



05 octobre 2025, La Forêt Fouesnant

Changement climatique et érosion côtière

Philippe Davy (OSUR) et Paul Tréguer (OSU IUEM)

Credit: NASA



Introduction

1-Changement climatique à l'Anthropocène, cas de l'Atlantique nord

2-Changement climatique et érosion côtière, cas du massif armoricain

Conclusions

Credit: NASA



Introduction

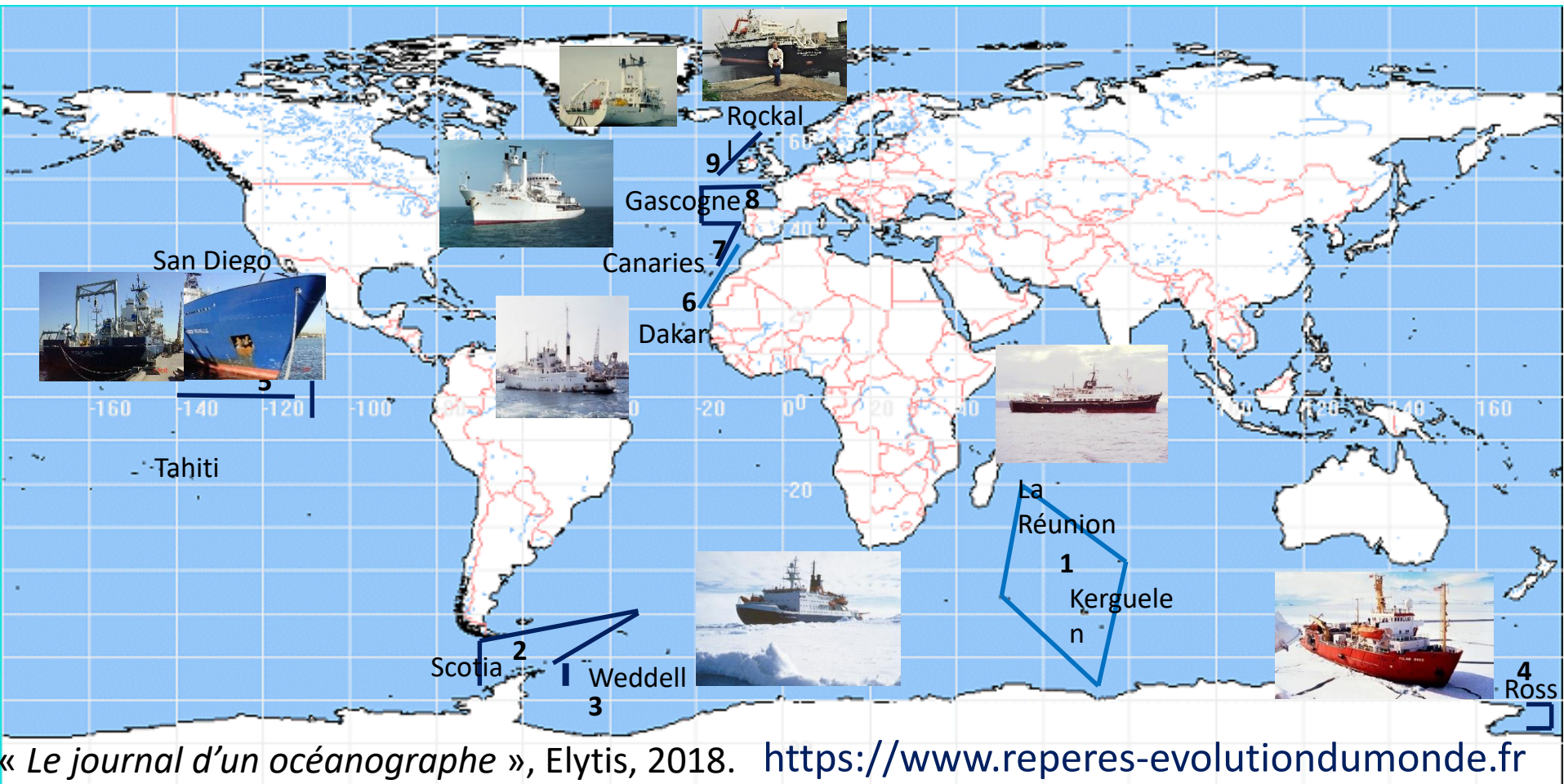
1-Changement climatique à l'Anthropocène, cas de l'Atlantique nord :

2-Changement climatique et érosion côtière, cas du massif armoricain

Conclusions

Credit: NASA

Paul Tréguer? Un océanographe: 18 campagnes océanographiques hauturières de 1970-2003, dans tous les océans



1-Antiprod 1,2,3, Antares 1; 2-Apasara 3; 3-EPOS; 4-Ross Sea 90; 5-Biocomplexity-1 6-Cineca 1, 2, 4; 7-Bord-Est; 8-Phygas 32, 44, Polygas, Zephir; 9-UF 2001



Introduction

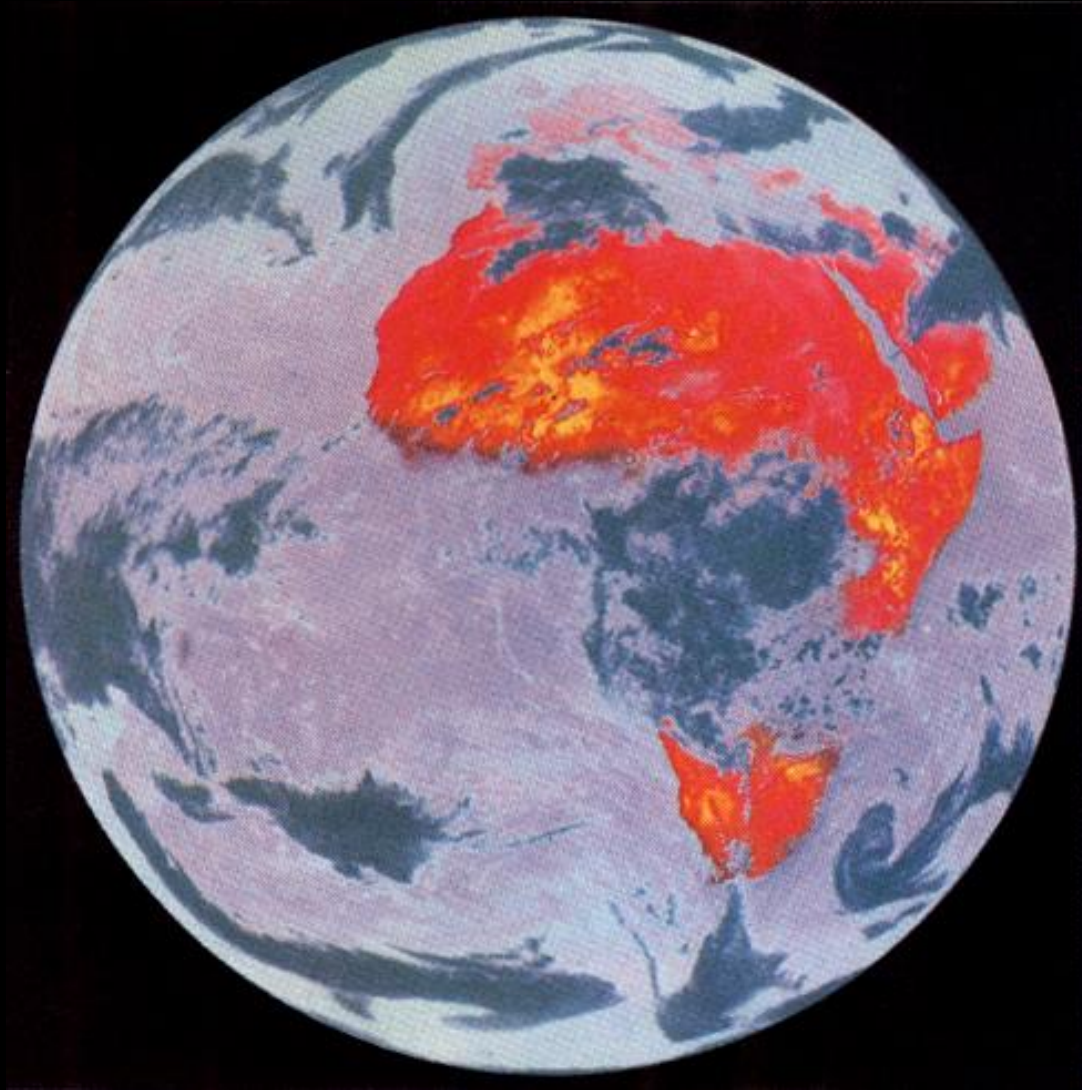
1-Changement climatique à l'Anthropocène, cas de l'Atlantique nord

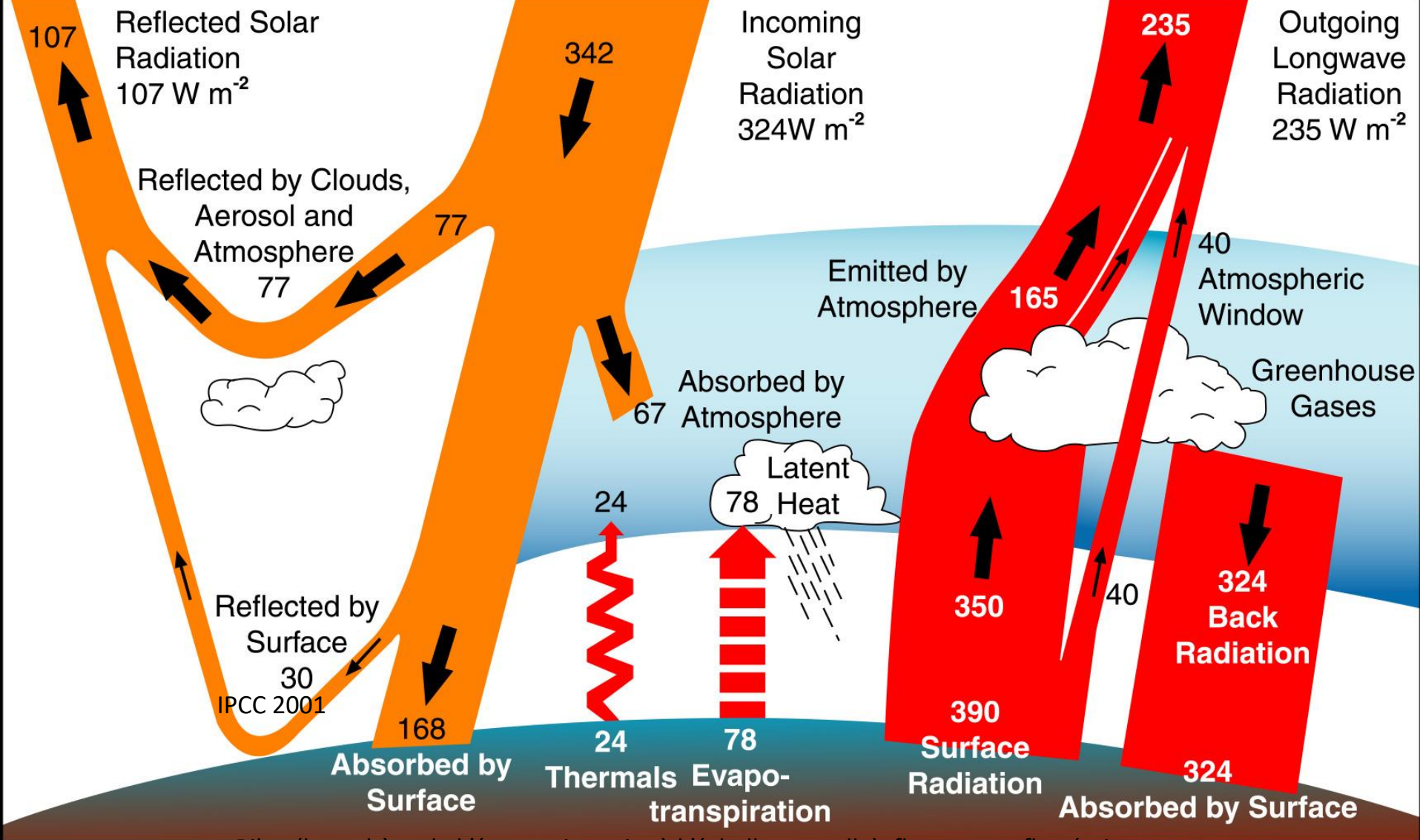
2-Changement climatique et érosion côtière, cas du massif armoricain

Conclusions

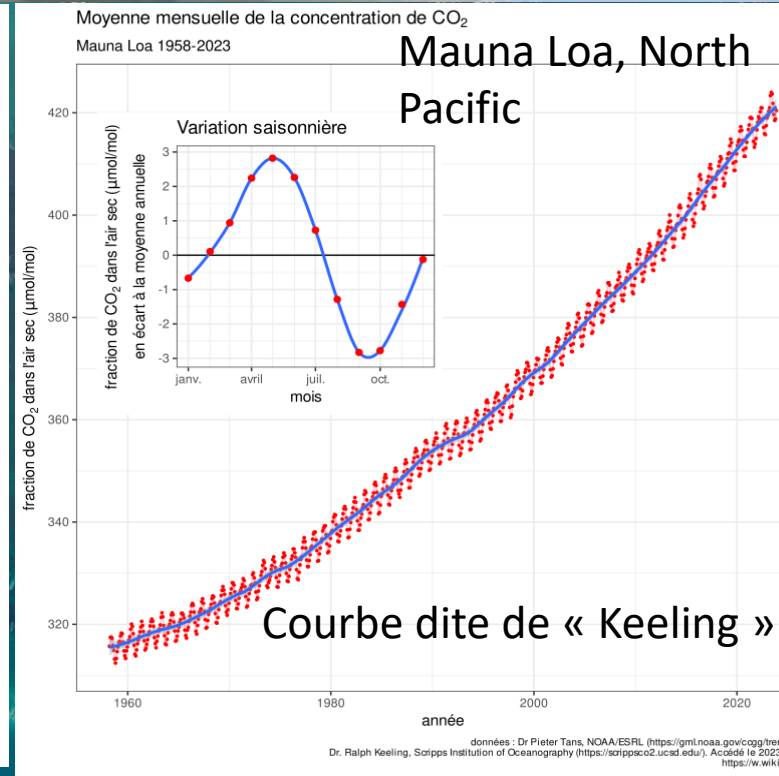
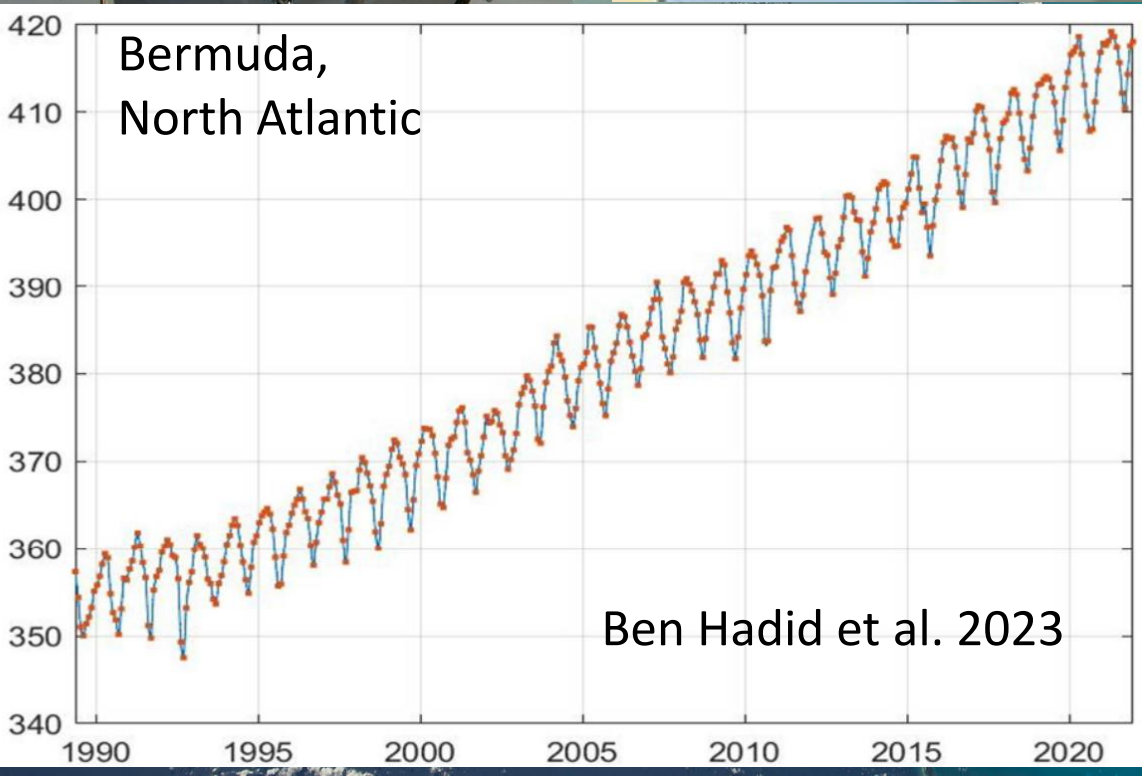
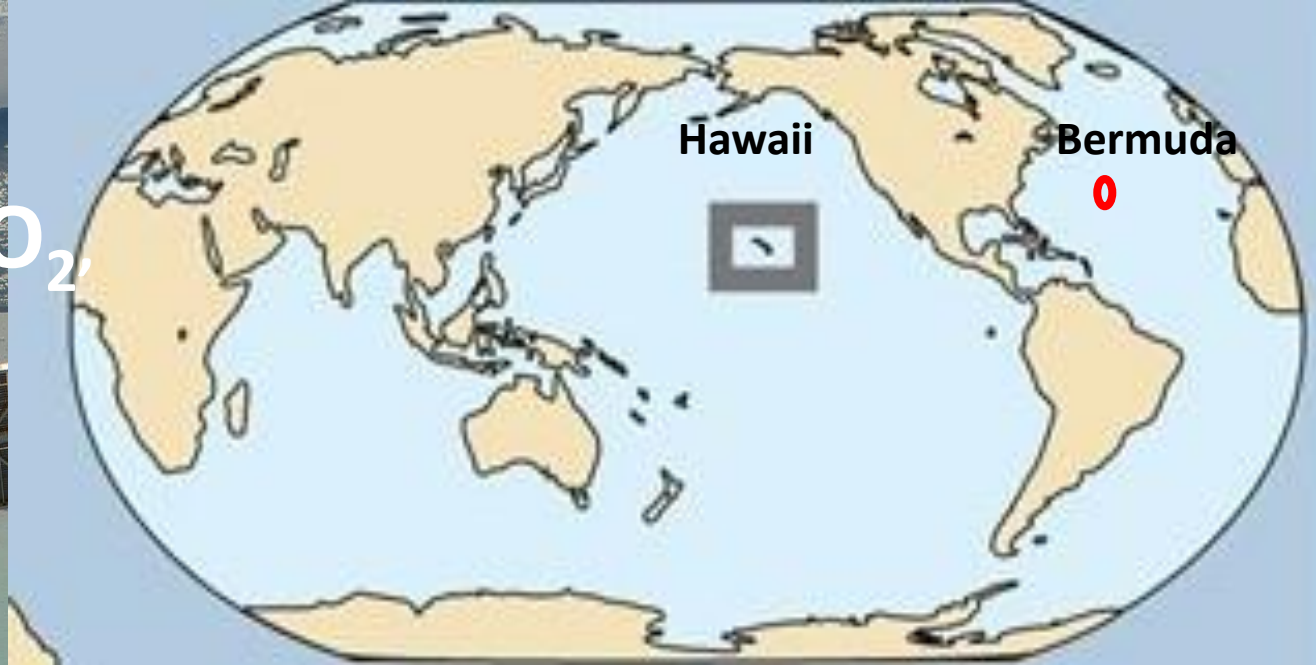
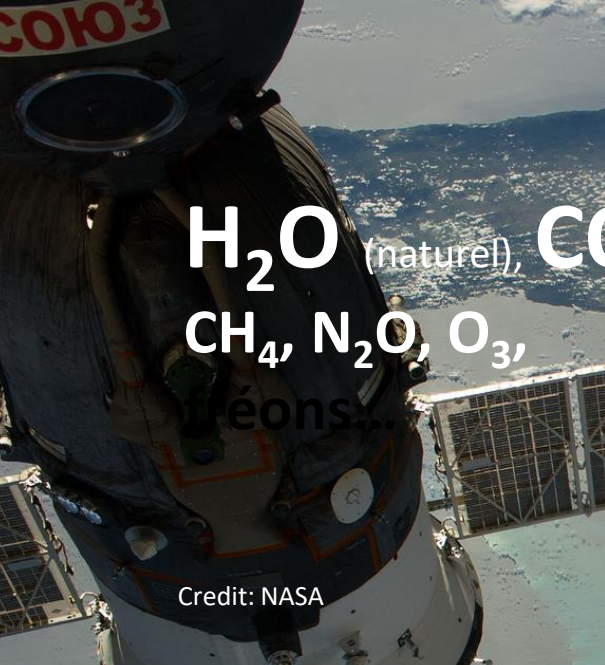
Credit: NASA



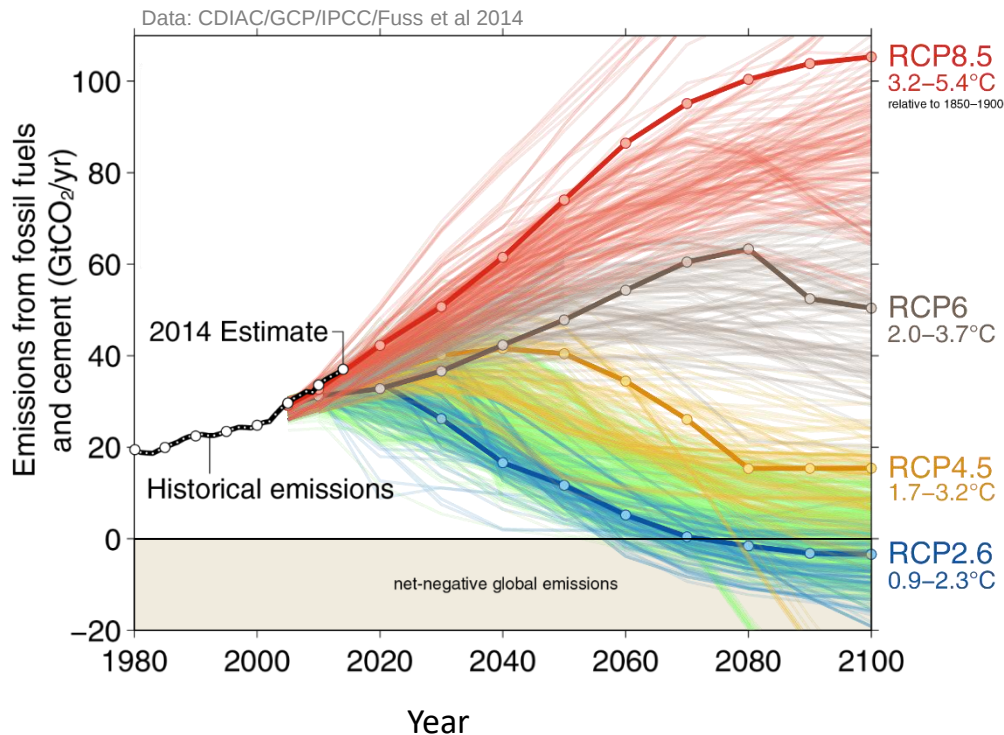




Bilan thermique à la surface de la Terre
(flux en watt par mètre carré): effet de serre



RCP = Representative Concentration Pathway =
trajectoire du forçage radiatif



**Trajectoire actuelle:
+3.1°C à la fin du
siècle sauf si
drastiques
changements dans les
contributions
déterminées au
niveau national (CDN)**

Source: Fuss et al 2014; CDIAC; Global Carbon Budget 2014; IPCC WGI & WGIII scenario database; VOSTOK+EPICA; Hansen et al. 2013

DÉSÉQUILIBRE ÉNERGÉTIQUE DE LA TERRE

 <  0.47 ± 0.1 (0.87 ± 0.12) W m^{-2}

 $\approx$  Réduction requise de la teneur en CO_2 : -57 ± 8 ppm

Radiation
solaire
incidente



Radiation
sortante

ATMOSPHERE
1% (2%)

GAIN THERMIQUE TOTAL
 $358 \pm 37 \text{ ZJ}$

$\text{ZJ} = 10^{21} \text{ J}$

CRYOSPHERE
4% (3%)

CONTINENT
6% (5%)

OCEAN

89% (90%)

0–700 m: 52% (52%);
700–2000m: 28% (30%);
> 2000m: 9% (8%);

Karina von Schuckmann, <https://essd.copernicus.org/articles/12/2013/2020/>

1971–2018 (2010–2018)

Budget global du dioxyde de carbone

Gigatonnes de carbone par an
2010-2019

Fuels fossiles
et ciment

9.4 ± 0.5

Croissance
dans l'atmosphère

5.1 ± 0.2

Utilisation
des sols

1.6 ± 0.7

Puits de la biosphère
terrestre

3.4 ± 0.8

Puits
océanique

2.5 ± 0.6

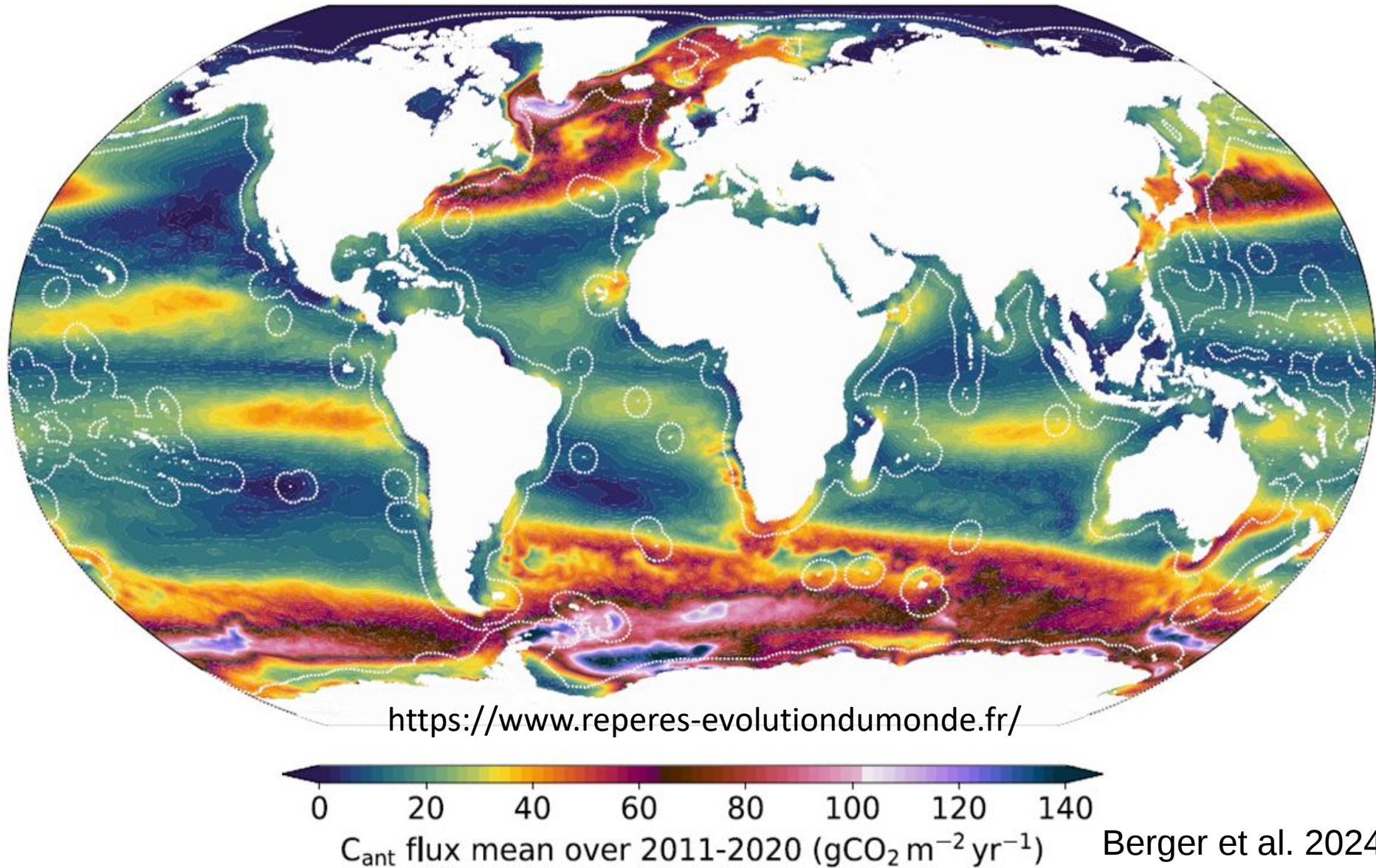
L'océan est
devenu un
puits de CO_2

Réservoirs
géologiques

Produced by the International Geosphere-Biosphere Programme for the Global Carbon Project.
© Global Carbon Project 2010

Credit: NASA

Le puits de carbone océanique et les zones économiques exclusives



A satellite view of Earth from space, showing a vast expanse of blue oceans and white clouds. In the foreground, a large, dark, cylindrical satellite component is visible, with solar panels extending from it. The text is overlaid on the image in white, bold font.

Conclusions:

L'océan régule le changement climatique, en absorbant:

- 90% de la chaleur générée par l'excès d'effet de serre,
- plus du quart des émissions des gaz à effet de serre libérées par les activités humaines (importance de l'Atlantique nord et de l'océan Austral),

Sans l'océan l'augmentation de la température moyenne à la surface de la Terre serait bien plus intense.

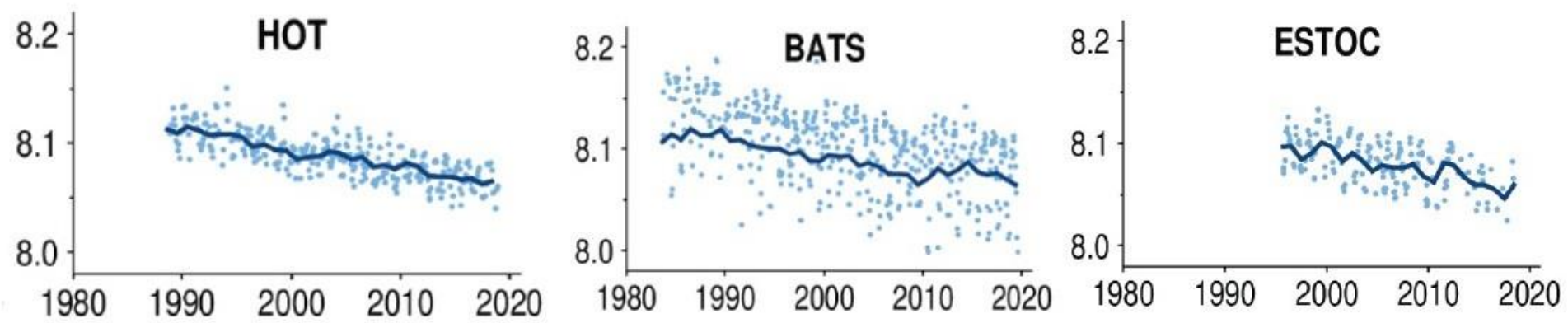
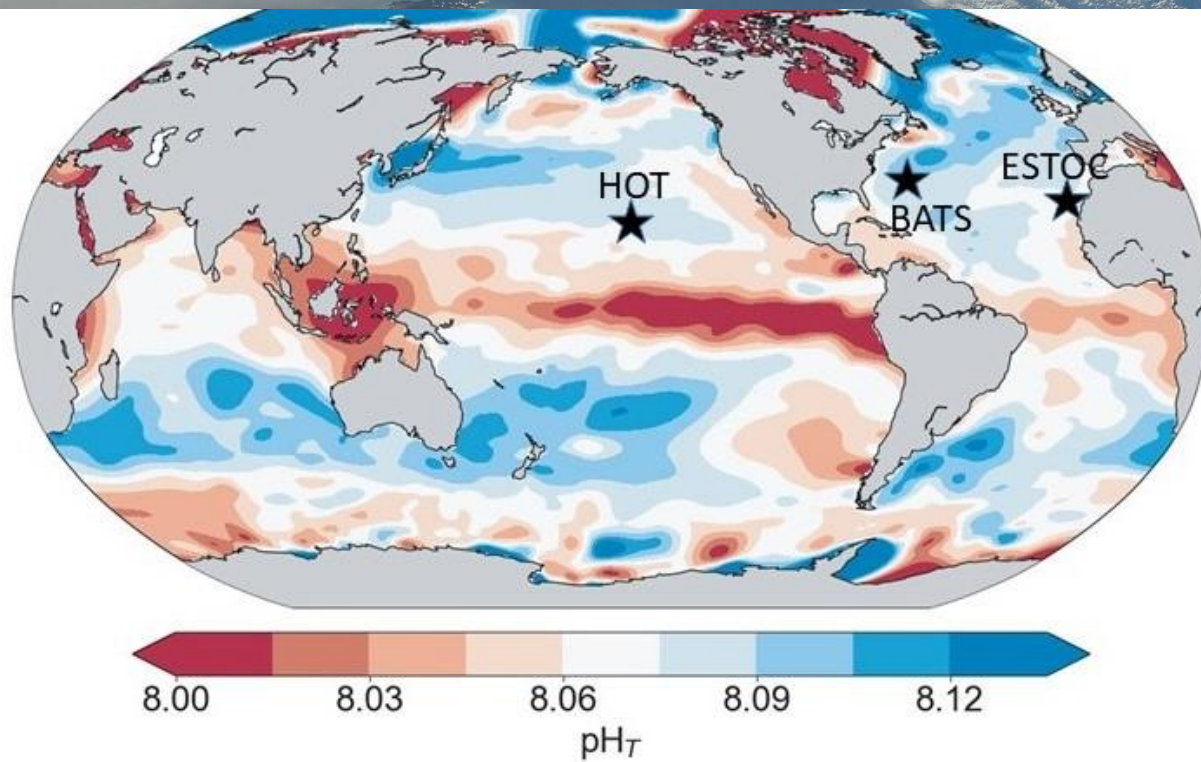
Credit: NASA



-Mais en le régulant, l'océan subit le changement climatique

Credit: NASA

En absorbant du CO_2 l'océan s'acidifie...



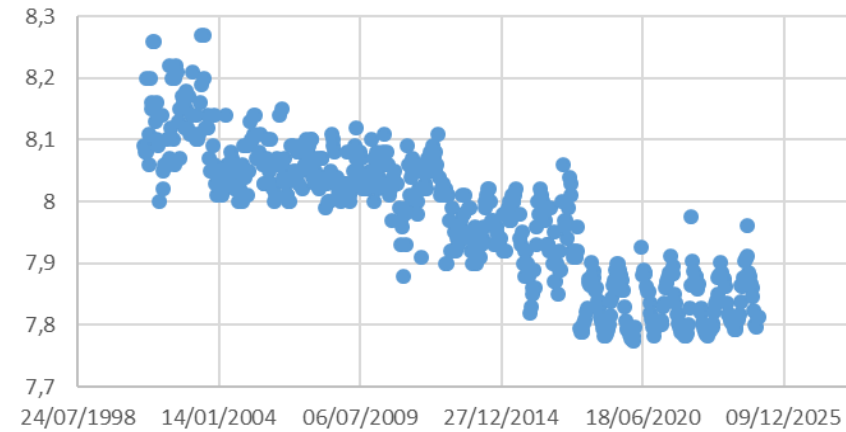
pH

SOMLIT



Crédit: OSU IUEM et SBR

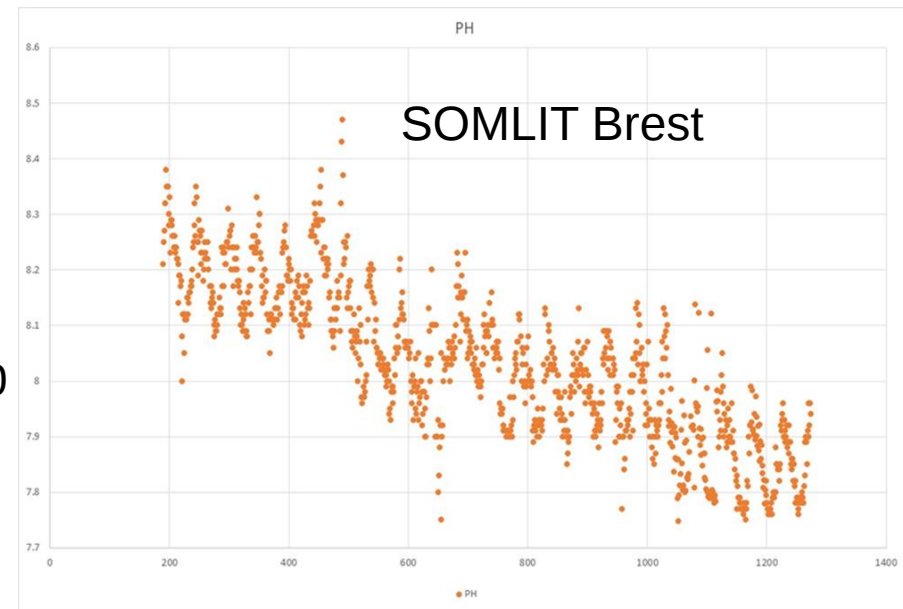
SOMLIT Astan



8.5

SOMLIT Brest

8.0



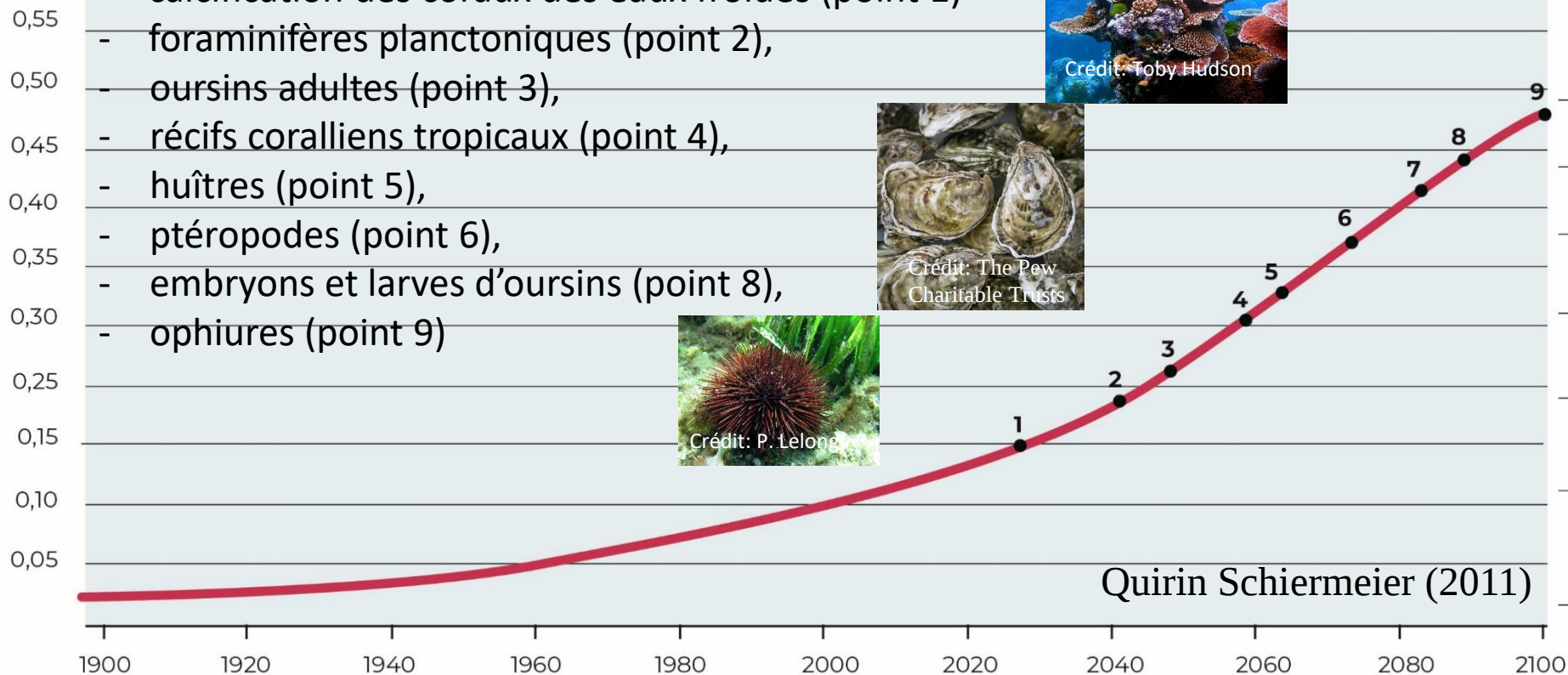
Si, pour les stations situées en plein océan Atlantique et Pacifique, le pH a décru d'environ 0.03 unités depuis les années 1990, dans les eaux côtières de Bretagne occidentale, il a décru de 0.3 unités en 20 ans.

IMPACTS DE LA VARIATION DU pH SUR LES ORGANISMES MARINS:

- calcification des coraux des eaux froides (point 1)
- foraminifères planctoniques (point 2),
- oursins adultes (point 3),
- récifs coralliens tropicaux (point 4),
- huîtres (point 5),
- ptéropodes (point 6),
- embryons et larves d'oursins (point 8),
- ophiures (point 9)

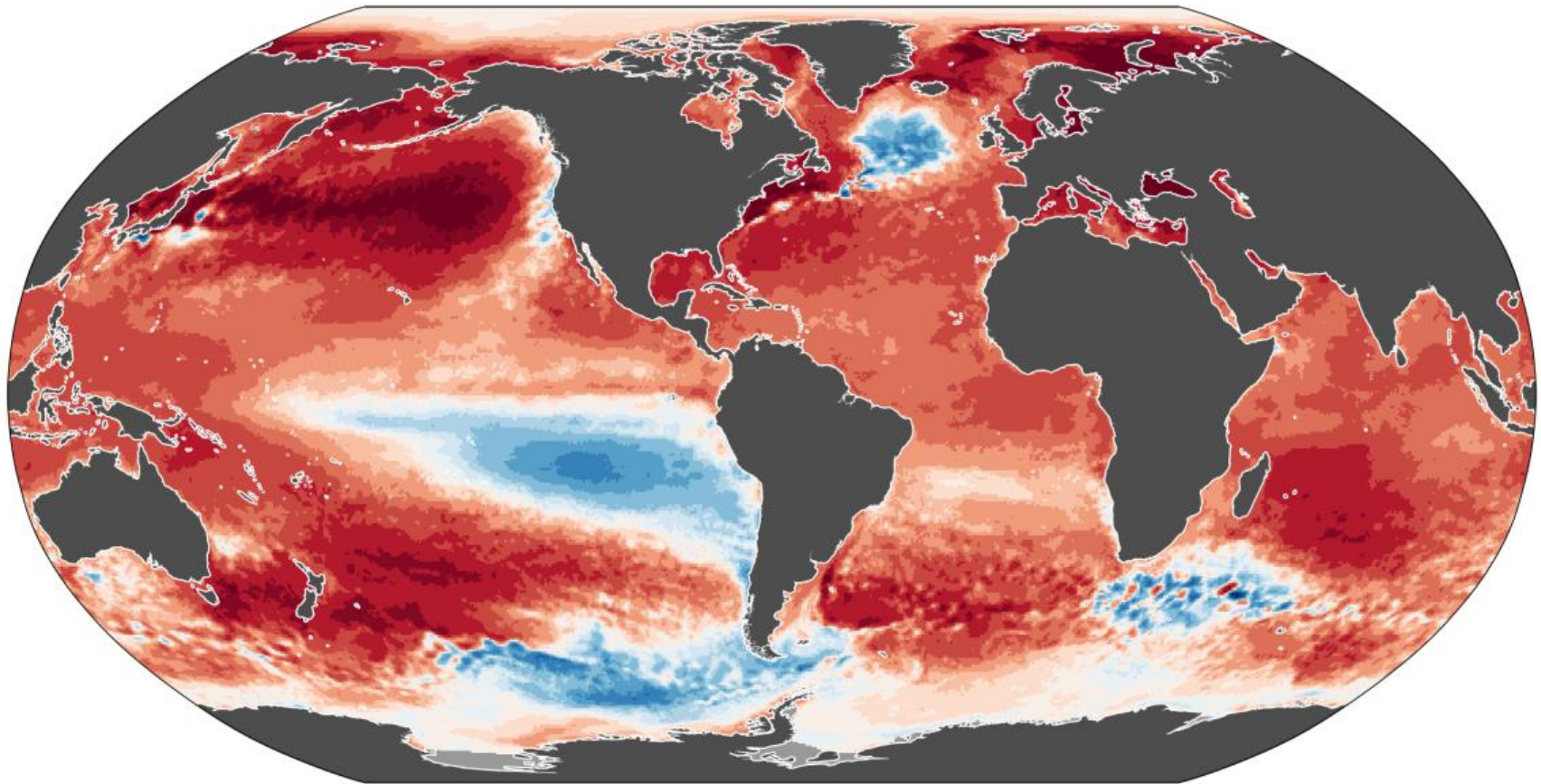


Modification du pH par rapport à l'ère préindustrielle

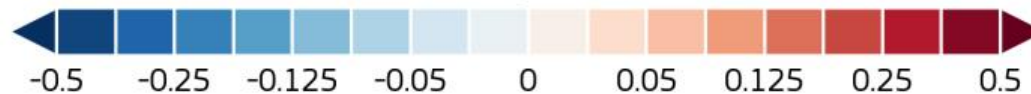


Trend in sea surface temperature for 1993–2023

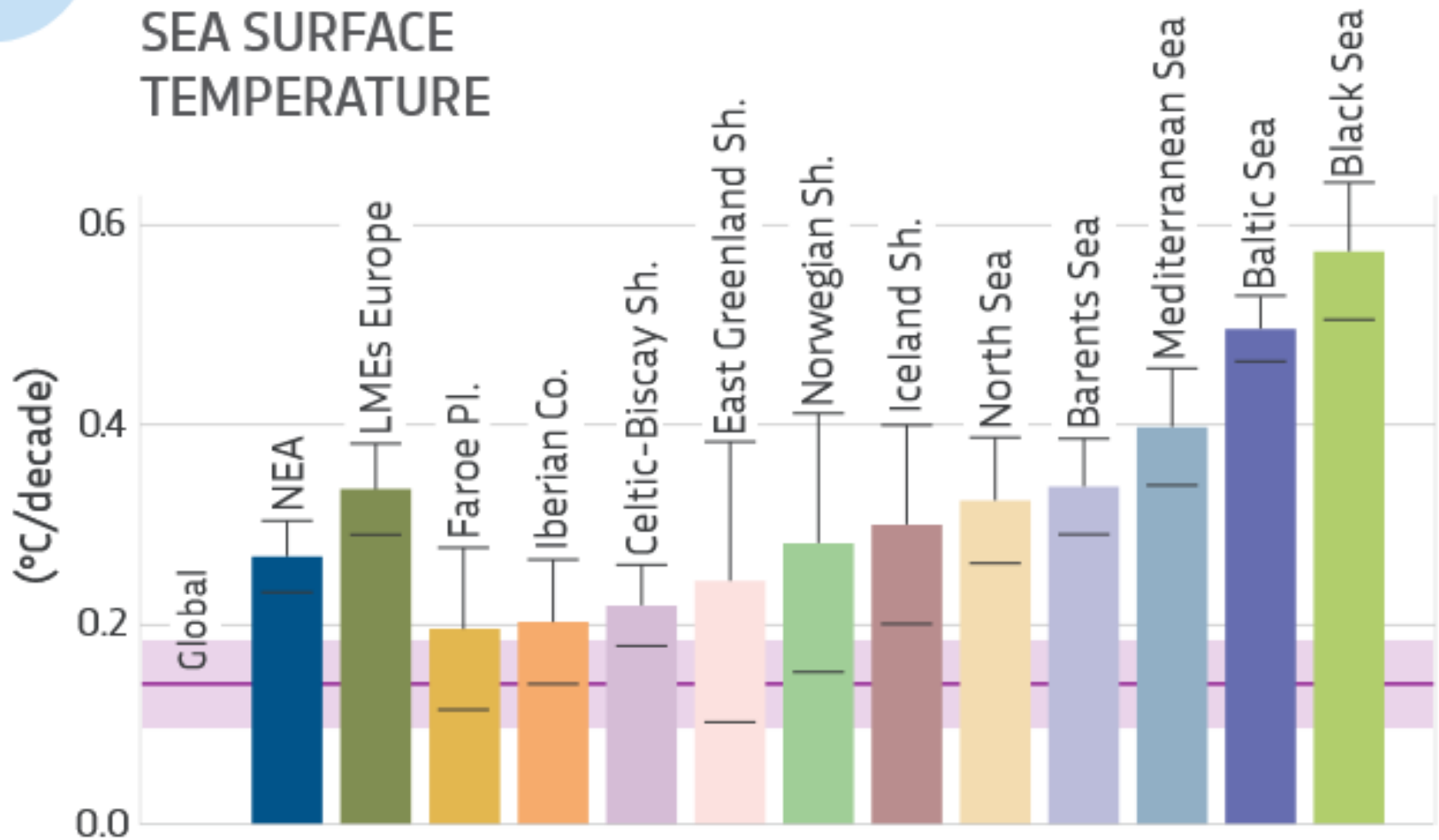
Data: ESA CCI SST v3.0 • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF



Trend (°C per decade)



SST Copernicus report 2025



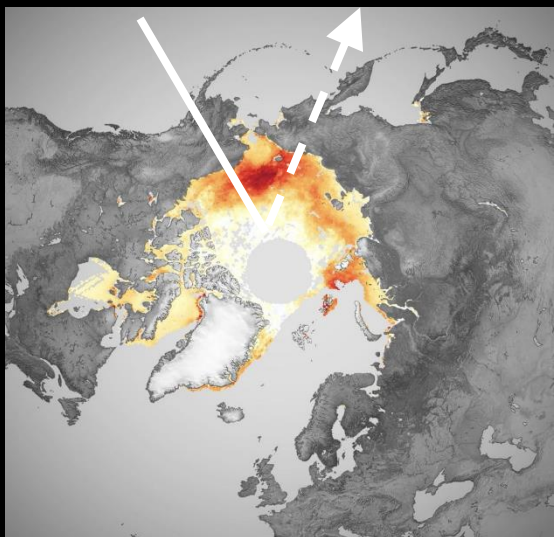
ABOVE: Ocean change is not uniform. Semi-enclosed basins such as the Black, Baltic and Mediterranean Seas are warming far more rapidly due to limited exchange with the open ocean. Adapted from: von Schuckmann et al., 2025. Copernicus Ocean State Report 9

LMEs are natural regions of ocean space encompassing coastal waters from river basins and estuaries to the seaward boundary of continental shelves and the outer margins of coastal currents

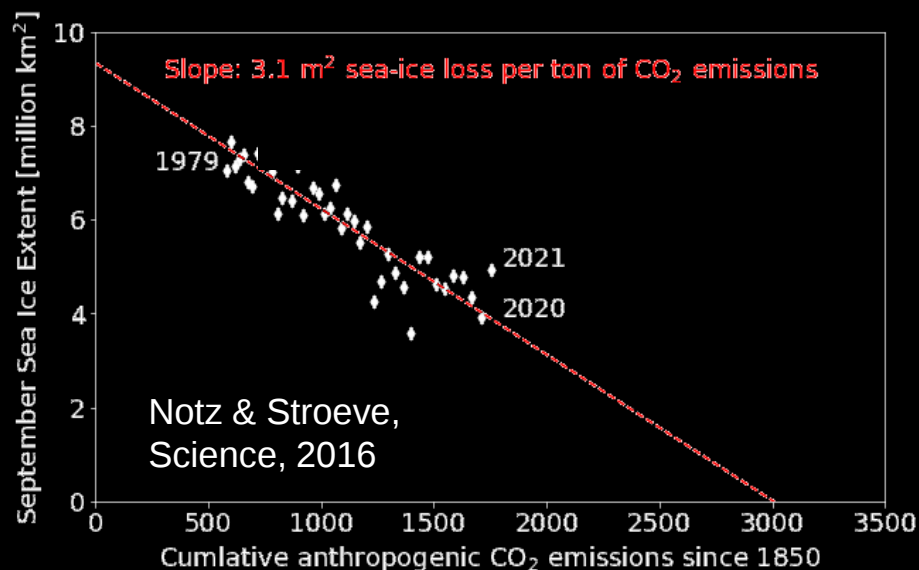
Pourquoi l'Arctique se réchauffe rapidement?

Glace de mer arctique

Energy increase -> fast warming



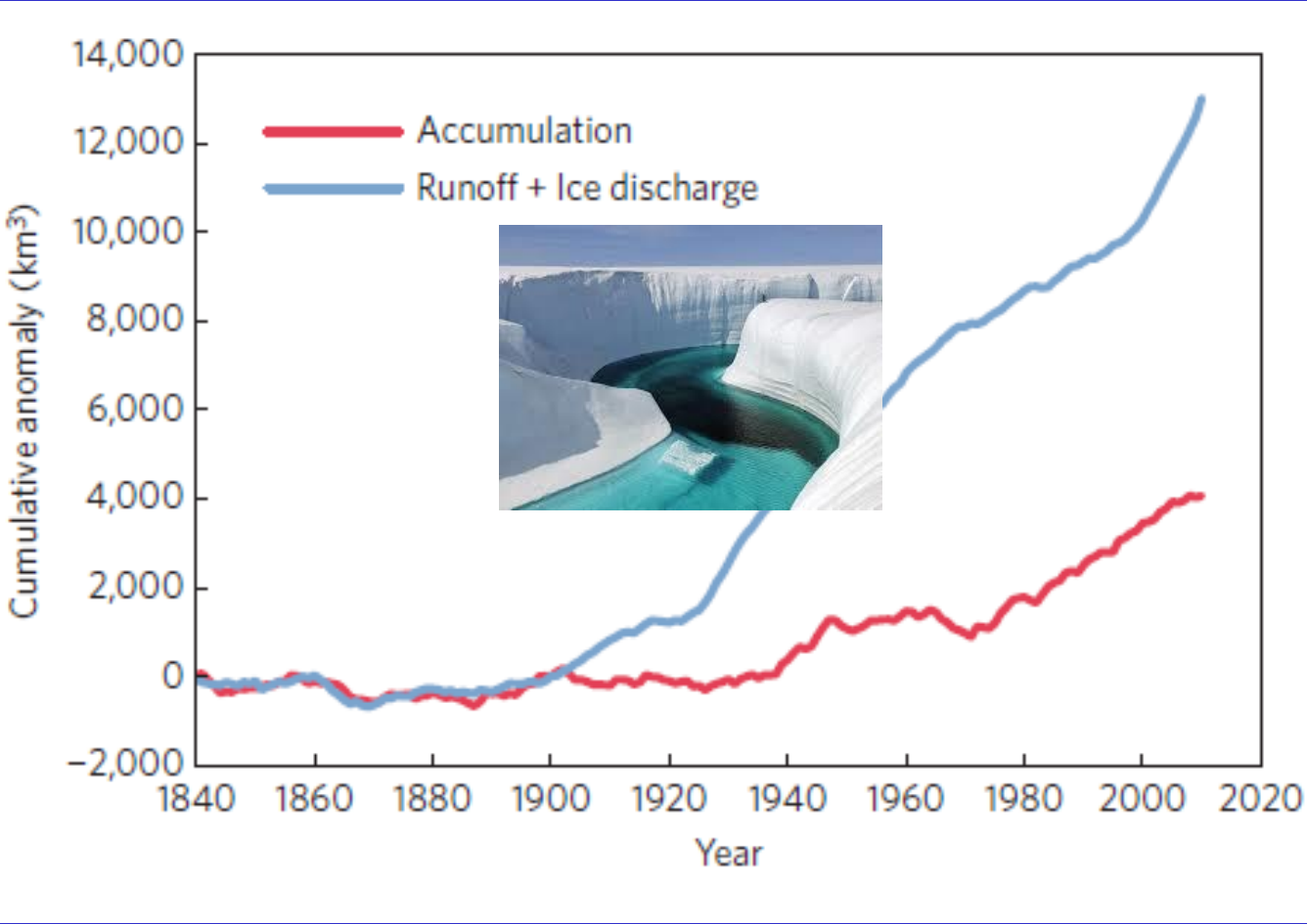
Every ton of CO₂ emissions = 3.1 m² of Arctic sea-ice



**Quels que soient les scénarios climatiques,
prévision d'au moins un été sans glace de mer d'ici à 2050**

L'Arctique est actuellement la région de notre planète qui répond le plus fortement au changement climatique en cours. **Réduction de la banquise, dégel du pergélisol (« rétroaction ») et perturbations de la chaîne alimentaire** sont quelques-uns des grands effets déjà constatés.

Calottes glaciaire du Groenland: est-elle affectée par le réchauffement global?

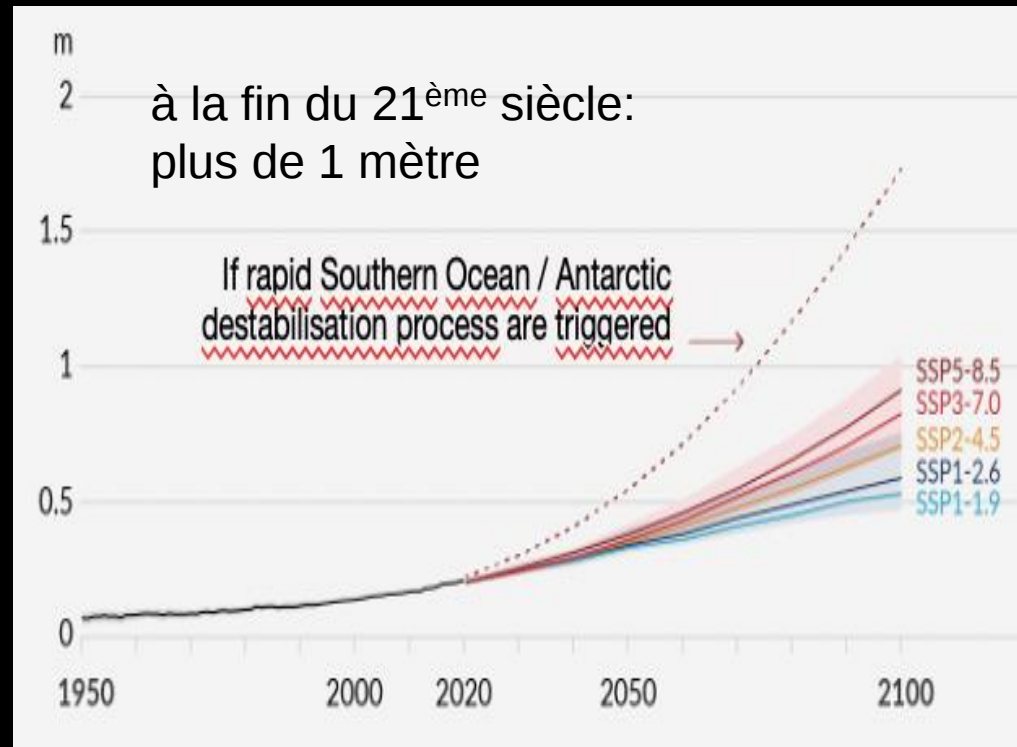
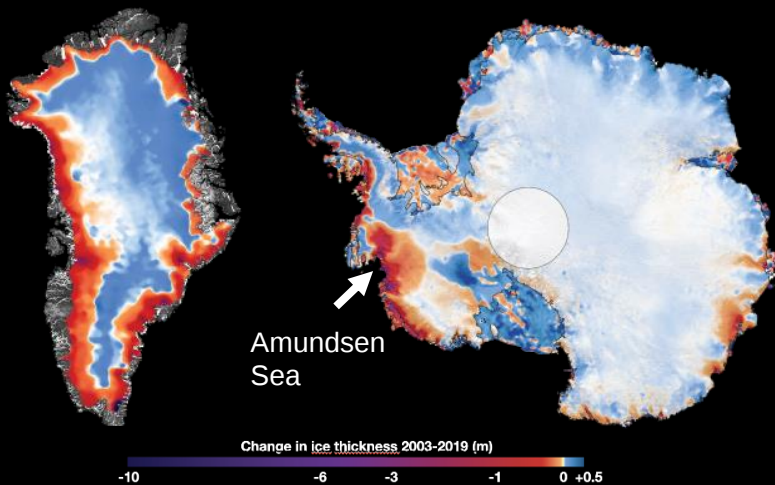


La calotte glaciaire du Groenland, en équilibre de masse pendant la période préindustrielle, perd de la masse depuis le début du 20^{ème} siècle...

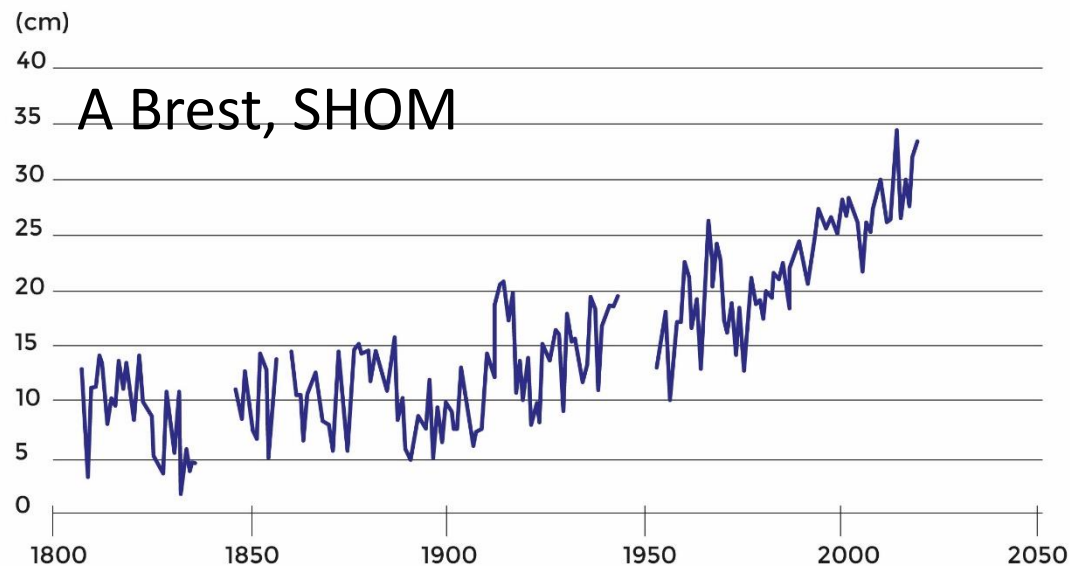
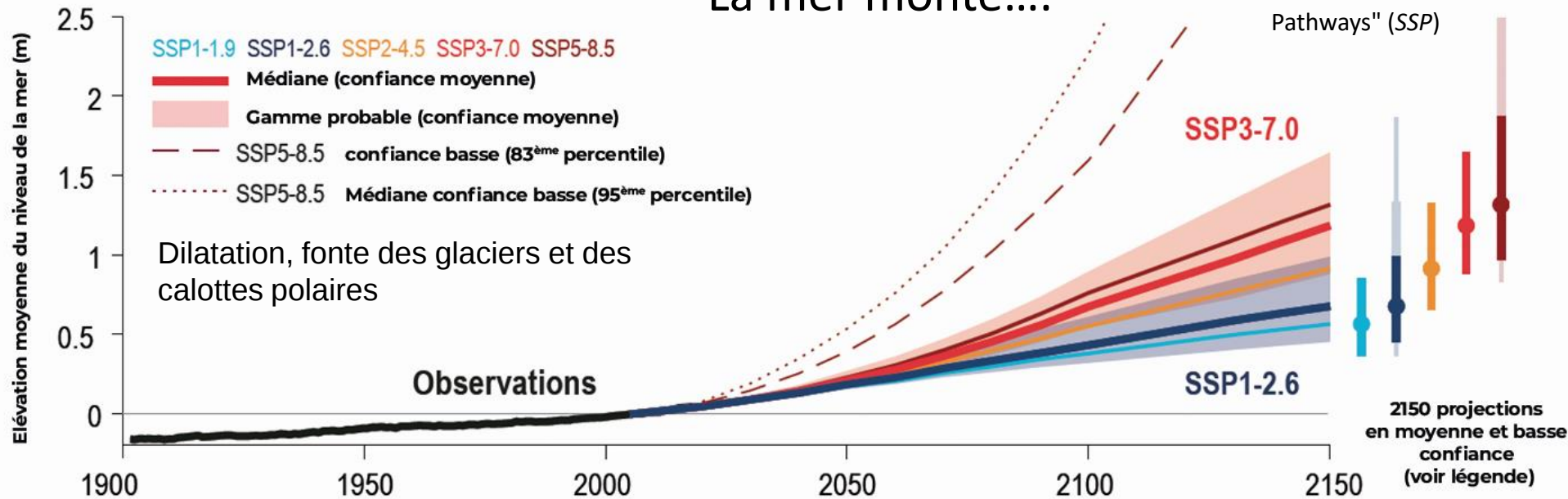
(from Mankoff et al. 2021)

Impact de la fusion des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique:

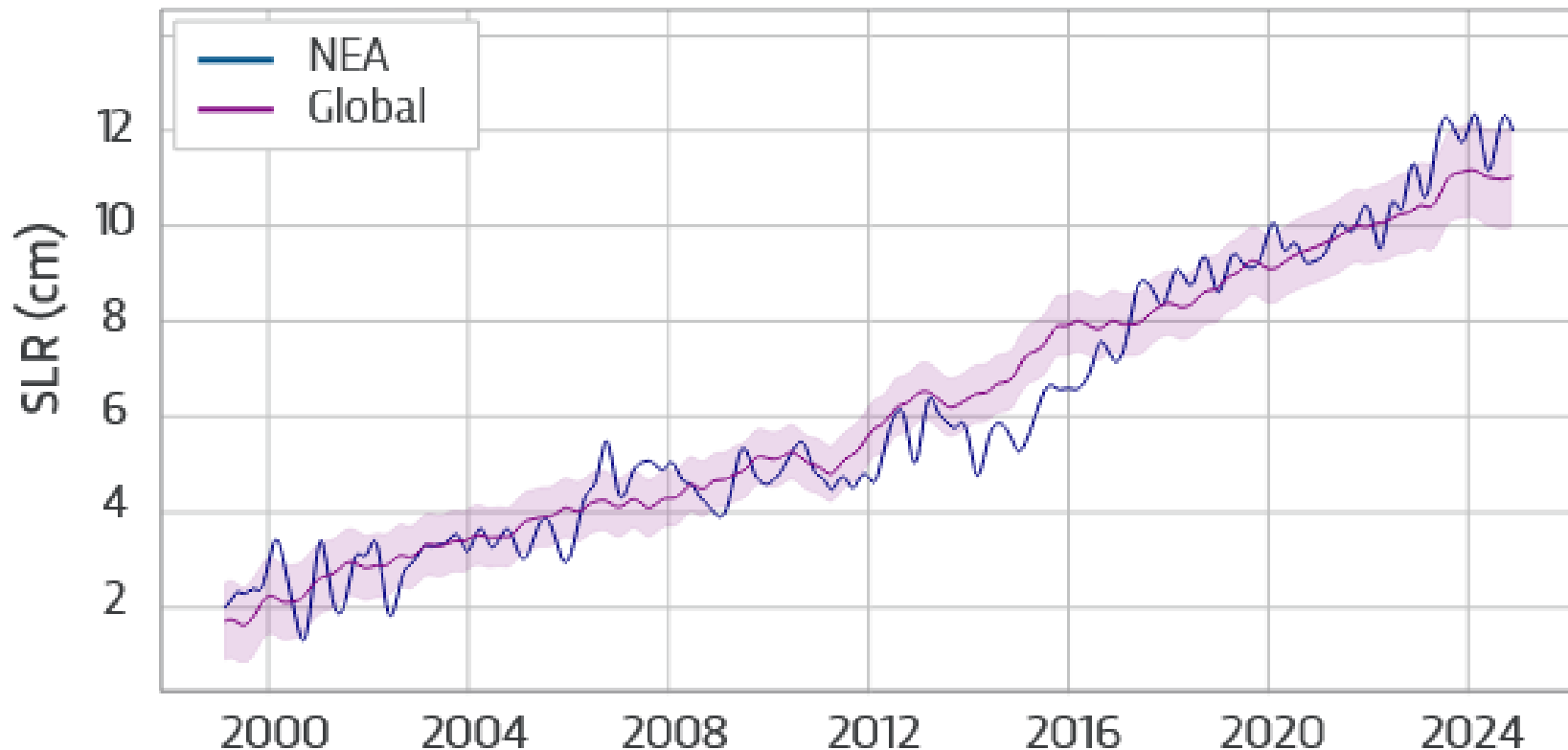
élévation du niveau de la mer: 1-la dilatation de l'océan sous l'effet du réchauffement, 2-la fonte des glaces des calottes polaires, 3-la fonte des glaciers terrestres.



La mer monte....

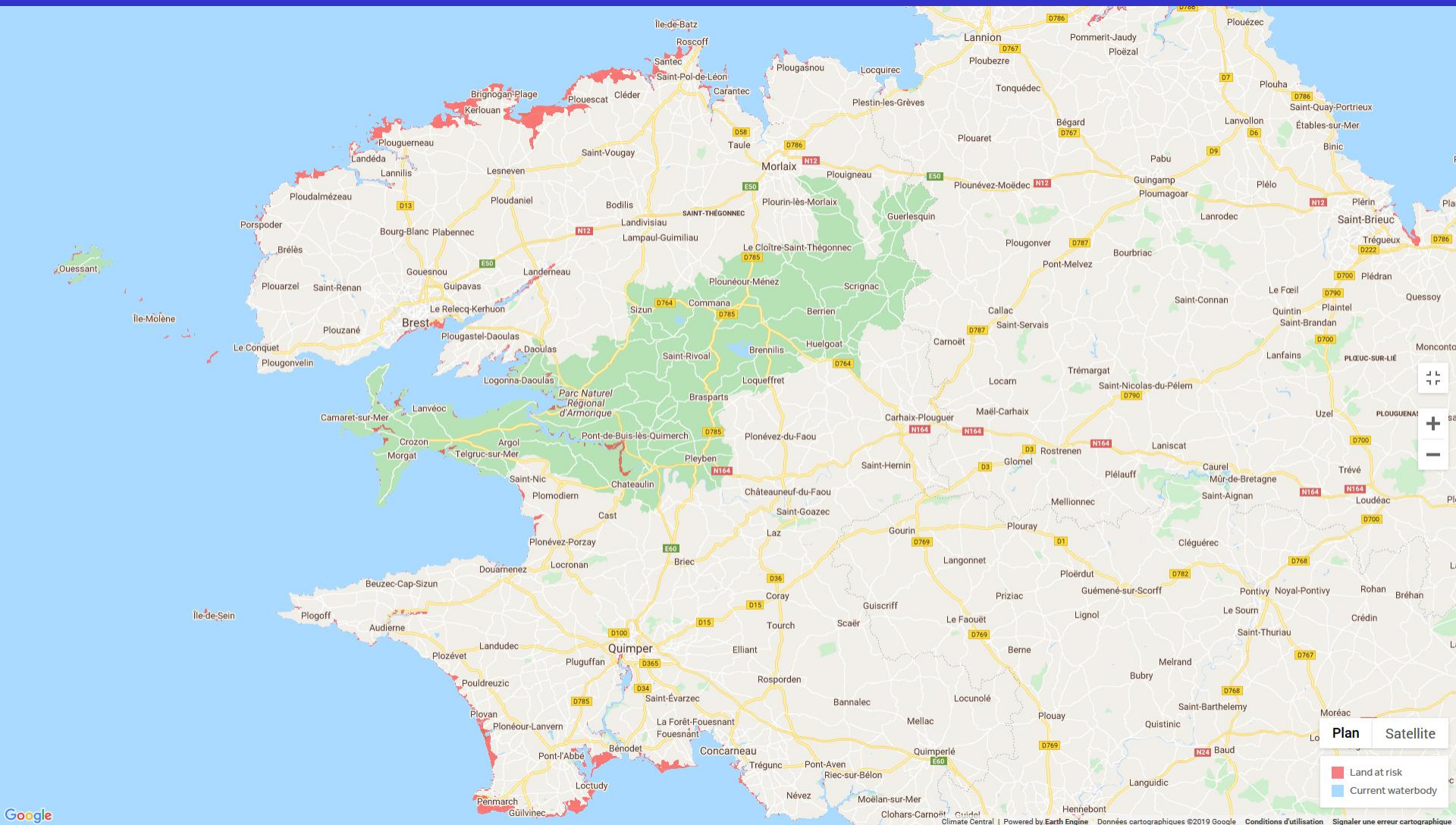


Copernicus Ocean State report 2025



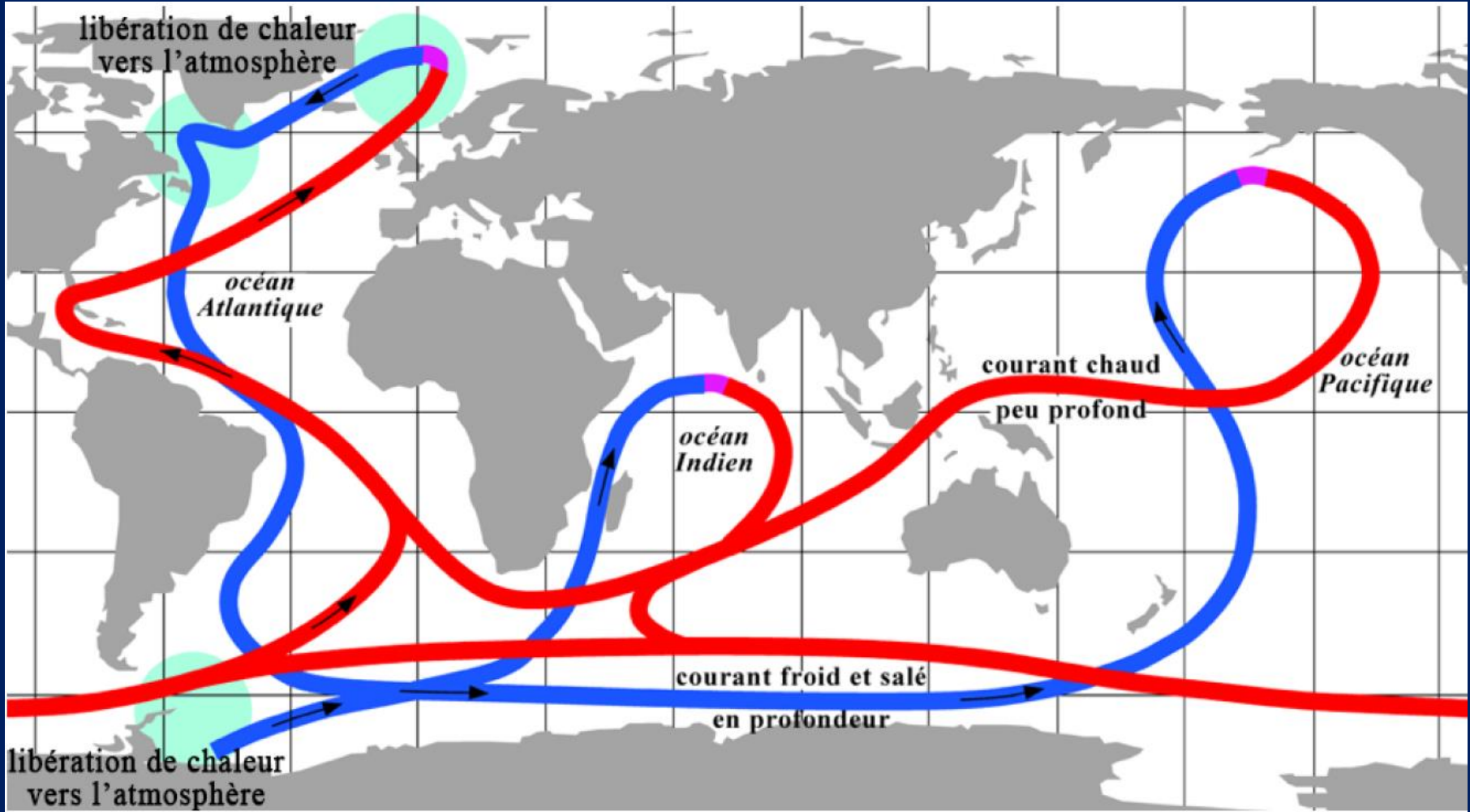
ABOVE: Sea level rise in the northeastern Atlantic and adjacent seas (blue) and globally (purple) between 1999-2024. Purple shading represents uncertainty values. Adapted from: von Schuckmann et al., 2025. Copernicus Ocean State Report 9

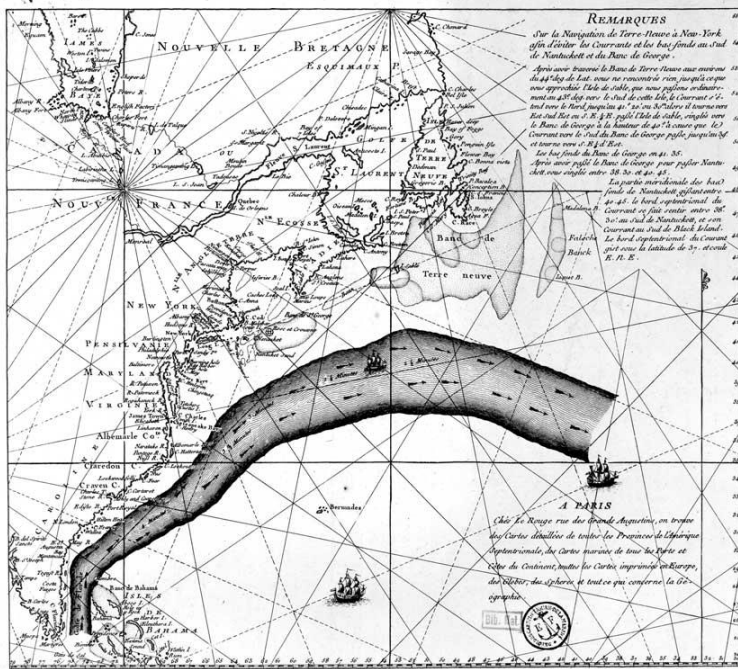




Impacts du changement climatique sur la circulation océanique dans l'Atlantique nord.

-2000: le concept de « **conveyor belt** » (« tapis roulant ») dû à Wallace L. Broecker



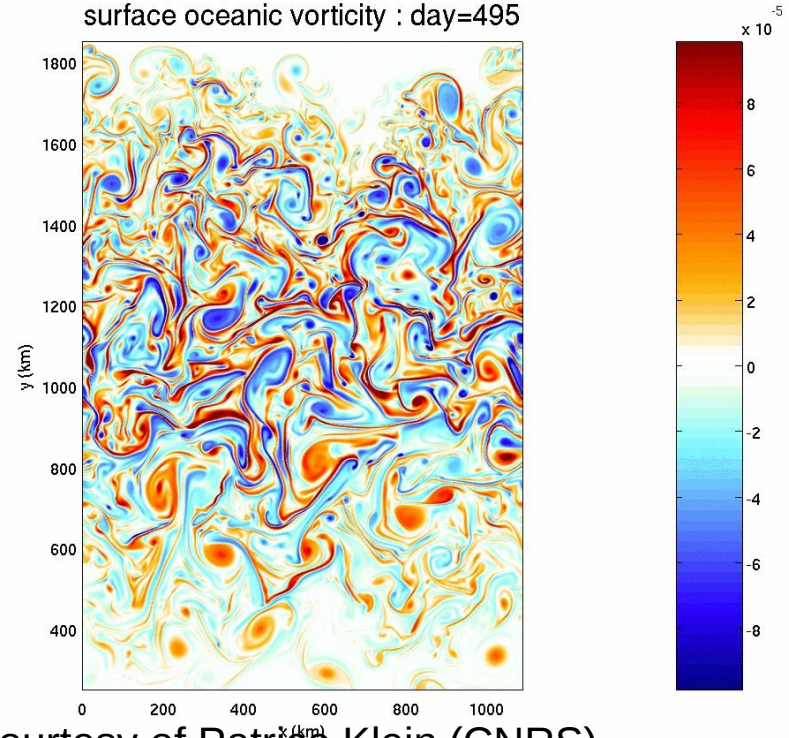


Le Gulf Stream

Un long fleuve tranquille au 18^{ème} siècle (Benjamin Franklin)...

...en fait un écoulement très turbulent comme nous l'avons mis en évidence au 20^{ème} siècle...

surface oceanic vorticity : day=495



Courtesy of Patrice Klein (CNRS)

Impacts du changement climatique sur la circulation océanique:

Exemple du Gulf Stream

AMOC: Atlantic meridional overturning circulation, Circulation atlantique de retournement

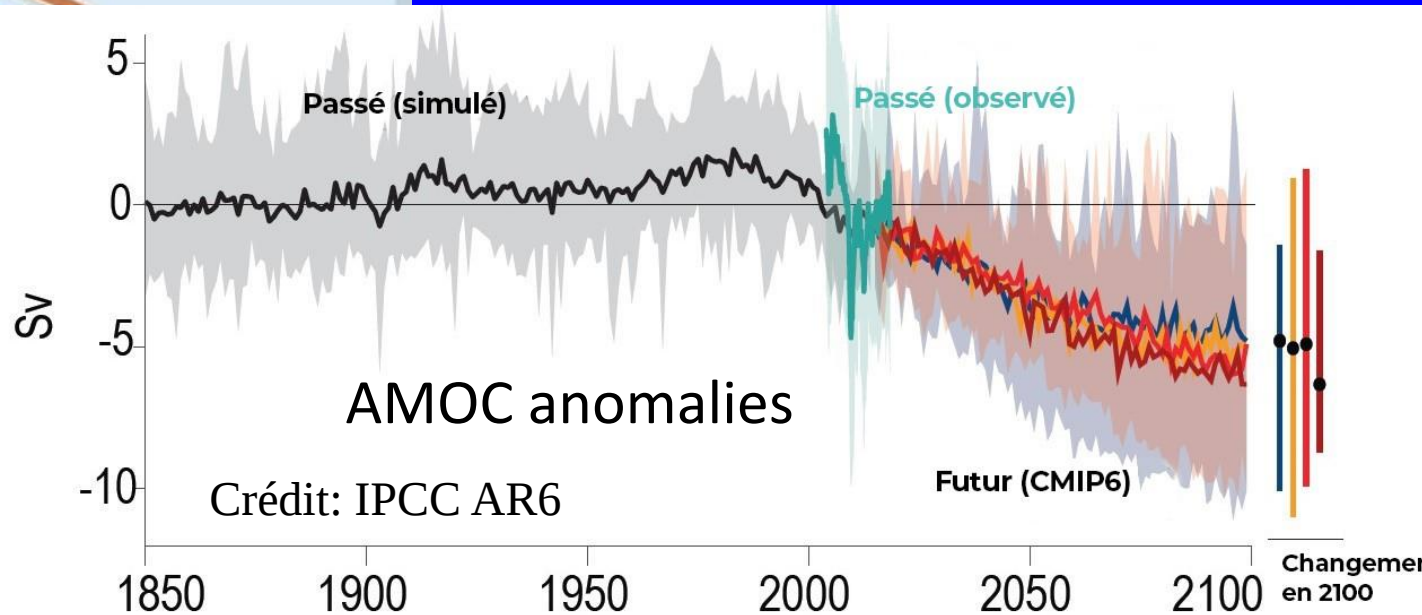
Eau Profonde Atlantique

AMOC

Dérive Nord Atlantique

Gulf Stream

85 millions de m^3 par seconde



A satellite view of Earth from space, showing a vast expanse of blue oceans and white clouds. In the foreground, a large, dark, cylindrical satellite component is visible, with a solar panel array extending from it. The text is overlaid on the image.

Conclusions:

En régulant le changement climatique l'océan est directement impacté par lui:

- 1- **L'océan s'acidifie**, avec un impact potentiel sur les organismes à carapaces calcaires.
- 2- **Le niveau de la mer monte** (dilatation, fusions des glaciers et des calottes polaires): plus d'un mètre à la fin de ce siècle, impacts sociétaux majeurs.
- 3- Le changement climatique impacte **la circulation générale océanique**, en particulier dans l'Atlantique Nord.
- 4- Le changement climatique impacte également le fonctionnement des **écosystèmes marins** (sujet non traité ici).



ESPACE DES SCIENCES

Paul Tréguer

L'océan est-il le maître du climat ?

Préface de Jean Jouzel



Éditions
Apogée

Paul
Tréguer

Jules Verne

Planète Océan

Préface de l'amiral Alain Coldefy
Avant-propos de Dominique Le Brun



Crédit: Yann Carmès

 Espaces
Littéraires

 L'Harmattan