

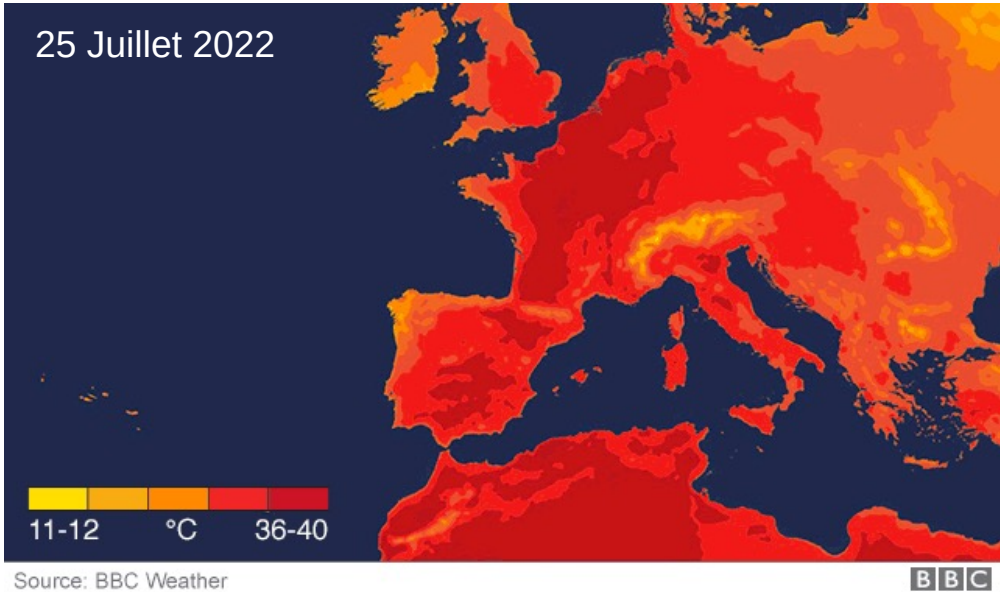
Histoire du climat et des océans

Stefan Lalonde

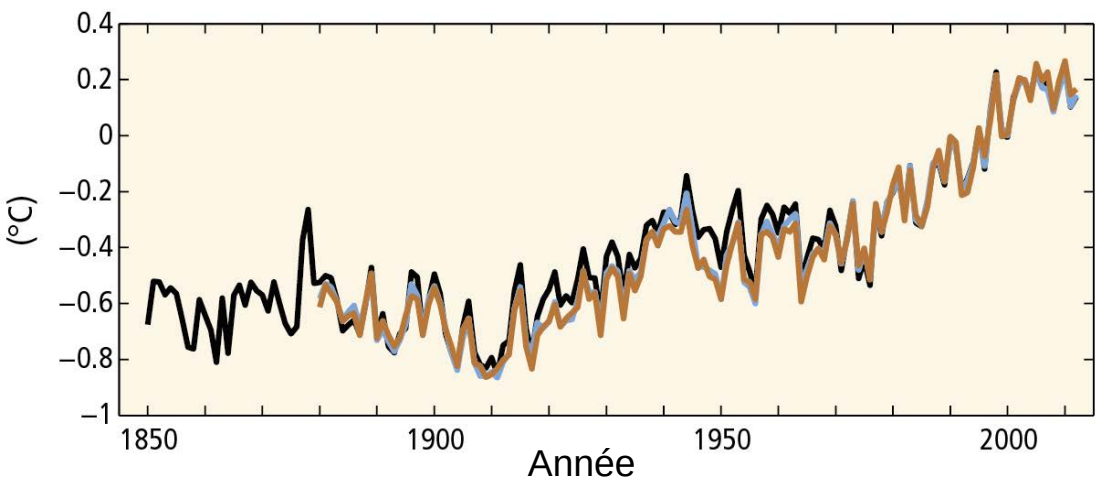
*Directeur de recherche CNRS
Laboratoire Geo-Ocean*

*Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM)
Université de Bretagne Occidentale (UBO)*

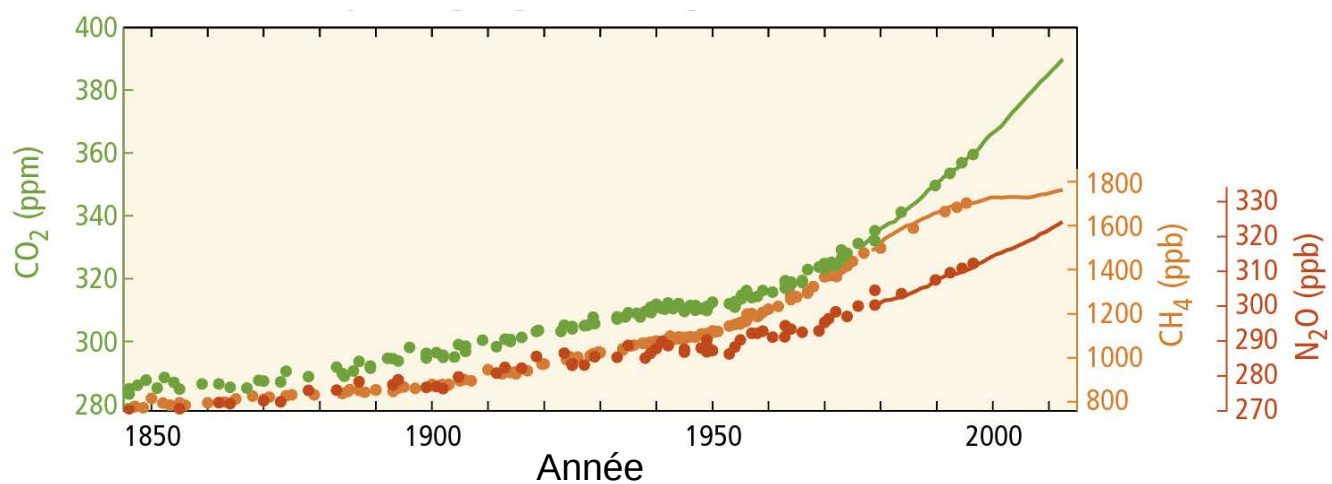
Changement climatique et le role dû carbone



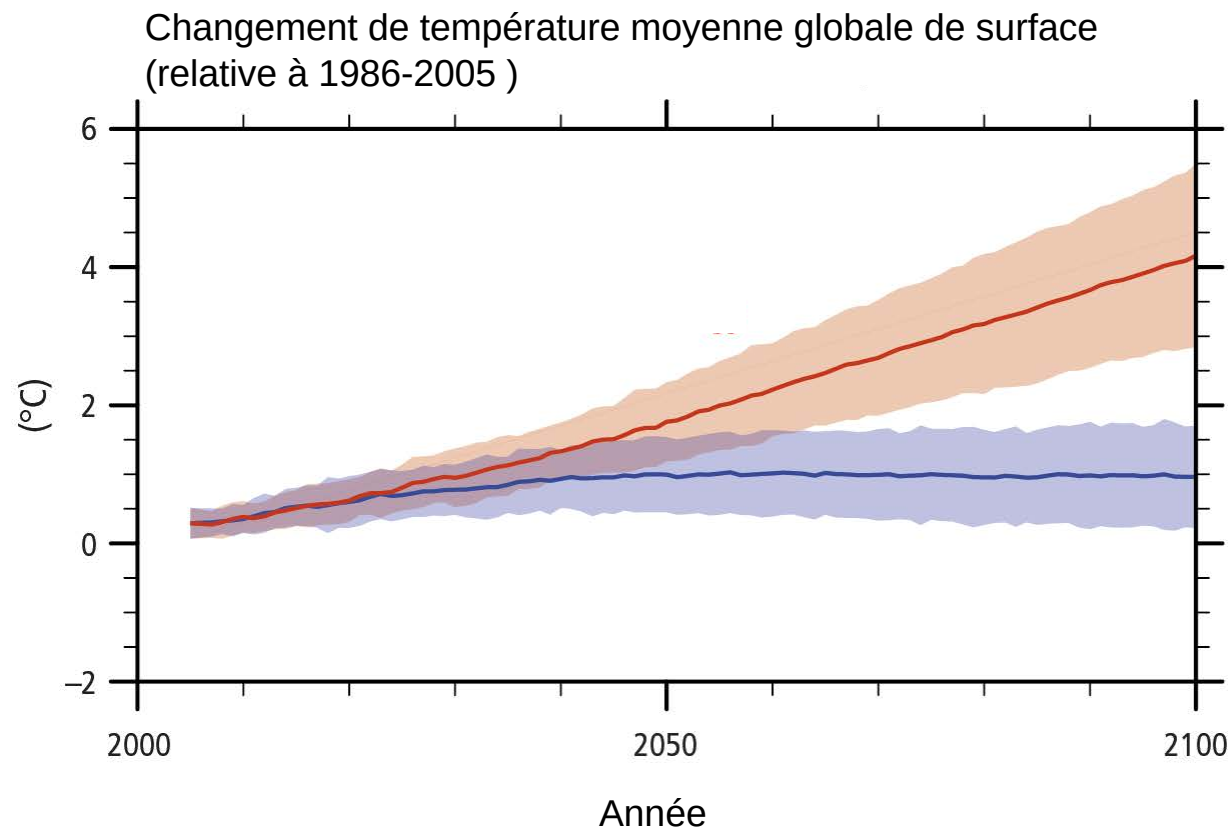
Anomalie de temperature moyenne de surface globale (terre et ocean)



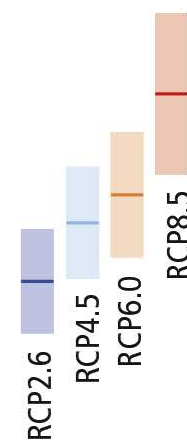
Concentrations globales moyenne en gaz à effet de serre



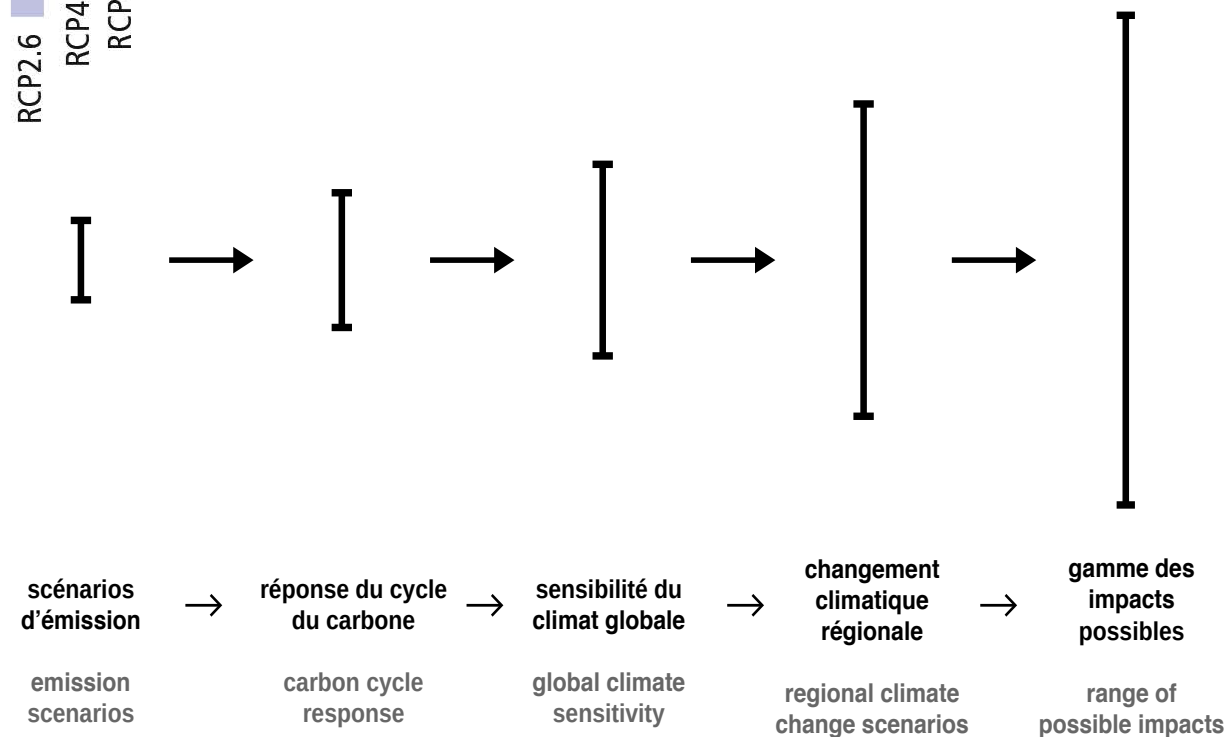
Pourquoi il est important de comprendre le cycle du carbone...



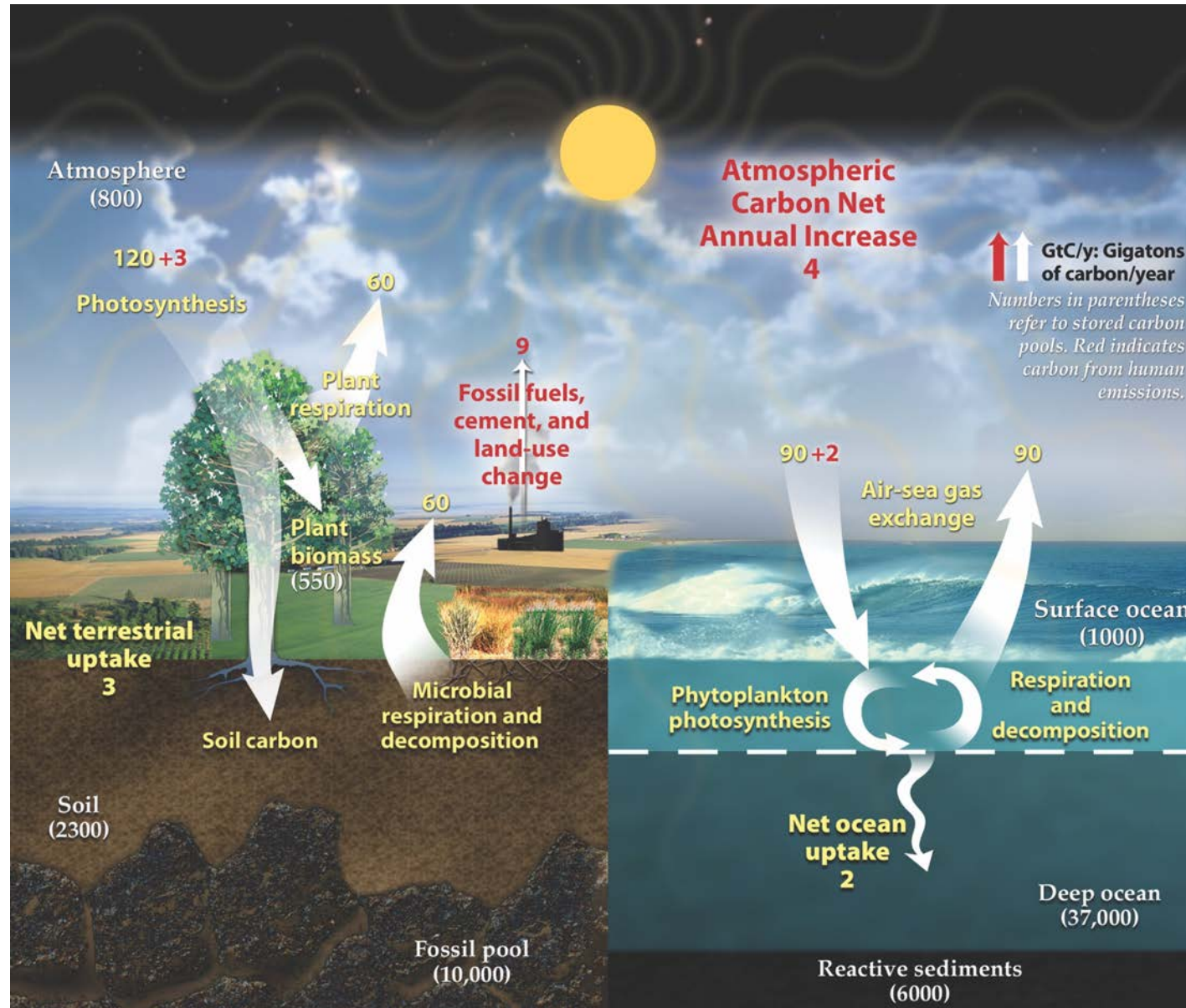
Moyenne sur
2081–2100



IPCC AR5 Synthesis 2014, Figure SPM.6

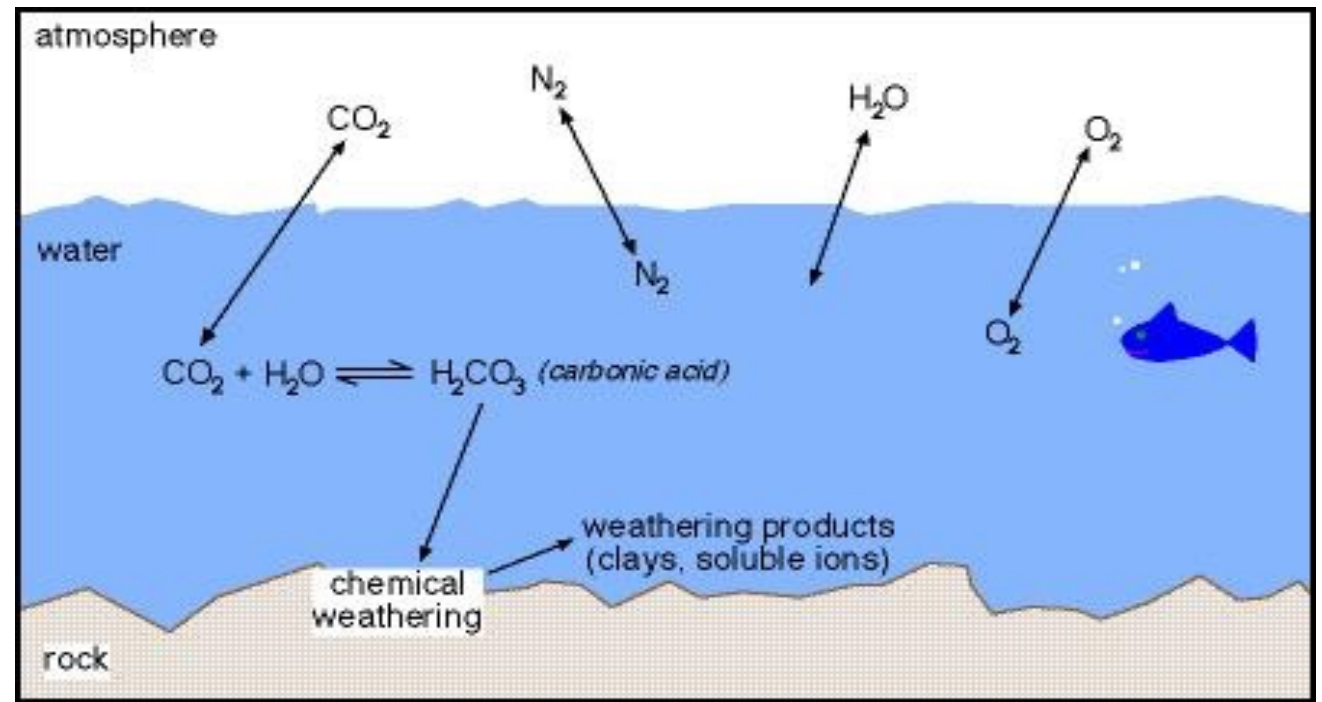


Le cycle du carbone **court terme** en détail...

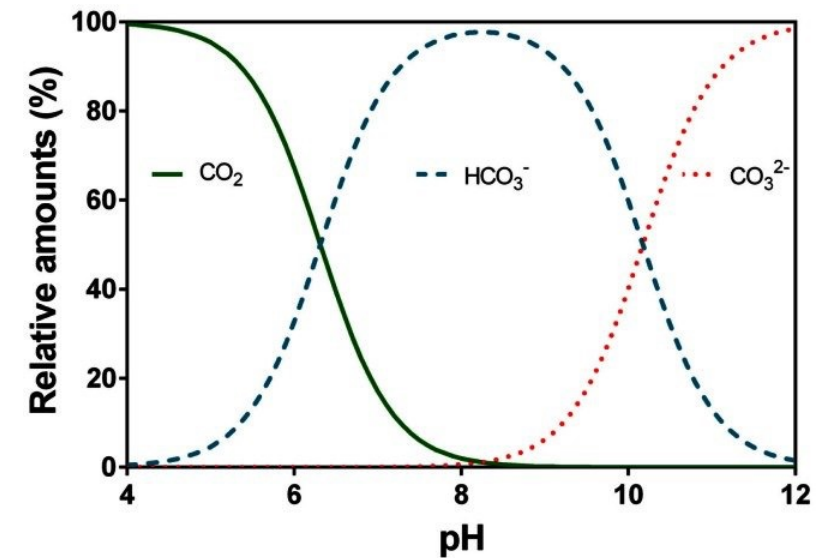
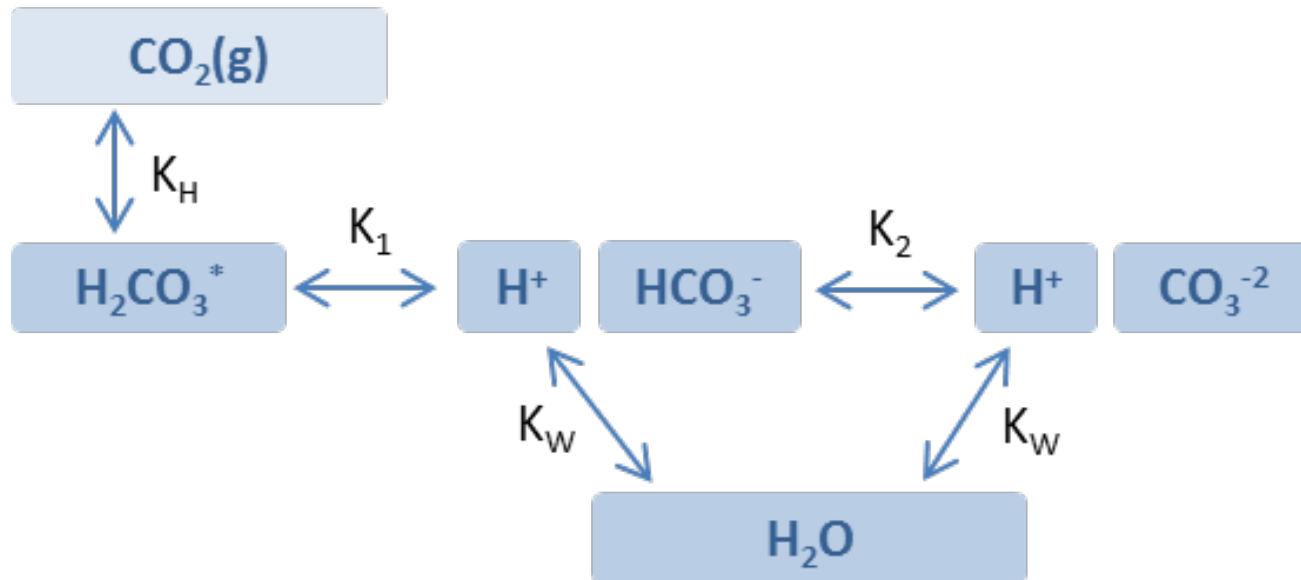


U.S. DOE. Carbon Cycling and Biosequestration; Report from the March 2008 Workshop. DOE/SC-108.

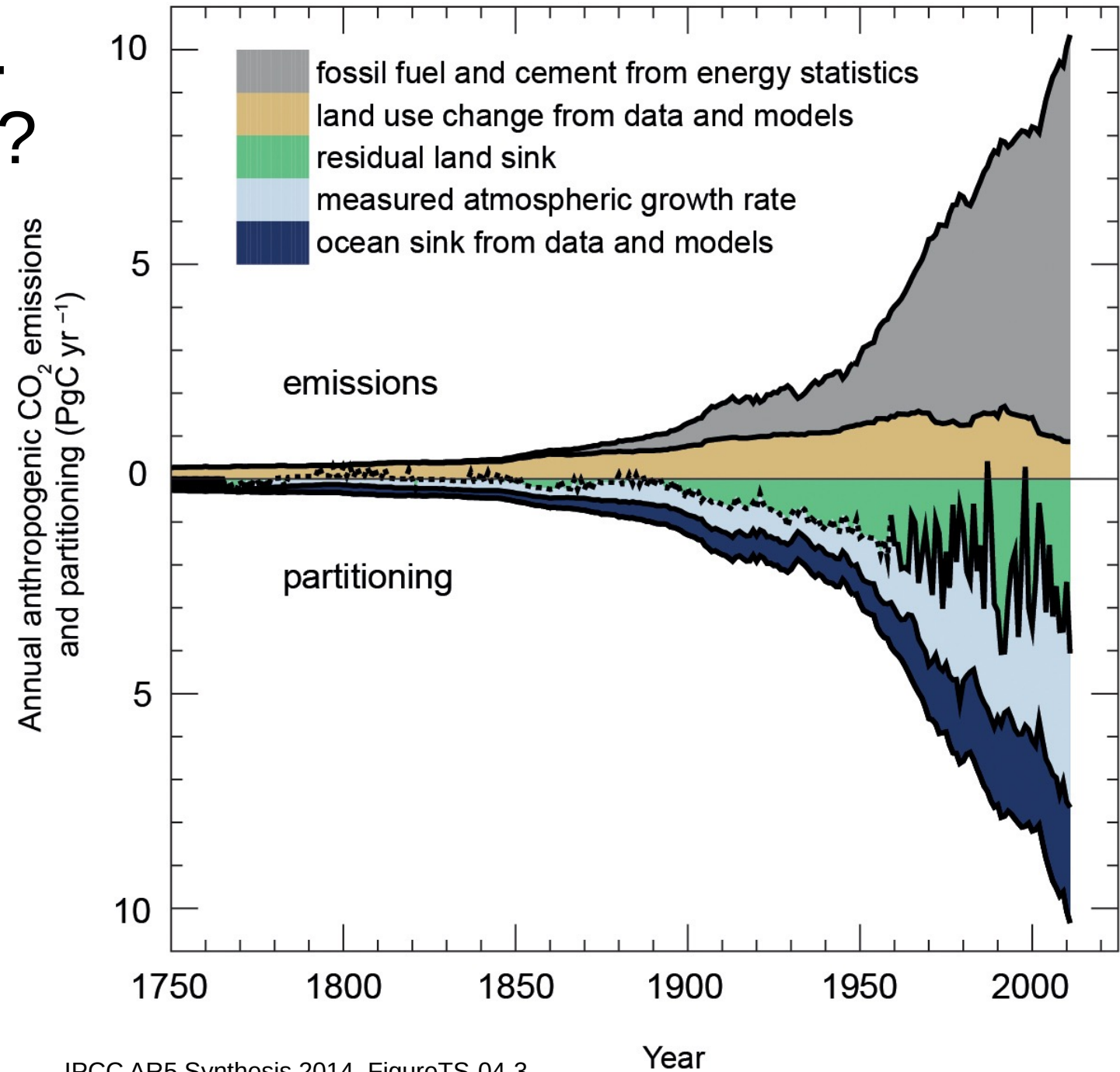
Le CO₂... dissous?



DIC – dissolved inorganic carbon



D'où vient... et où part... le CO₂ anthropogénique?



Analyses du cycle de carbon **court terme**

La courbe de Keeling (Charles David Keeling, 1928- 2005)

Analyses directes et quotidiennes du CO₂ atmosphérique depuis 1958, Mauna Loa (USA)



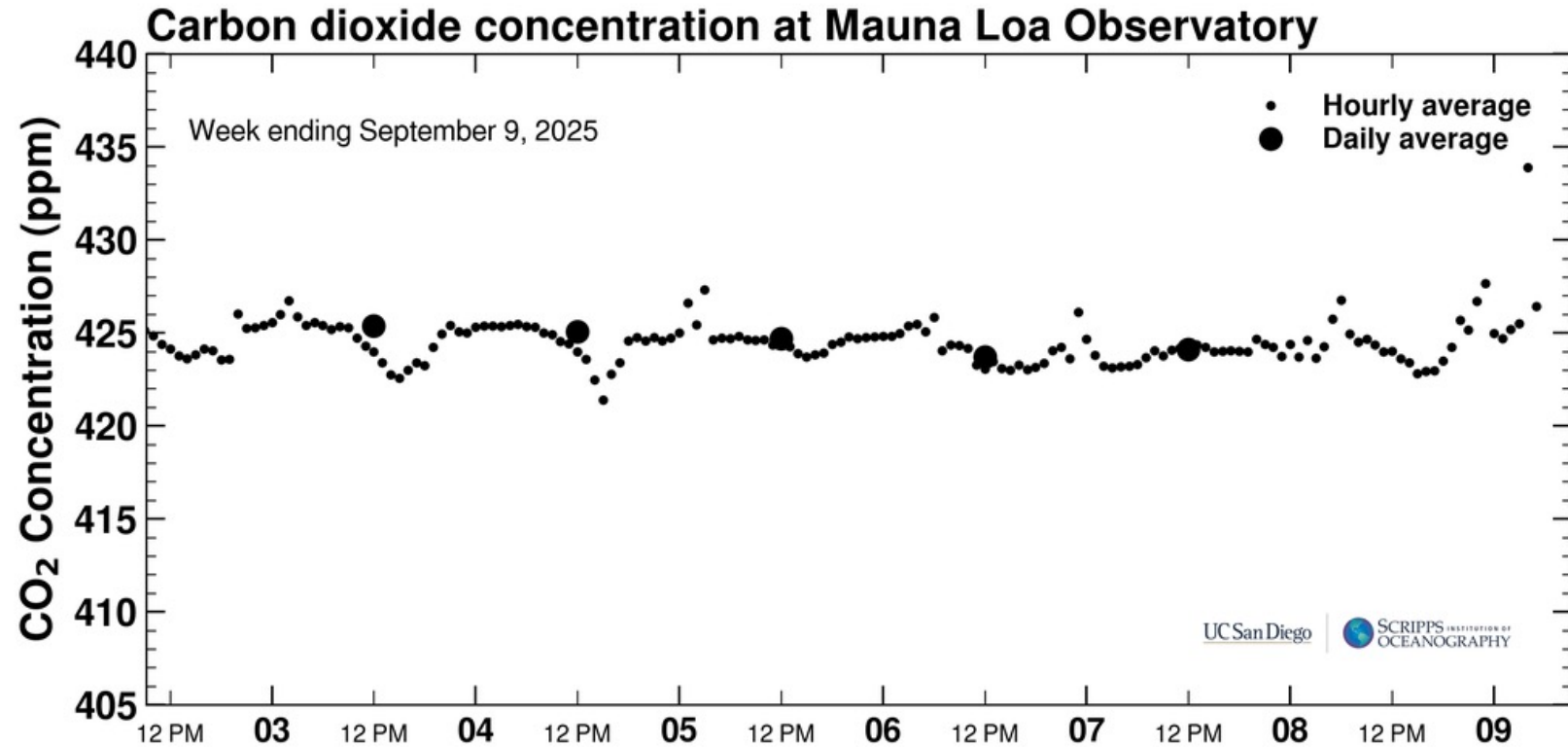
Analyses du cycle de carbon **court terme**

La courbe de Keeling (Charles David Keeling, 1928- 2005)

Analyses directes et quotidiennes du CO₂ atmosphérique depuis 1958, Mauna Loa (USA)



*Latest CO₂ reading: **424.12 ppm**
*10 Sept 2025



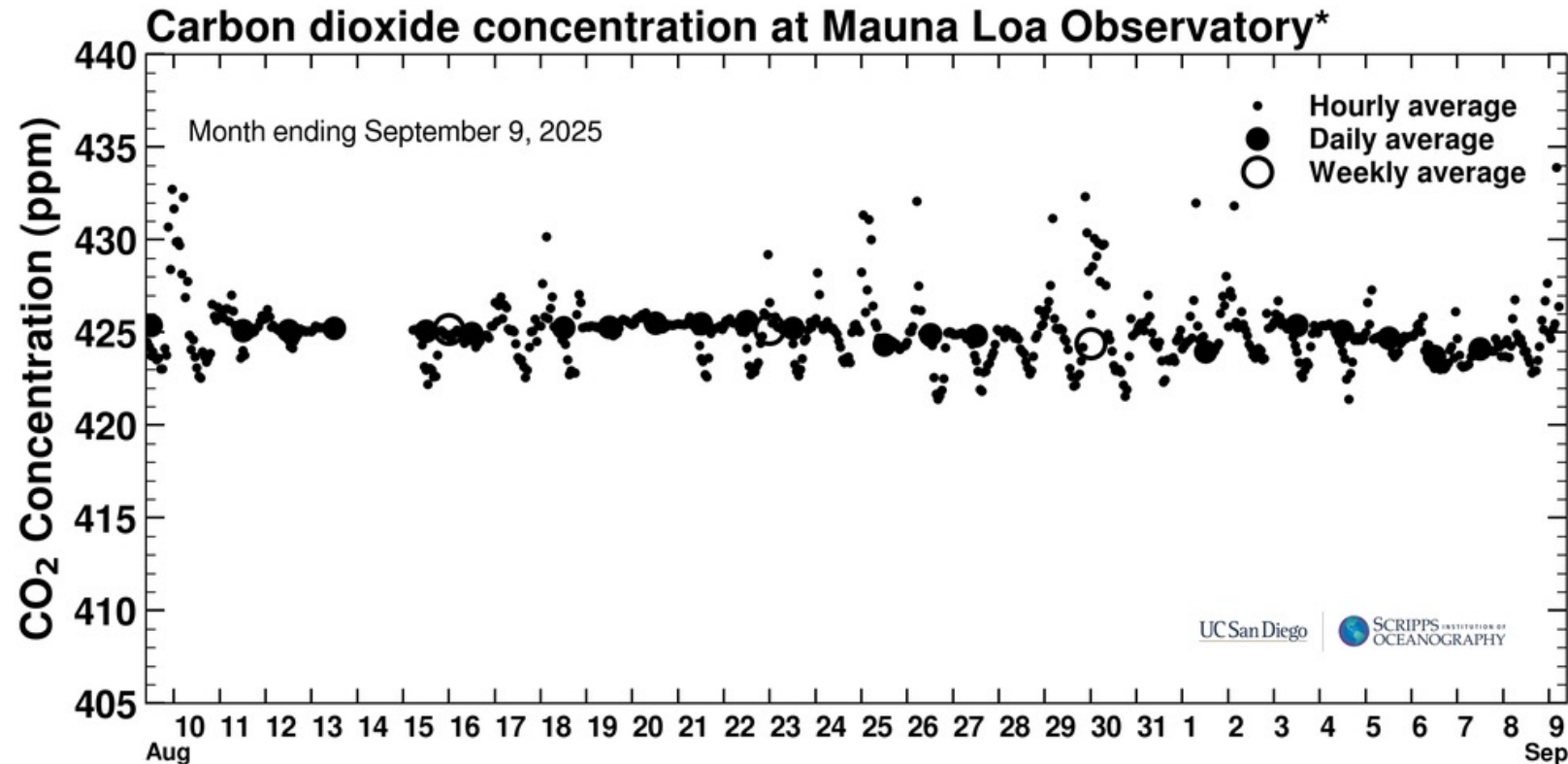
Analyses du cycle de carbon **court terme**

La courbe de Keeling (Charles David Keeling, 1928- 2005)

Analyses directes et quotidiennes du CO₂ atmosphérique depuis 1958, Mauna Loa (USA)



*Latest CO₂ reading: **424.12 ppm**
*10 Sept 2025



Analyses du cycle de carbon **court terme**

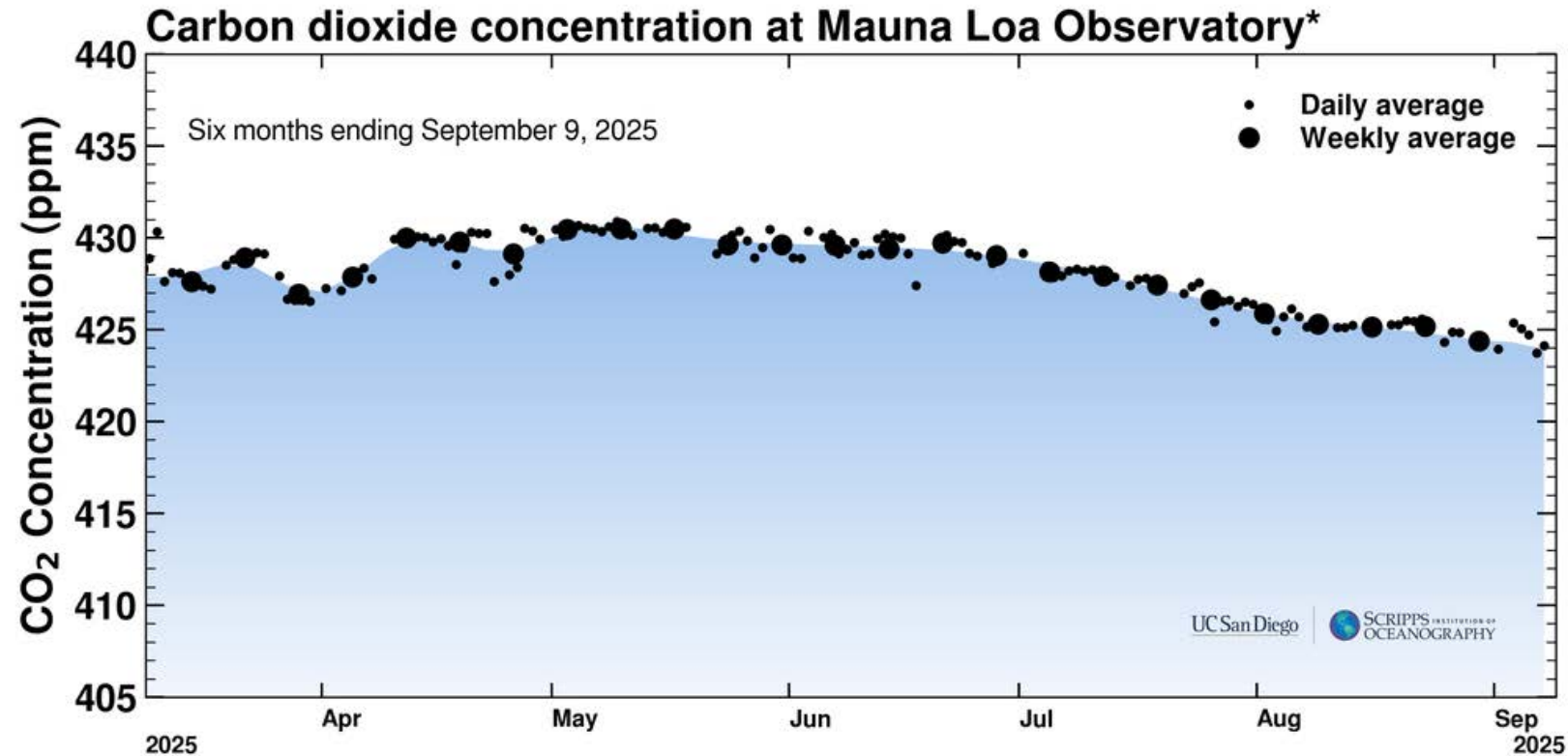
La courbe de Keeling (Charles David Keeling, 1928- 2005)

Analyses directes et quotidiennes du CO₂ atmosphérique depuis 1958, Mauna Loa (USA)



*Latest CO₂ reading: **424.12 ppm**

*10 Sept 2025



Analyses du cycle de carbon **court terme**

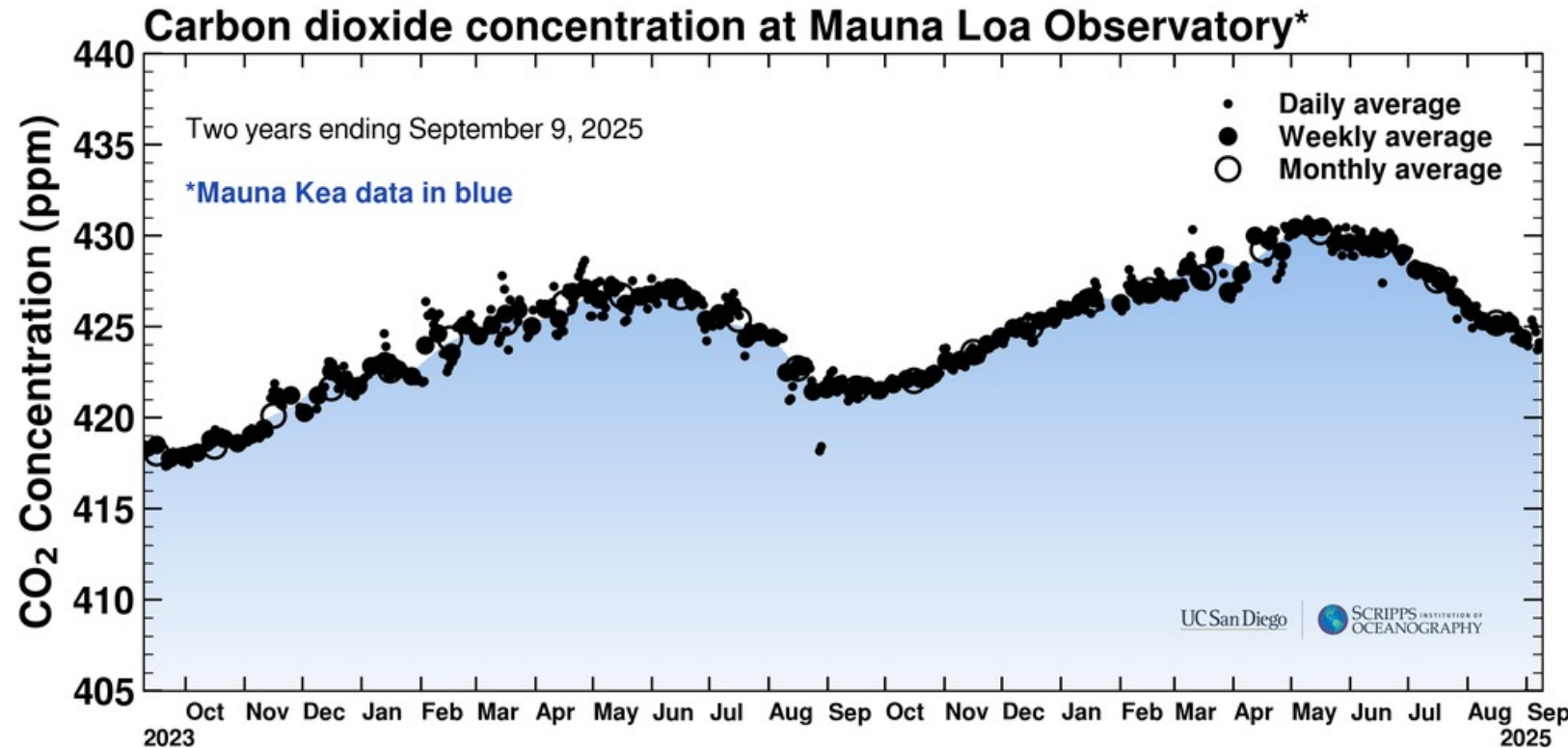
La courbe de Keeling (Charles David Keeling, 1928- 2005)

Analyses directes et quotidiennes du CO₂ atmosphérique depuis 1958, Mauna Loa (USA)



*Latest CO₂ reading: **424.12 ppm**

*10 Sept 2025



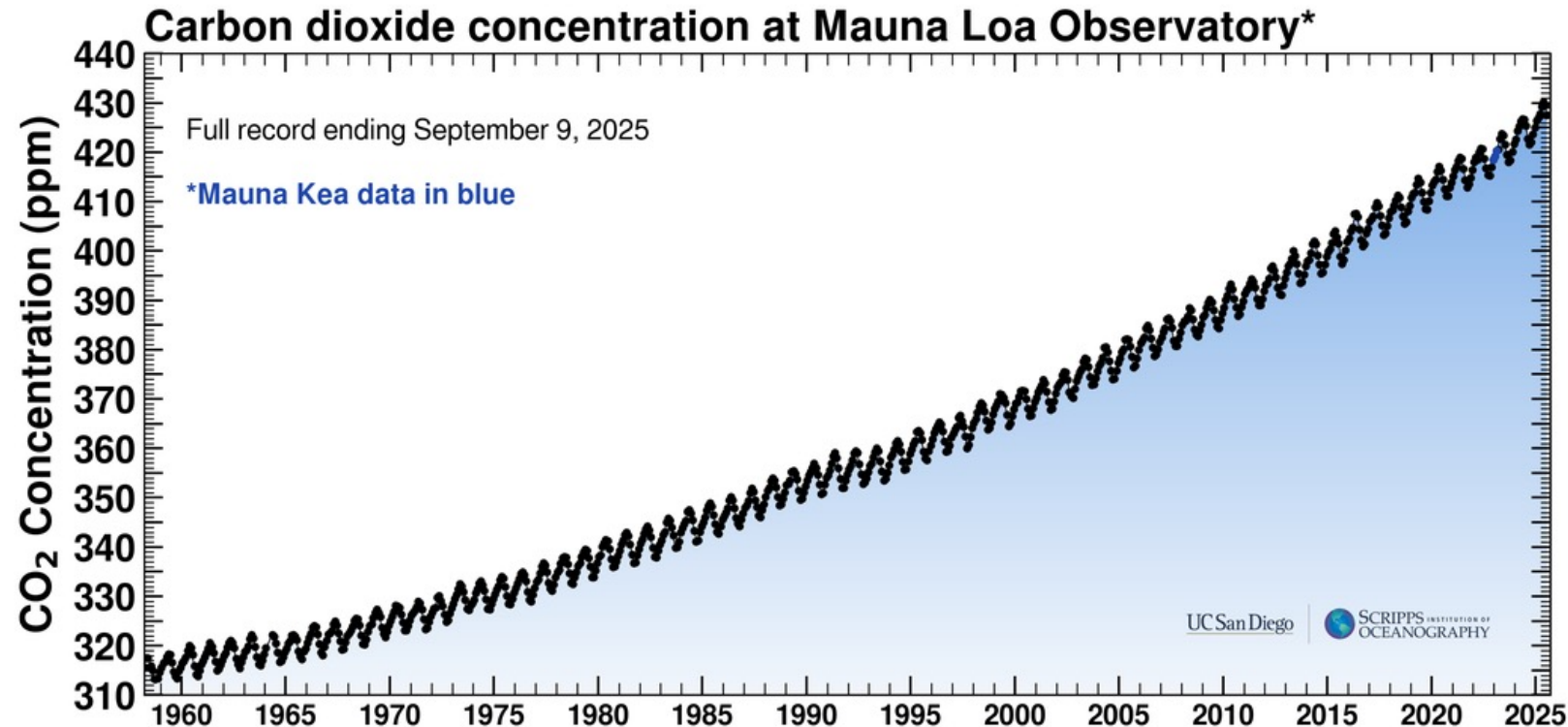
Analyses du cycle de carbon **court terme**

La courbe de Keeling (Charles David Keeling, 1928- 2005)

Analyses directes et quotidiennes du CO₂ atmosphérique depuis 1958, Mauna Loa (USA)



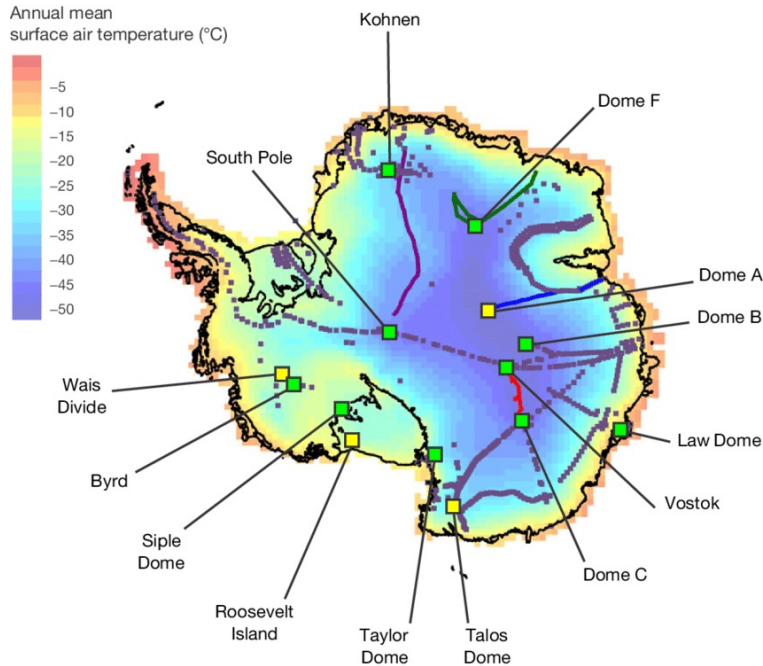
*Latest CO₂ reading: **424.12 ppm**
*10 Sept 2025



Analyses du cycle de carbon **court terme**

Carottes de glace en Antarctique (1957 – présent, multinationaux)

CO₂ atmosphérique piégé dans la glace qui remonte jusqu'à ~1 000 000 d'années.



Casado, 2018. Antarctic Stable Isotopes. In *Reference Module in Earth Systems And Environmental Sciences*. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.11655-0

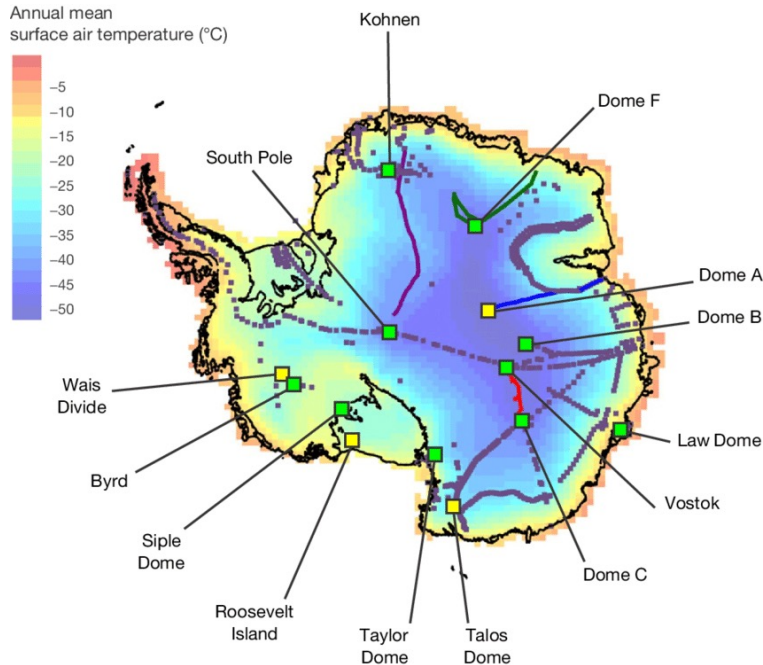


British Antarctic Survey Image Collection Photo 10000195.

Analyses du cycle de carbon **court terme**

Carottes de glace en Antarctique (1957 – présent, multinationaux)

CO₂ atmosphérique piégé dans la glace qui remonte jusqu'à ~1 000 000 d'années.

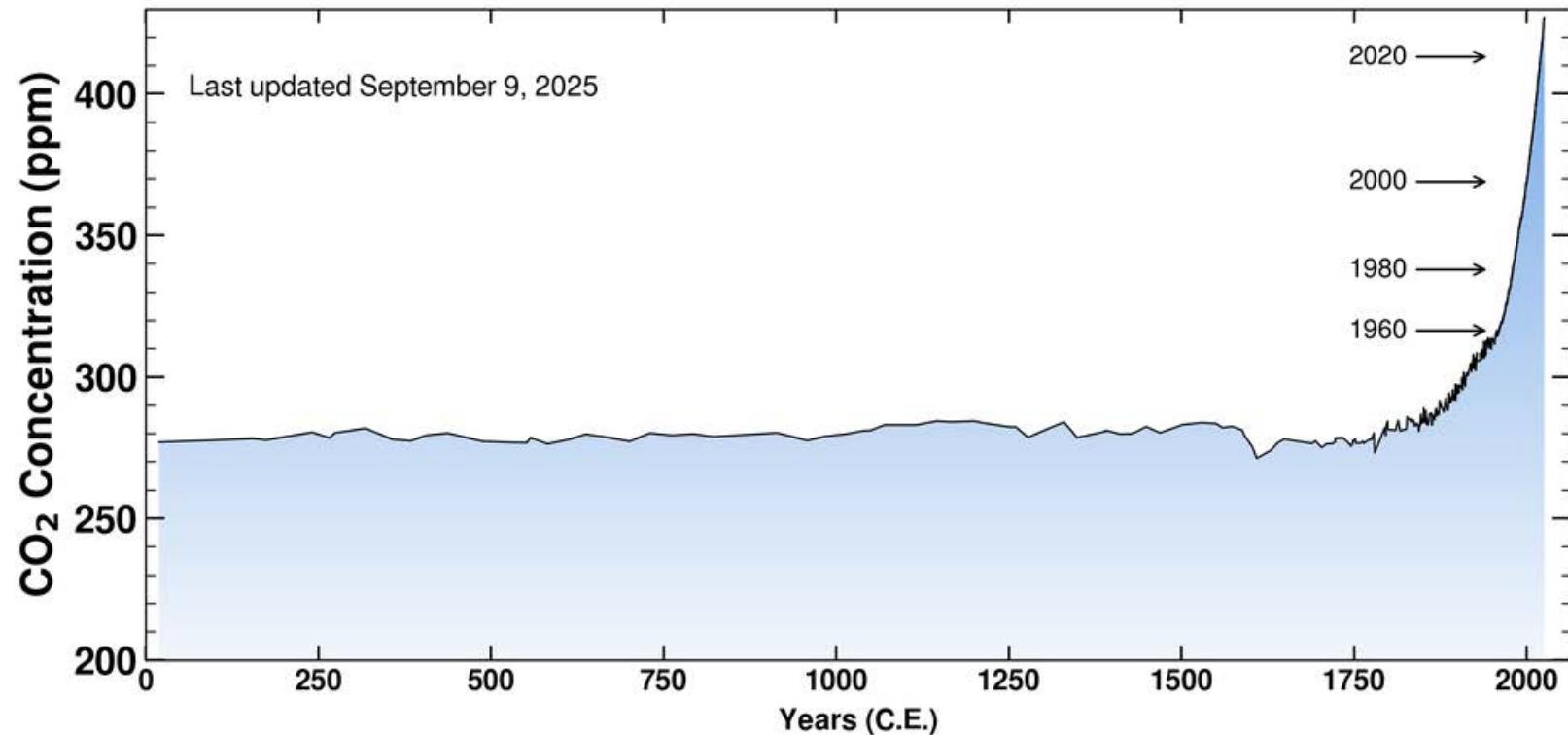


Casado, 2018. Antarctic Stable Isotopes. In *Reference Module in Earth Systems And Environmental Sciences*. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.11655-0



British Antarctic Survey Image Collection Photo 10000195.

***Latest CO₂ reading: 424.12 ppm**
*10 Sept 2025

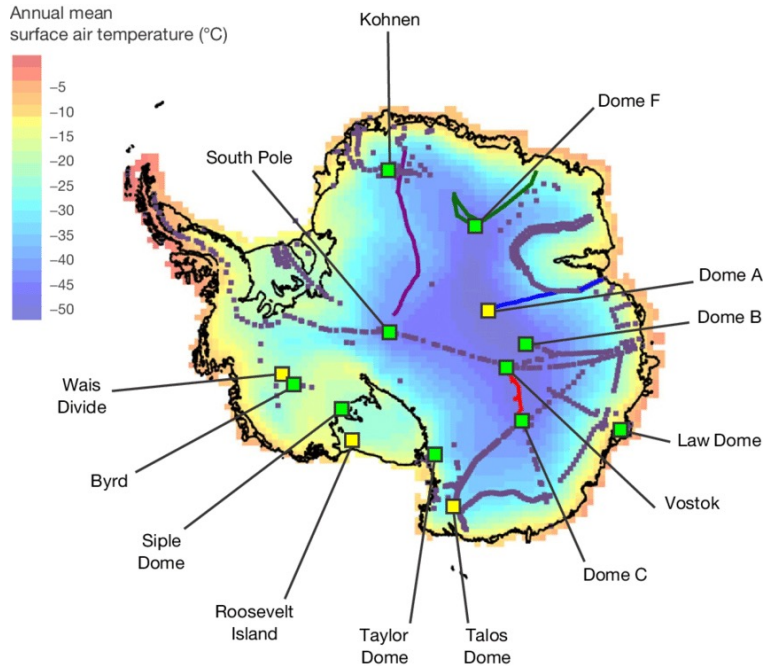


<https://scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/> Données du 10 Sept. 2025

Analyses du cycle de carbon **court terme**

Carottes de glace en Antarctique (1957 – présent, multinationaux)

CO₂ atmosphérique piégé dans la glace qui remonte jusqu'à ~1 000 000 d'années.

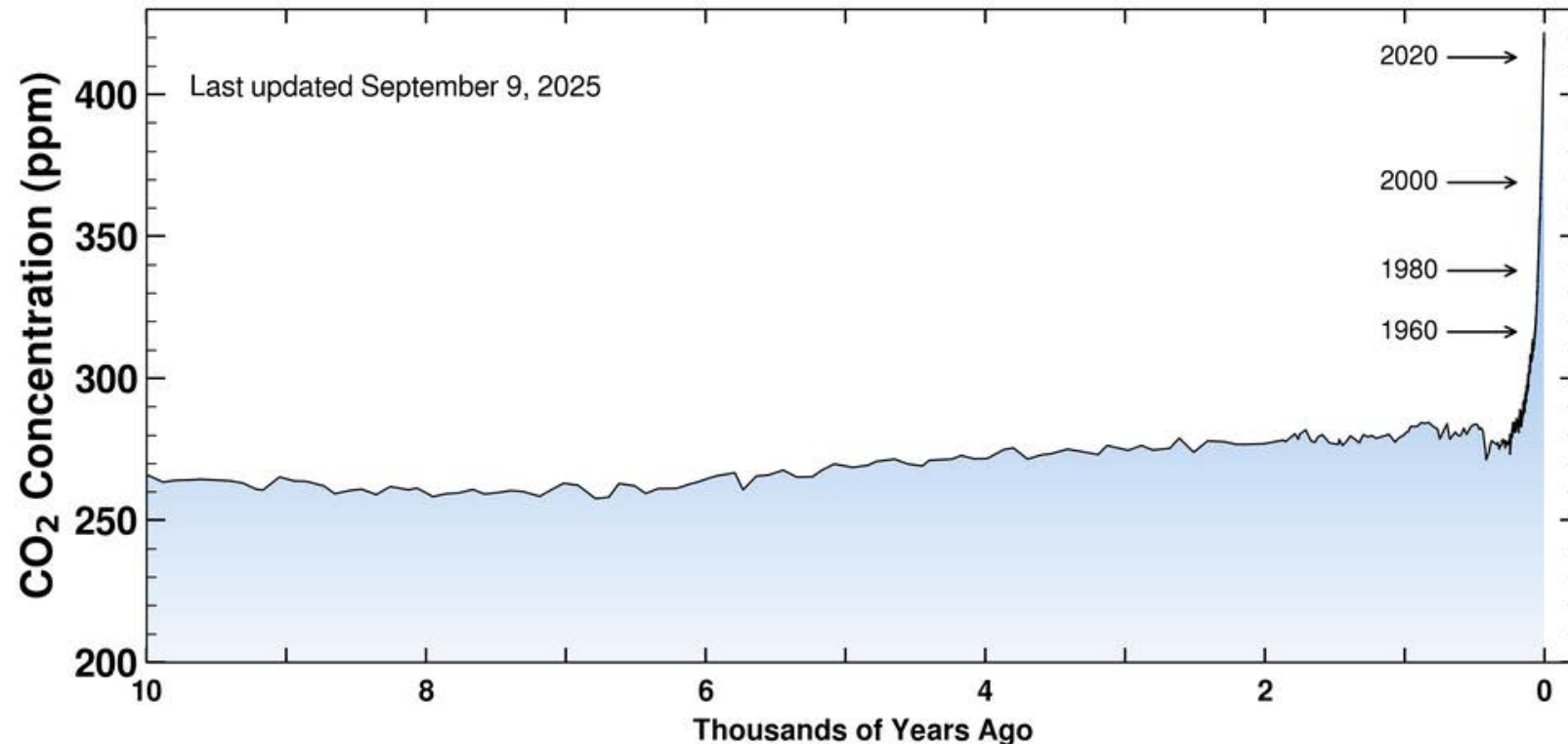


Casado, 2018. Antarctic Stable Isotopes. In *Reference Module in Earth Systems And Environmental Sciences*. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.11655-0



British Antarctic Survey Image Collection Photo 10000195.

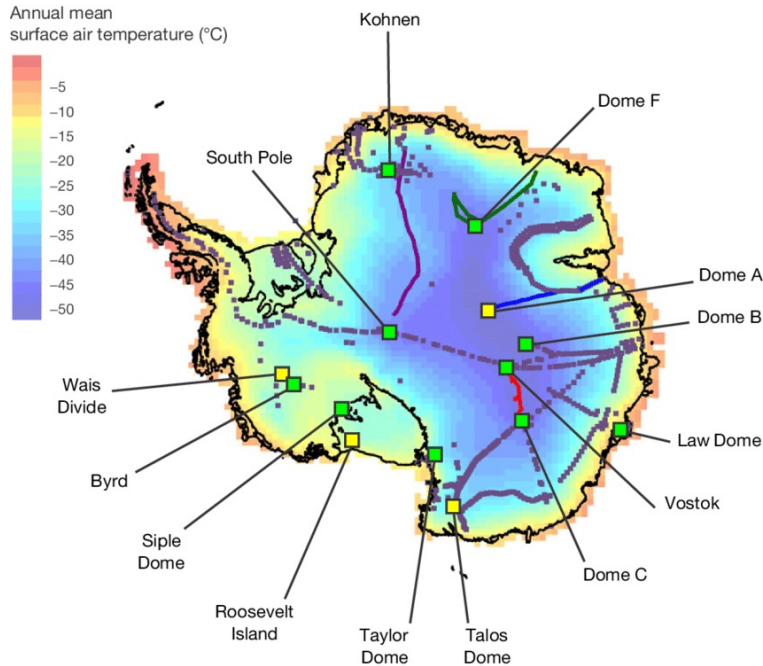
***Latest CO₂ reading: 424.12 ppm**
*10 Sept 2025



Analyses du cycle de carbon **court terme**

Carottes de glace en Antarctique (1957 – présent, multinationaux)

CO₂ atmosphérique piégé dans la glace qui remonte jusqu'à ~1 000 000 d'années.

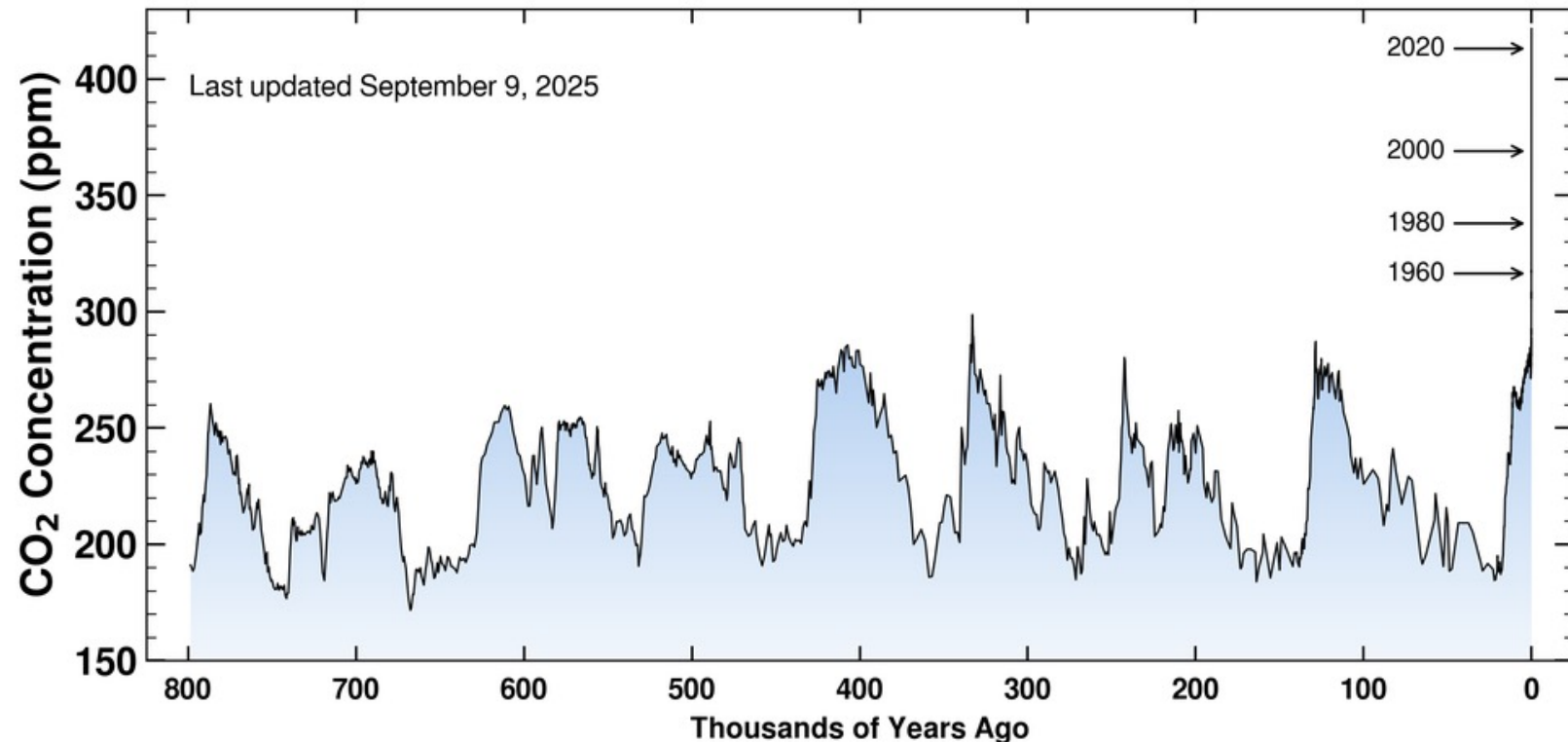


Casado, 2018. Antarctic Stable Isotopes. In *Reference Module in Earth Systems And Environmental Sciences*. DOI: 10.1016/B978-0-12-409548-9.11655-0



British Antarctic Survey Image Collection Photo 10000195.

***Latest CO₂ reading: 424.12 ppm**
*10 Sept 2025



Sur des échelles supérieures à 1 Ma d'années... le cycle du carbone **long terme**

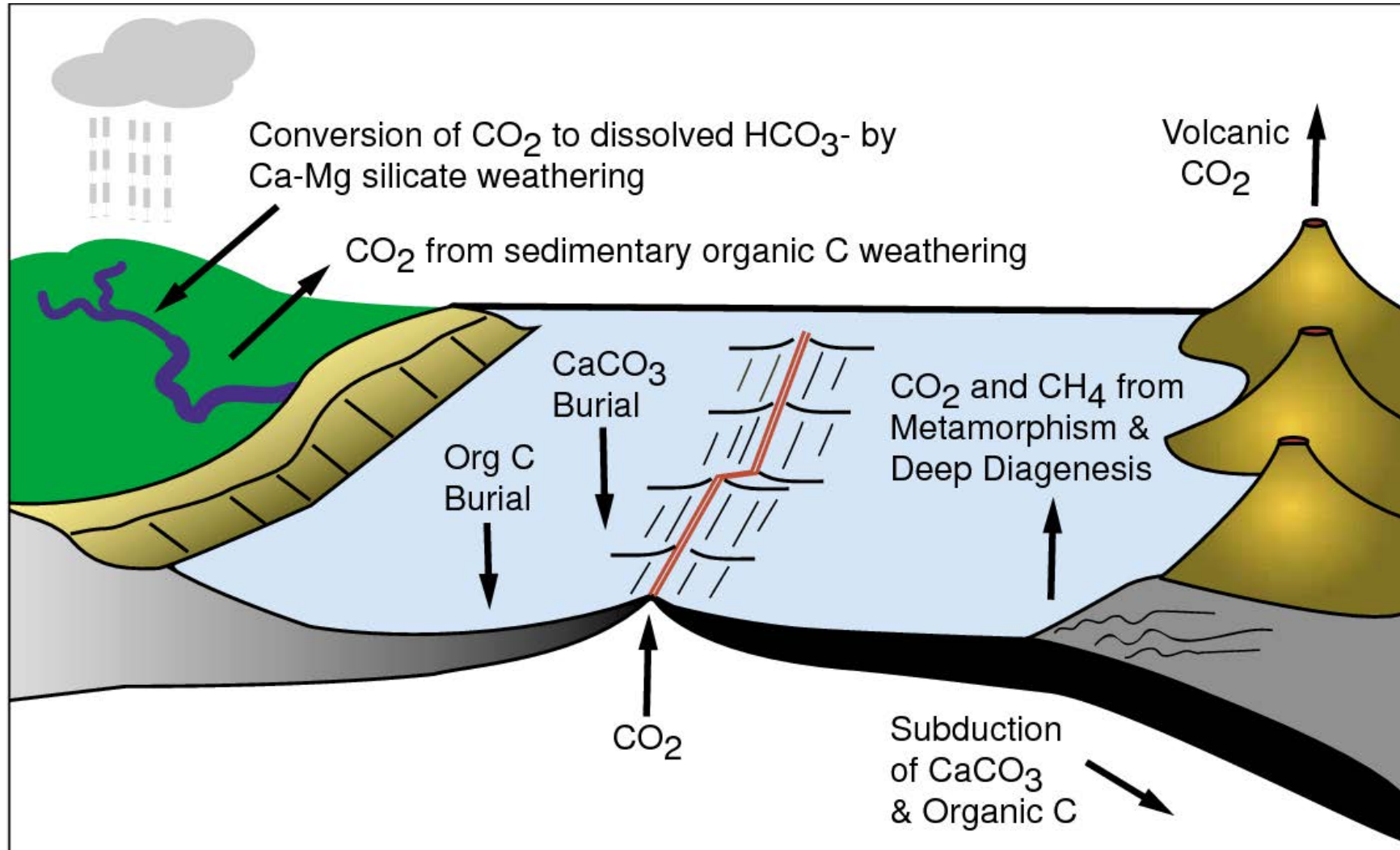
Importance des sediments et de la subduction. Exemple: La plateforme carbonatée des Bahamas



Photo: NASA

Sur des échelles supérieures à 1 Ma d'années... le cycle du carbone **long terme**

À longue terme et sans l'influence humaine, les apports et les puits du CO_2 sont considérés en équilibre...



Sur des échelles supérieures à 1 Ma d'années... le cycle du carbone **long terme**

Sédimentation et subduction du CO₂ font la distinction entre Venus et la Terre...

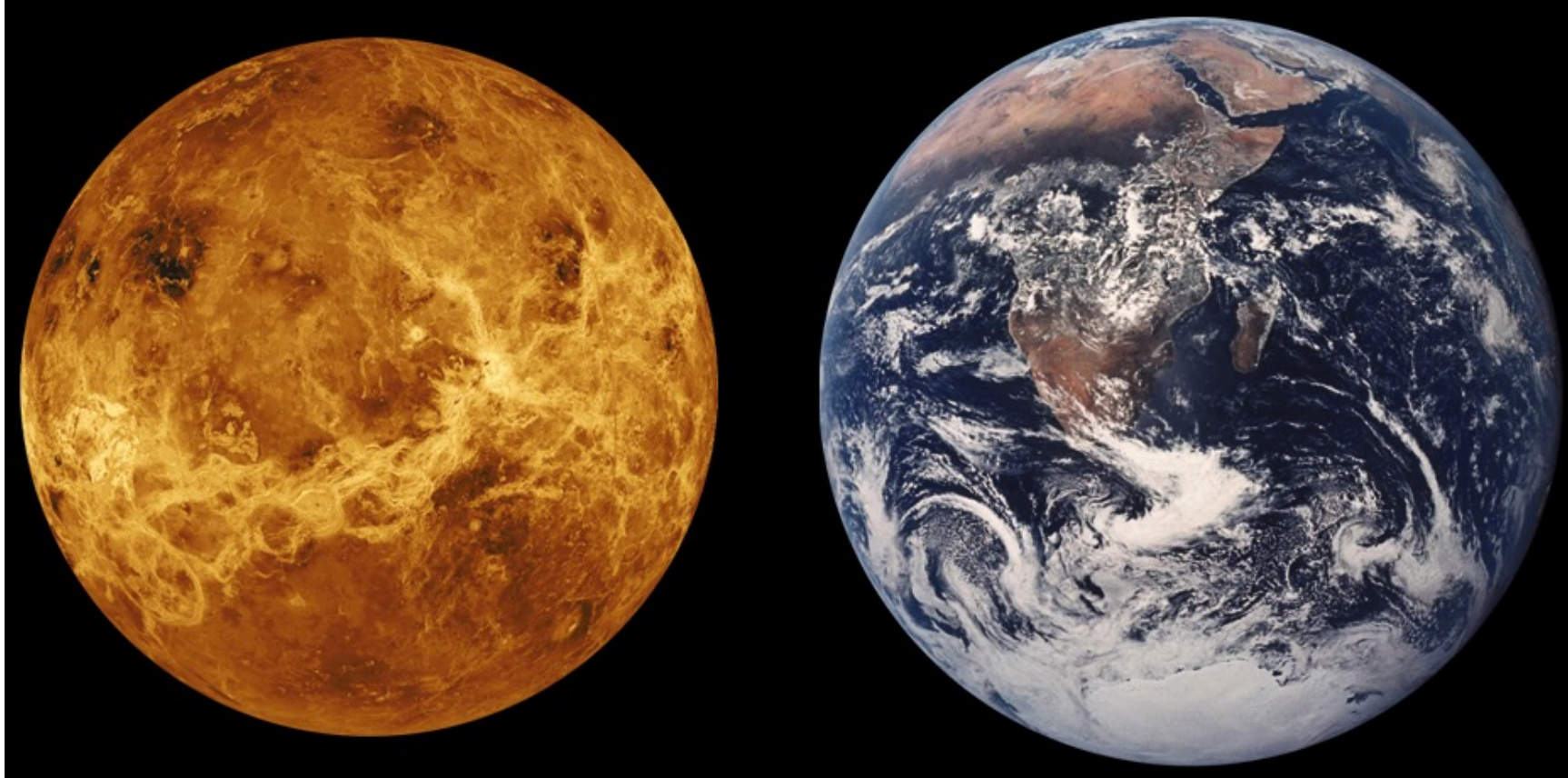


Photo: NASA /JPL

Sur des échelles supérieures à 1 Ma d'années... le cycle du carbone **long terme**

Sédimentation et subduction du CO₂ font la distinction entre Venus et la Terre...

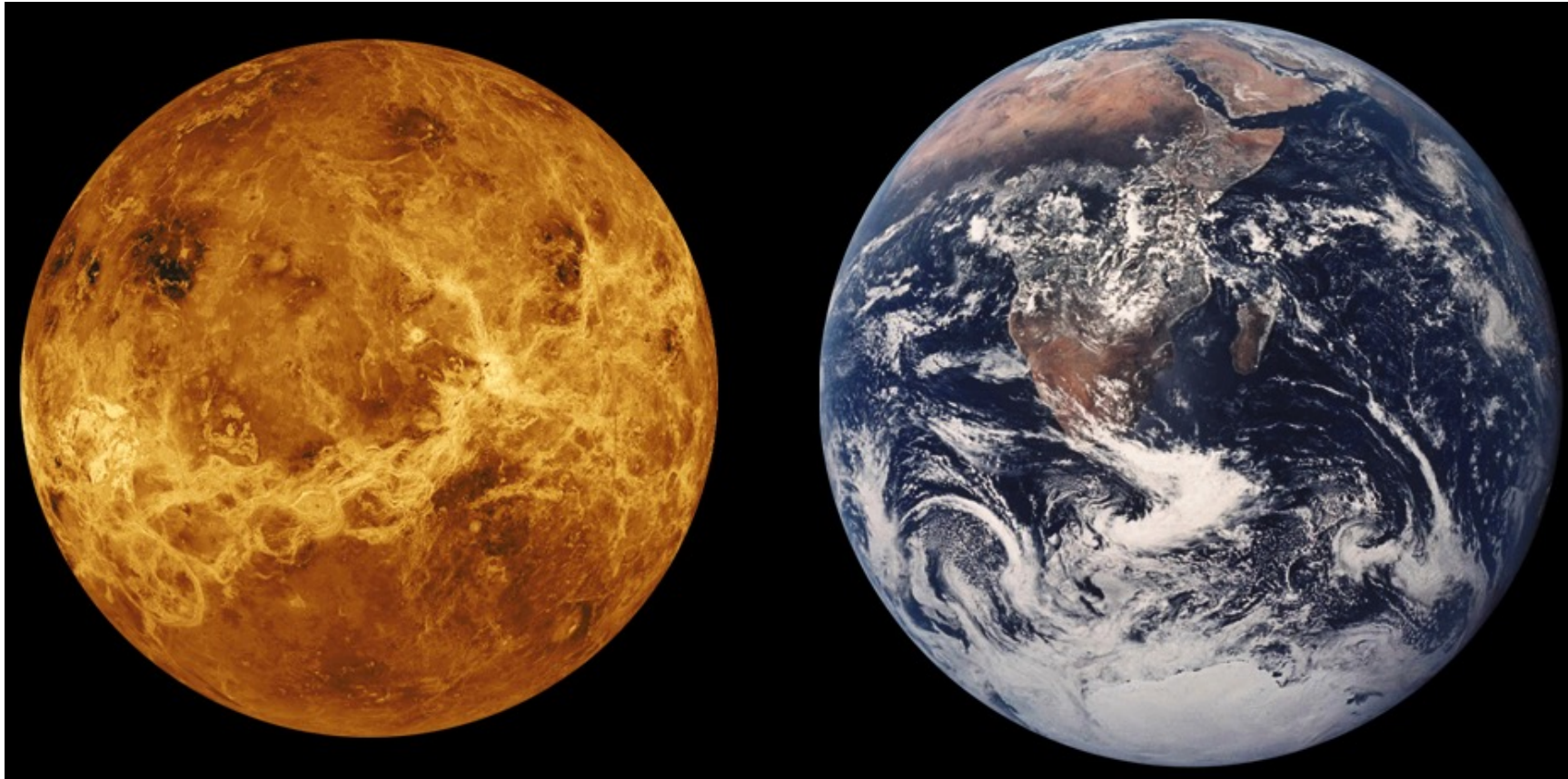


Photo: NASA /JPL

Vénus

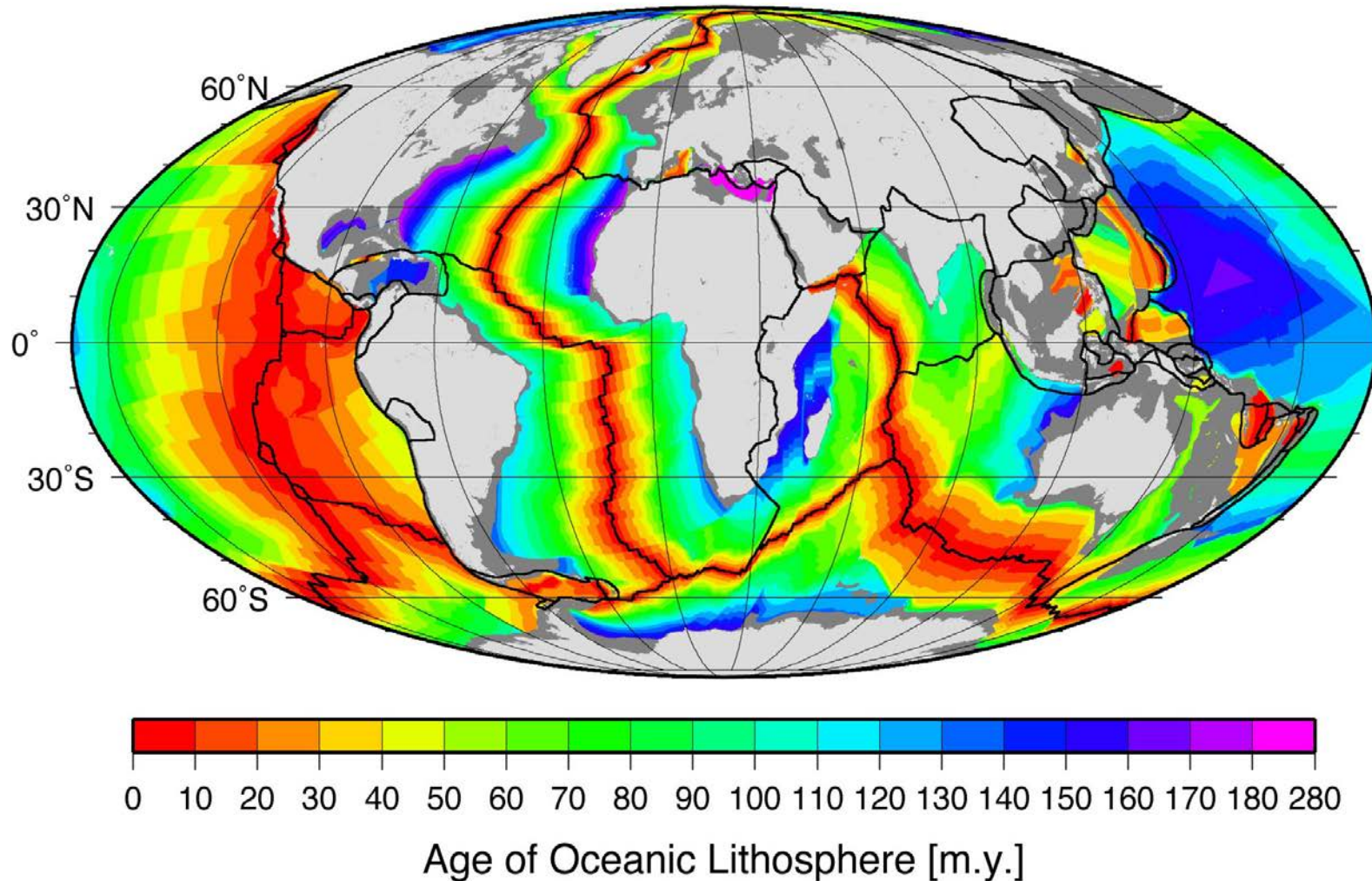
Température d'un corps noir:	-41 °C
Température de surface:	+464 °C
CO ₂ atmosphérique:	96.5%

La Terre

Température d'un corps noir:	-19 °C
Température de surface:	+15 °C
CO ₂ atmosphérique:	0.041%

Sur des échelles supérieures à 1 Ma d'années... le cycle du carbone **long terme**

Les archives sédimentaires nous montrent comment le cycle du carbone de la Terre... et son climat... fonctionnaient différemment dans le passé.



Sur des échelles supérieures à 1 Ma d'années... le cycle du carbone **long terme**

Les archives sédimentaires nous montrent comment le cycle du carbone de la Terre... et son climat... fonctionnaient différemment dans le passé.



JOIDES Resolution, USA.
Photo IODP.



Préparation de carottes,
2018 EAGER cruise, IUEM/France.
Photo EAGER.



IODP

INTERNATIONAL OCEAN
DISCOVERY PROGRAM

23 Participating Nations



IODP Expedition 352, sélection des échantillons.
Photo JSRO.



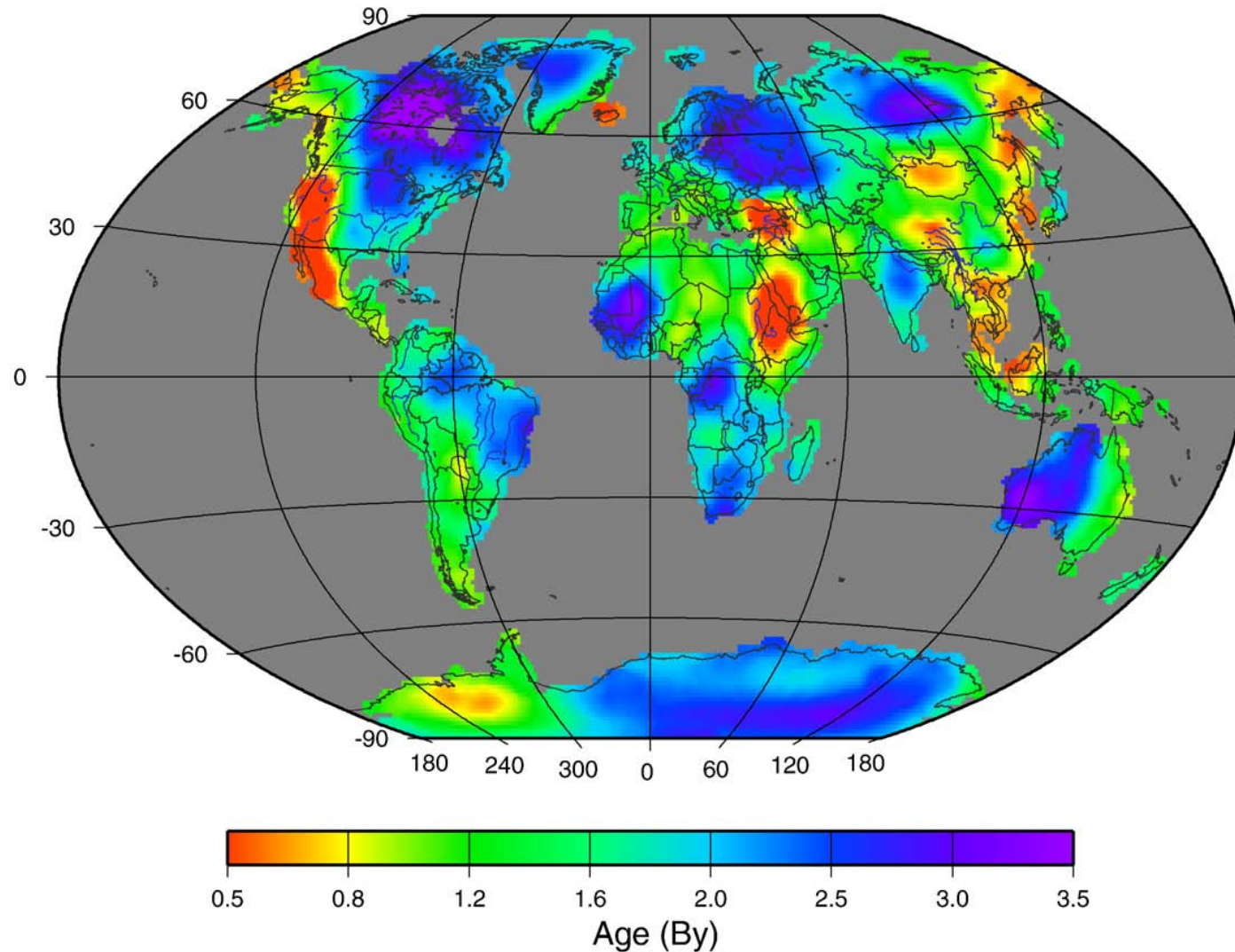
Marion Dufresne, France. Photo TAAF.



Chikyu, Japon. Photo JAMSTEC.

Sur des échelles supérieures à 1 Ma d'années... le cycle du carbone **long terme**

Pour aller plus loin dans le passé... il faut des archives sédimentaires plus anciennes préservées sur les continents.



Sur des échelles supérieures à 1 Ma d'années... le cycle du carbone **long terme**

Pour aller plus loin dans le passé... il faut des archives sédimentaires plus anciennes préservées sur les continents.



Photos: Lalonde

Sur des échelles supérieures à 1 Ma d'années... le cycle du carbone **long terme**

Pour aller plus loin dans le passé... il faut des archives sédimentaires plus anciennes préservées sur les continents.



Photo: Lalonde



Photo: ICDP



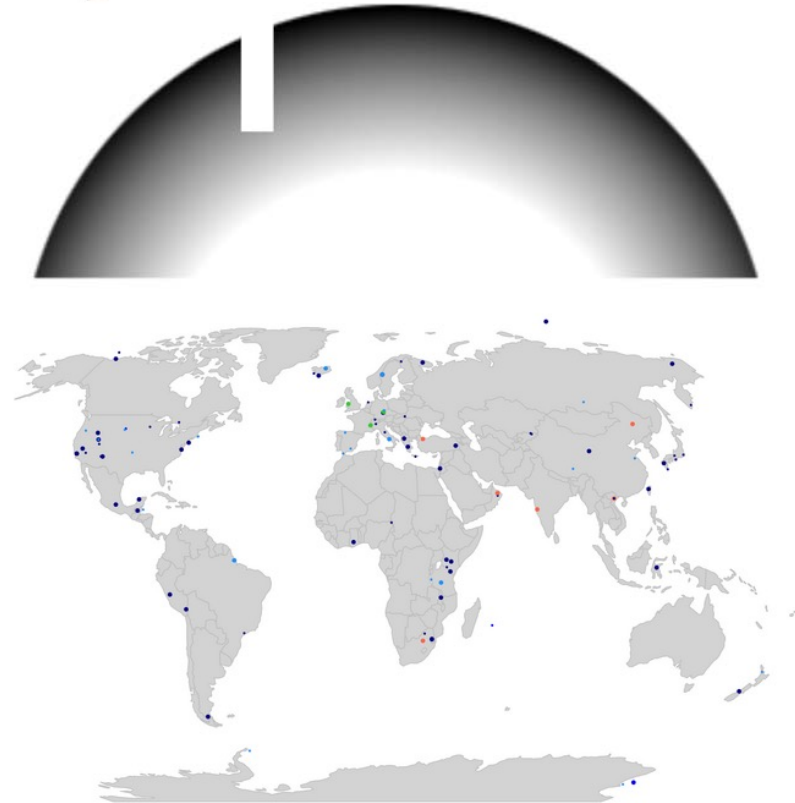
Photo: ICDP



Photo: ICDP

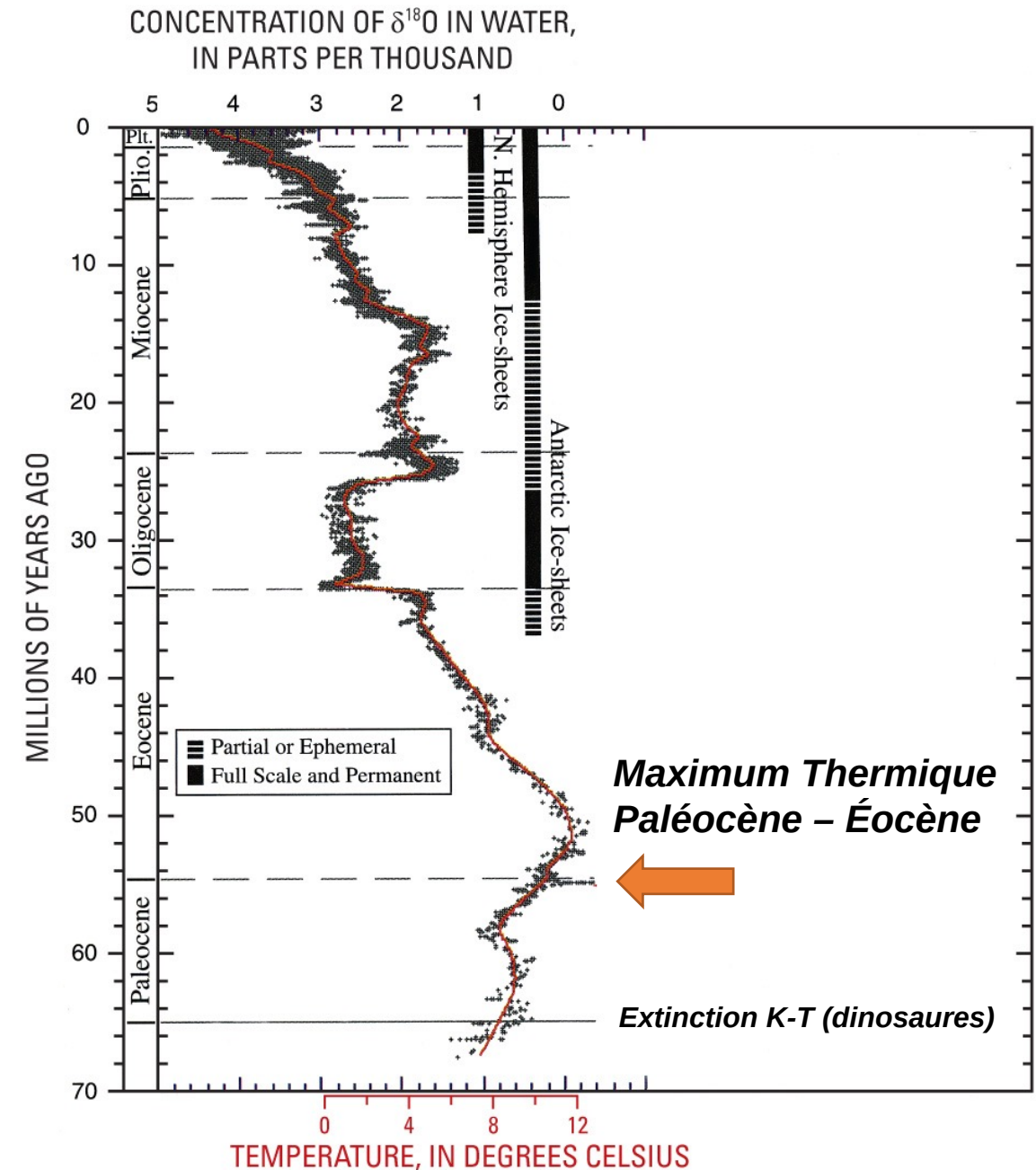
icdp

International
Continental Scientific
Drilling Program



21 Participating Nations, 153 projects since 1996

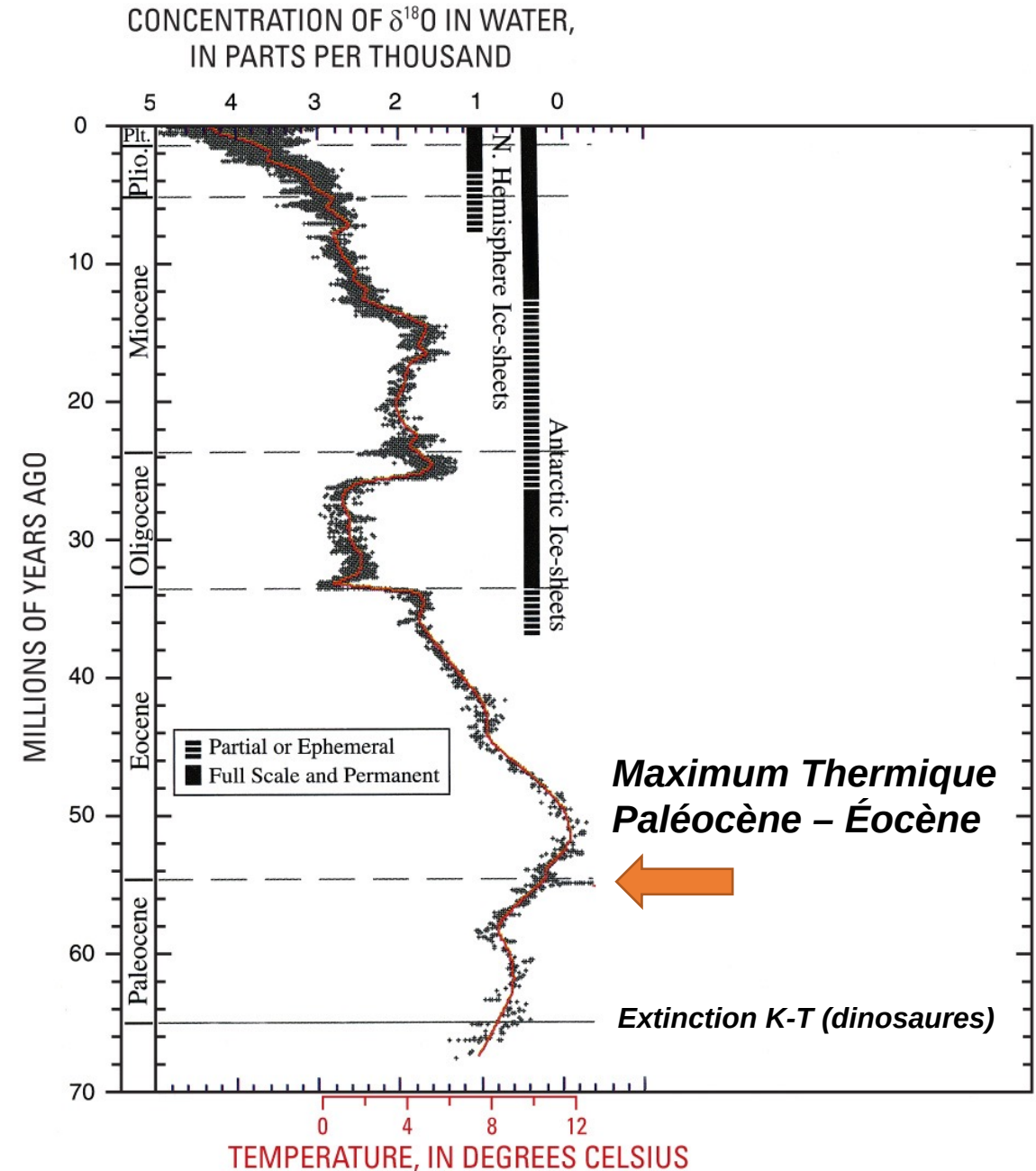
Le changement climatique au cours des derniers 65 millions d'années révélé par les sédiments marins anciens



USGS Professional paper 1386-A, Figure 29.

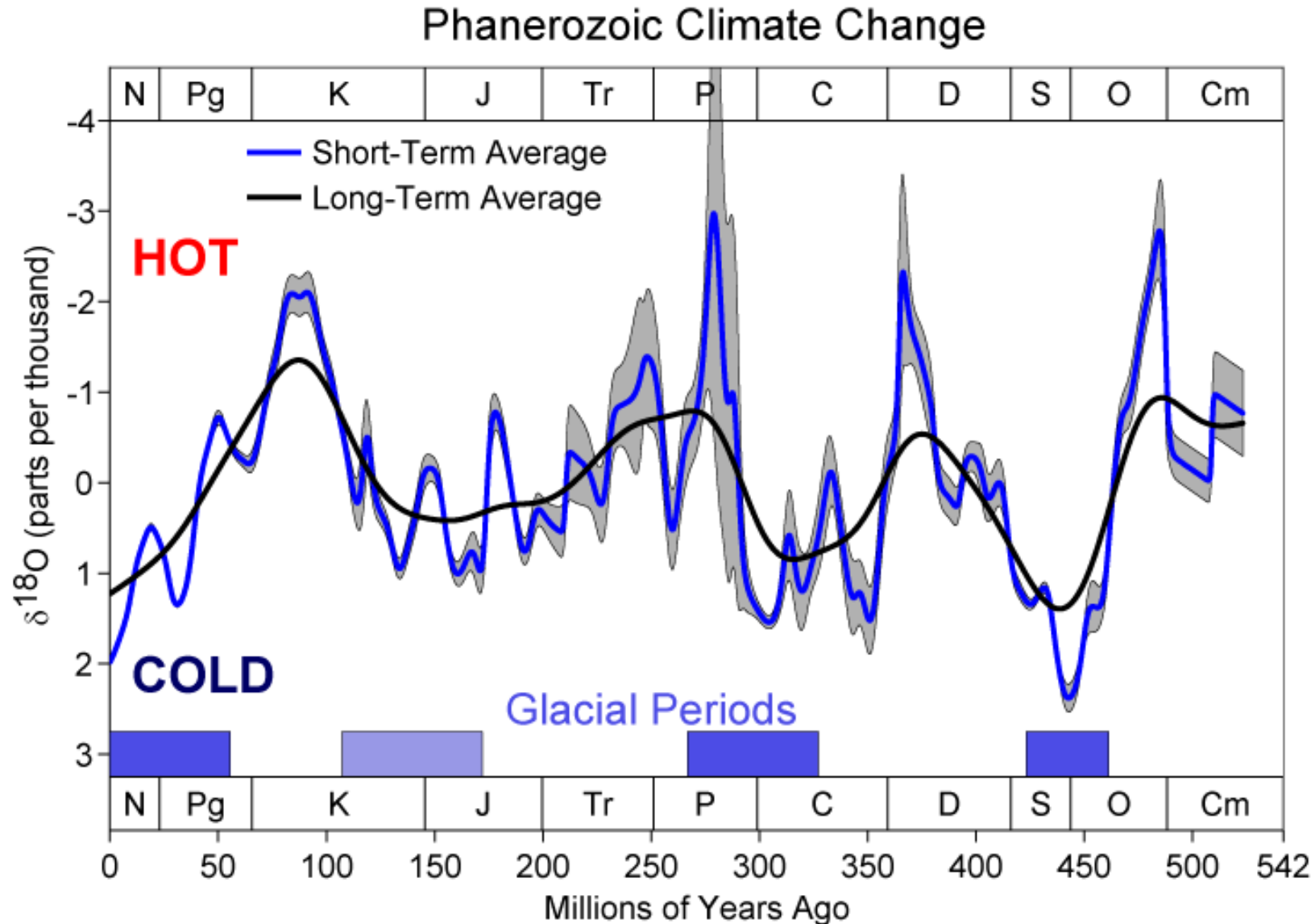
Le changement climatique au cours des derniers 65 millions d'années révélé par les sédiments marins anciens

*Le maximum
thermique du passage
Paléocène – Éocène
(PETM)*

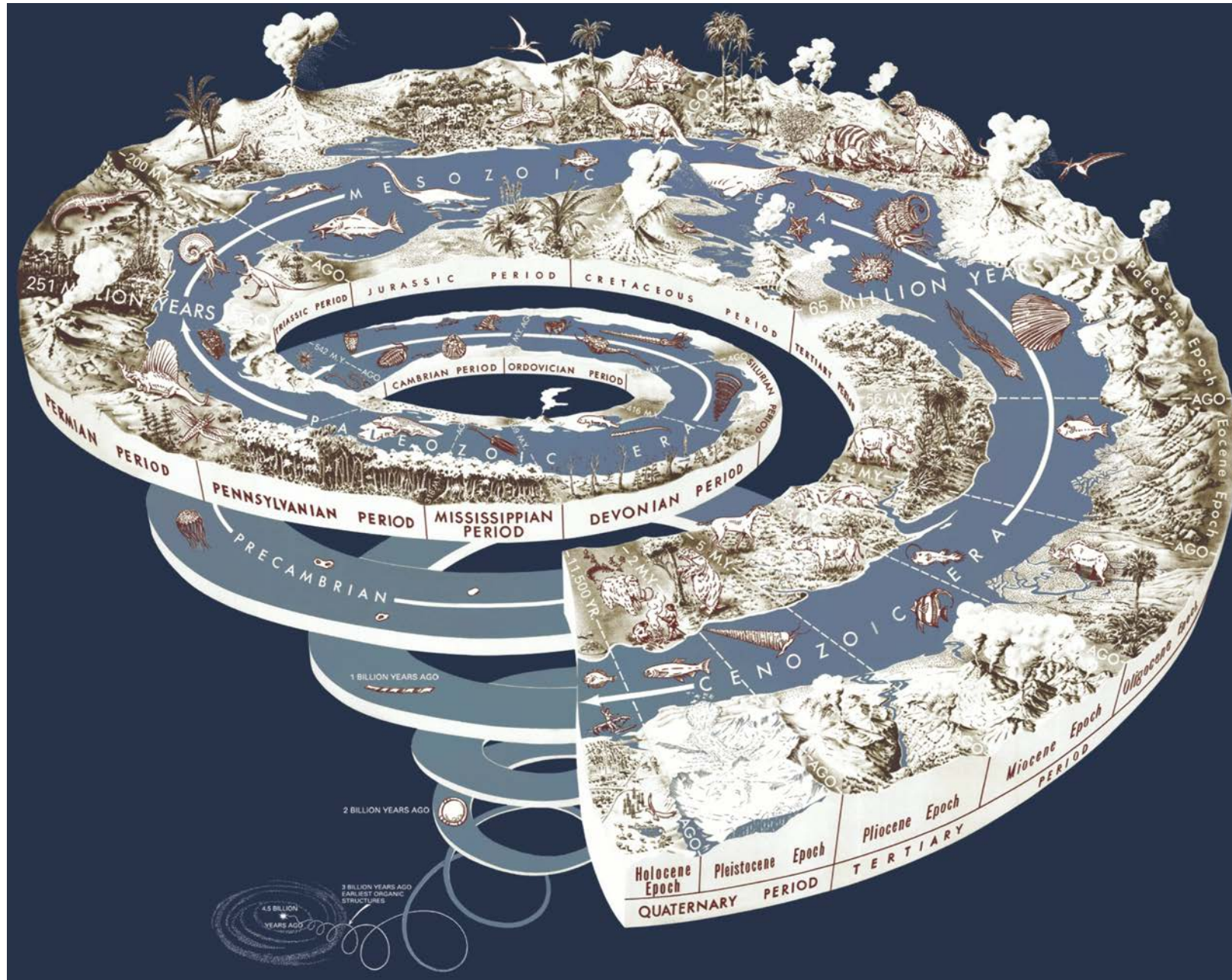


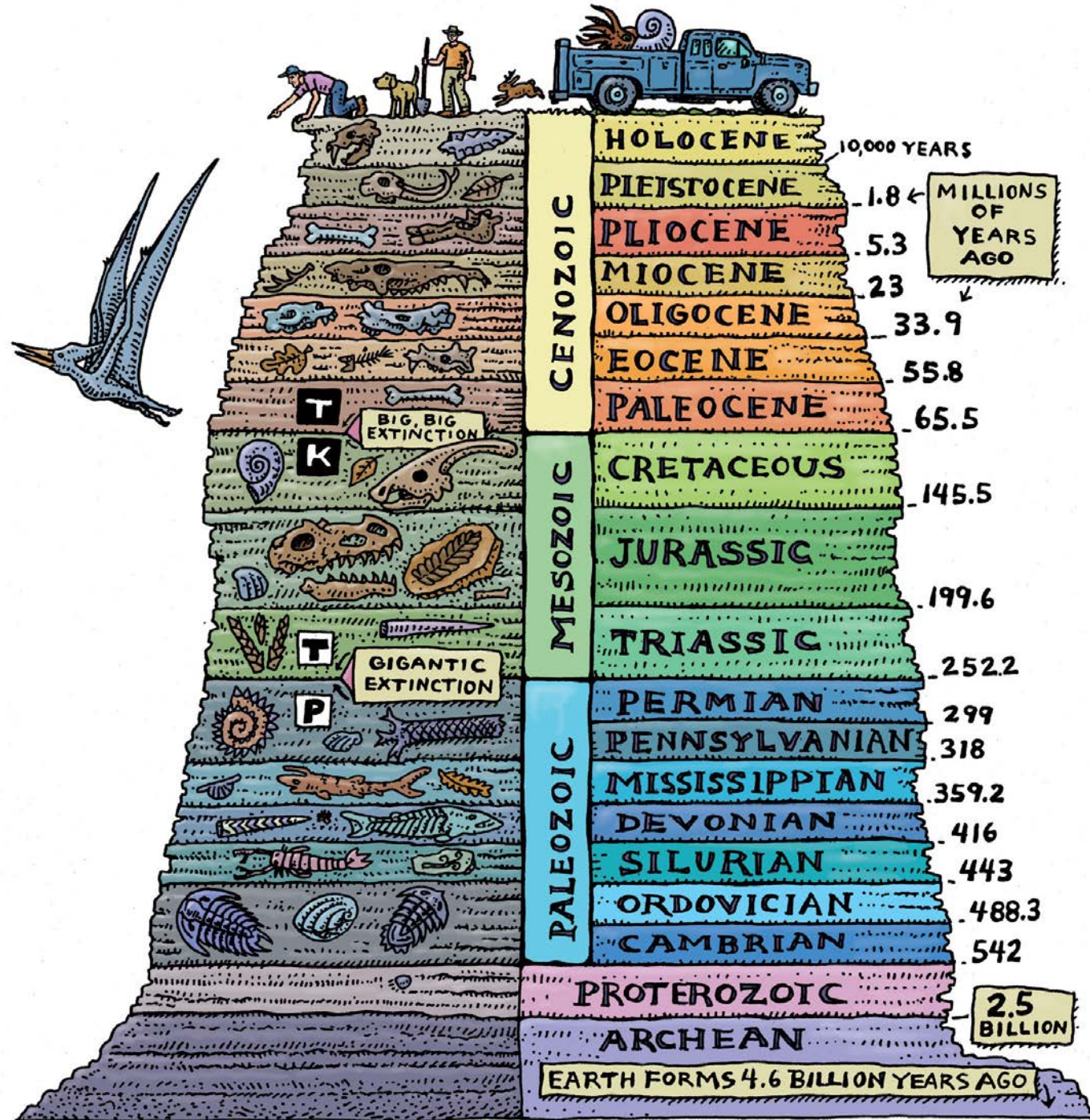
USGS Professional paper 1386-A, Figure 29.

Le changement climatique au cours des derniers 542 millions d'années révélé par les sédiments marins anciens



Changeons de l'échelle pour une vue du climat encore plus élargie...





PROTEROZOIC EON

2500-542 MYA

PHANEROZOIC EON

542 MYA-PRESENT

