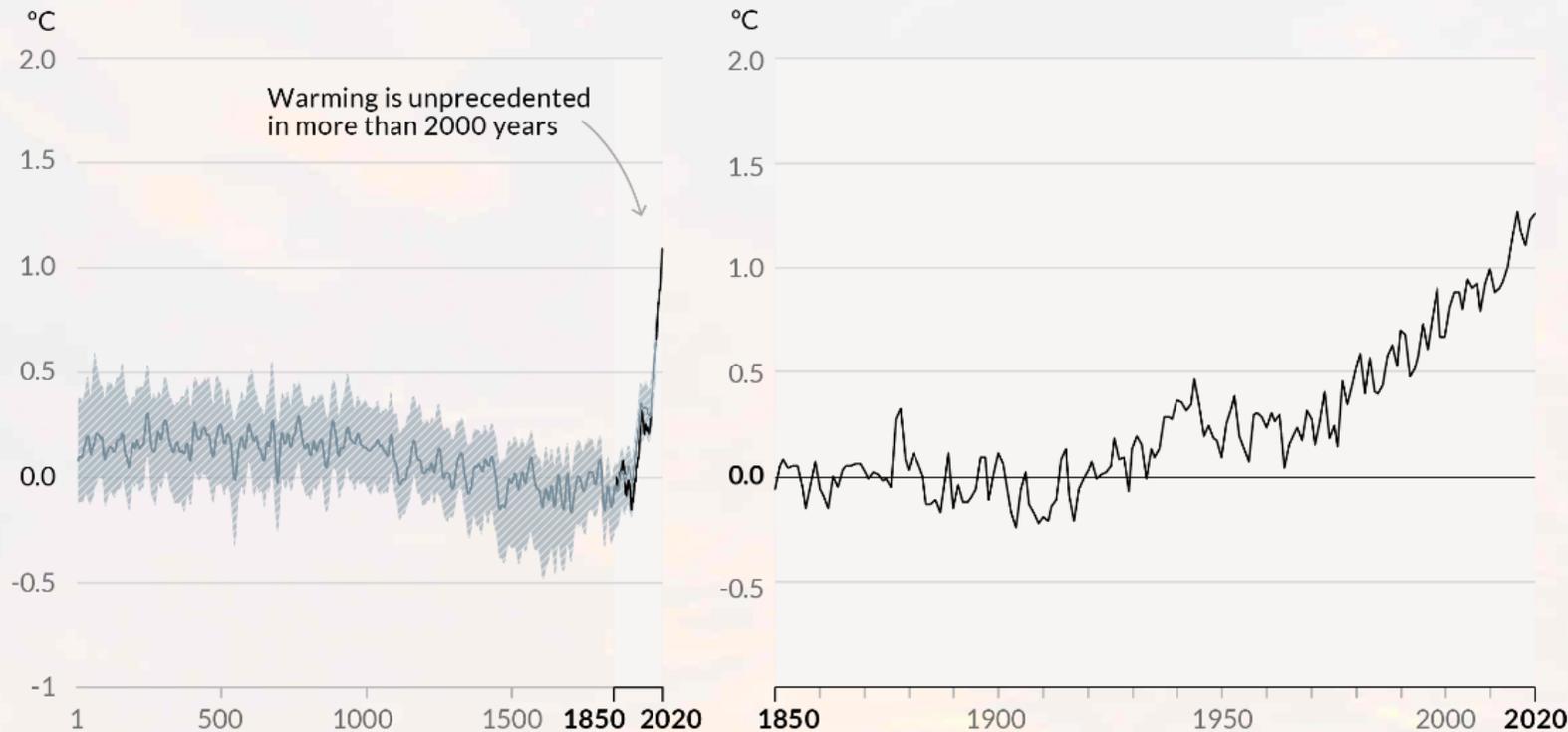


Une banquise antarctique réduite



Augmentation des températures

**Le réchauffement planétaire atteint 1,1°C – inédit depuis plus de 2 000 ans
Il est attribué à 100% à l'influence humaine (GIEC, 2023)**



Réchauffement
dû à l'influence humaine

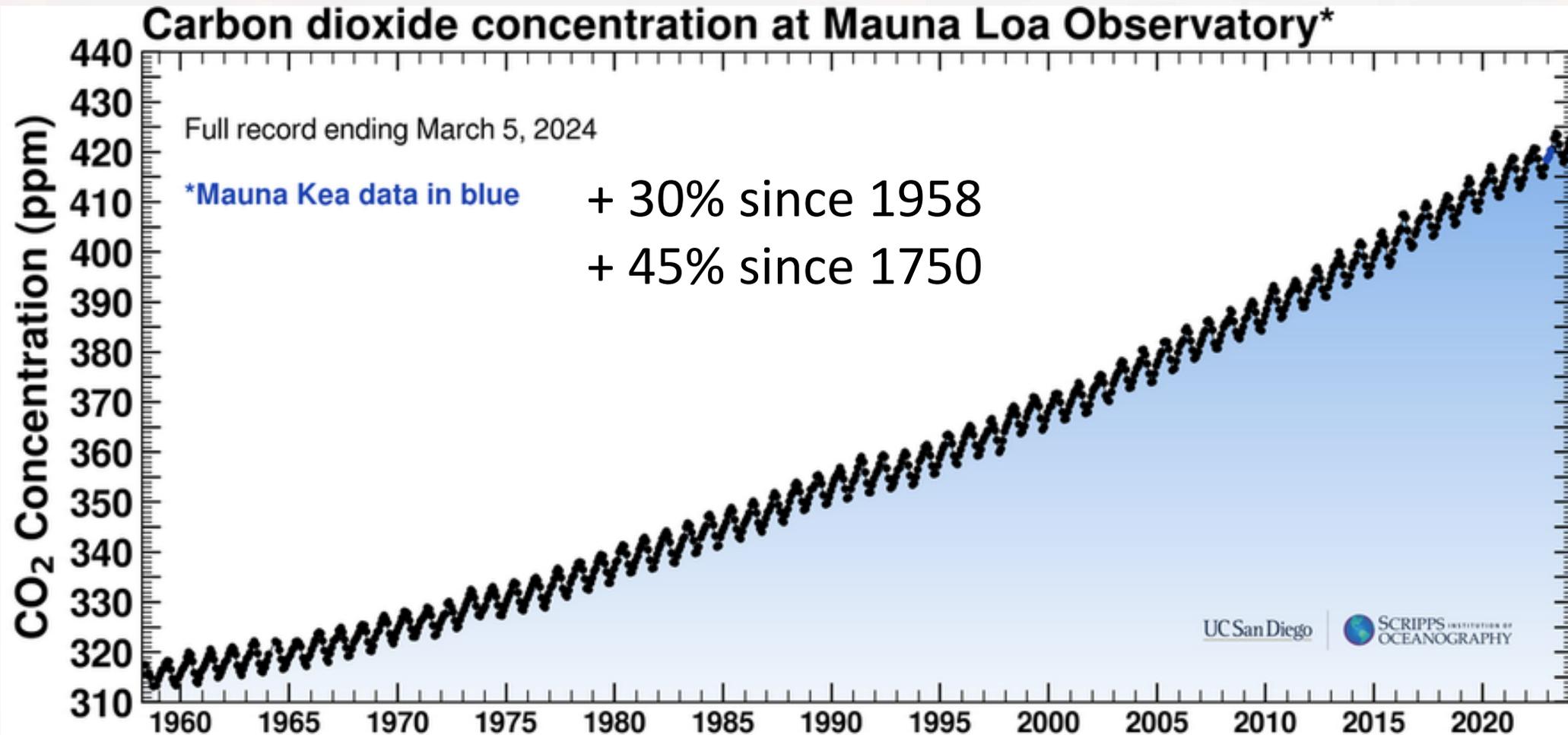
100% du
réchauffement
observé

(GIEC, 2023)

Changement climatique et... CO₂

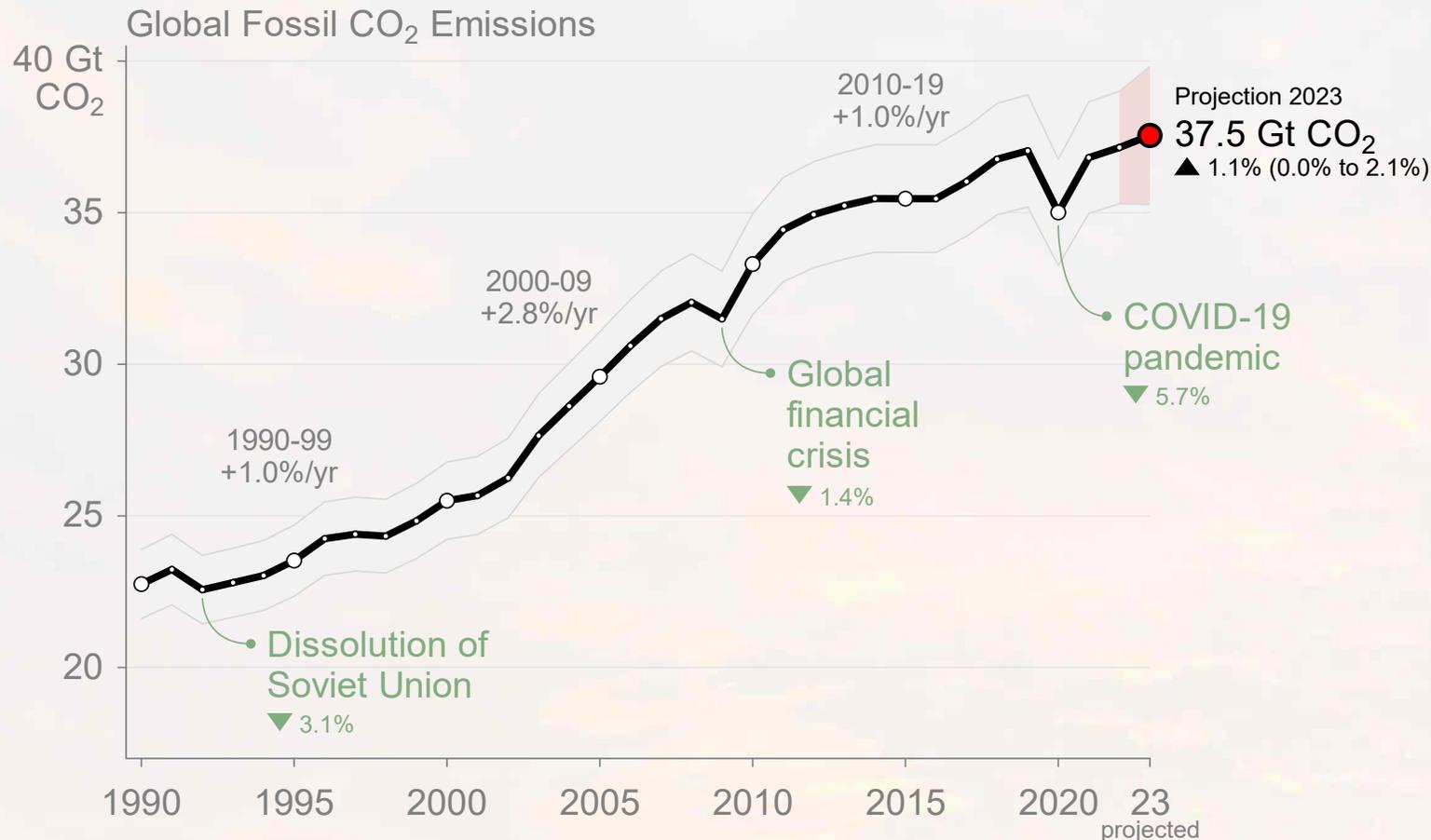
- Emissions anthropiques et CO₂ atmosphérique
→ de l'importance des puits de carbone
- Projections climatiques, Impacts et trajectoires d'émissions
→ Budget carbone « restant » et émissions nettes zéro
- ... et quelques suggestions de ressources pédagogiques

Emissions et CO₂ atmosphérique



Le cycle du Carbone : les émissions anthropiques

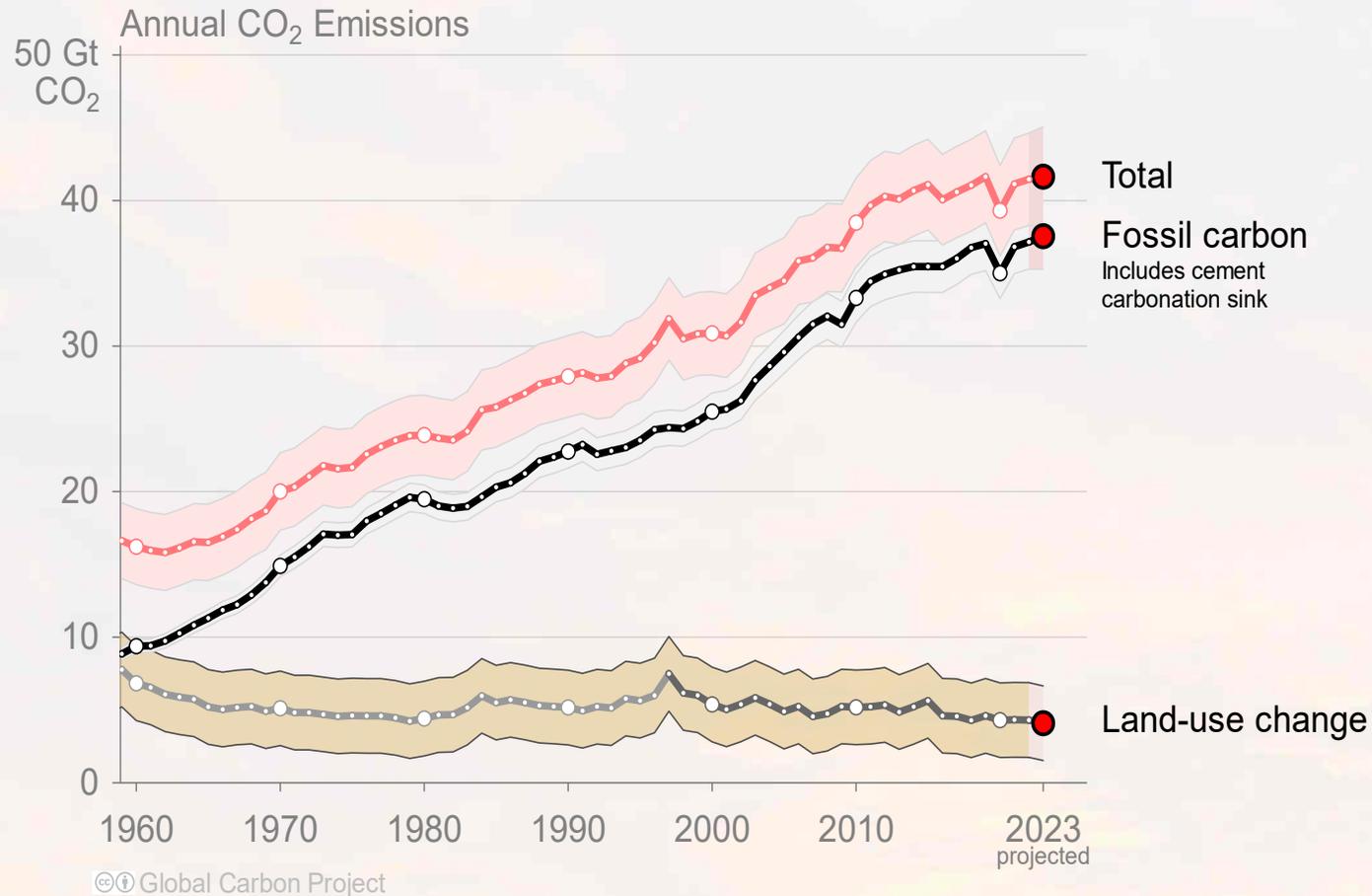
Combustibles Fossiles et Production de Ciment



© Global Carbon Project

Source: Friedlingstein et al. 2023 ;
Global Carbon Budget 2023

Le cycle du Carbone : Combustibles Fossiles et changement d'utilisation des terres



Current LUC emissions
~10% of total CO₂ emissions

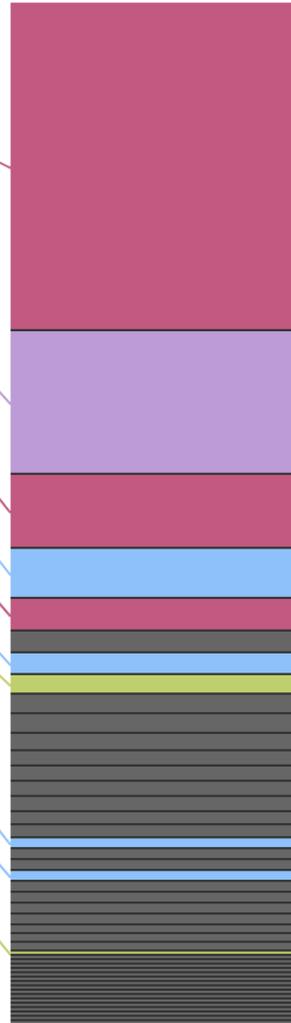


Source: Global Carbon Budget 2023

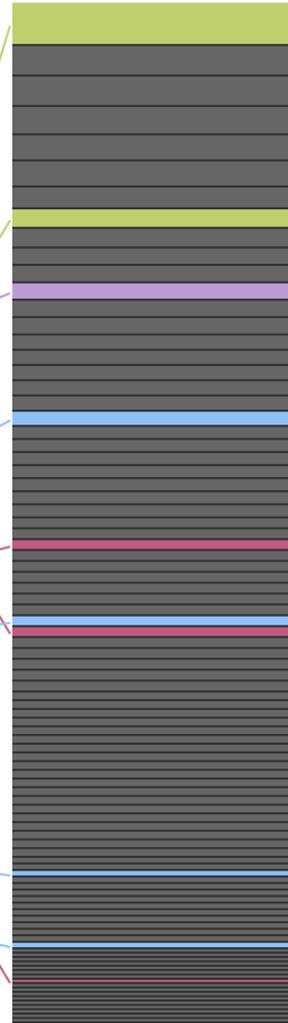
HIGHLIGHT

- China X
- USA X
- India X
- Russian Fed. X
- Japan X
- Germany X
- Saudi Arabia X
- United Kingdom X
- France X
- Qatar X

Territorial ▼ MtCO₂ ▼



Territorial ▼ tCO₂/person ▼



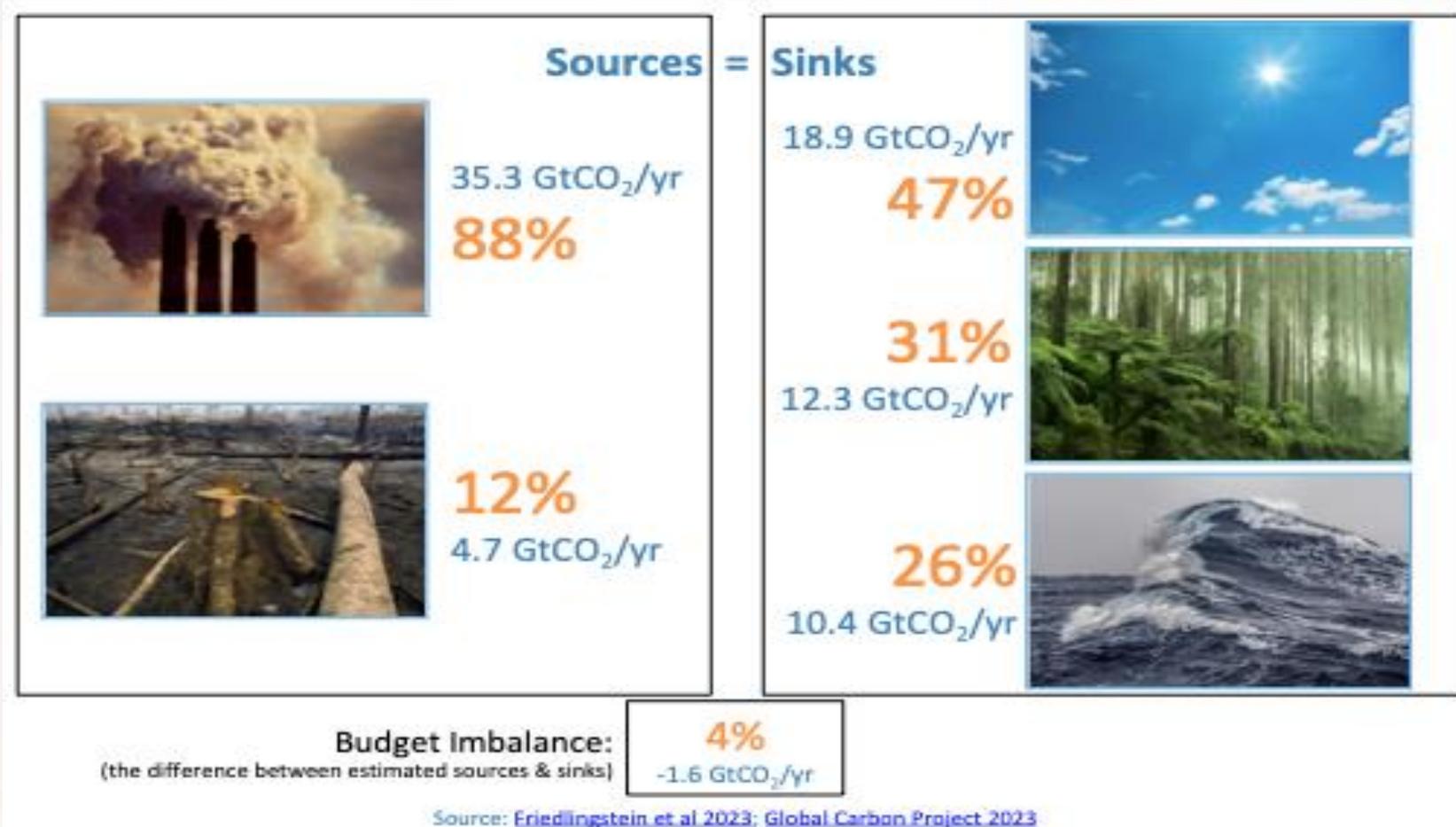
Consumption ▼ tCO₂/person ▼



<https://globalcarbonatlas.org/>

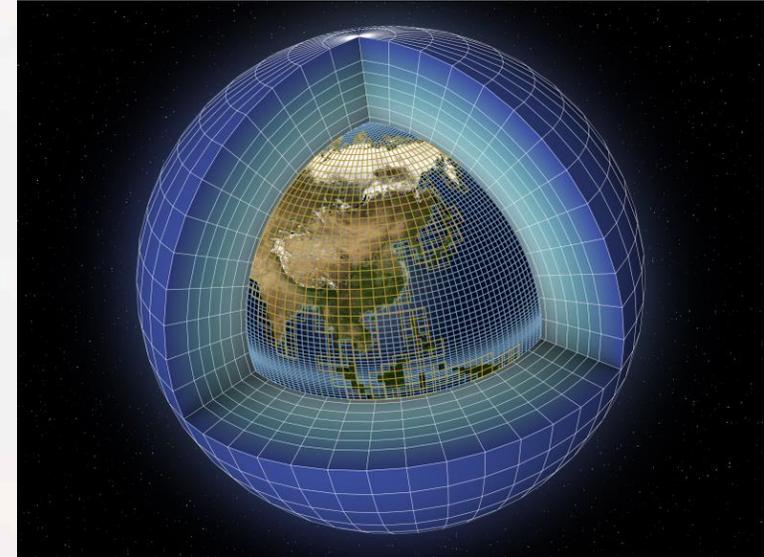
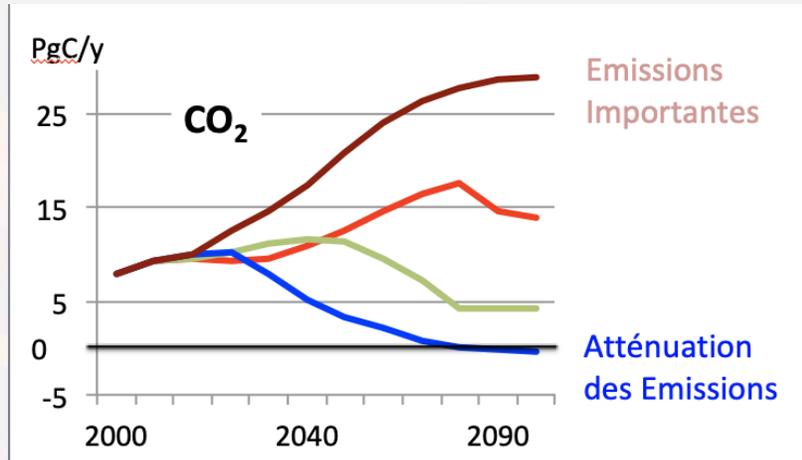
Le cycle du carbone : heureusement, il y a des puits !

(Bilan Carbone – 2013-2022)



Source: Friedlingstein et al 2023; Global Carbon Project 2023

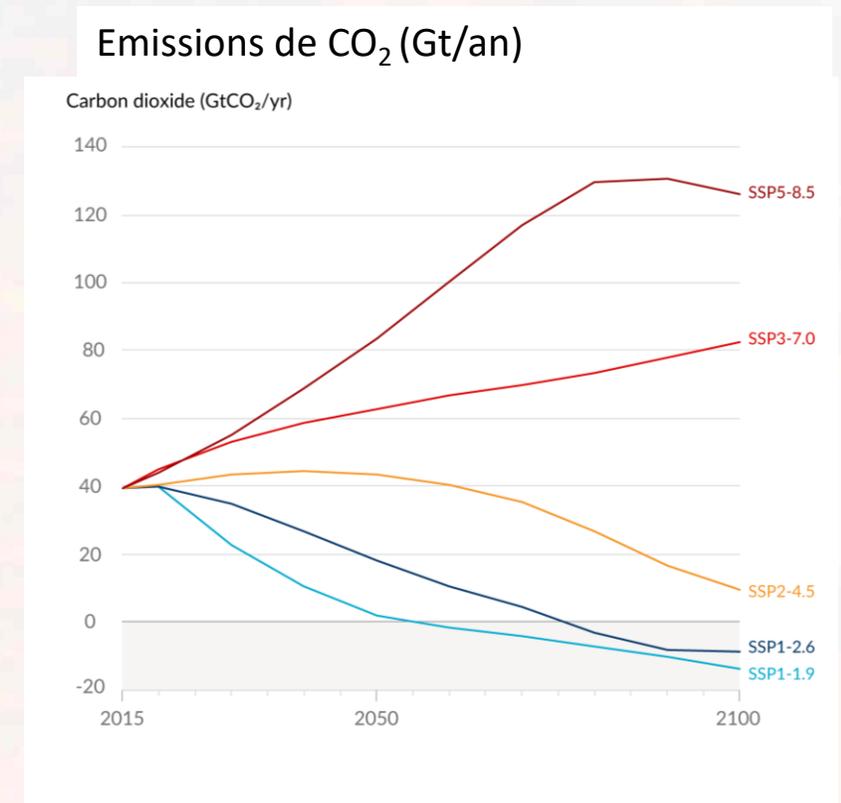
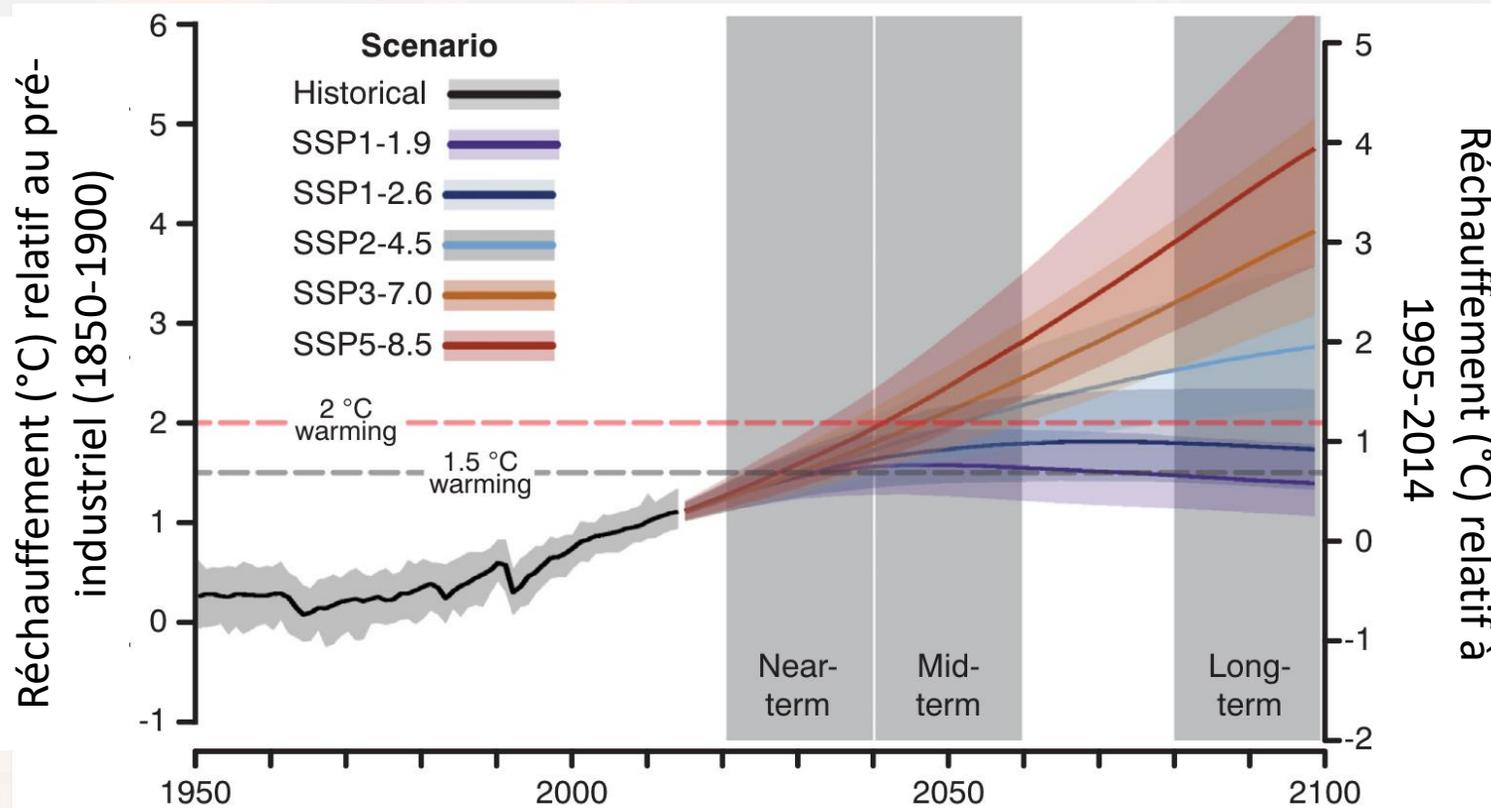
Scénarios, Modèles et Projections



... et super-calculateurs

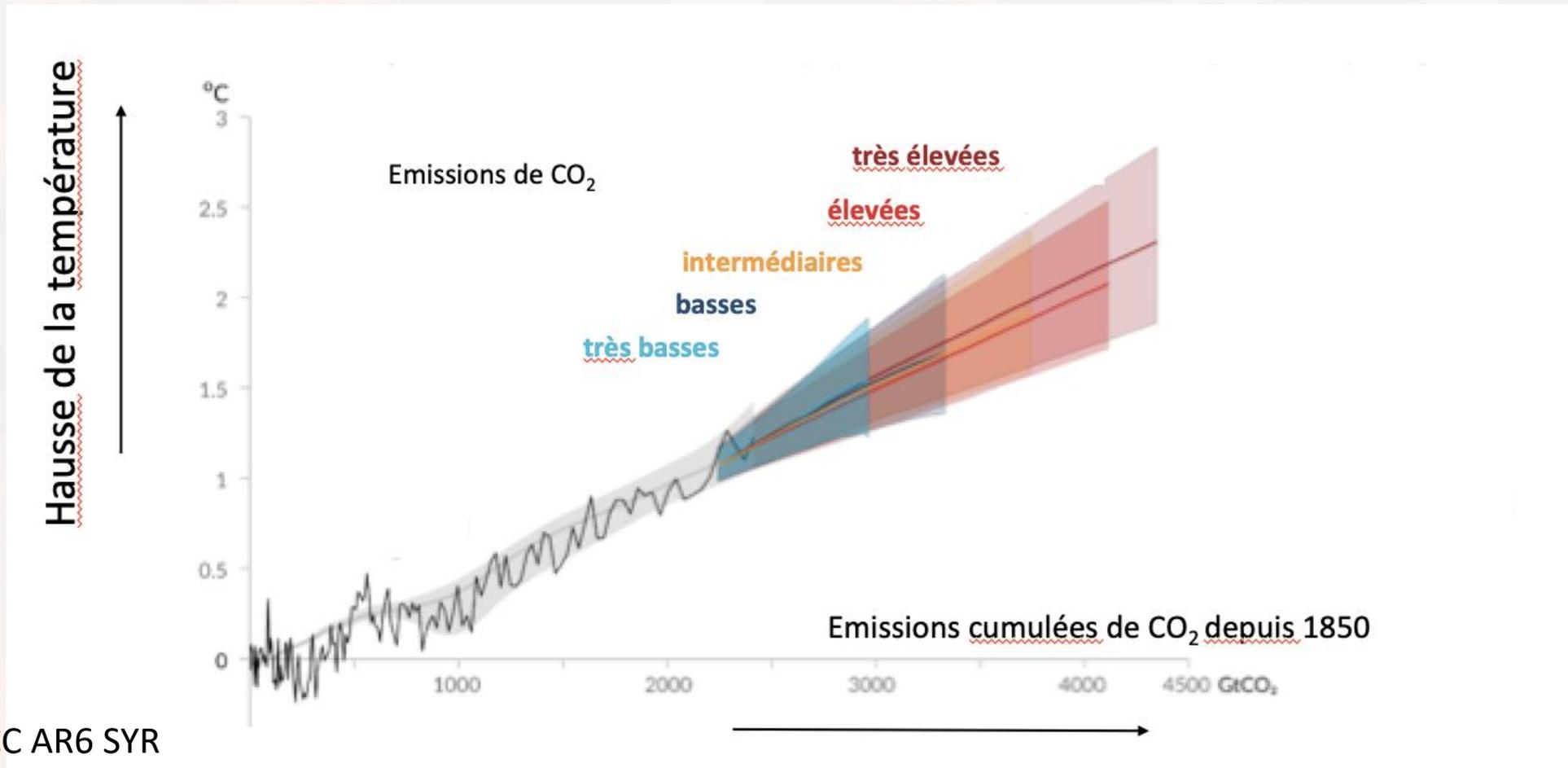
Projections en fonction des scénarios

Les émissions à venir vont déterminer le niveau de réchauffement



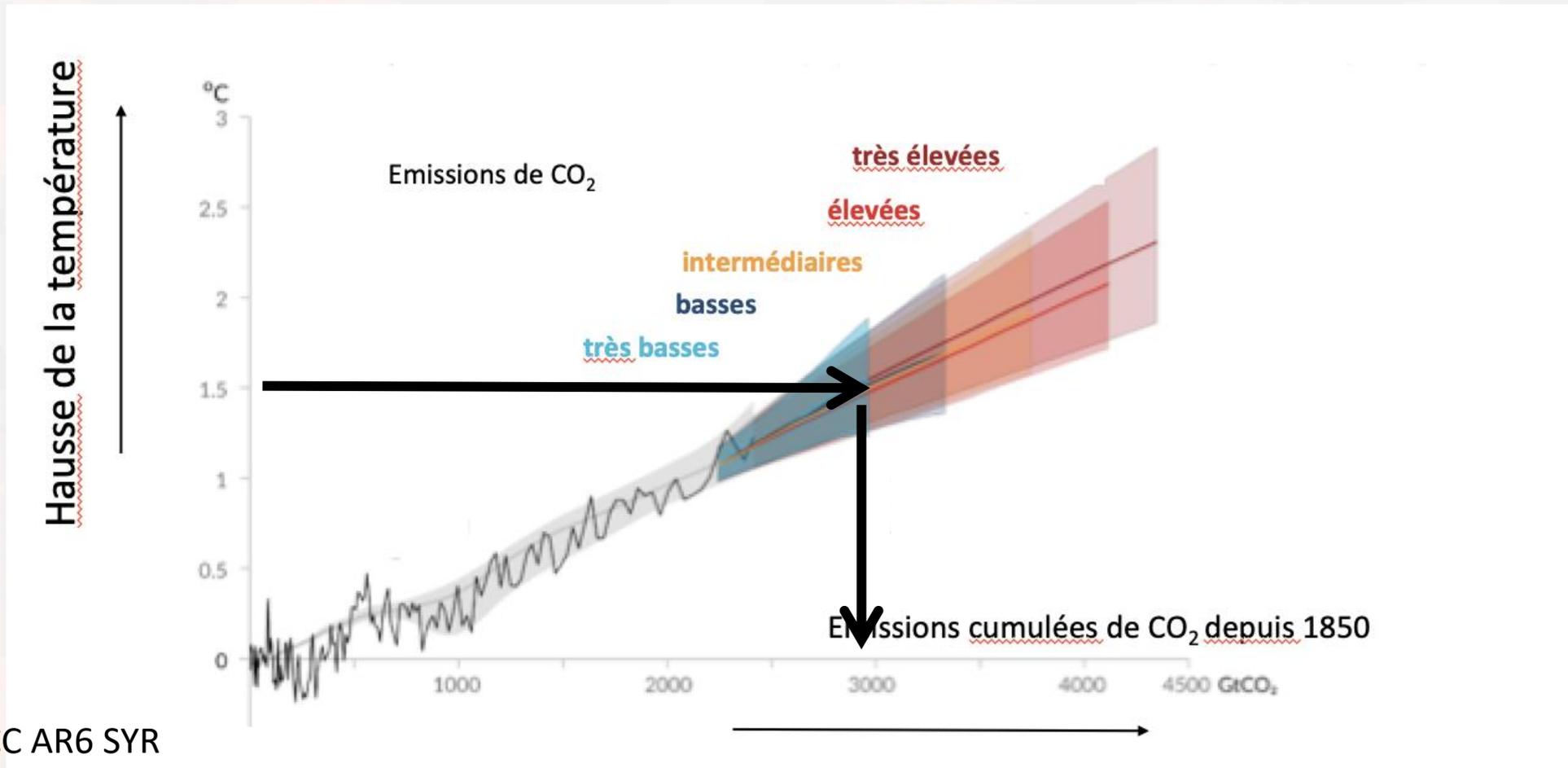
Réchauffement et Emissions Cumulées

Chaque tonne d'émissions de CO₂ contribue au réchauffement planétaire



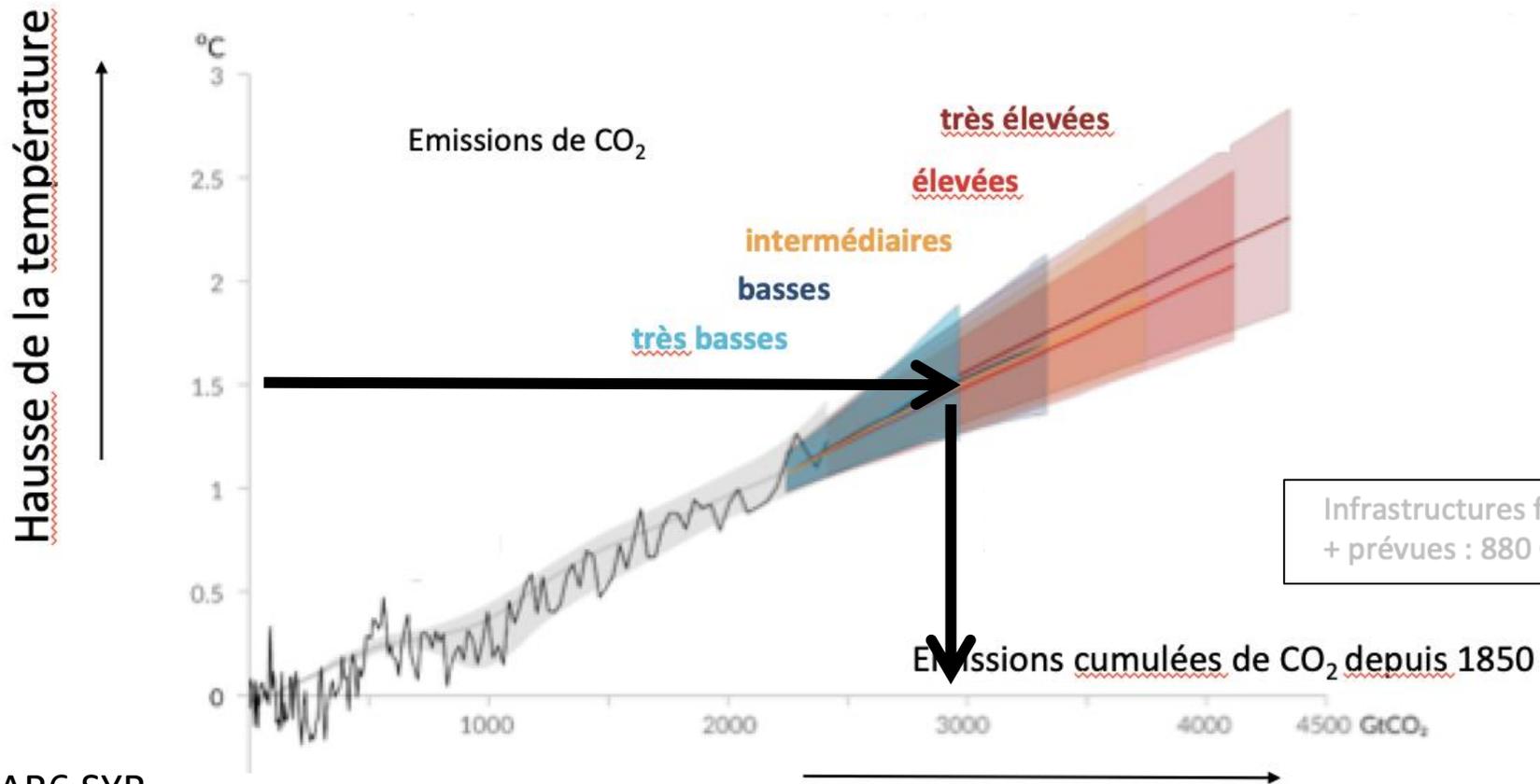
Réchauffement et Emissions Cumulées

Le budget carbone restant pour limiter le réchauffement à 1.5°C est de 500 GtCO₂.



Réchauffement et Emissions Cumulées

Le budget carbone restant pour limiter le réchauffement à 1.5°C est de 500 GtCO₂.

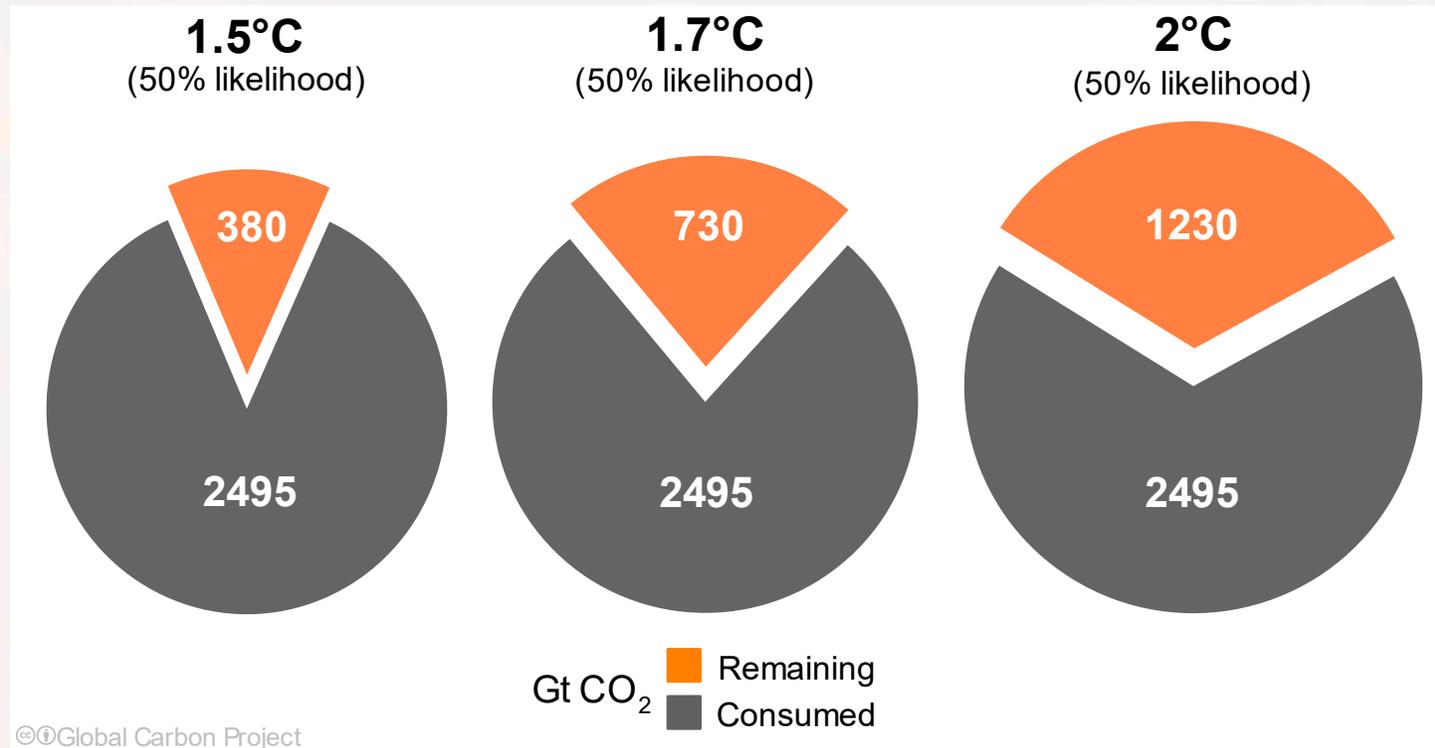


Les émissions de CO₂ projetées à partir des infrastructures existantes de combustibles fossiles, dépasse ce budget carbone (degré de confiance élevé).

Infrastructures fossiles existantes : 660 GtCO₂
+ prévues : 880 GtCO₂

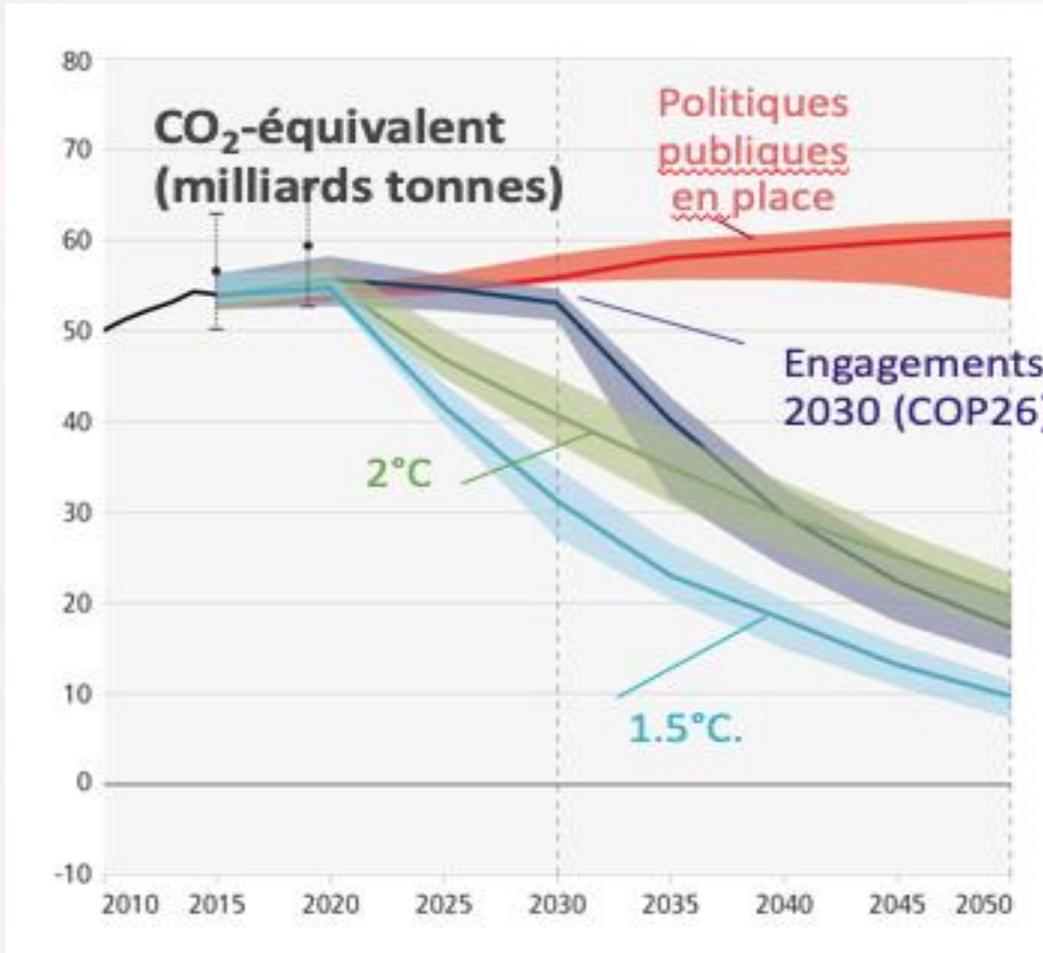
Une contrainte géophysique : le budget carbone restant

Le budget carbone restant pour limiter le réchauffement climatique à 1,5°C, 1,7°C et 2°C correspond à 9, 18 et 30 années d'émissions de 2022 à partir de 2023.



Updated from IPCC AR6 - Source: [IPCC AR6 WG1](#); [Friedlingstein et al 2022](#); [Global Carbon Budget 2022](#)

Trajectoire des Emissions Compatibles d'ici 2030



sous 2°C

↓ CO₂-équivalent : 27% d'ici 2030

vers 1,5 °C

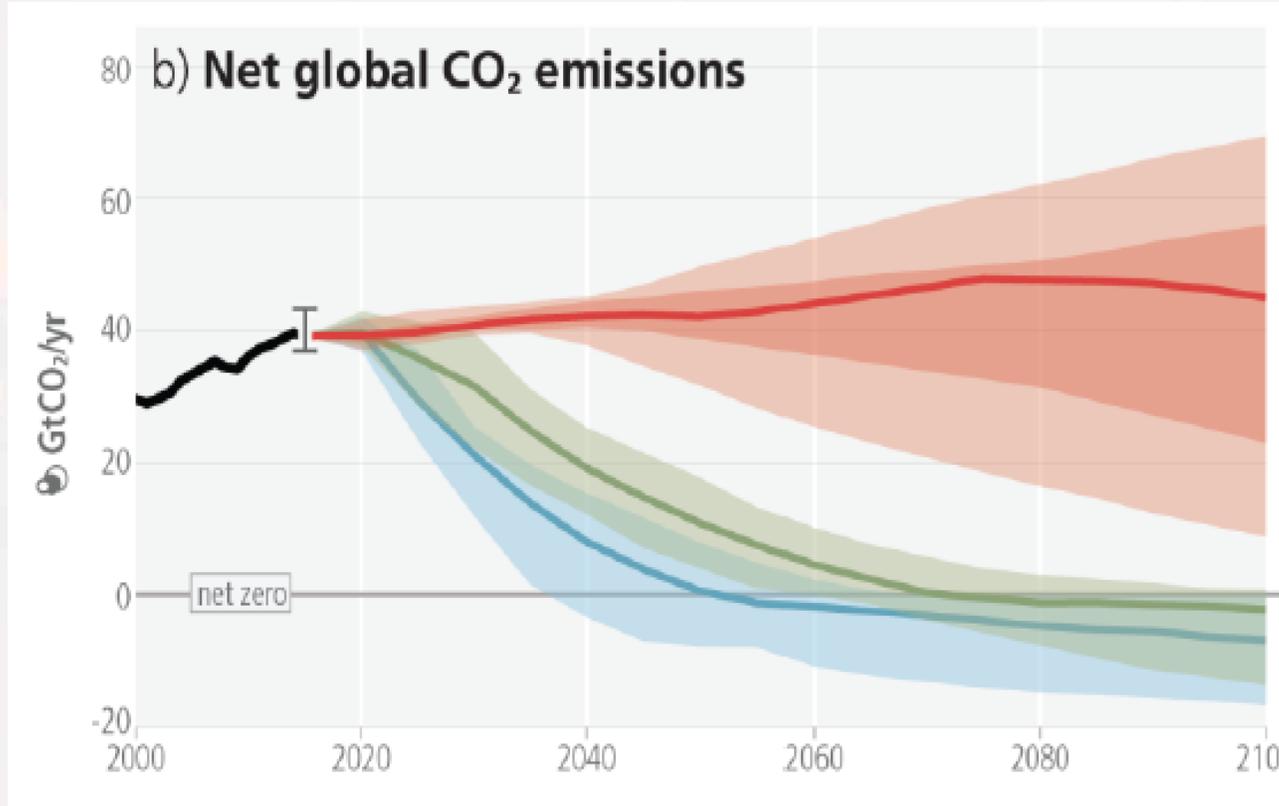
↓ CO₂-équivalent : 43% entre 2019 et 2030

↓ méthane : 34%

GIEC, rapport de synthèse

Pour parvenir à des émissions nettes nulles, il faut avant tout réduire fortement les émissions de CO₂, de méthane et autres GES.

Trajectoire des Emissions Compatibles → 2100



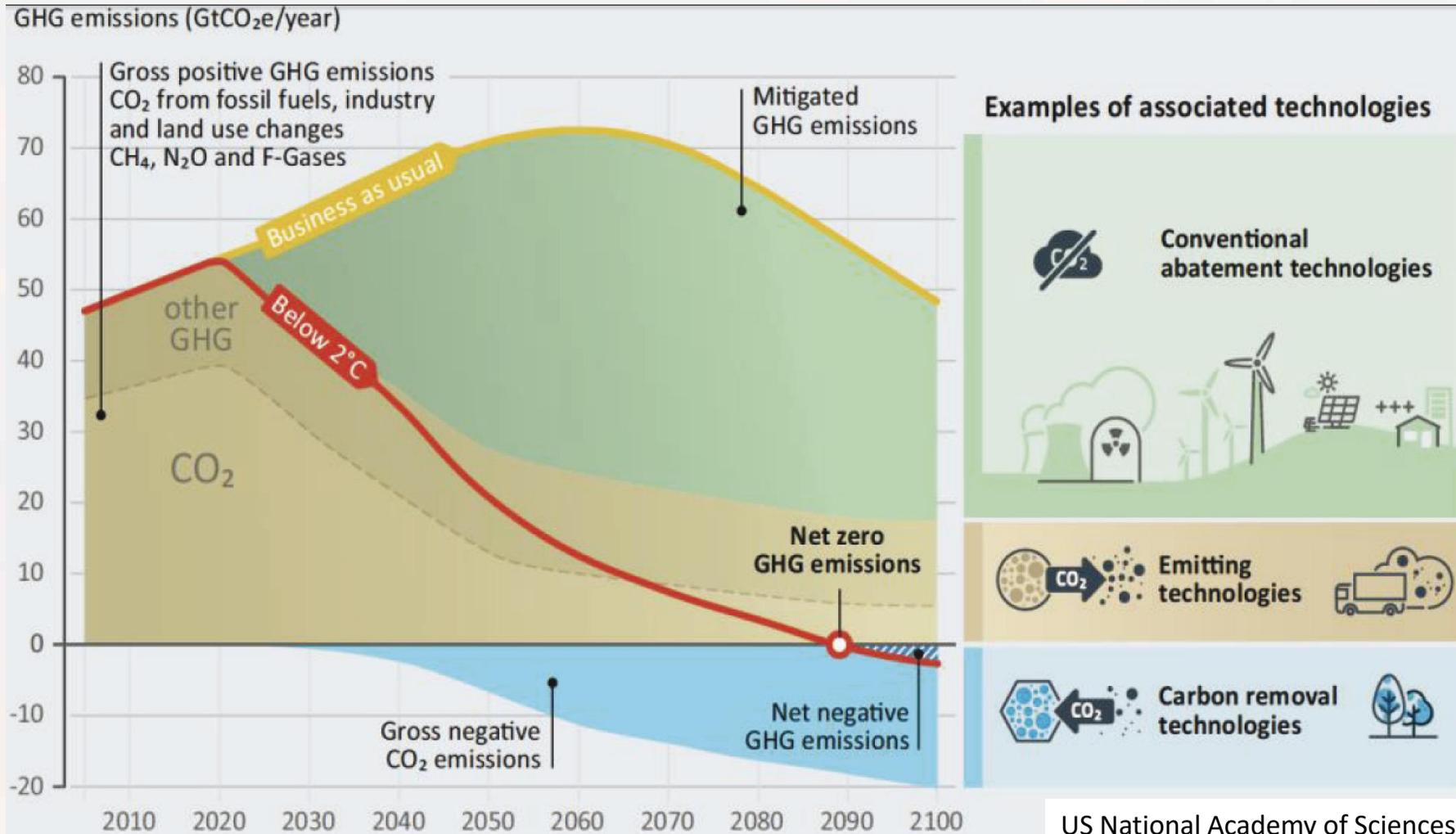
Key

- Implemented policies (median, with percentiles 25-75% and 5-95%)
- Limit warming to 2°C (>67%)
- Limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot

GIEC, rapport de synthèse

L'élimination du dioxyde de carbone (EDC) serait nécessaire pour parvenir à des émissions de CO₂ nettes et négatives post-2050....

Les scénarios compatibles – Emissions négatives / EDC



US National Academy of Sciences, 2018

Les scénarios compatibles – Emissions négatives / EDC

En plus de réductions importantes, rapides et durables des émissions, l'EDC peut remplir trois rôles complémentaires

- (1) réduire les émissions nettes de CO₂** ou de gaz à effet de serre à court terme
- (2) compenser les émissions résiduelles** 'difficiles à éliminer' pour atteindre la neutralité nette en CO₂
- (3) atteindre des émissions nettes négatives** de CO₂ ou de gaz à effet de serre en cas de déploiement à des niveaux dépassant les émissions résiduelles annuelles.

Par ex. : pour les scénarios limitant le réchauffement à $<1.5^{\circ}\text{C}$
→ 150 à 800 GtCO₂ de EDC

Quelles technologies pour l'EDC ?

DACCS* et BECCS** intégrés dans de nombreux scénarios 1.5°C/2°C



- Coûts et potentiels encore incertains
- BECCS - quels effets sur l'utilisation des terres, le cycle de l'eau, la diversité, ... ?

* Direct Air Carbon Capture & Storage

** BioEnergy with Carbon Capture & Storage

Quelles technologies pour l'EDC ?

DACCS* et BECCS** intégrés dans de nombreux scénarios 1.5°C/2°C

Mais aujourd'hui :

Only a tiny fraction of all current carbon dioxide removal results from **novel methods**

Total current amount of carbon dioxide removal, split into conventional and **novel** methods (GtCO₂/yr)

-2 -1.8 -1.6 -1.4 -1.2 -1 -0.8 -0.6 -0.4 -0.2 0 GtCO₂/yr



Almost all current carbon dioxide removal, 2 GtCO₂/yr, comes from conventional management of land and a tiny fraction, 0.002 GtCO₂/yr, results from **novel methods**

- BECCS
- Biochar
- Other novel CDR

-0.003 -0.002 -0.001 0 GtCO₂/yr

@CarbonBrief



Quelles technologies pour l'EDC ?

DACCS* et BECCS** intégrés dans de nombreux scénarios 1.5°C/2°C

Des technologies
moins « matures »

(par exemple – Ocean-based CDR,
National Academy of Sciences, 2021

De nombreuses questions sur :

- Développement, coût
- Efficacité, potentiel, durabilité
- Effets collatéraux



... et quelques suggestions de ressources pédagogiques

Bilan et Carbone et
Emissions
anthropiques

1. Le global carbon budget <https://globalcarbonbudget.org/>
2. Le global carbon atlas <https://globalcarbonatlas.org/>
3. Pour la France : rapports du HCC et le CITEPA
<https://www.hautconseilclimat.fr/> & <https://www.citepa.org/fr/>

Projections
climatiques

1. Les rapports du GIEC <https://www.ipcc.ch/>
2. L'atlas interactif <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>
3. Pour la France, le site DRIAS <https://www.drias-climat.fr/>

Bilan carbone dans
le monde
académique

Labo 1.5 <https://labos1point5.org/>