

physiquepourtous.unistra.fr



**Physique
pour Tous !**

Physique pour Tous ! Saison 6

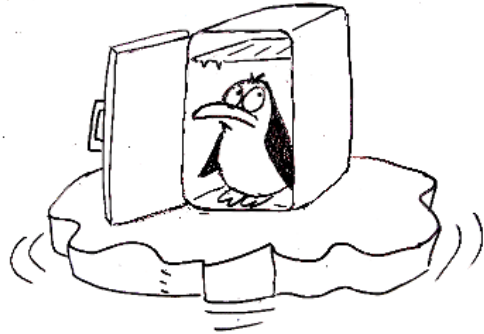
Cycle de Rentrée 2023-2024

Physique
pour Tous!

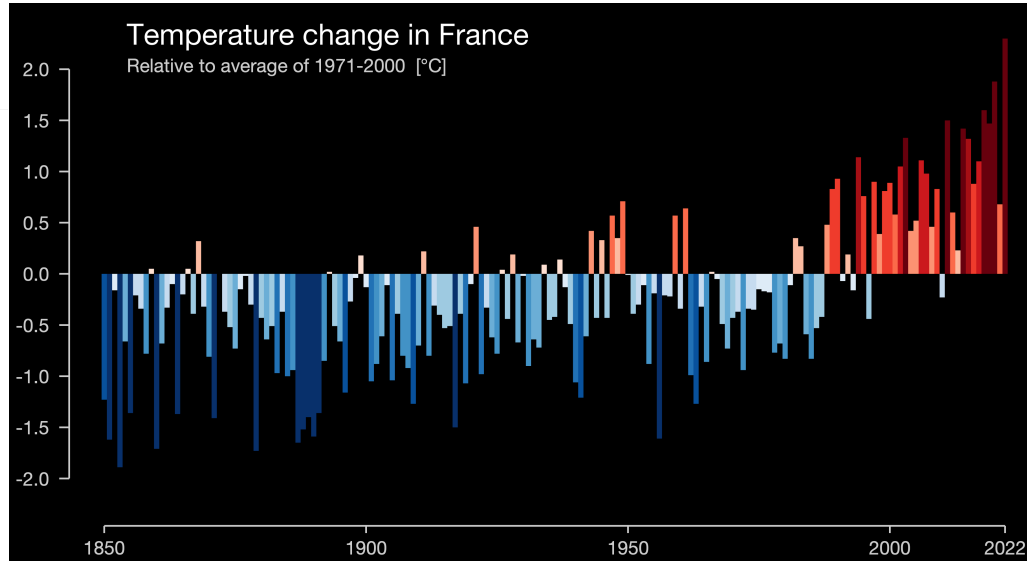


Les calottes sont cuites !

...ou la physique du changement climatique



ANNÉE 2023-2024
DE LA PHYSIQUE





Physique pour Tous ! Saison 6 – Cycle de Rentrée

Les calottes sont cuites 3/4

Physique
pour Tous !

Mardi 03/10 – ça va chauffer !

...Ou les conséquences du changement climatique



ANNÉE 2023-2024
DE LA PHYSIQUE



18h15 → 19h45

Amphithéâtre Fresnel

Institut de Physique

3-5 rue de l'université

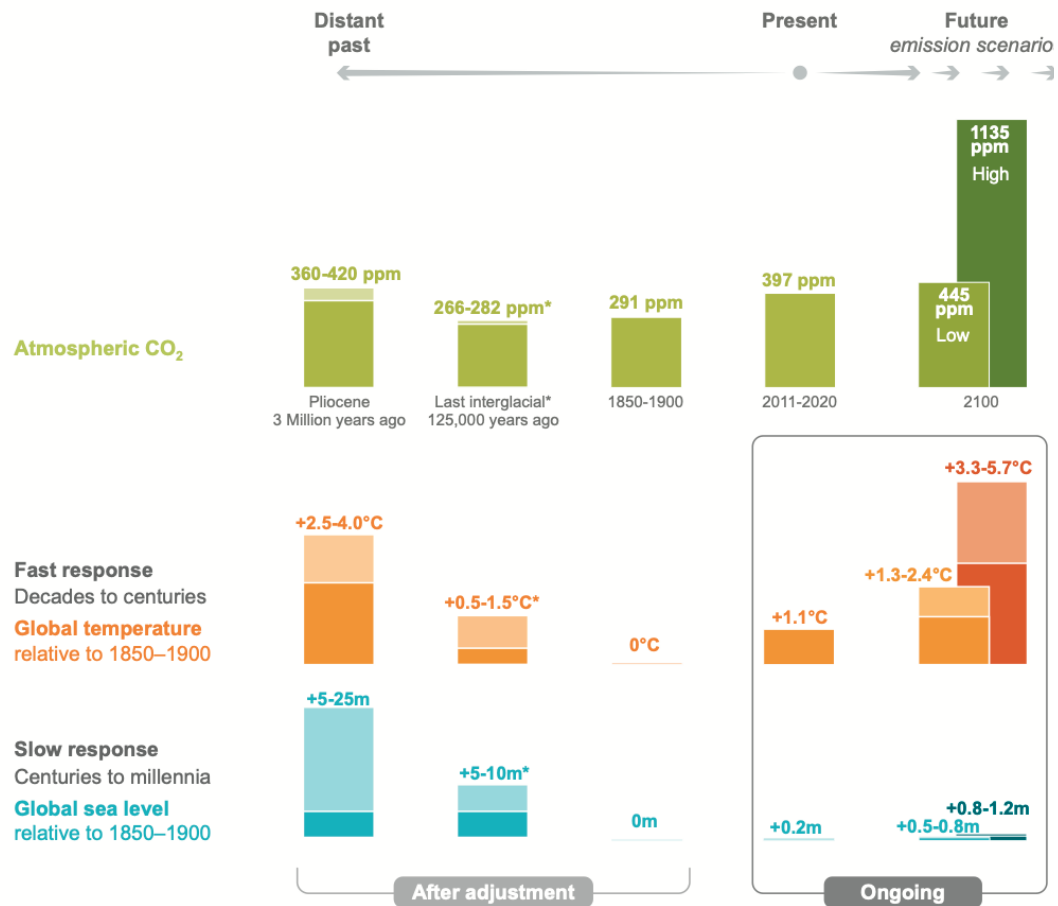
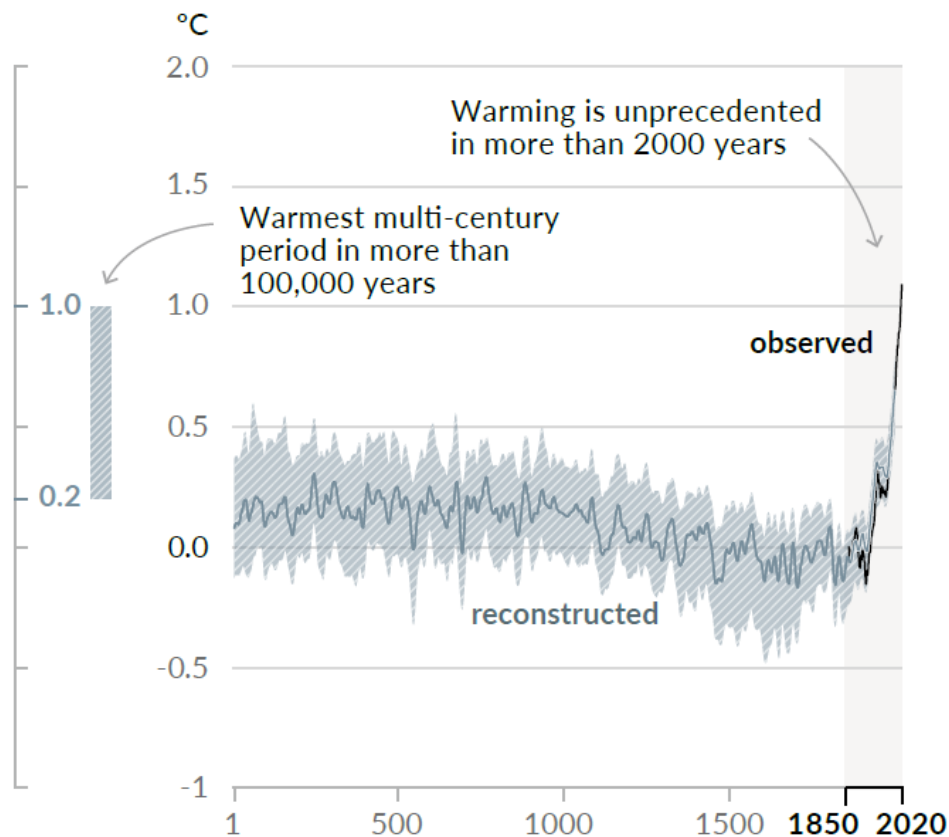
Aussi en visio !



contact : physiquepourtous@unistra.fr / web : physiquepourtous.unistra.fr

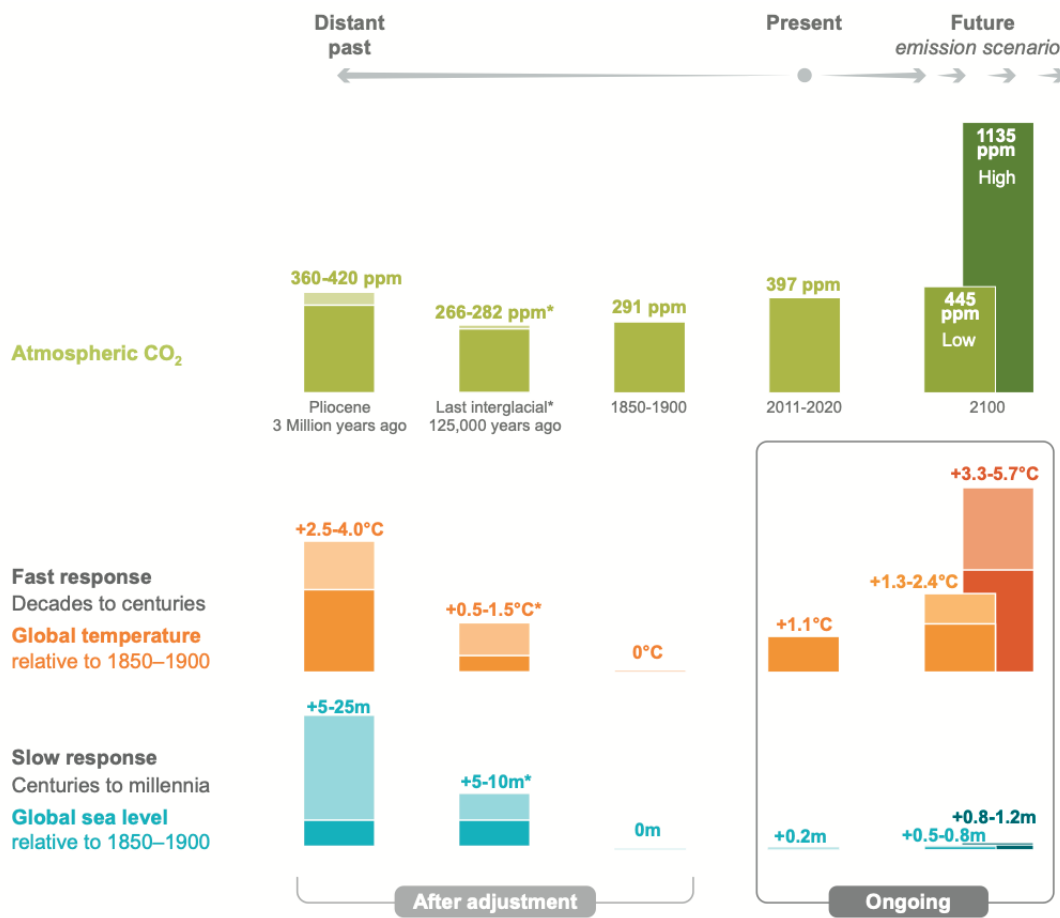
Un réchauffement inédit depuis 1850...

a) Change in global surface temperature (decadal average) as reconstructed (1-2000) and **observed** (1850-2020)

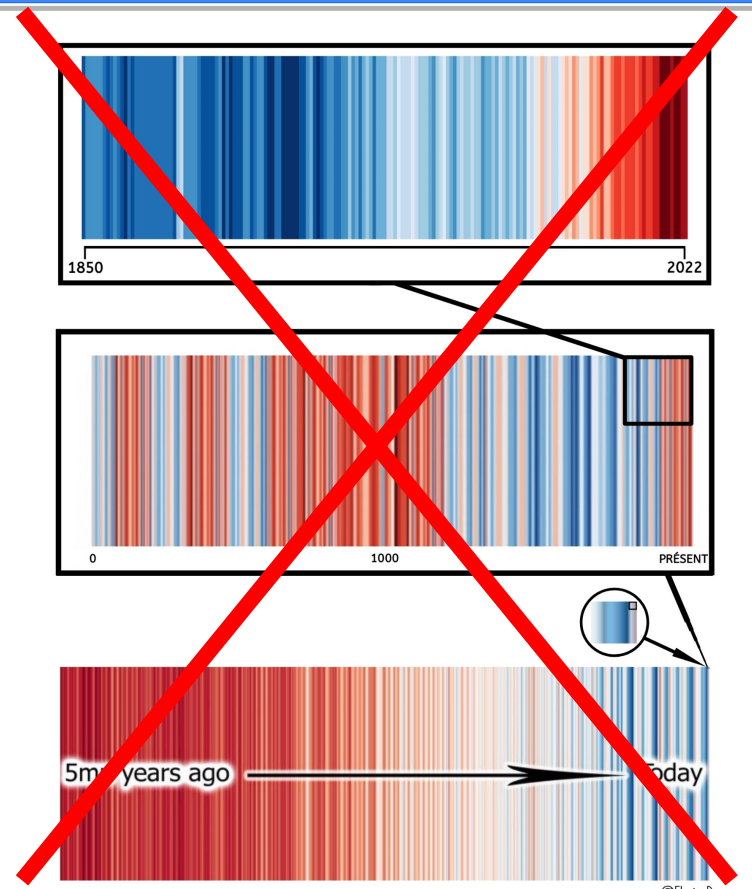


*Triggered by changes in the Earth's orbit, which redistributed incoming solar energy between seasons and latitudes

Un réchauffement inédit depuis 1850



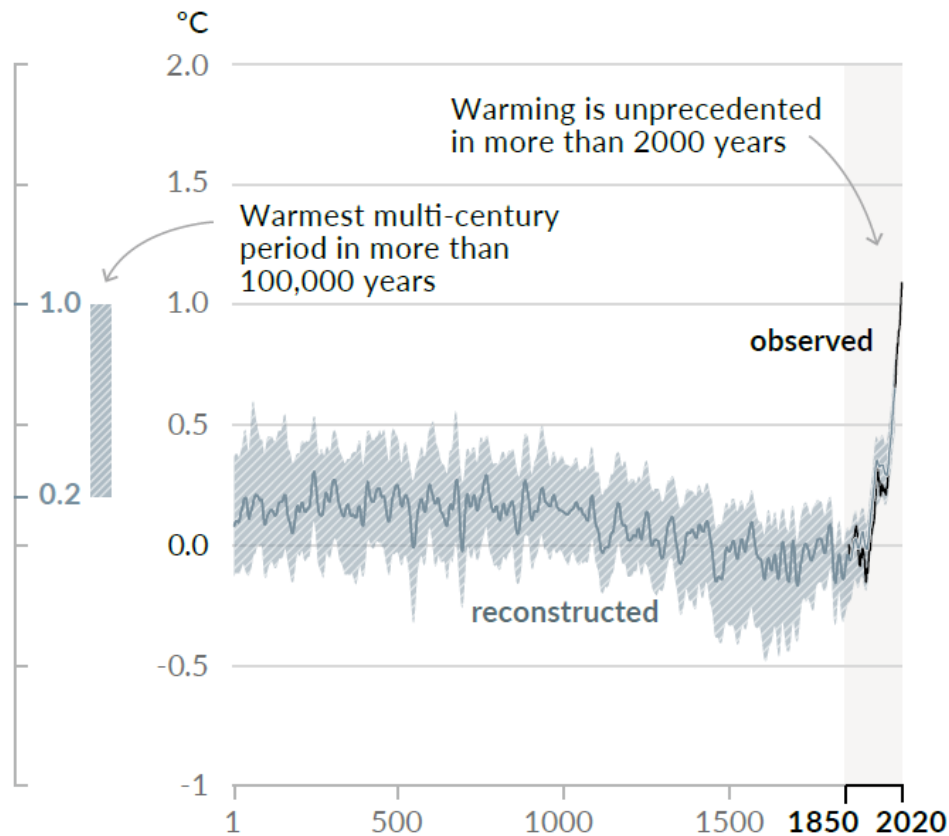
*Triggered by changes in the Earth's orbit, which redistributed incoming solar energy between seasons and latitudes



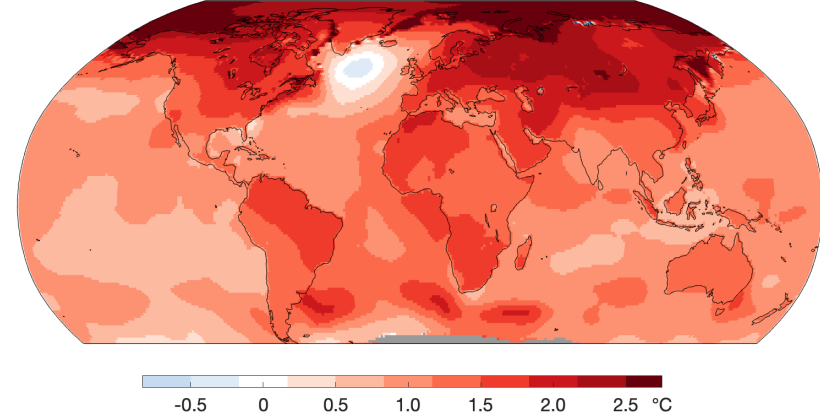
Vu sur X (Twitter), Septembre 2023

Un réchauffement inédit depuis 1850...global

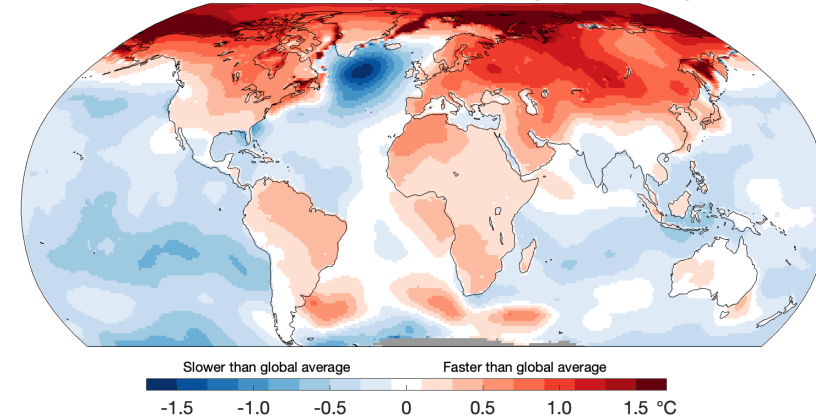
a) Change in global surface temperature (decadal average) as reconstructed (1-2000) and **observed** (1850-2020)



Change in temperature since the mid-19th century

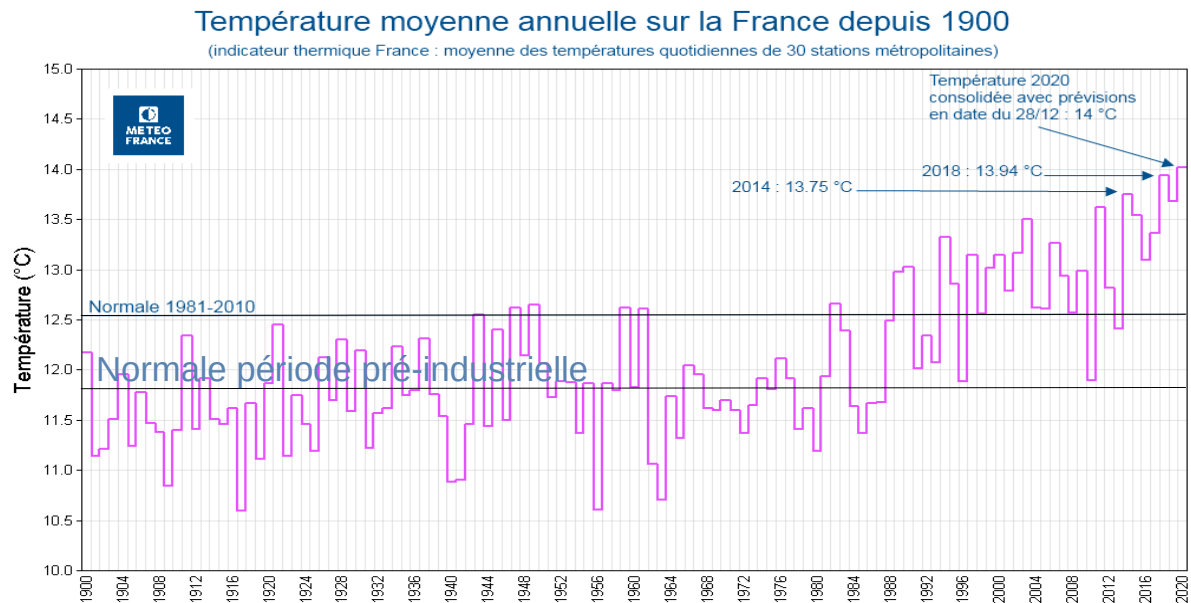
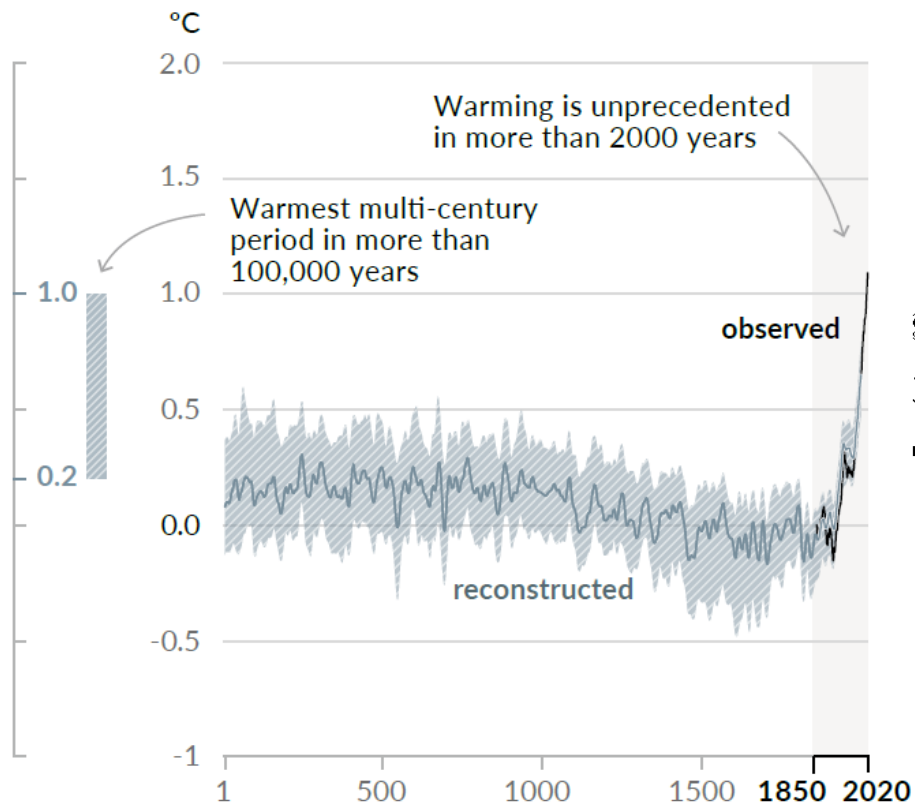


Temperature change relative to global average



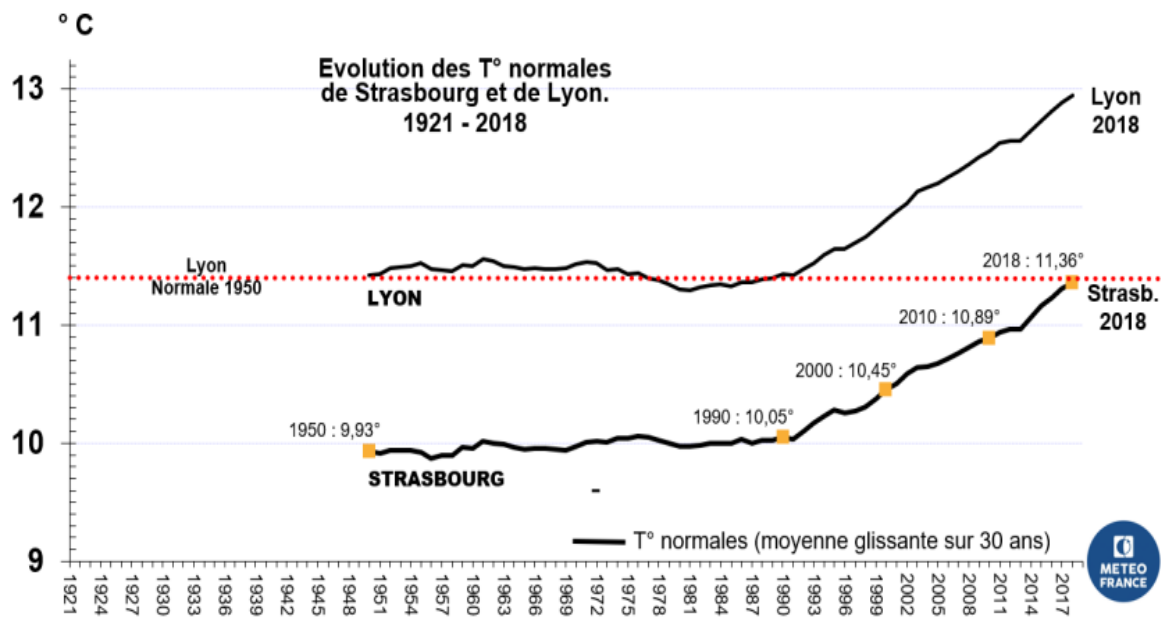
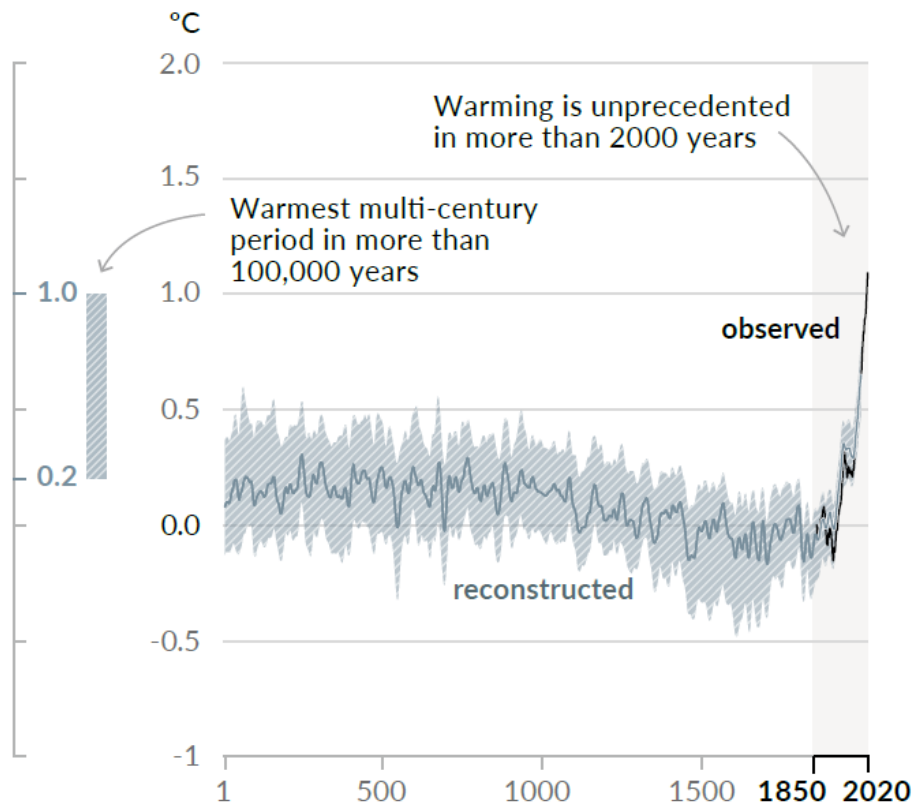
Un réchauffement inédit depuis 1850...national

a) Change in global surface temperature (decadal average)
as **reconstructed** (1-2000) and **observed** (1850-2020)



Un réchauffement inédit depuis 1850...local

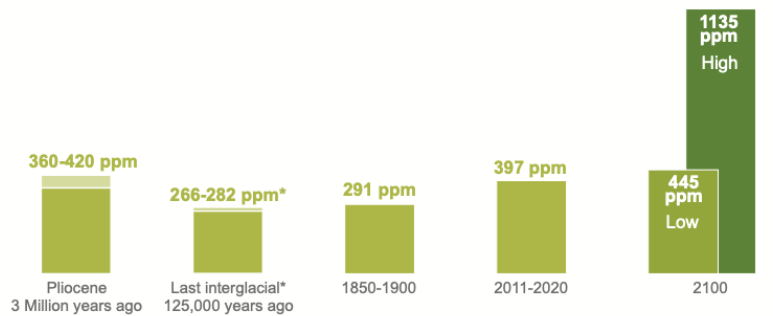
a) Change in global surface temperature (decadal average)
as **reconstructed** (1-2000) and **observed** (1850-2020)



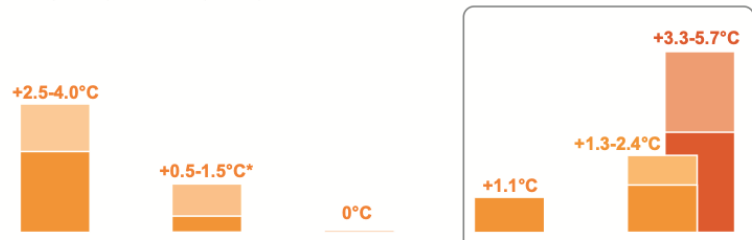
...malgré une période interglaciaire « chaude »



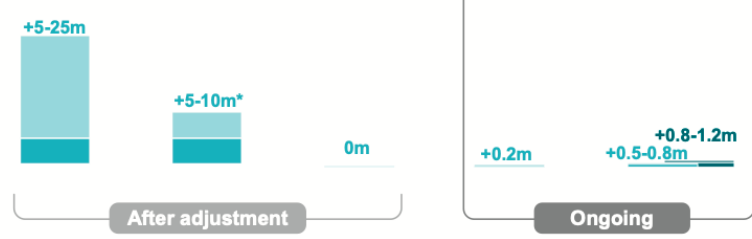
Atmospheric CO₂



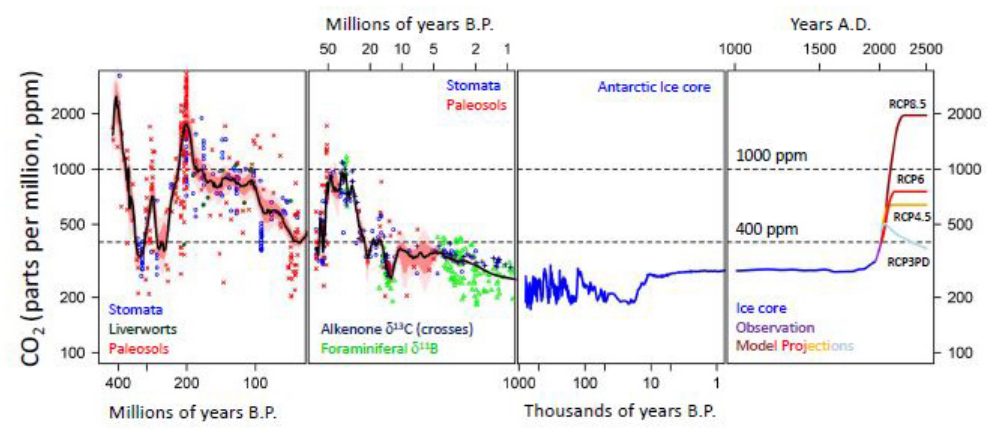
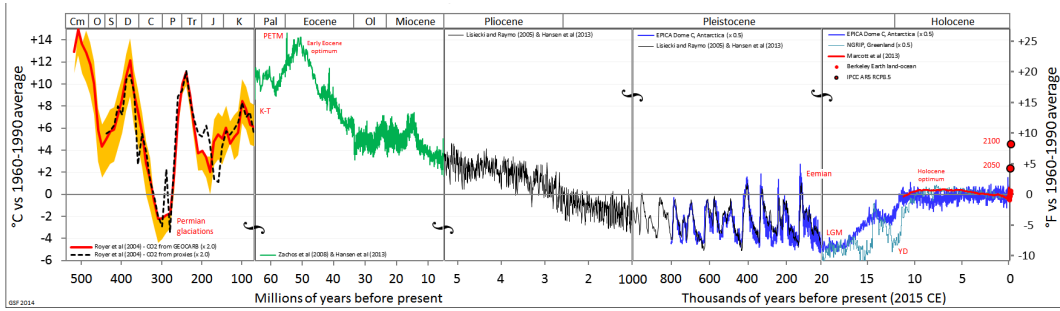
Fast response Decades to centuries Global temperature relative to 1850-1900



Slow response Centuries to millennia Global sea level relative to 1850-1900

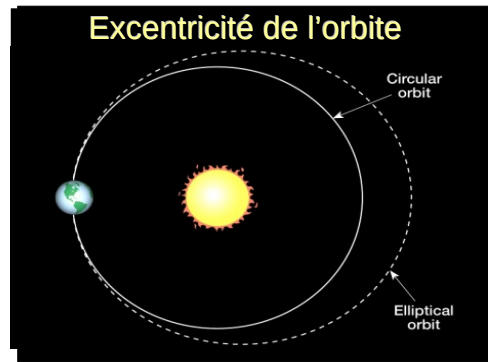
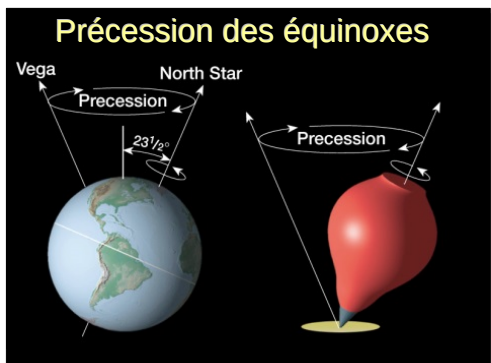


*Triggered by changes in the Earth's orbit, which redistributed incoming solar energy between seasons and latitudes



...sans lien avec les « forçages » naturels du climat...

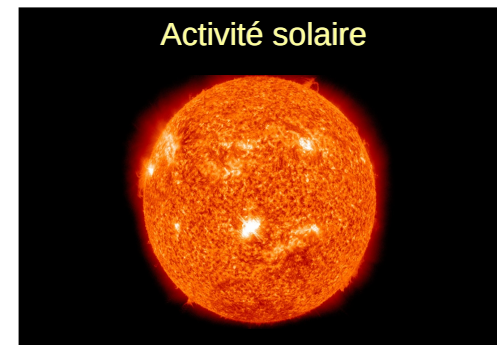
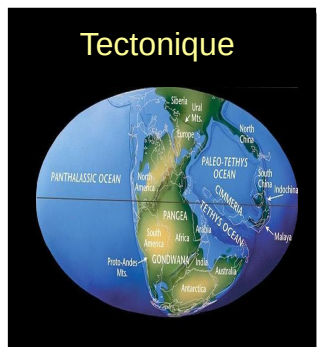
Facteurs astronomiques – les paramètres de Milankovitch



Périodes glaciaires
Périodes interglaciaires

Facteurs terrestres

Facteurs astronomiques – l'activité solaire

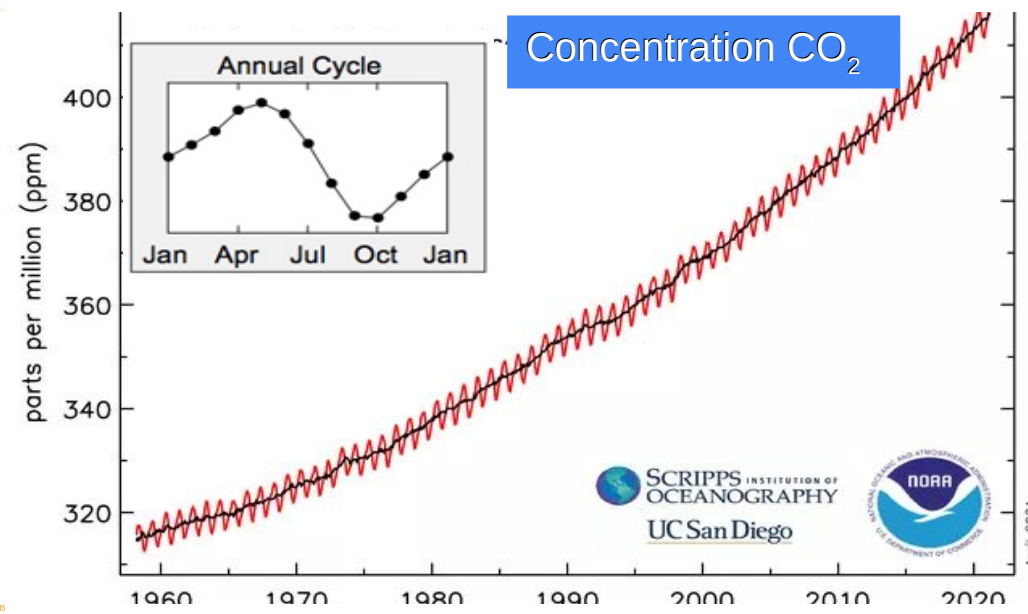
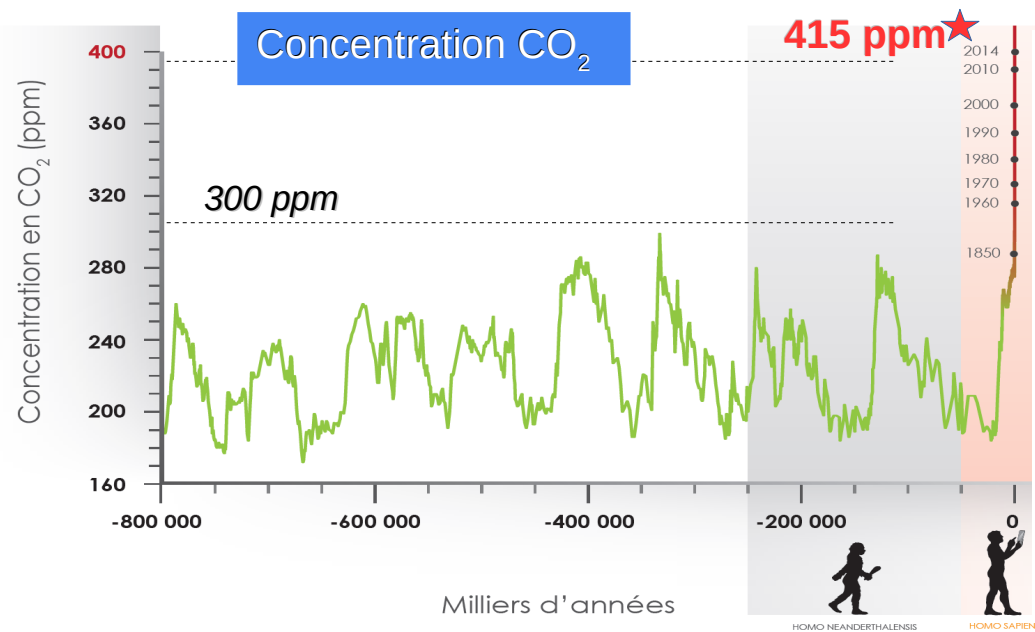


Calottes polaires

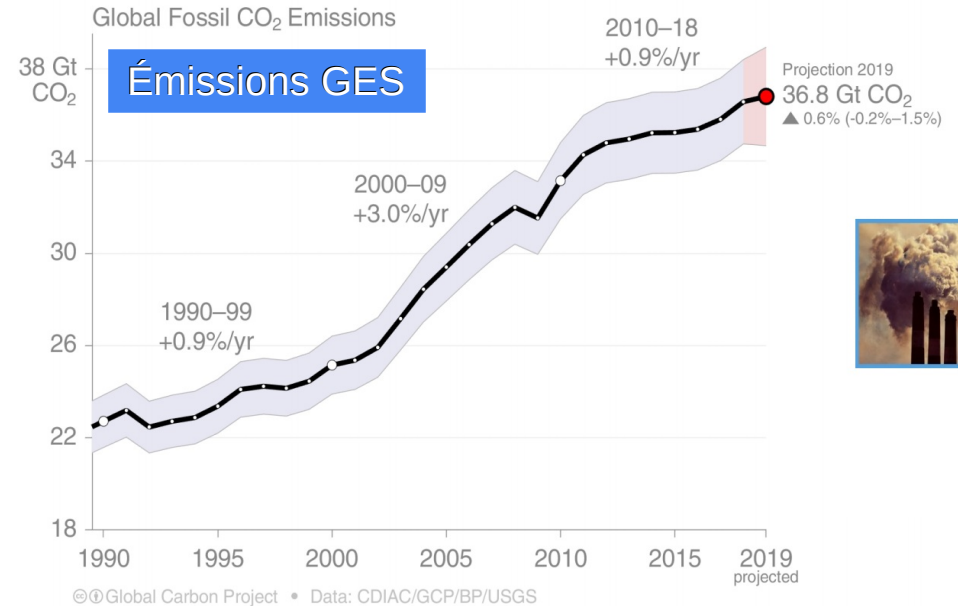
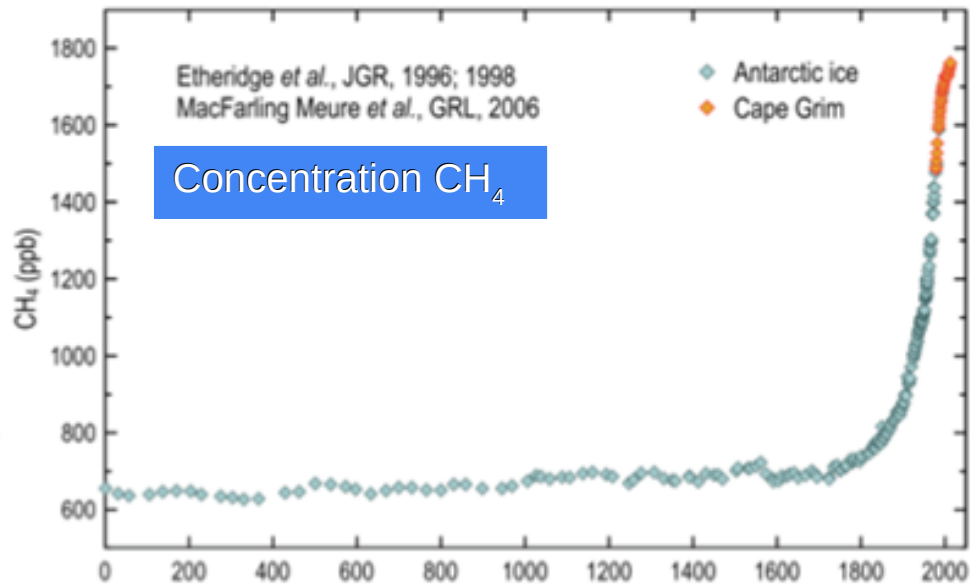
Refroidissements temporaires

Optimum médiéval / Petit âge glaciaire

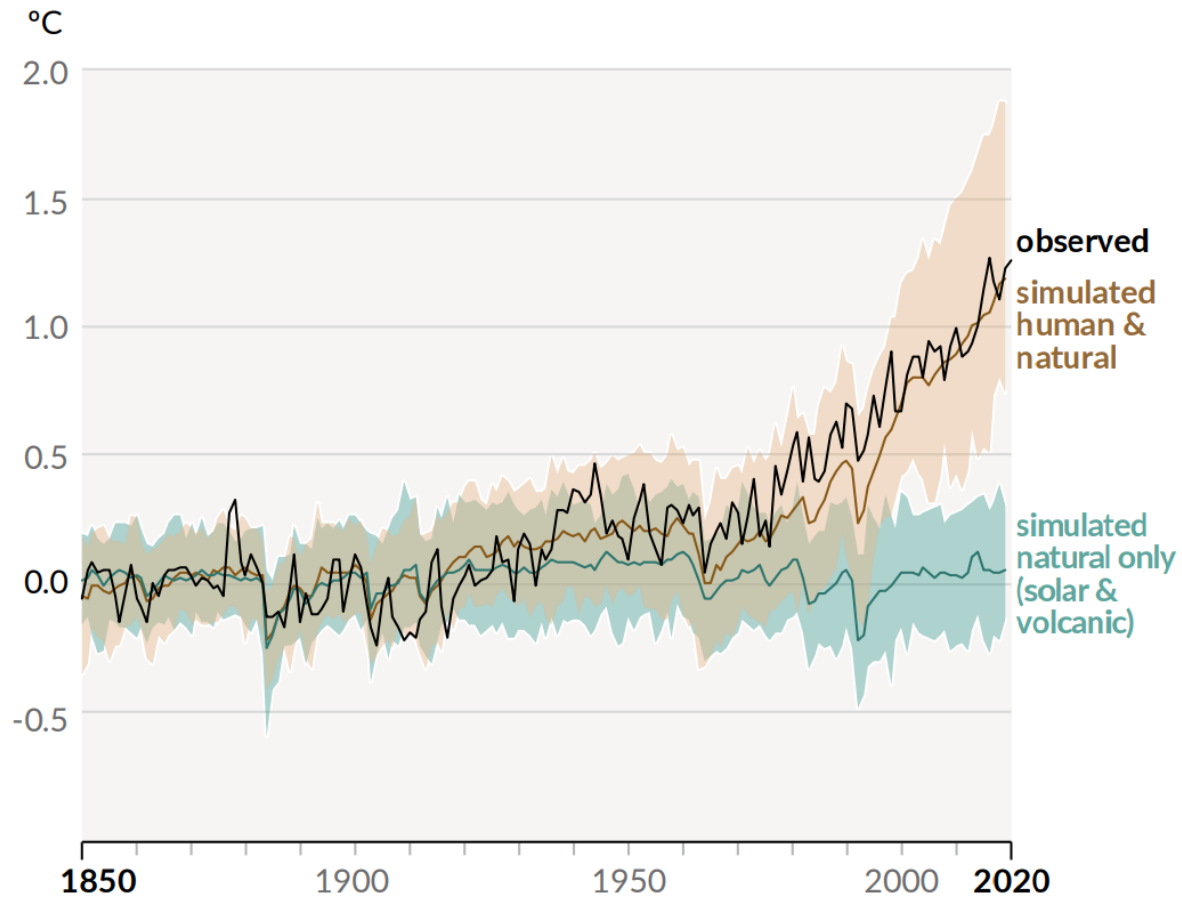
...dû à une augmentation des Gaz à Effet de Serre



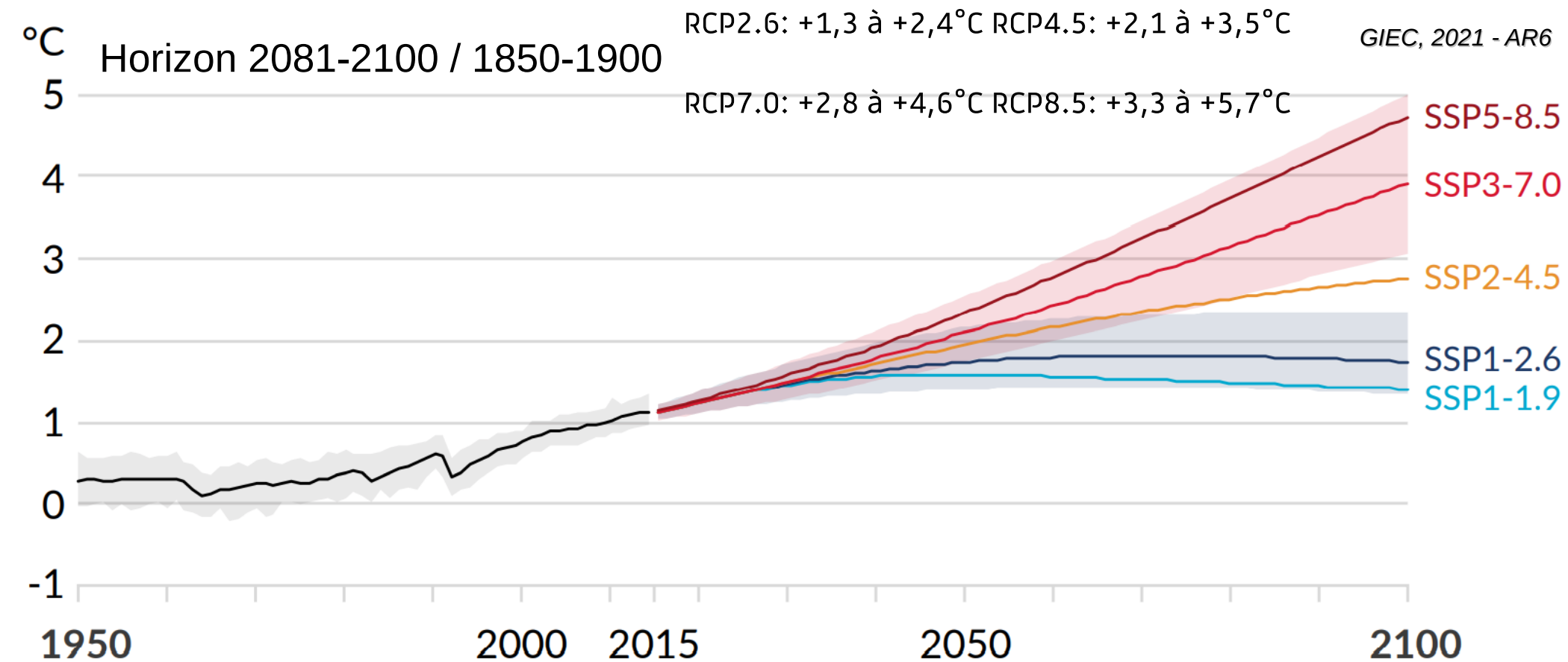
...dû à une augmentation des Gaz à Effet de Serre



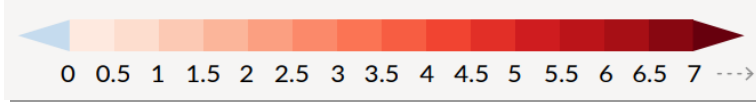
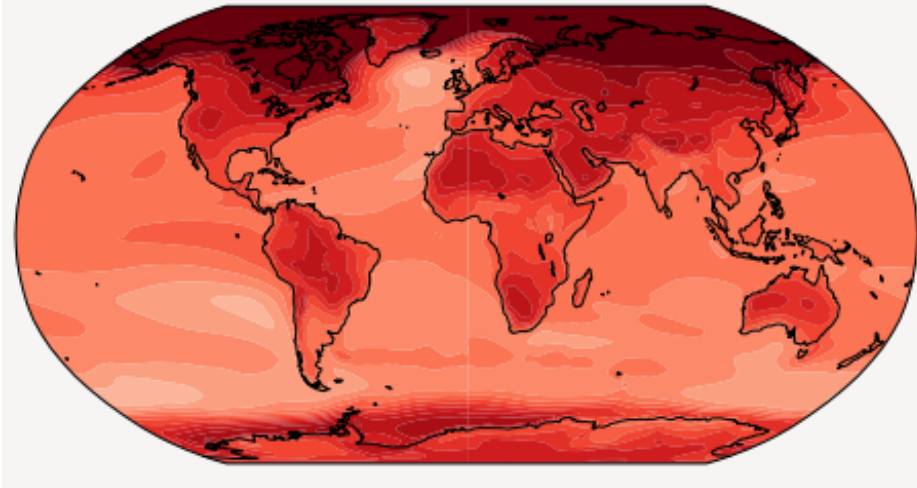
...dont la responsabilité humaine est prouvée...



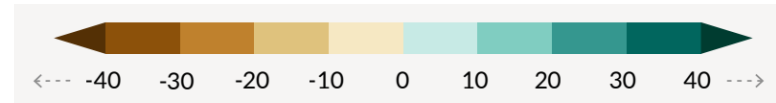
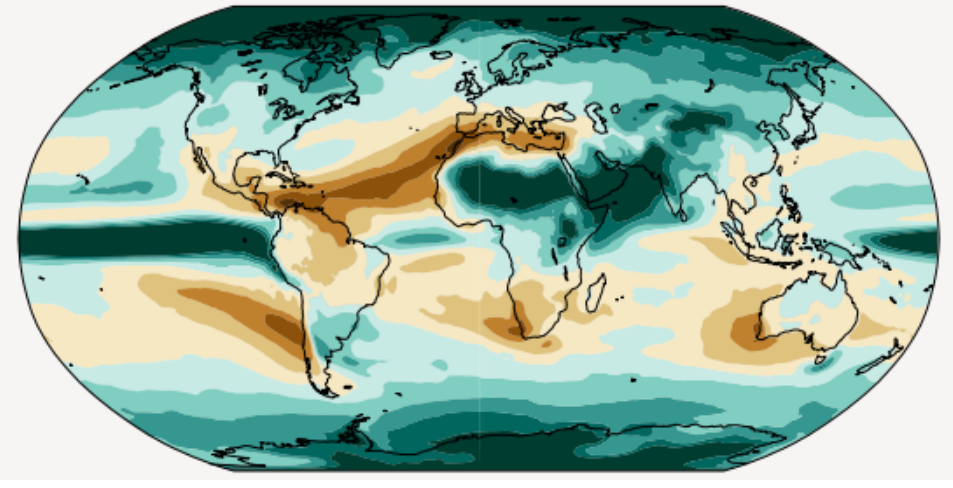
...qui va se poursuivre...



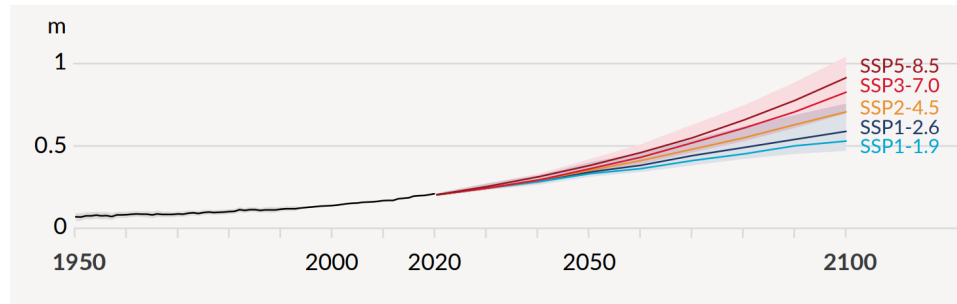
...et concerne un changement global de climat...



Changement de température (°C)



Changement de précipitations (%)



*Hausse du
niveau des
océans*

GIEC, 2021 - AR6



ClimaMeter

Understanding Extreme Weather in a Changing Climate

ClimaMeter is an experimental rapid framework for understanding extreme weather events in a changing climate based on looking at similar past weather situations. Find out more [here](#) and [follow us on X](#)

Heatwaves 🌡️

[2023/09/03-10 September Heatwave in Southern and Central Europe](#)

[2023/08/20-23 Late Summer Heatwave in France](#)

[2023/07/15-25 Cerberus Heatwave in Southern Europe](#)

Heavy Precipitation 🌧️

[2023/09/29 New York Floods](#)

[2023/09/26-27 Mediterranean Depression Elias](#)

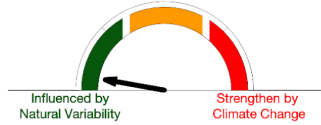
[2023/09/24-25 Cape Town Floods](#)

[2023/09/16-17 Cevennes Floods](#)



Introduction - ClimaMeter

ClimaMeter for September European Heatwave 03-Sep-2023 to 10-Sep-2023



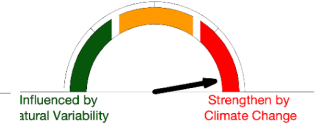
11-Sep-2023 ESTIMR team - LSCE-IPSL-CNRS-CEA, Université Paris Saclay, France
Analysis by Davide Faranda based on MSWX data <https://www.gloh2o.org/mswx/>
Visualization: adapted from Marion Saint-Lu. Contact: davide.faranda@cea.fr

ClimaMeter for Storm Poly 05-Jul-2023



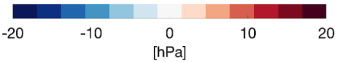
11-Sep-2023 ESTIMR team - LSCE-IPSL-CNRS-CEA, Université Paris Saclay, France
Analysis by Davide Faranda based on MSWX data <https://www.gloh2o.org/mswx/>
Visualization: adapted from Marion Saint-Lu. Contact: davide.faranda@cea.fr

ClimaMeter for Depression Daniel 05-Sep-2023

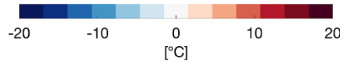
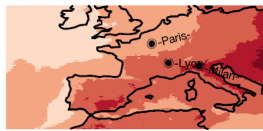


11-Sep-2023 ESTIMR team - LSCE-IPSL-CNRS-CEA, Université Paris Saclay, France
Analysis by Davide Faranda based on MSWX data <https://www.gloh2o.org/mswx/>
Visualization: adapted from Marion Saint-Lu. Contact: davide.faranda@cea.fr

Surface Pressure Anomalies Reference period: 1979 to Present



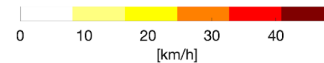
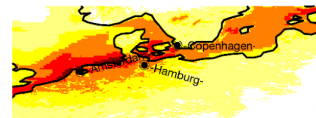
Temperature Anomalies Reference period: 1979 to Present



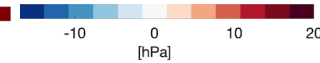
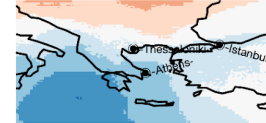
Surface Pressure Anomalies Reference period: 1979 to Present



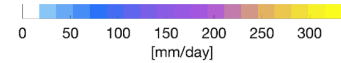
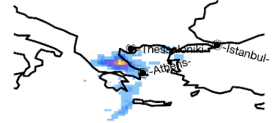
Windspeed Data Windspeed during the event



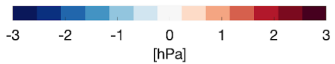
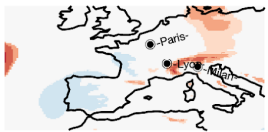
Surface Pressure Anomalies Reference period: 1979 to Present



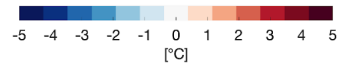
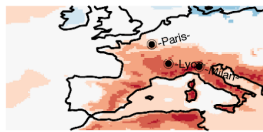
Precipitation Data Precipitation during the event



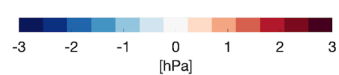
Surface Pressure Changes Present minus Past



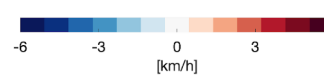
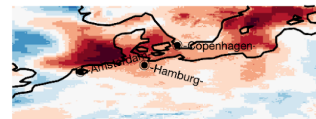
Temperature Changes Present minus Past



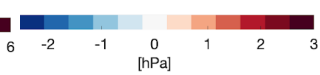
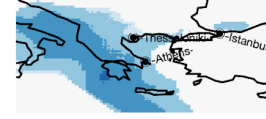
Surface Pressure Changes Present minus Past



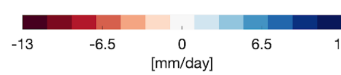
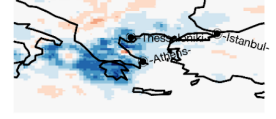
Windspeed Changes Present minus Past



Surface Pressure Changes Present minus Past



Precipitation Changes Present minus Past



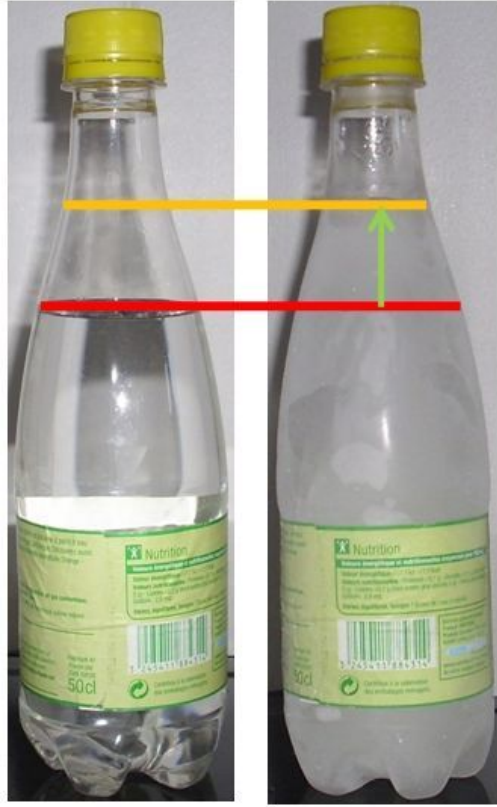
Introduction - le programme de ce soir !

- 1 - Pourquoi le niveau de la mer s'élève-t-il avec le « réchauffement » climatique ?
- 2 - Que se passe-t-il si la banquise ou les glaciers fondent ?
- 3 - Quel est l'effet du CO₂ sur les océans ?
- 4 - Quelques effets attendus ou observés du changement climatique



1- Température & niveau des océans

①



L'eau dans la bouteille augmente de volume → volume **V** augmente
La masse **m** ne change pas → **la masse volumique $\rho = m/V$ diminue !**
L'effet de la pression sur les parois peut être dévastateur !



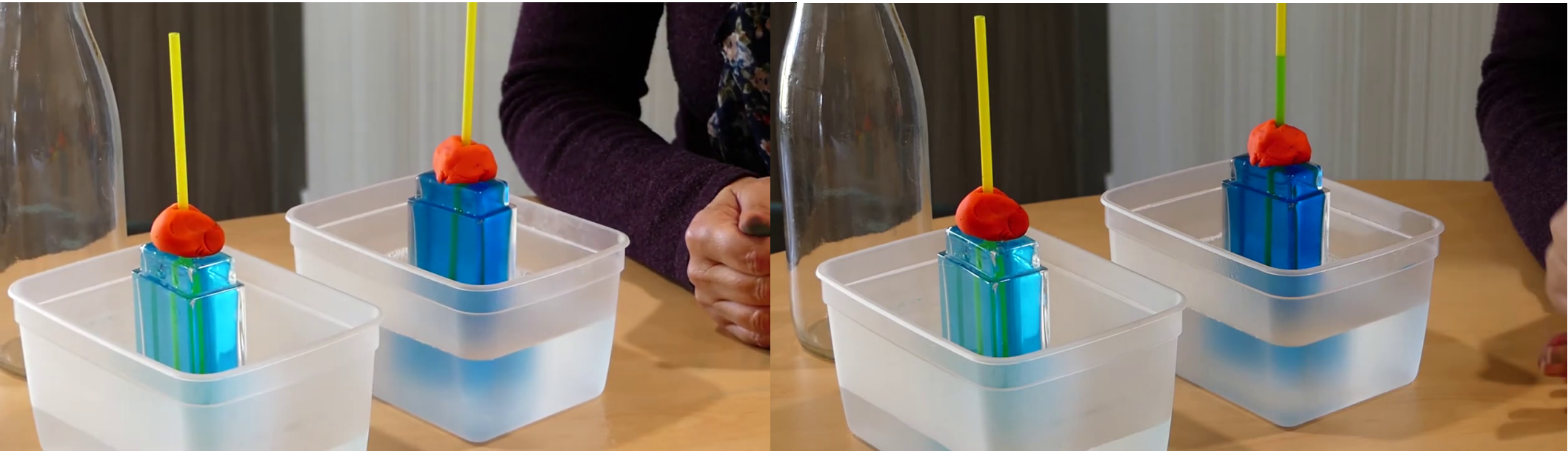
②



③



1- Température & niveau des océans

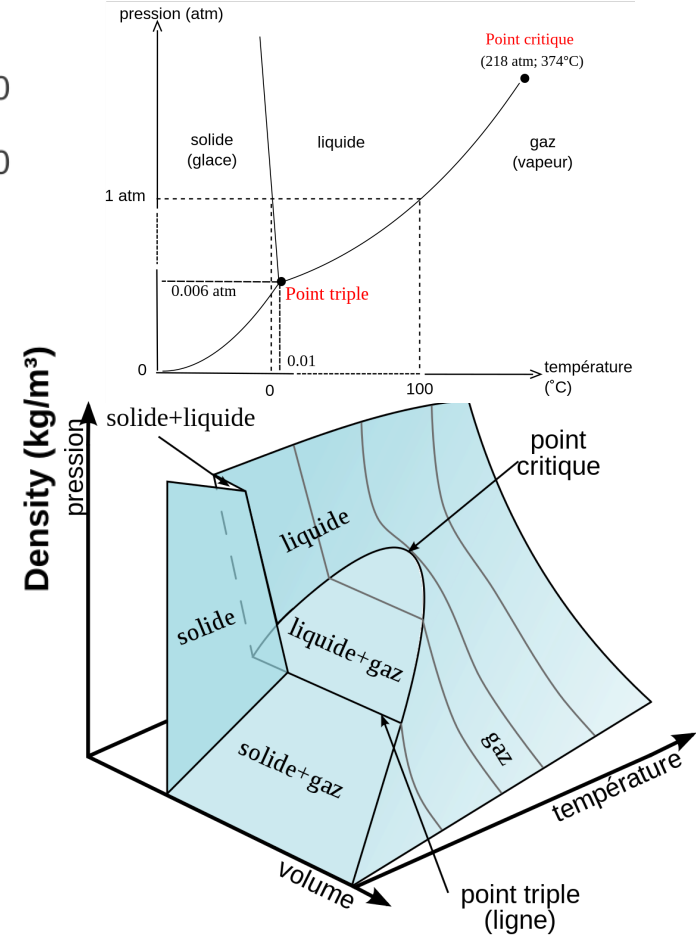
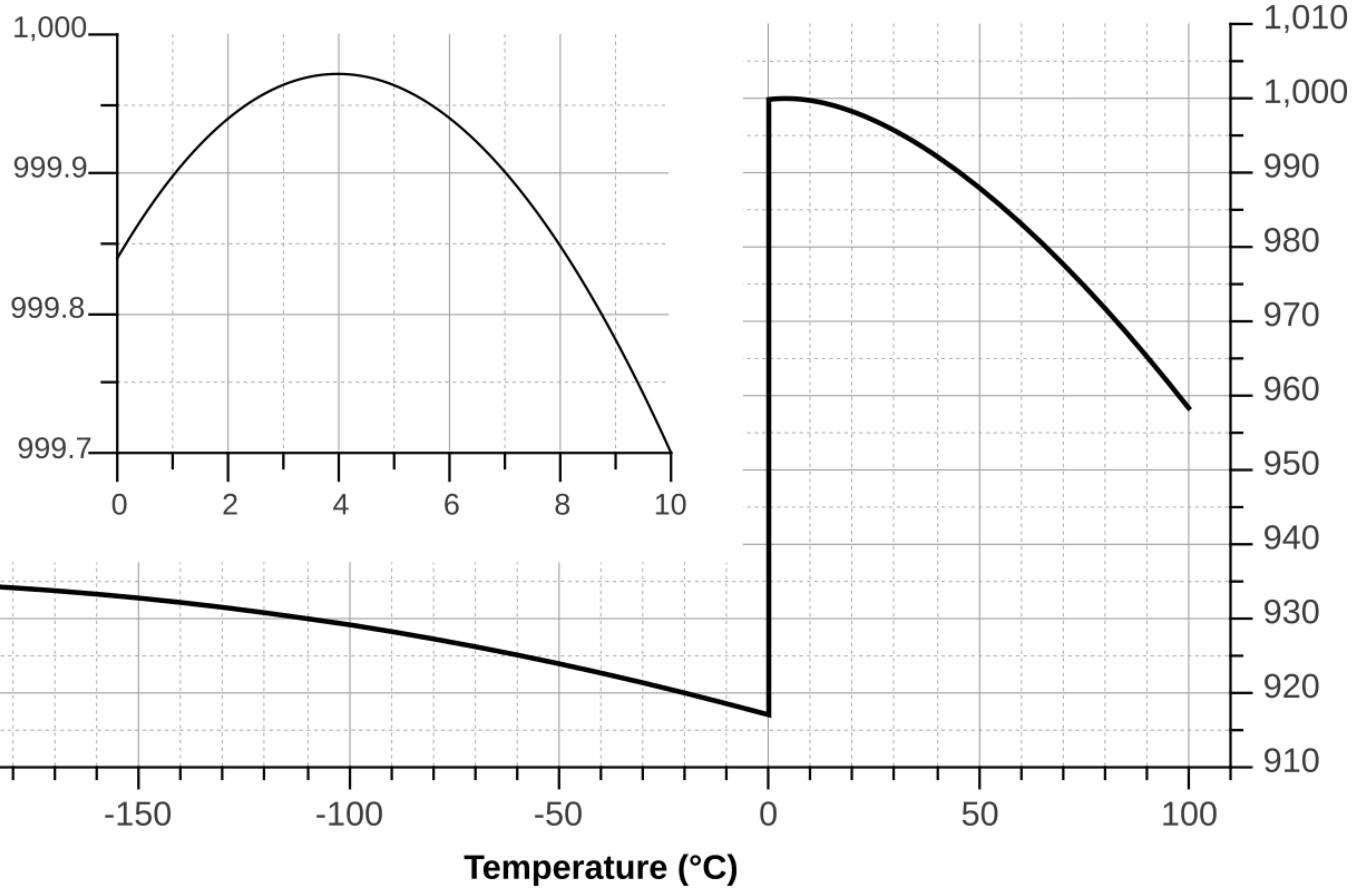


L'eau chaude dans la bouteille augmente de volume \rightarrow volume **V** augmente
La masse **m** ne change pas \rightarrow **la masse volumique $\rho = m/V$ diminue !**
L'eau chaude a une masse volumique plus petite !

\rightarrow <https://www.youtube.com/watch?v=YqjugZH5Qg0>

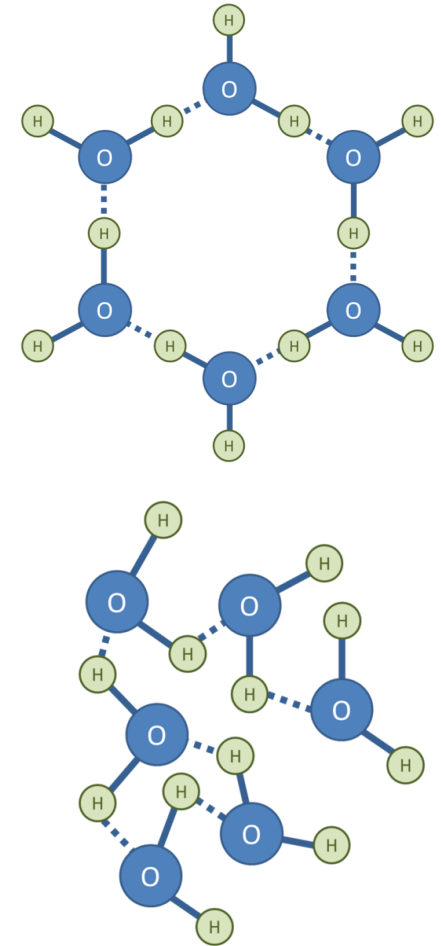
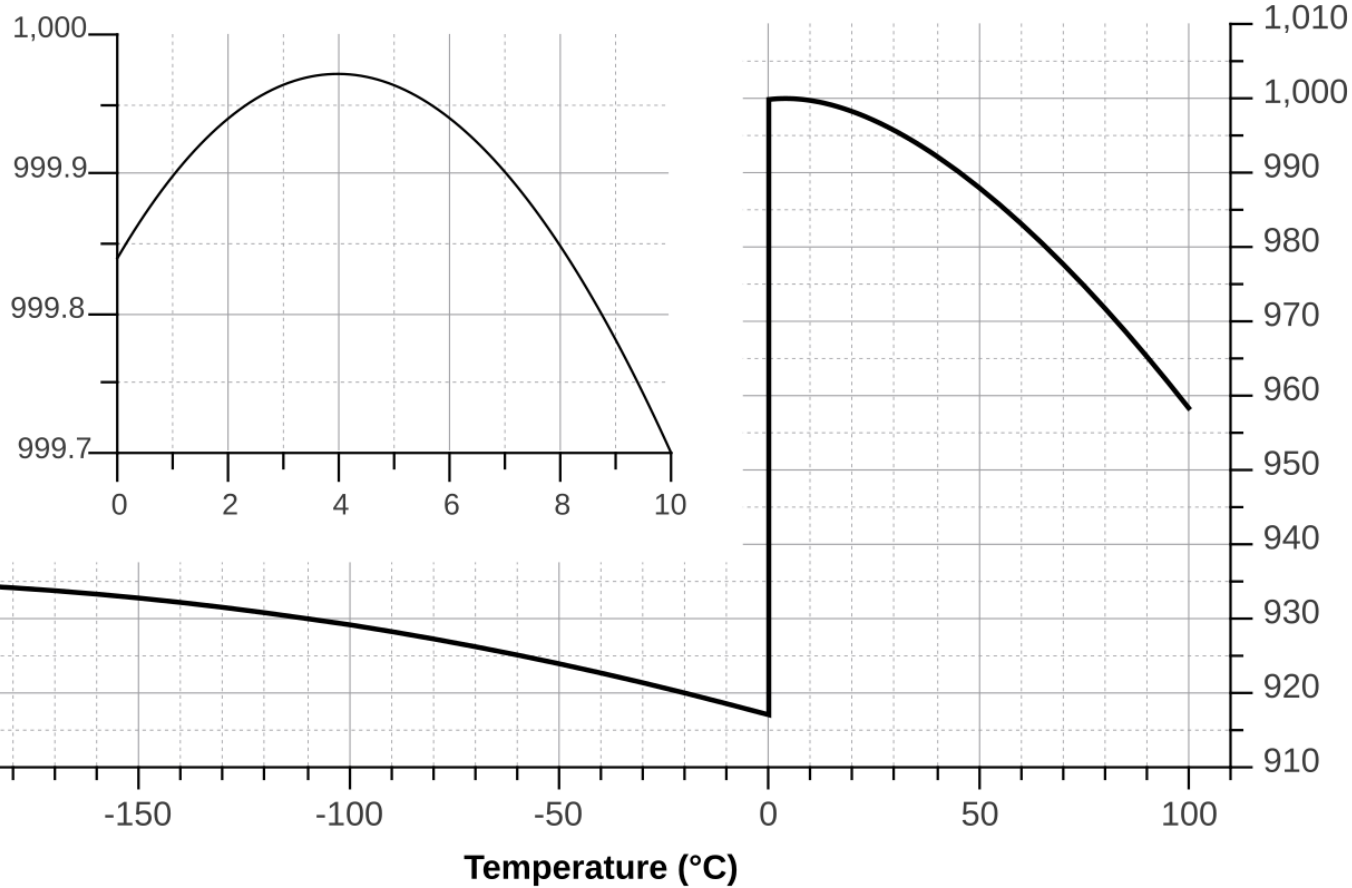
1- Température & niveau des océans

Density of ice and water

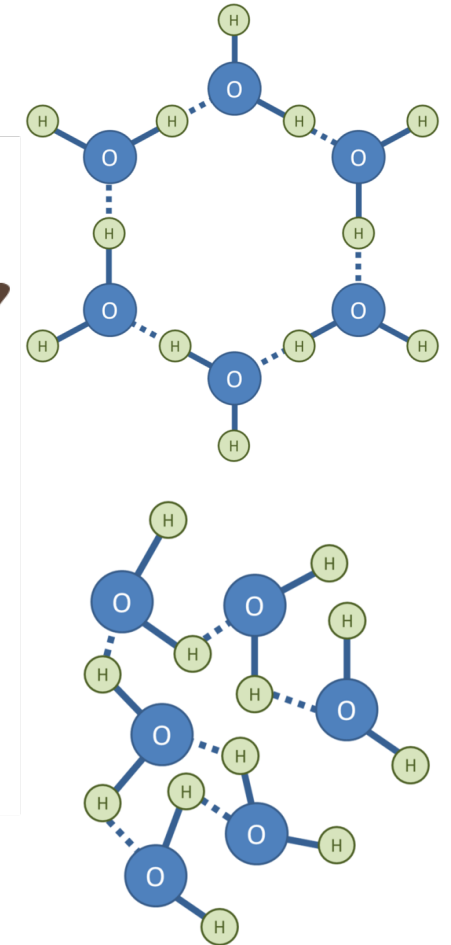
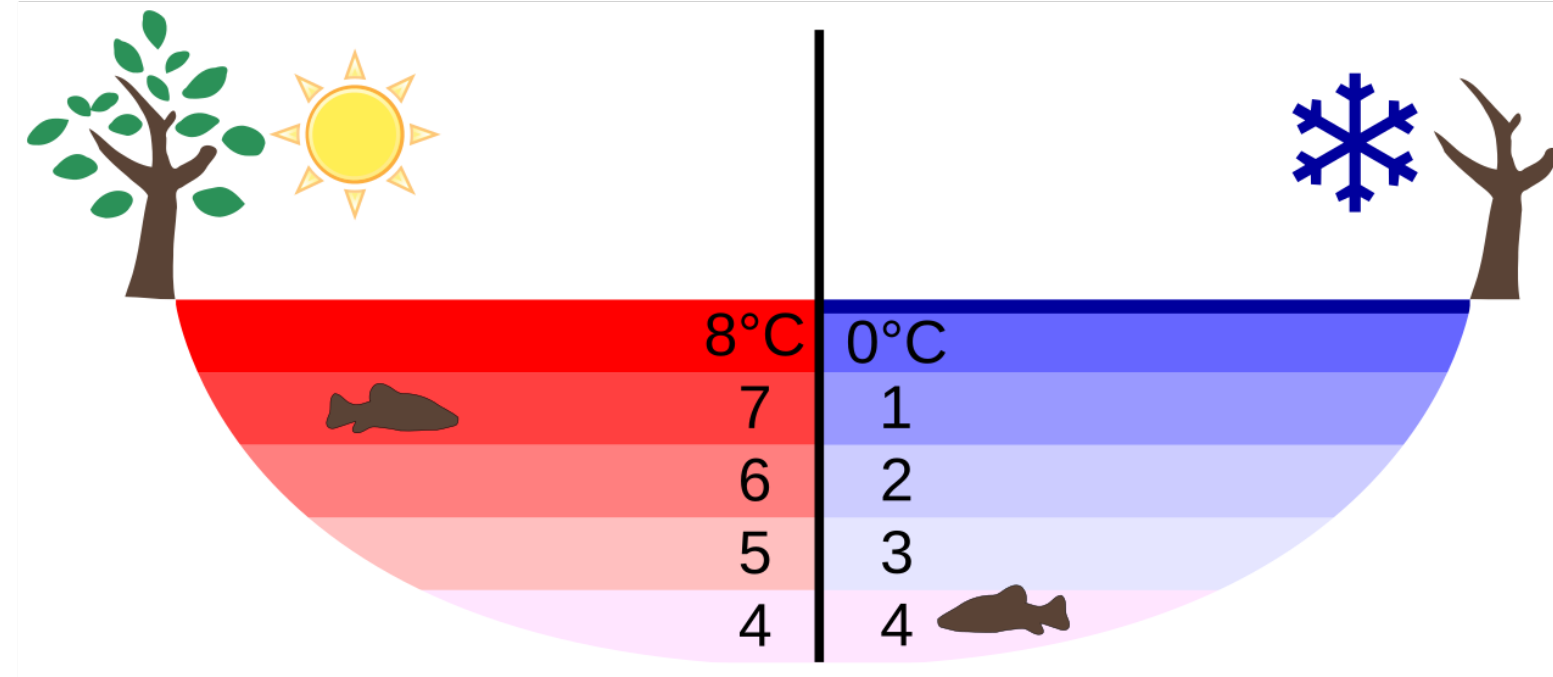


1- Température & niveau des océans

Density of ice and water

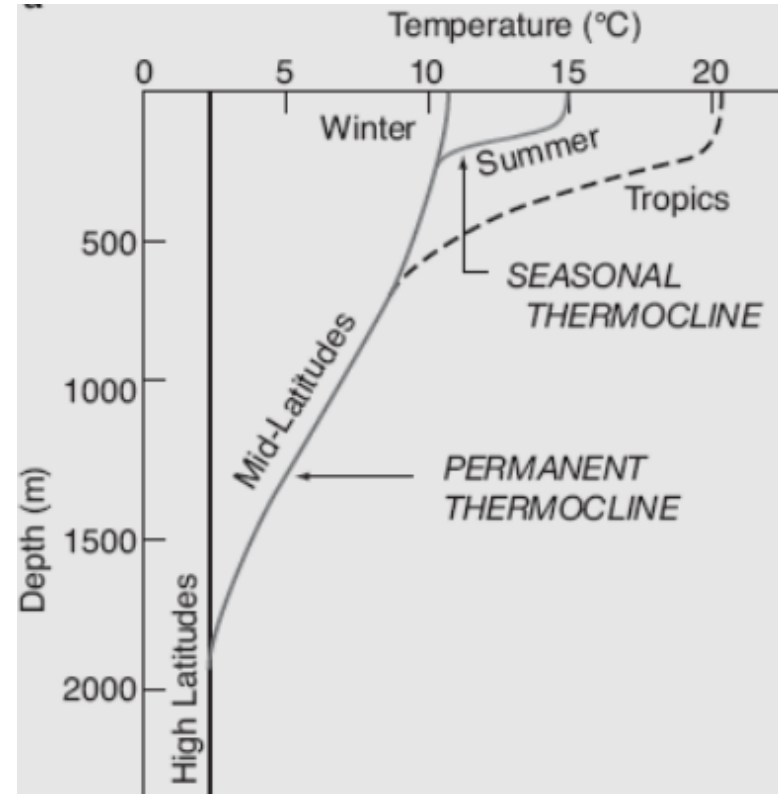
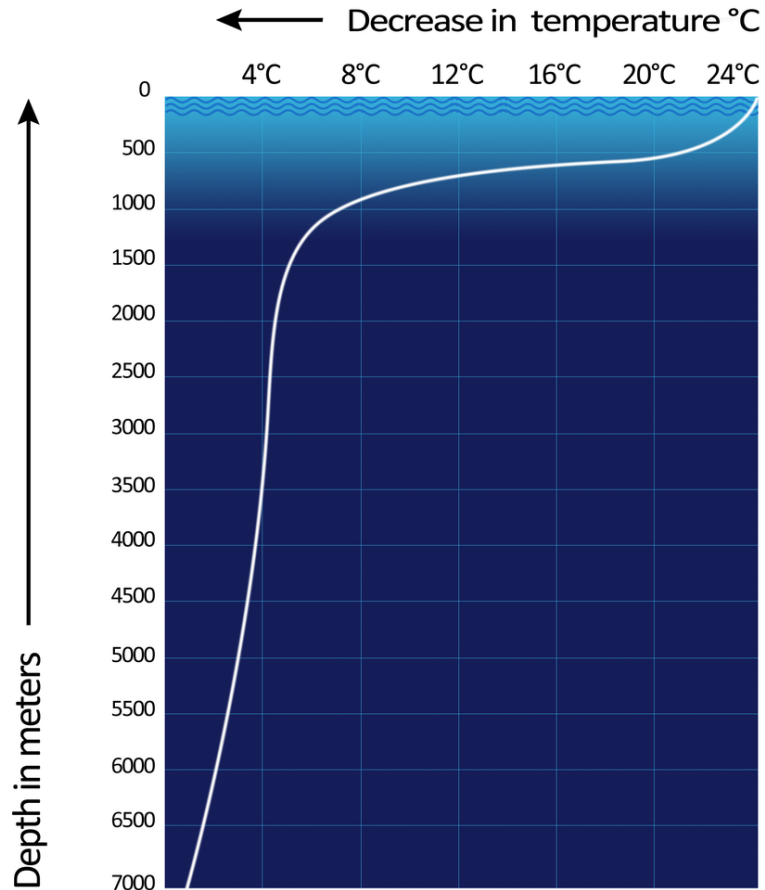


1- Température & niveau des océans



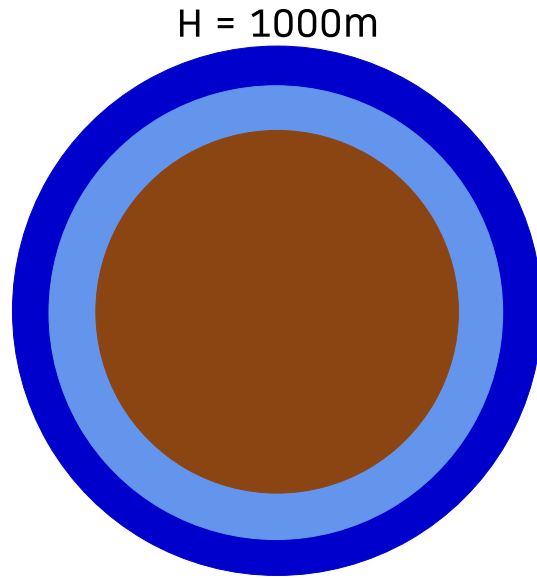
1- Température & niveau des océans

THERMOCLINE



Température ~constante après 1000-1500 m

1- Température & niveau des océans



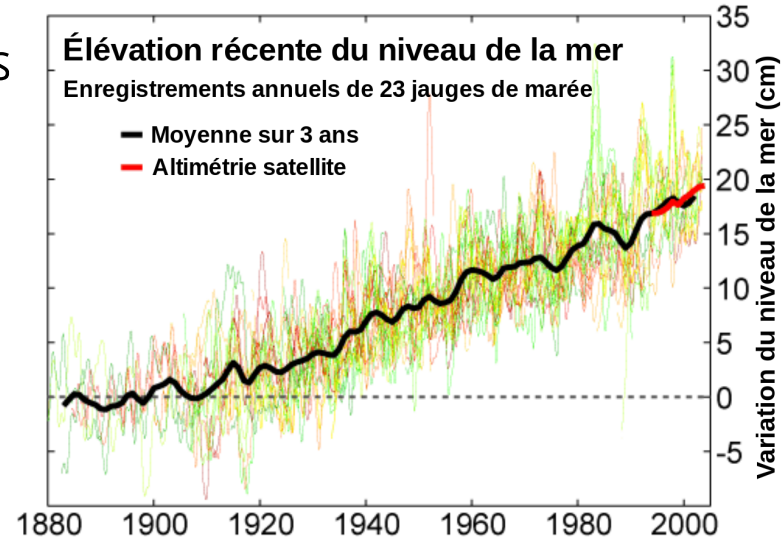
$$\alpha = \frac{1}{V} \frac{\Delta V}{\Delta T} \approx 2,6 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$$

Pour une augmentation de 1°C depuis 1 siècle

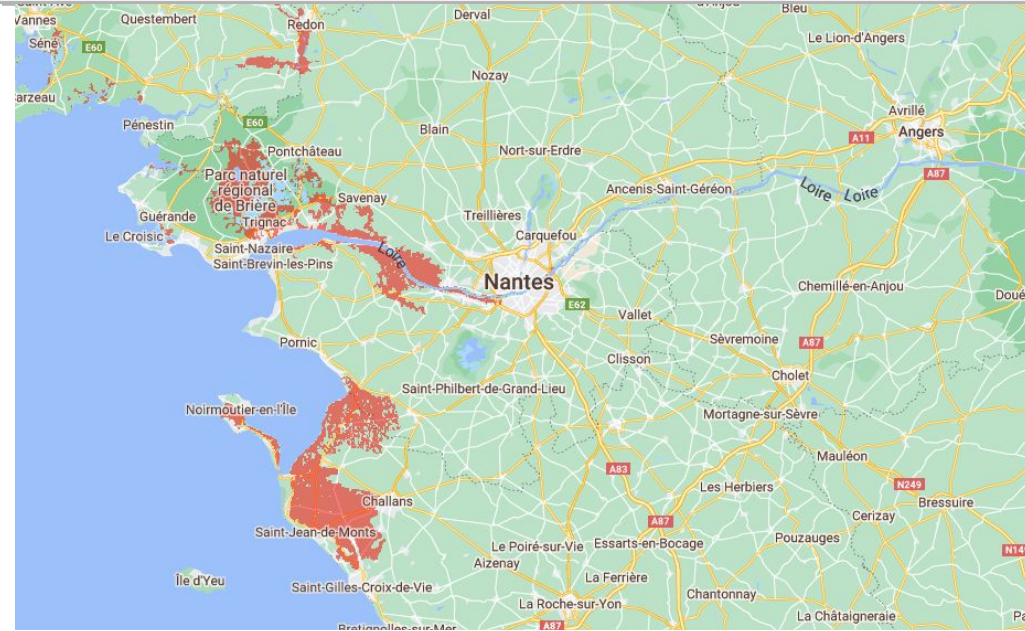
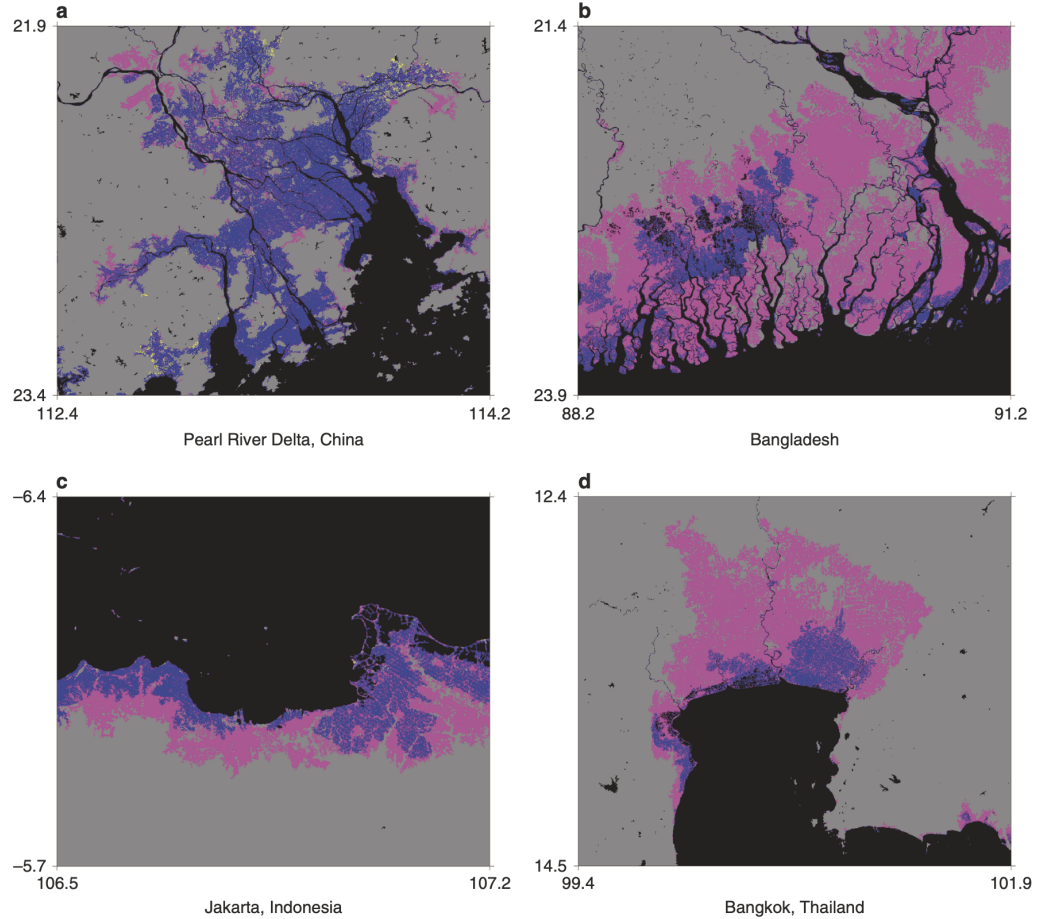
H = 1000m sur une surface de $S = 4\pi (6,4 \times 10^6)^2 \text{ m}^2$

$$\rightarrow \Delta V = \alpha V \Delta T = \alpha S H \Delta T \sim \delta h S$$

$$\rightarrow \delta h \sim \alpha H \Delta T \sim 20\text{cm}$$



1- Température & niveau des océans



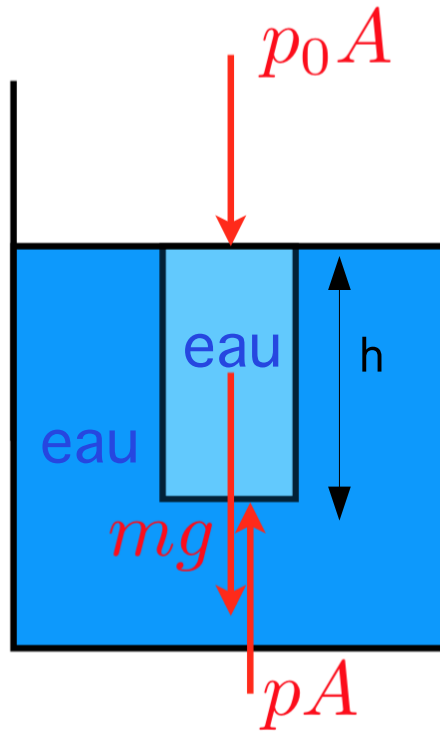
<https://coastal.climatecentral.org>

→ Indépendant de l'**origine** du réchauffement !

→ que proposent les « climato-dénialistes » ?

2- Température & fonte de la banquise / des glaciers

Que se passe-t-il en s'enfonçant dans l'eau ?



Une pression = Force / unité de surface

Isolons (en pensée) un volume d'eau dans le récipient d'eau...

→ cylindre de hauteur h , section A

Ce volume d'eau étant à l'équilibre :

→ Force vers le haut $p.A$ = Force vers le bas $p_0 A + mg$ (Poids)

→ $p.A - p_0 A = mg$

ici g = accélération de la pesanteur $\approx 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2$

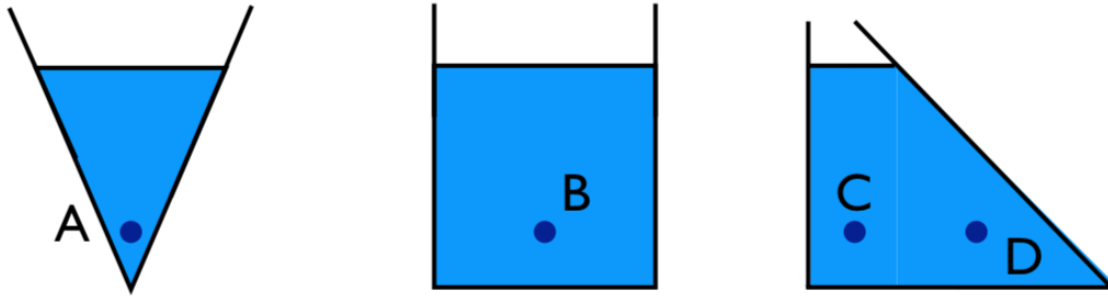
avec $m = \rho \times \text{Volume} = \rho \times A \times h$

→ $(p - p_0).A = \rho g A h$

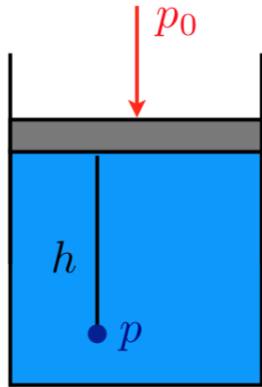
→ $p - p_0 = \rho g h$

→ **La pression augmente lorsque l'on descend !**

2- Température & fonte de la banquise / des glaciers



$$p_A = p_B = p_C = p_D$$



$$p = p_0 + \rho g h \Rightarrow \Delta p = \rho g h$$

Relation fondamentale de l'hydrostatique

Pression atmosphérique $\approx 10^5$ Pascals (Pa) = P_{atm}

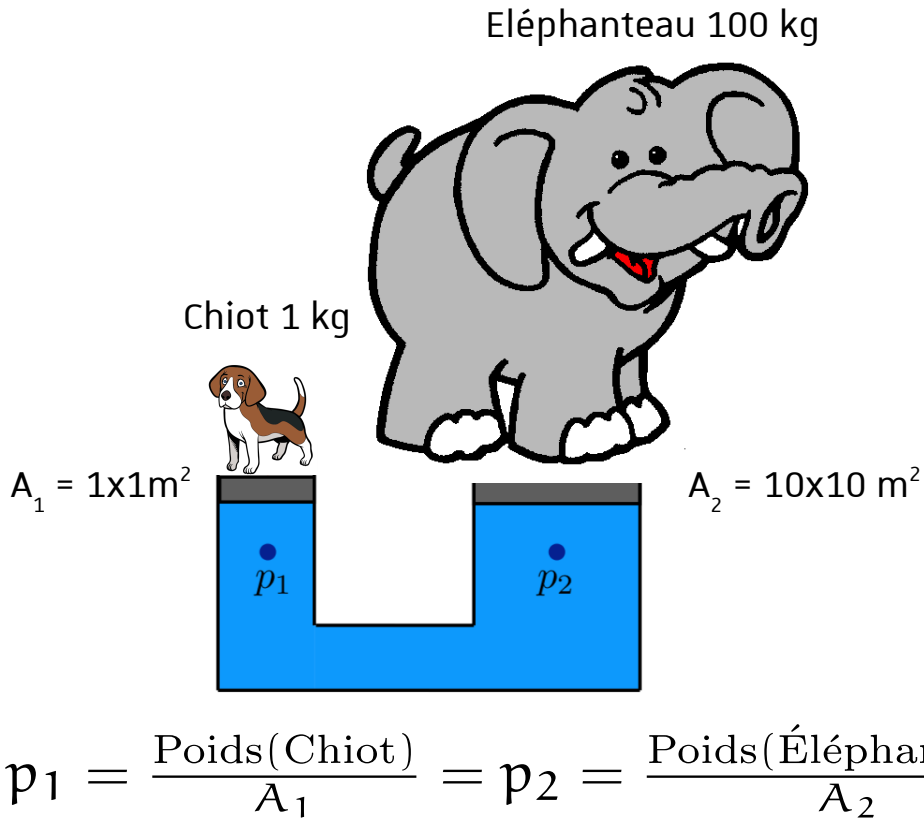
Dans l'eau, $\rho = 1 \text{ kg/L} = 1000 \text{ kg/m}^3$

$\rightarrow p - p_0 \approx 1000 \times 10 \times h = P_{\text{atm}}$ pour $h \approx 10\text{m}$

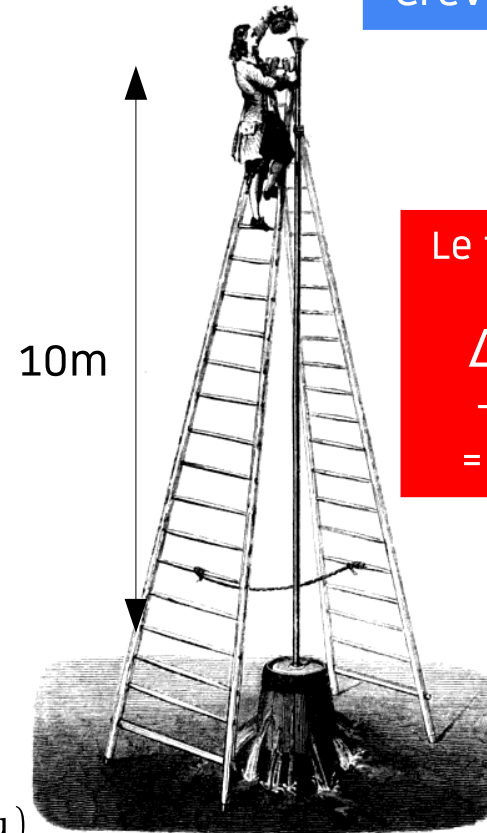
Quand on descend de 10m, **surpression** de 1 atmosphère !

2- Température & fonte de la banquise / des glaciers

Vérin hydraulique



Crève-tonneau de Pascal (1646)



Le tonneau explose à cause de la surpression

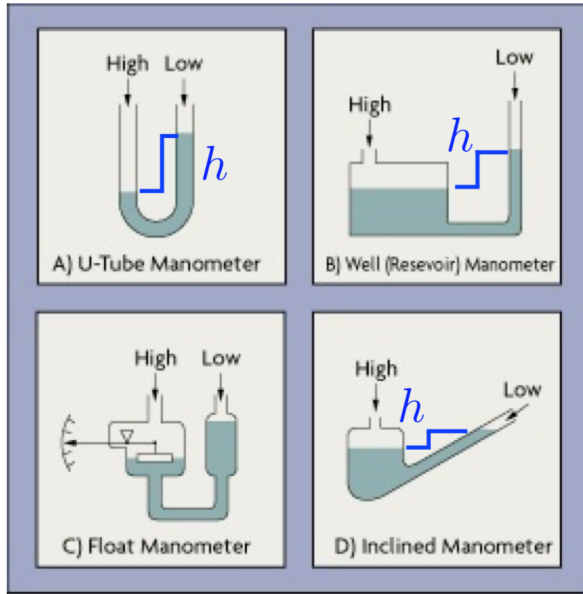
$$\Delta p \sim 1000 \times 10 \times 10 = 10^5 \text{ Pa}$$

→ Pression dans le tonneau
= 2 x Pression atmosphérique

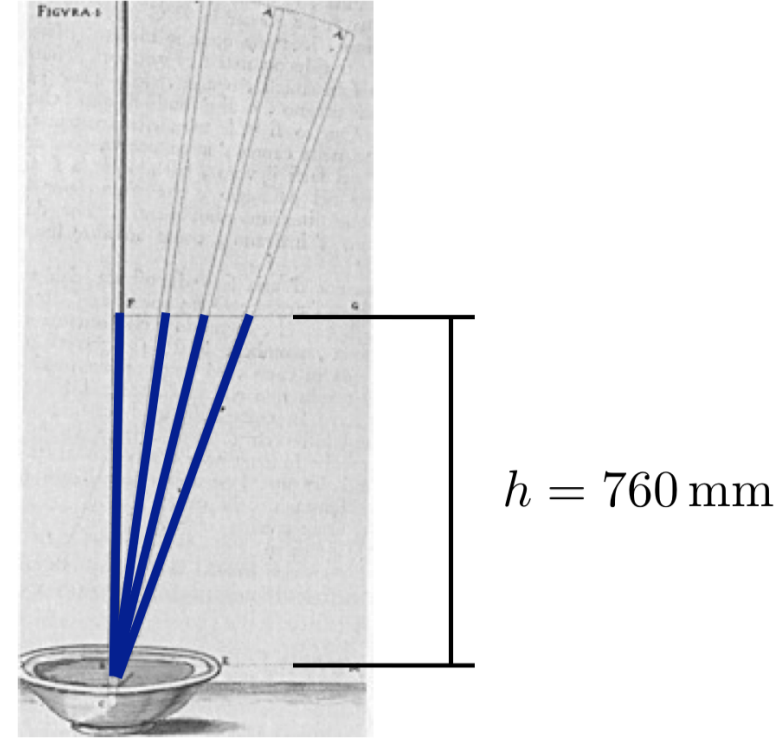
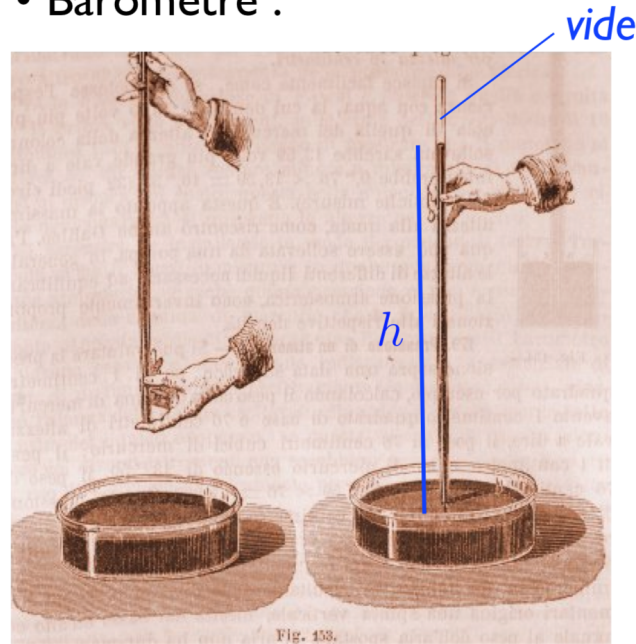
FIG. 45.—Hydrostatic paradox. Pascal's experiment.

2- Température & fonte de la banquise / des glaciers

• Manomètre :



• Baromètre :



hauteur = différence de pression

expérience de Torricelli

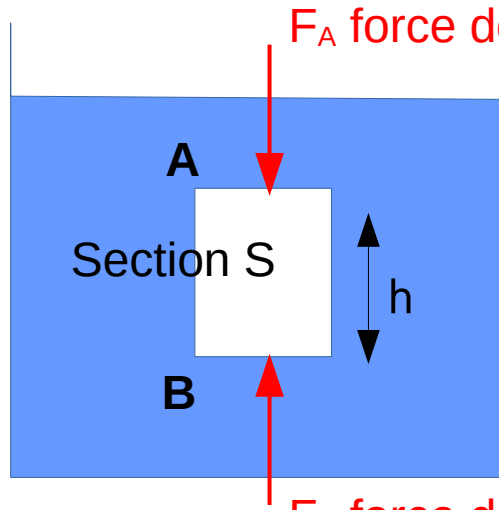
$$p_h = p_l + \rho gh$$

$$p_0 = \rho gh$$

Avec du Mercure $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \times \rho_{\text{eau}} \rightarrow p - p_0 \approx P_{\text{atm}}$ pour $h = 10\text{m} / 13,6 = 76\text{cm}$
 \rightarrow Baromètres à Mercure !

2- Température & fonte de la banquise / des glaciers

Immergeons un corps de volume V dans un liquide de masse volumique ρ_{liquide}
Pour simplifier, prenons un cylindre de hauteur h et de section S



F_A force de pression sur la face supérieure A = $P_A \times S$

$$P_B - P_A = \rho_{\text{liquide}} g h$$

$$F_A = P_A \cdot S \text{ vers le bas, } F_B = P_B \cdot S \text{ vers le haut}$$

Avec $h \times S = V$ volume du corps immergé

→ Poussée d'Archimède π = Force totale

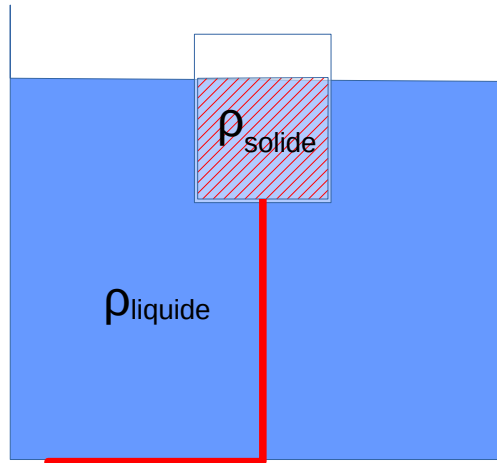
F_B force de pression sur la face inférieure B = $P_B \times S$

Poussée d'Archimède **vers le haut** = $(P_B - P_A) \cdot S = \rho_{\text{liquide}} g h S = \rho_{\text{liquide}} g V = m_{\text{liquide}} g$

(m_{liquide} = masse de liquide qui occupe le volume occupé par le solide)

La Poussée d'Archimède sur le solide = poids du liquide qui occuperait le même volume !

2- Température & fonte de la banquise / des glaciers



ρ_{solide} masse volumique du solide (glace), en kg/L (ou kg/m^3)

ρ_{liquide} masse volumique du liquide (eau), en kg/L (ou kg/m^3)

On a vu au début $\rightarrow \rho_{\text{solide}} = \rho_{\text{glace}} < \rho_{\text{liquide}} = \rho_{\text{eau}}$

En fait $\rho_{\text{glace}} / \rho_{\text{eau}} \approx 0,91$

A l'équilibre = si le glaçon est immobile, toutes les forces se compensent, le Poids du glaçon = Poussée d'Archimède

$\rightarrow m_{\text{solide}} g = m_{\text{liquide dans la zone hachurée}} g \rightarrow \rho_{\text{glace}} V_{\text{glace}} = \rho_{\text{eau}} V_{\text{immergé}}$

$\rightarrow V_{\text{immergé}} / V_{\text{glace}} = \rho_{\text{glace}} / \rho_{\text{eau}}$

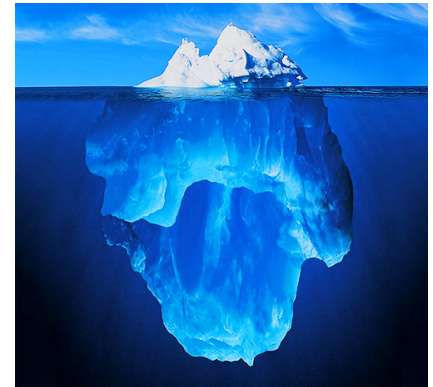
Pour eau solide/eau liquide $\rho_{\text{glace}} / \rho_{\text{eau}} \sim 0.91$

$\rightarrow 91\%$ immergé (Iceberg)

Par définition de la Poussée d'Archimède :

Ce volume hachuré = Volume qu'occupera le glaçon quand il aura fondu

\rightarrow niveaux identiques quand le glaçon aura fondu !



2- Température & fonte de la banquise / des glaciers

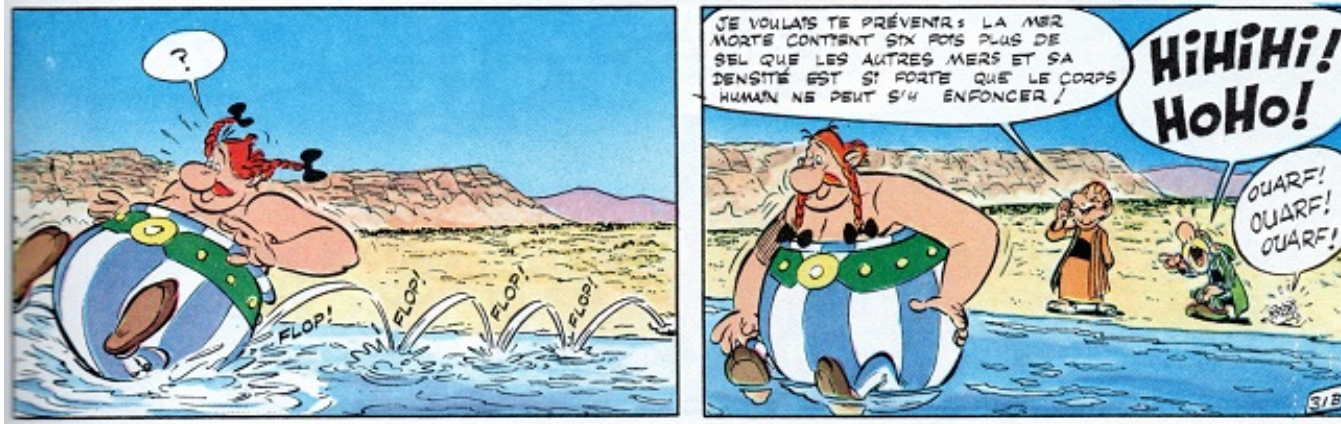
Pour un glaçon d'eau douce dans de l'eau salée :

$$\rho_{\text{eau salée}} \sim 1.025 \rho_{\text{eau douce}} \sim \rho_{\text{liquide}} / 0.975$$

Glaçon dans Eau Salée :

$$\rightarrow \rho_{\text{eau salée}} V_{\text{immergé}} = \rho_{\text{glace}} V \rightarrow V_{\text{immergé}} / V_{\text{glace}} = \rho_{\text{glace}} / \rho_{\text{eau salée}} = 0.975 \rho_{\text{glace}} / \rho_{\text{eau}}$$

$\rightarrow V_{\text{immergé}}$ de glace plus petit dans l'eau salée (89 % vs 91%)



Mer morte $\rightarrow \rho_{\text{mer morte}} = 1,3 \times \rho_{\text{eau salée}}$

On y flotte beaucoup mieux !

2- Température & fonte de la banquise / des glaciers

Pour un glaçon d'eau douce dans de l'eau salée :

$$\rho_{\text{eau salée}} \sim 1.025 \rho_{\text{eau douce}} \sim \rho_{\text{liquide}} / 0.975$$

Glaçon dans Eau Salée :

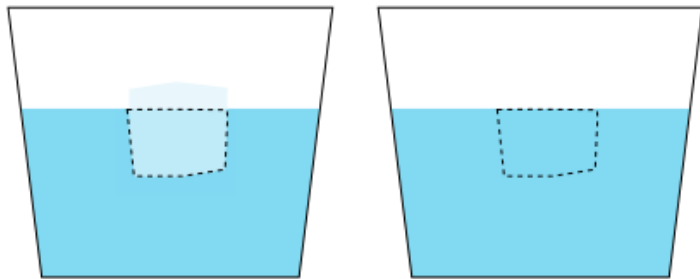
$$\rightarrow \rho_{\text{eau salée}} V_{\text{immergé}} = \rho_{\text{glace}} V \rightarrow V_{\text{immergé}} / V_{\text{glace}} = \rho_{\text{glace}} / \rho_{\text{eau salée}} = 0.975 \rho_{\text{glace}} / \rho_{\text{eau}}$$

$\rightarrow V_{\text{immergé}}$ de glace plus petit dans l'eau salée (89 % vs 91%)

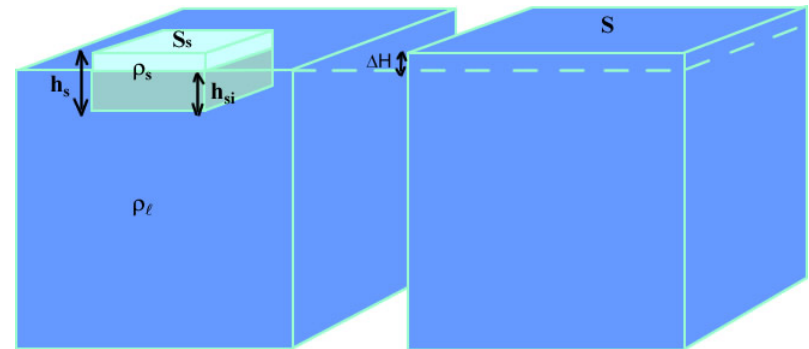
Pour la fonte de ce glaçon d'eau douce dans de l'eau salée, la différence de niveau est petite !

Si toute la banquise (eau douce) devait fondre dans l'océan (salé) entier, $\Delta H \approx 4\text{mm}$!

\rightarrow on ne verra *aucun effet* avec un glaçon dans un verre d'eau salée

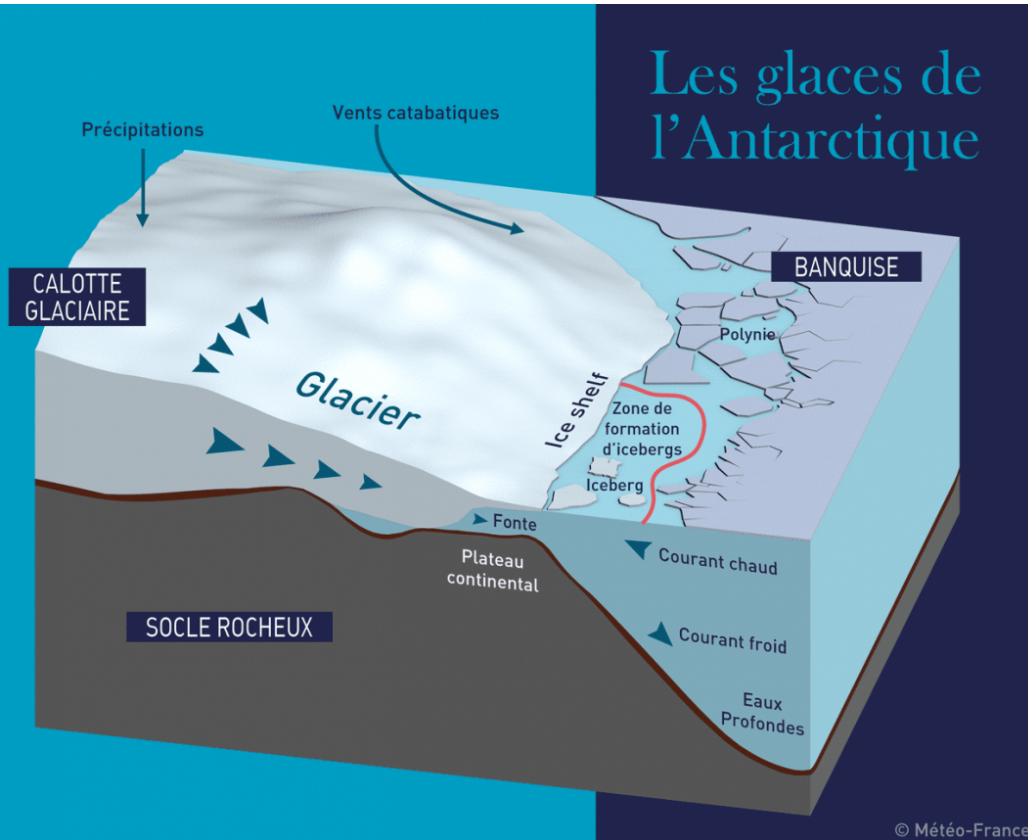


Glace d'eau douce dans de l'eau douce



Glace d'eau douce dans de l'eau salée (Banquise)

2- Température & fonte de la banquise / des glaciers



Fonte banquise

- Archimède
- **aucune élévation**

Fonte glacier

- volume supplémentaire
- **élévation**

Volume total ~ $30 \times 10^6 \text{ km}^3$

Antarctique ~ $29 \times 10^6 \text{ km}^3$

Groenland ~ $3 \times 10^6 \text{ km}^3$

Autres glaciers ~ $0,2 \times 10^6 \text{ km}^3$

Surface océan ~ $0,7 \times S_{\text{Terre}}$

~ $360 \times 10^6 \text{ km}^2$

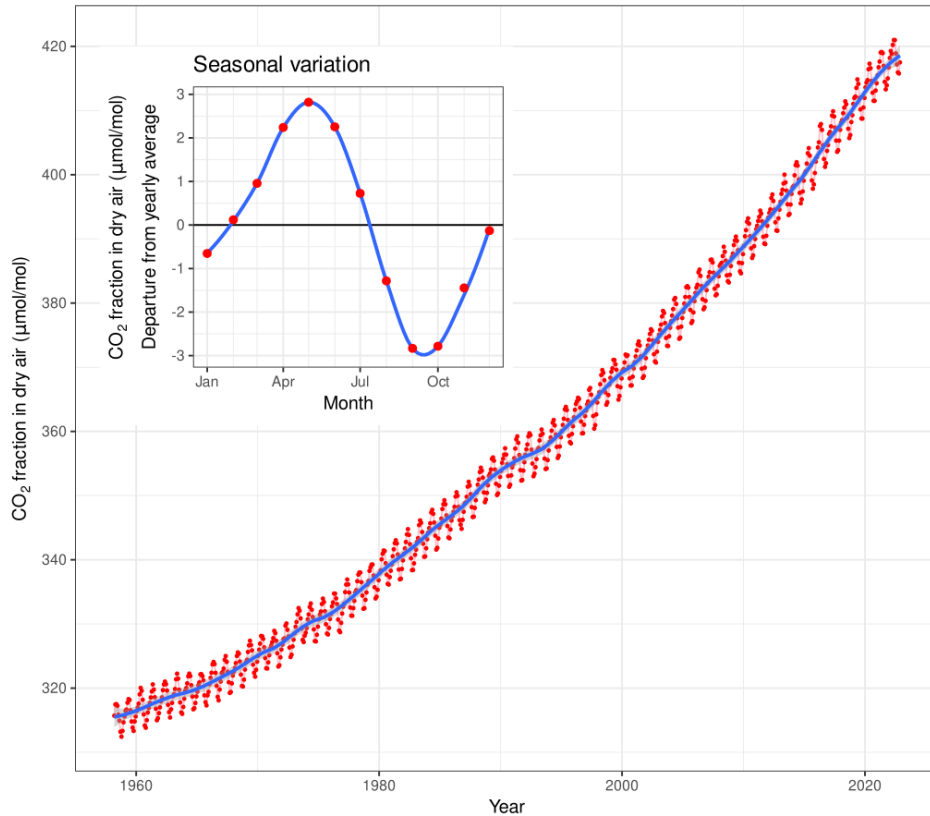
→ **Élévation = $30 \times 10^6 \text{ km}^3 / 360 \times 10^6 \text{ km}^2 \sim 0,8 \text{ m}$**

→ **Indépendant de l'*origine* du réchauffement !**

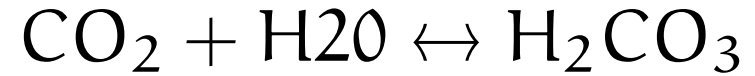
3- CO₂ & acidification des océans

Monthly mean CO₂ concentration

Mauna Loa 1958 - 2022



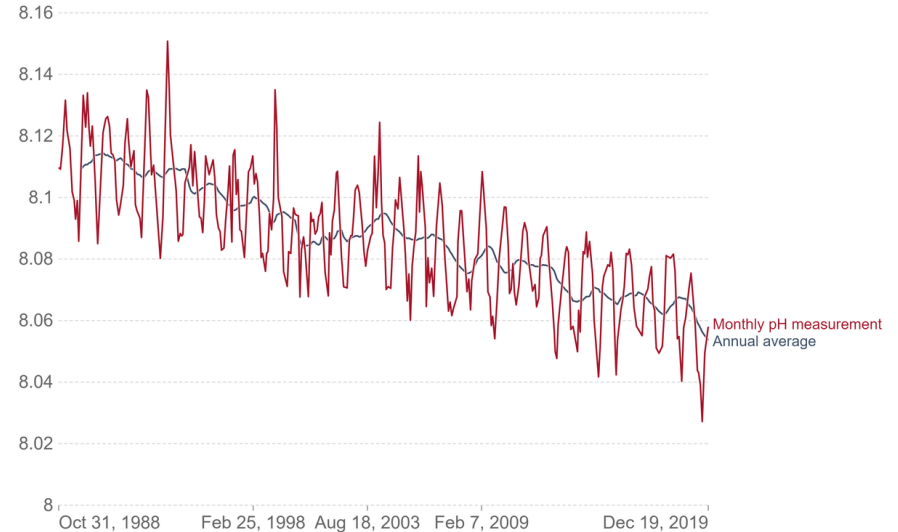
Data : Dr. Pieter Tans, NOAA/ESRL (<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>) and Dr. Ralph Keeling, Scripps Institution of Oceanography (<https://scrippsco2.ucsd.edu/>). Accessed 2022-12-19 <https://w.wiki/4ZWN>



Ocean acidification: mean seawater pH

Mean seawater pH is shown based on in-situ measurements of pH from the Aloha station.

Our World
in Data



Source: University of Hawaii

OurWorldInData.org/climate-change • CC BY

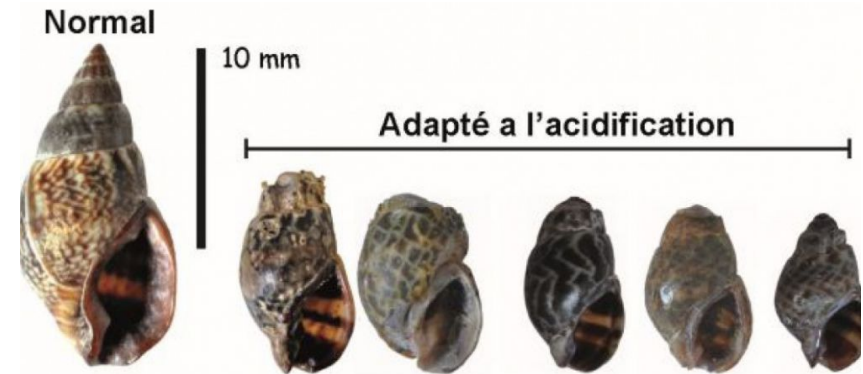
→ Indépendant de l'*origine* du CO₂ !

3- CO₂ & acidification des océans

Absorption du CO₂ atmosphérique dans les Océans

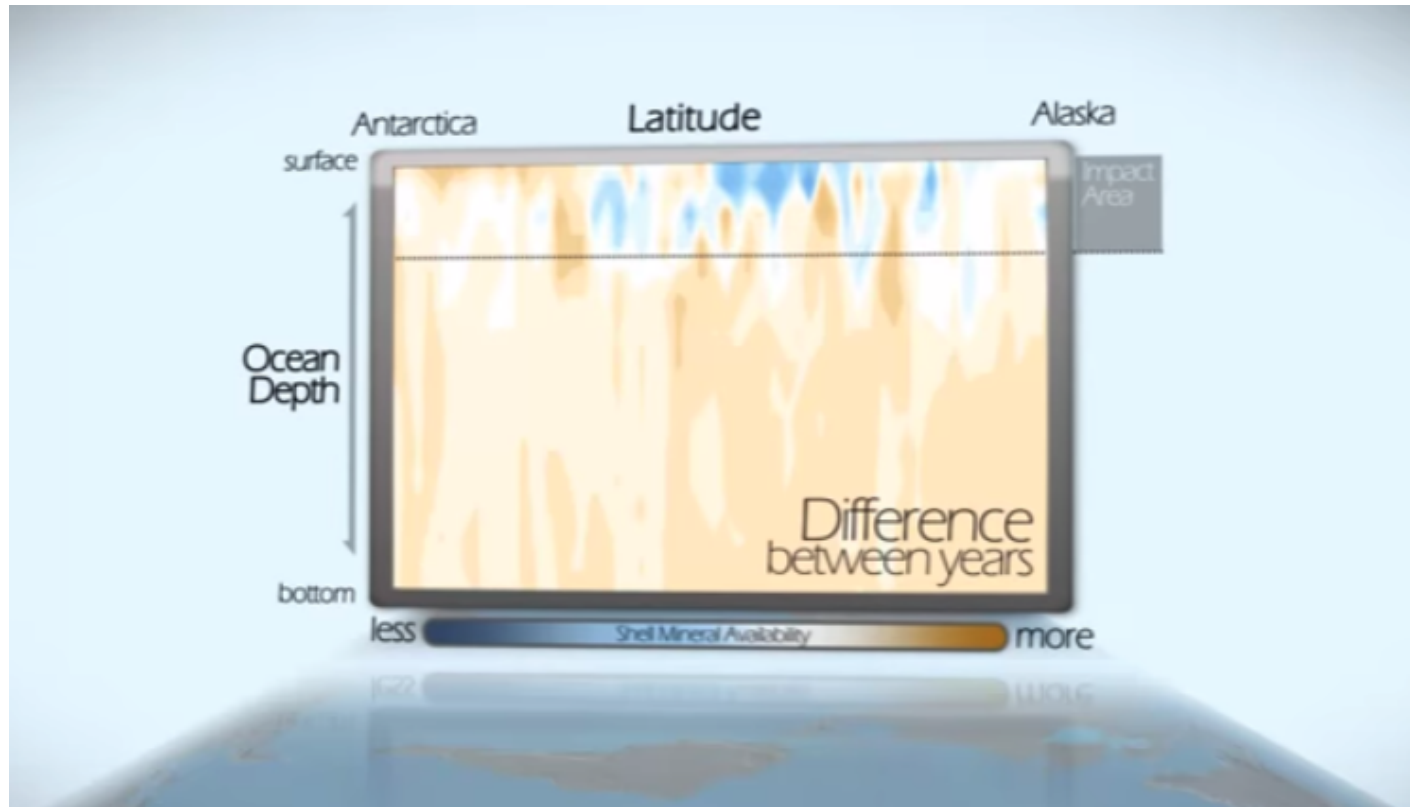


Acidification ralentie par CO₃²⁻ qui se lie aux H⁺ pour former du bicarbonate...qui réduit la possibilité d'absorber plus de CO₂!



Permien-Trias (252 Millions – pH acide)

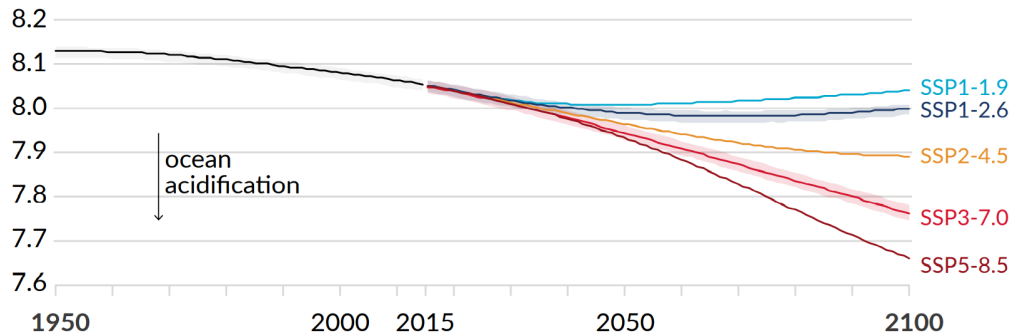
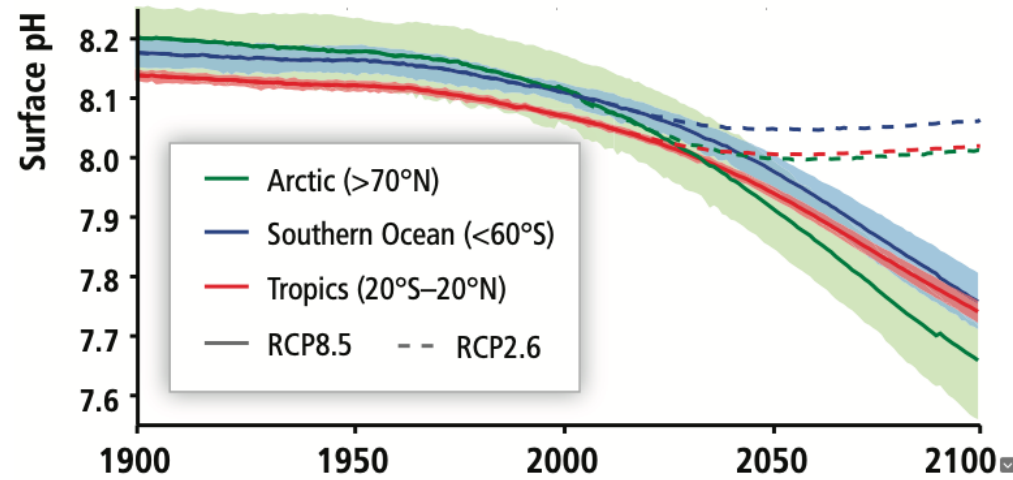
3- CO₂ & acidification des océans



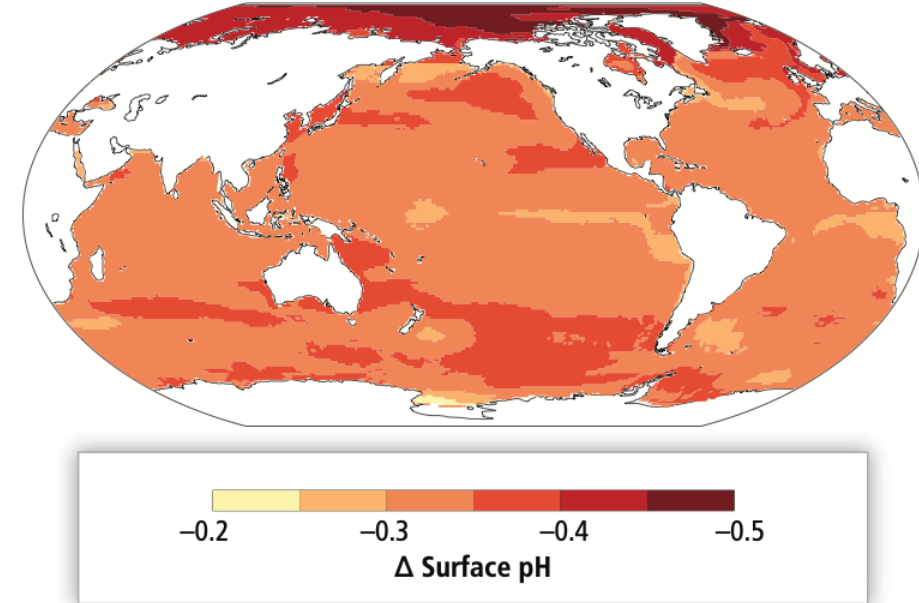
https://fr.wikipedia.org/wiki/Acidification_des_océans

3- CO₂ & acidification des océans

(a) Surface pH



(b) Change in surface pH in 2090s from 1990s (RCP8.5)



→ Indépendant de l'*origine* du CO₂!

Répondre à un climato-sceptique / déniériste, volontaire ou involontaire

- **Remise en cause de l'augmentation de la Température moyenne globale de la Terre**
 - **Si non** : que faire contre l'élévation du niveau des océans ? La fonte des glaces ?
 - **Si oui** : à l'encontre de l'intégralité de la communauté scientifique *publiante*
- **Remise en cause de l'augmentation de CO₂ atmosphérique**
 - **Si non** : que faire contre l'acidification des océans ?
 - **Si oui** : à l'encontre de l'intégralité de la communauté scientifique *publiante*
- **Remise en cause de l'origine humaine du changement climatique**
 - Tous les effets possibles ont été envisagés/simulés au mieux de la technologie actuelle
 - *Opinion* à l'encontre de l'intégralité* de la communauté **scientifique** *publiante*
 - **Ne rien faire** alors que l'intégralité* des scientifiques affirment l'origine humaine ?

* Consensus >99 % parmi les *publiants* (pas chroniqueurs ou « influenceurs »)



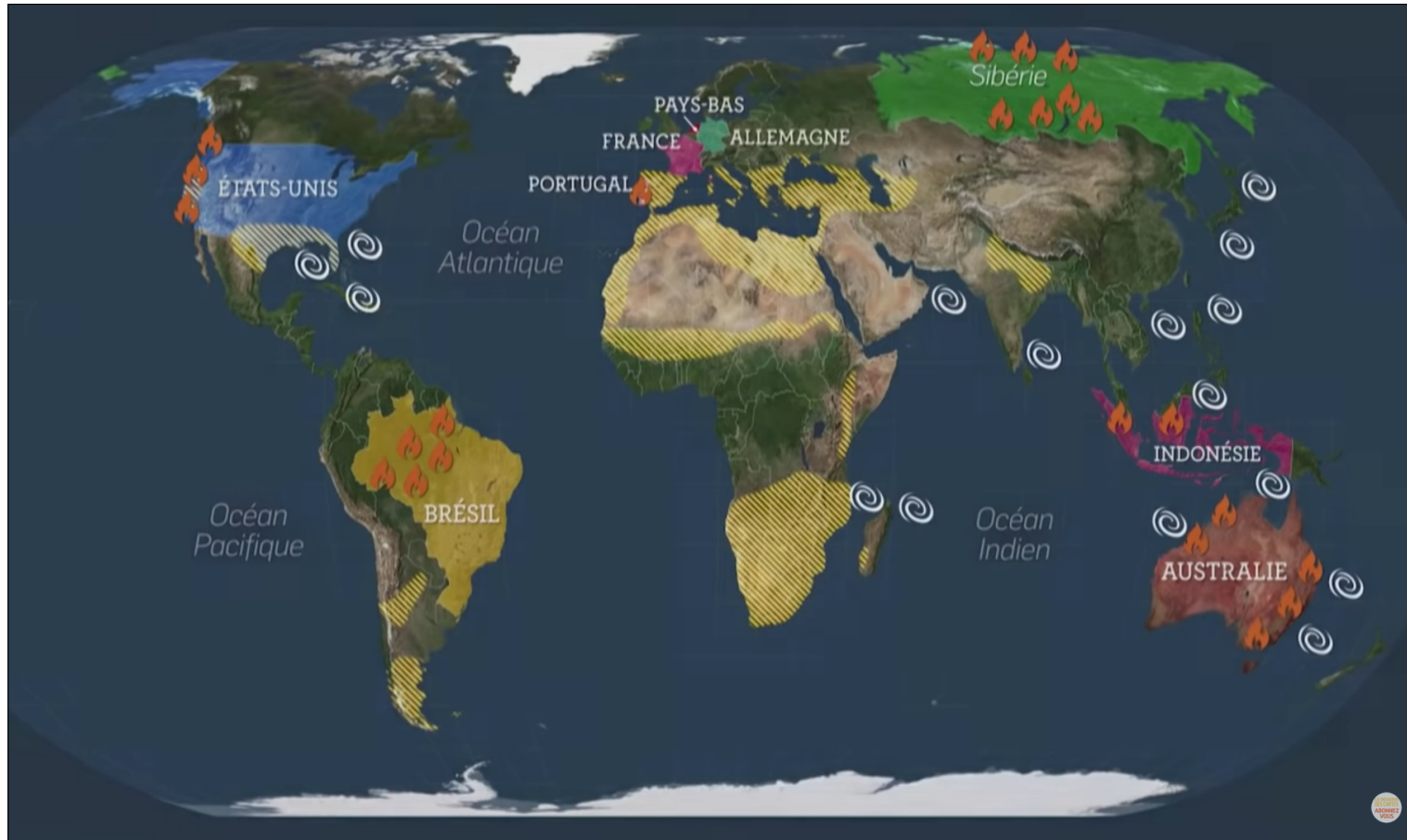


→ Ceci n'est pas une publication scientifique
→ mais présente des faits **non validés**



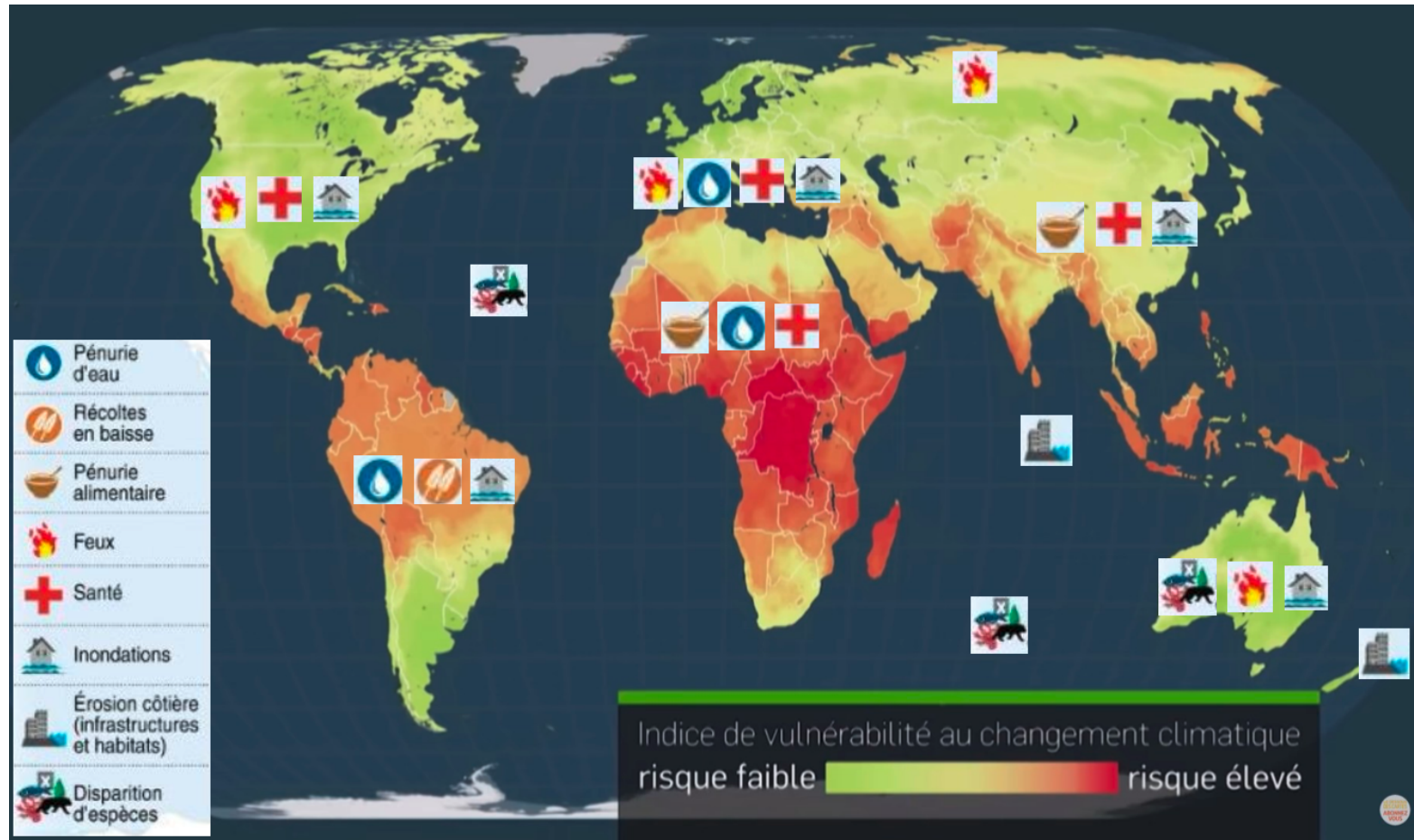
→ Ceci n'est pas **non plus** une publication scientifique
→ mais présente des **faits validés**

4- D'autres effets déjà observés, ou non



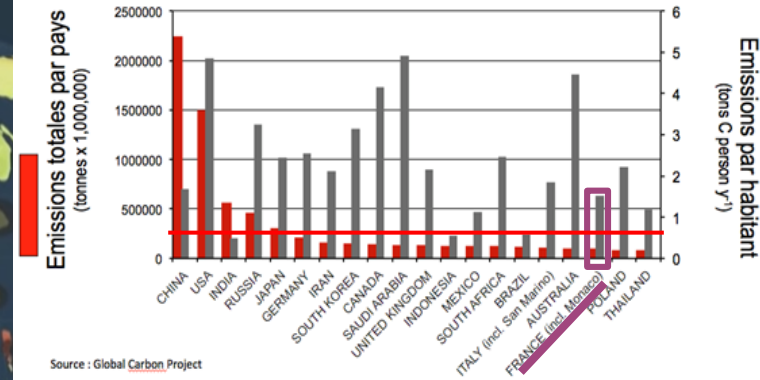
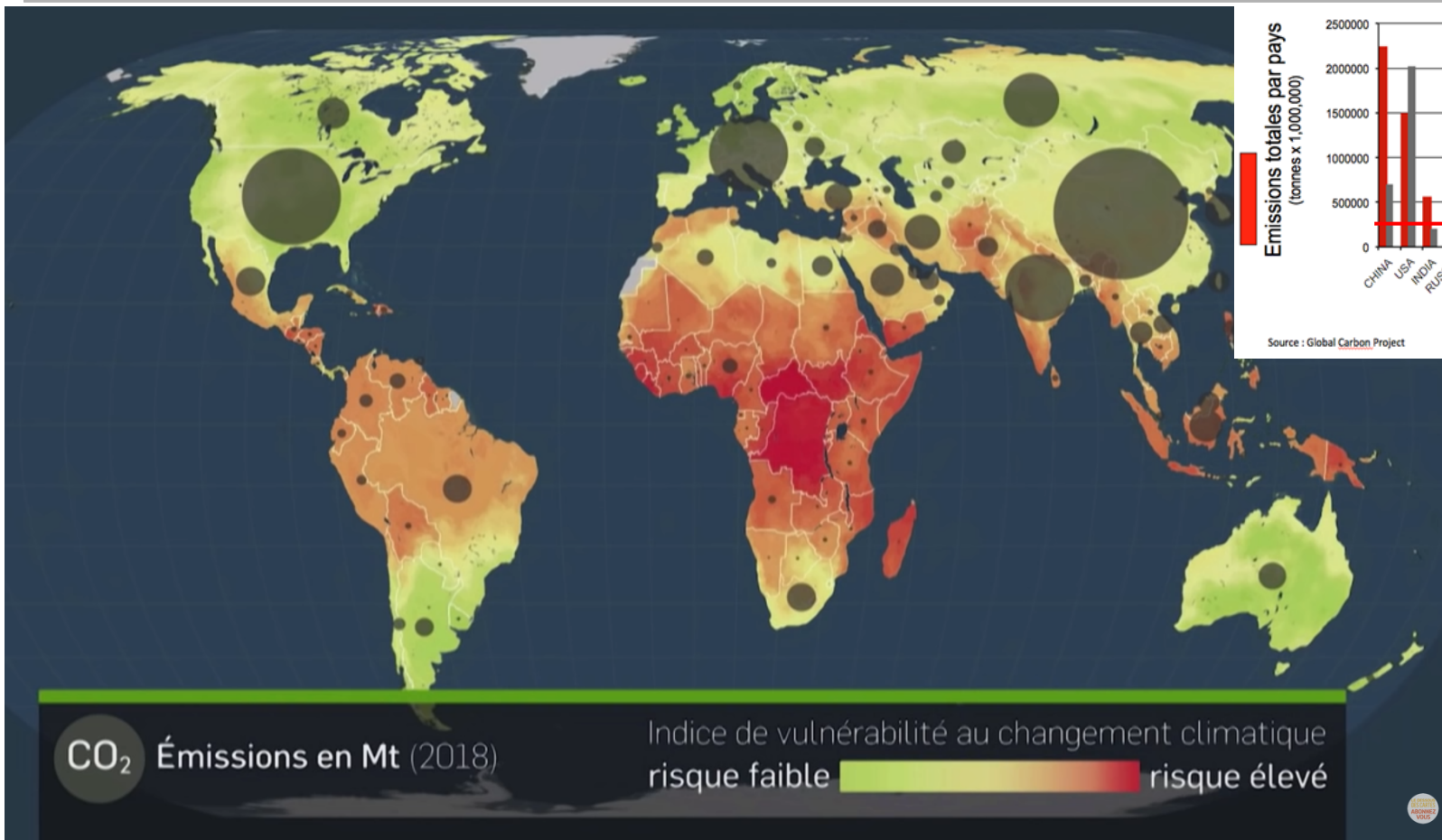
Source : le dessous des cartes - Arte

4- D'autres effets déjà observés, ou non



Source : le dessous des cartes - Arte

4- D'autres effets déjà observés, ou non

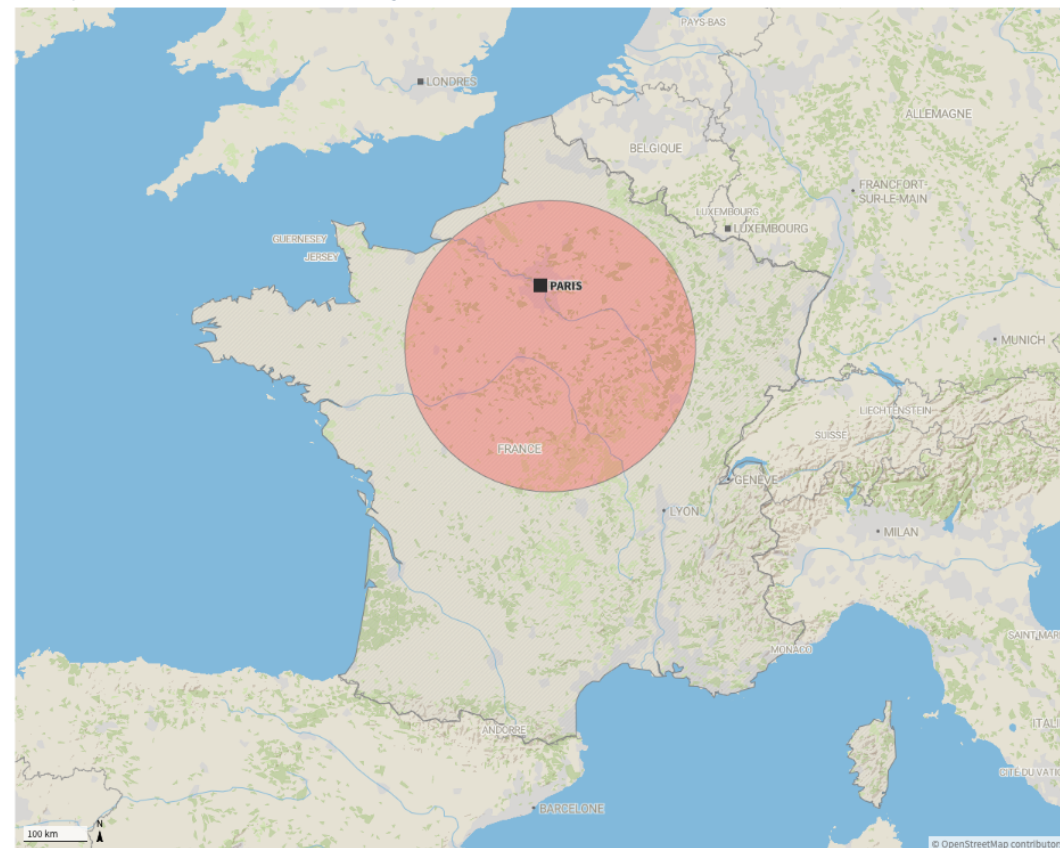


Source : le dessous des cartes - Arte

4- D'autres effets déjà observés, ou non

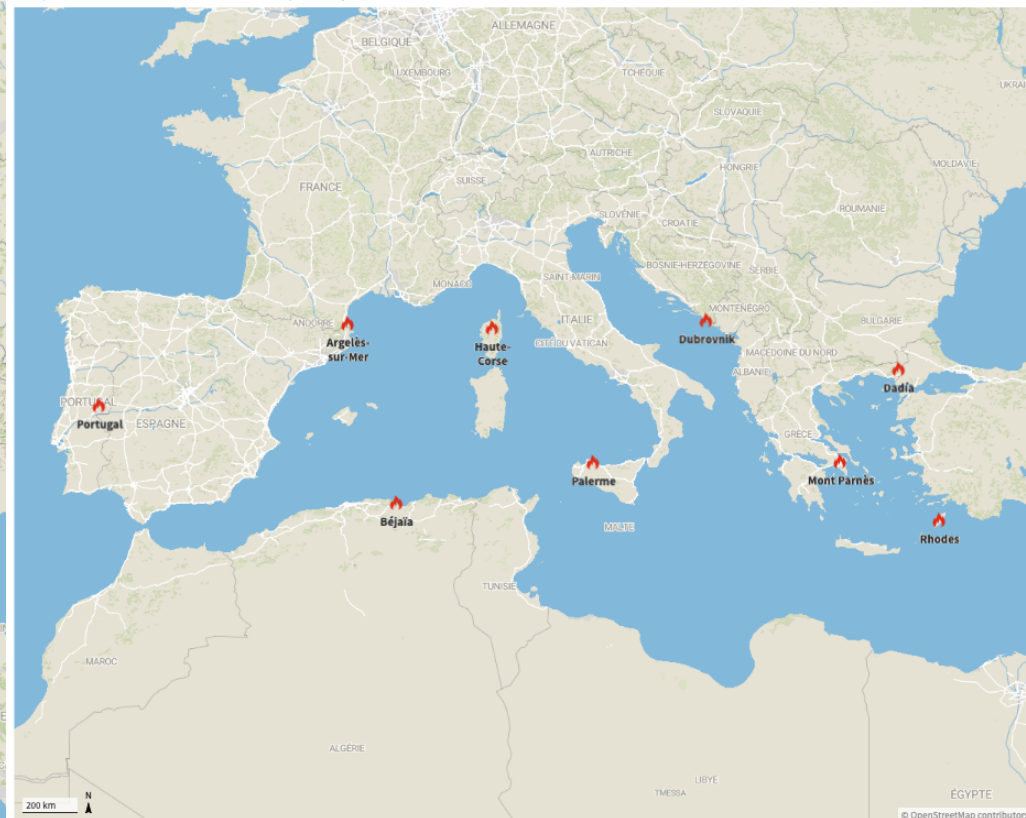
Au Canada, 15,3 millions d'hectares ont déjà brûlé...

Cela correspond à 153 000 kilomètres carrés, soit la surface du cercle rouge ci-dessous.



Le bassin méditerranéen fortement touché par les feux

Principaux incendies autour de la mer Méditerranée depuis le 1er juillet.

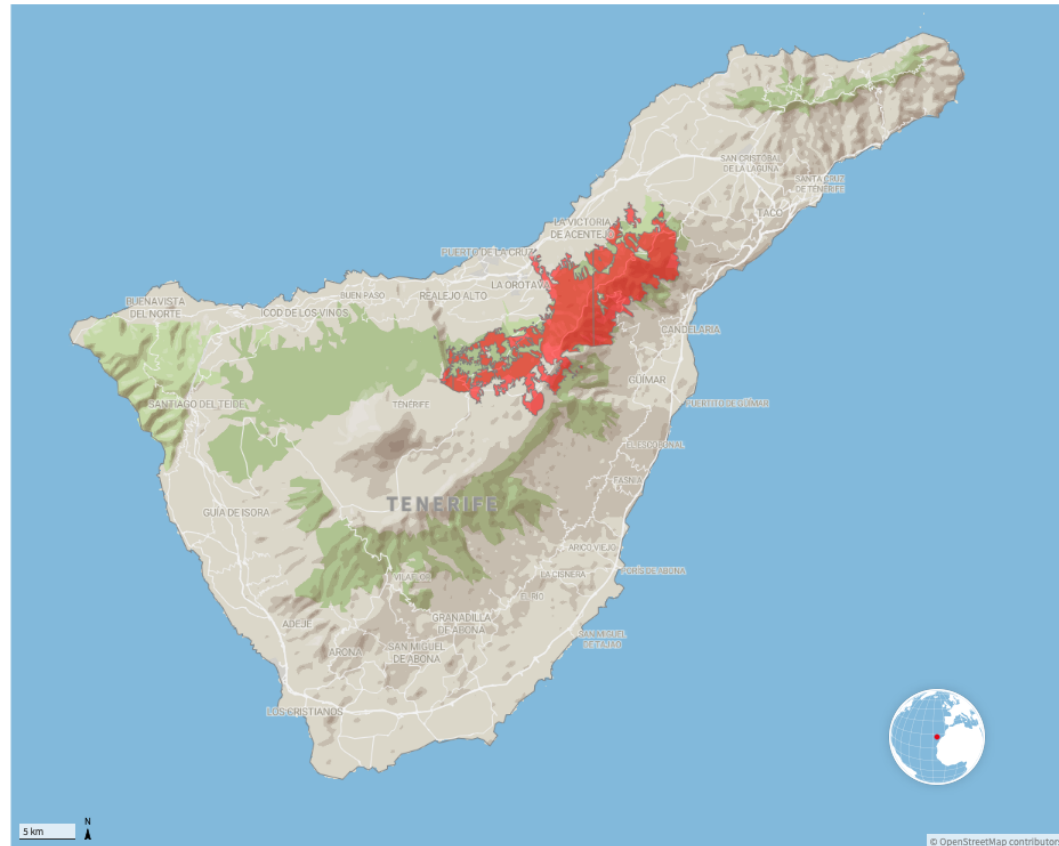


4- D'autres effets déjà observés, ou non

À Tenerife, l'incendie est «partiellement stabilisé»

15.000 hectares ont déjà été réduits en cendres. C'est 7% de la superficie de l'île.

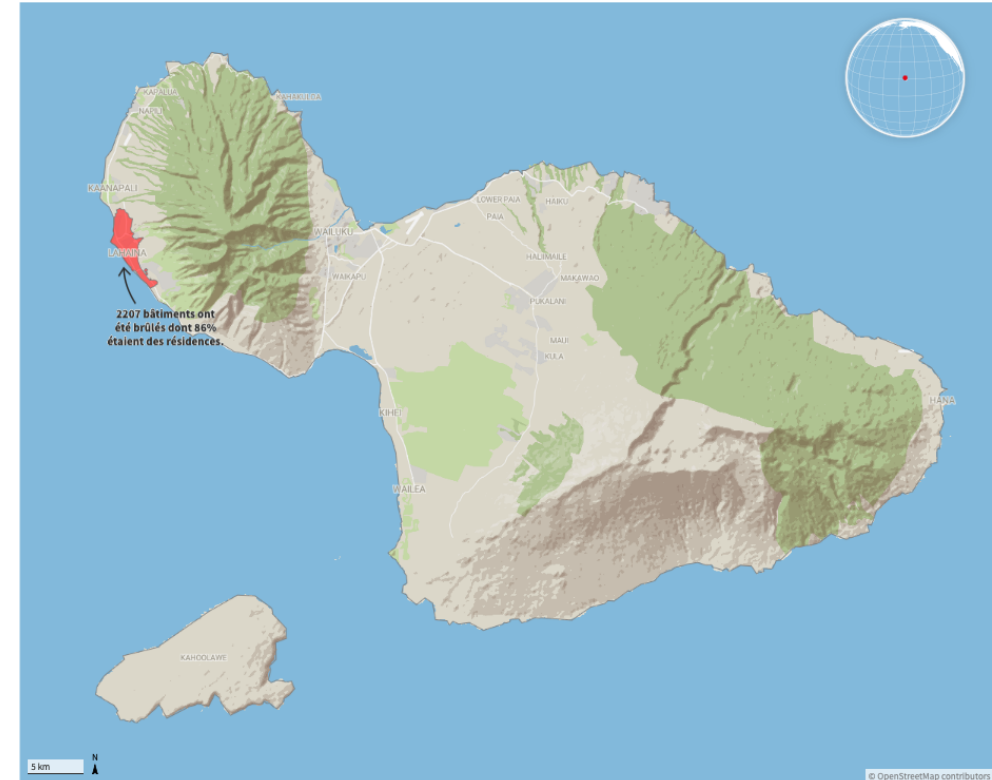
■ Surface brûlée (24/08 - 12H GMT)



À Hawaï, sur l'île de Maui, l'incendie a fait 115 morts...

2207 structures ont été endommagées ou détruites et 1100 personnes sont portées disparues.

■ Surface brûlée (24/08 - 06H GMT)

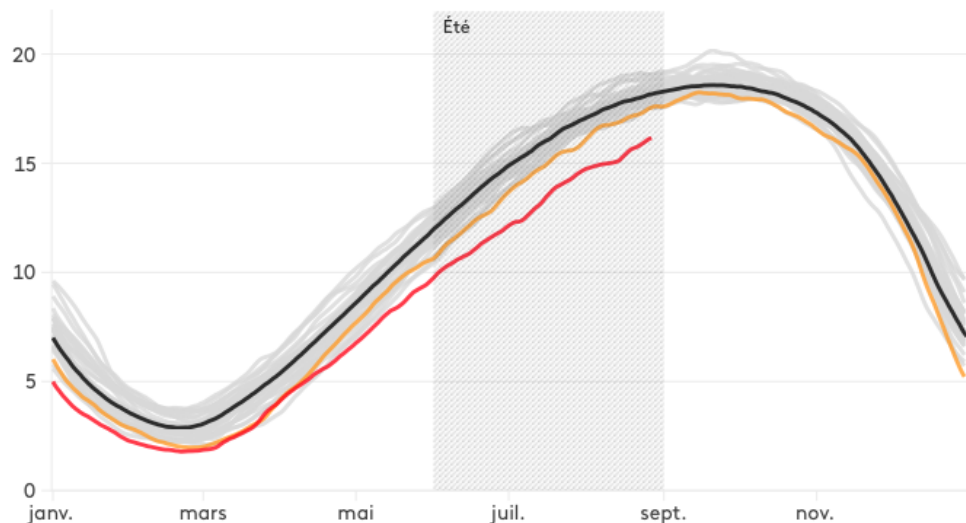


4- D'autres effets déjà observés, ou non

Evolution de la surface de la banquise dans l'océan Antarctique

— 2023 — 2022 — Moyenne 1981-2010

Surface (en million de km²)



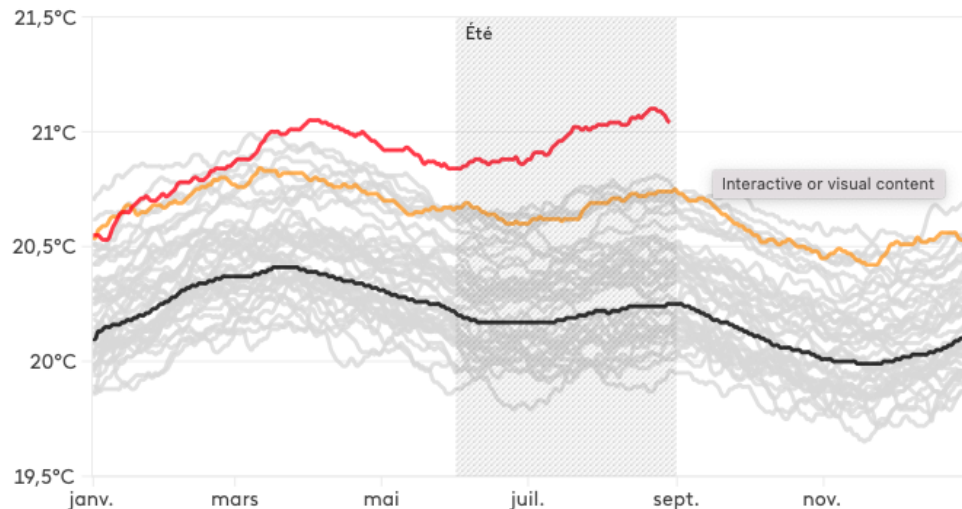
Source: [Climate Reanalyzer](#), [NSIDC Sea Ice Index V3](#)

franceinfo:

Températures moyennes quotidiennes de surface de la mer

— 2023 — 2022 — Moyenne 1982-2011

Température moyenne



Source: [Climate Reanalyzer](#), [NOAA](#)

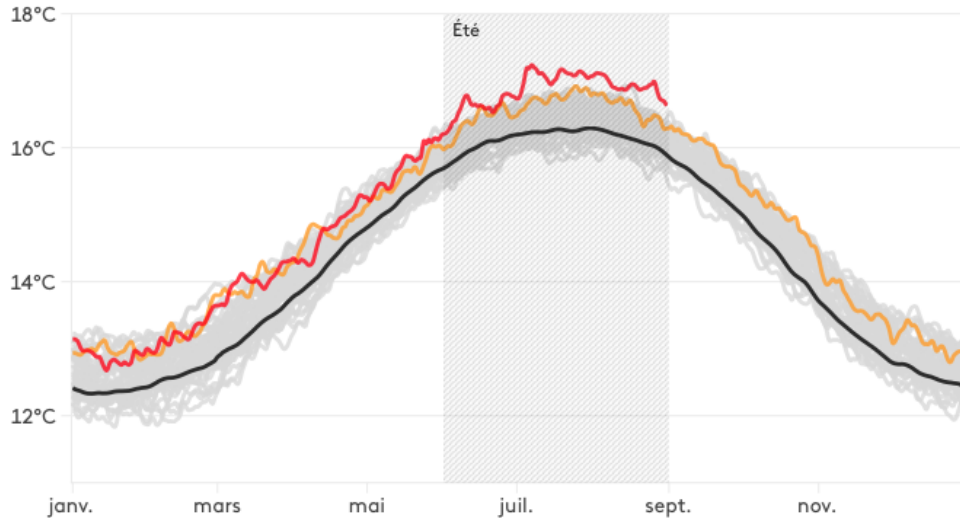
franceinfo:

4- D'autres effets déjà observés, ou non

Températures quotidiennes moyennes mondiales de l'air en surface

— 2023 — 2022 — Moyenne 1979-2000

Température moyenne

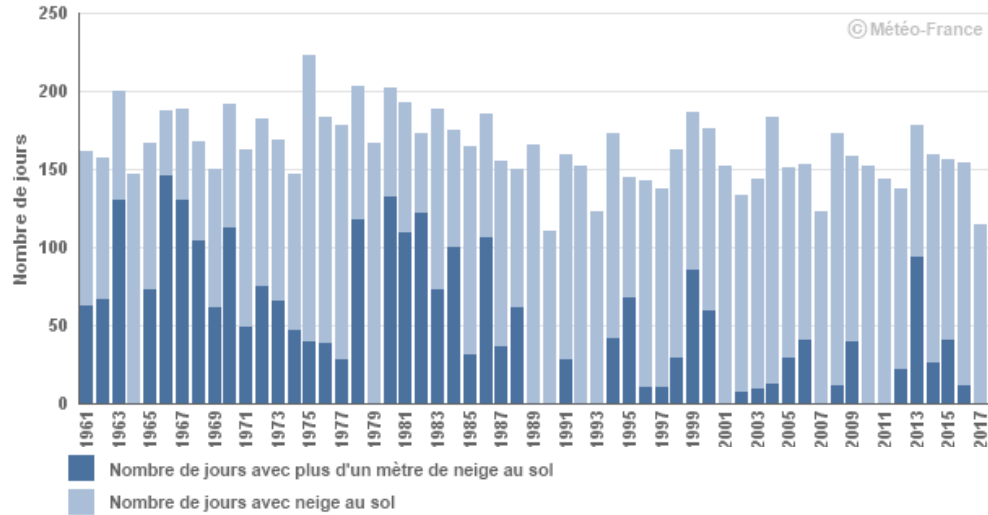


Source: [Climate Reanalyzer](#), NOAA

franceinfo:

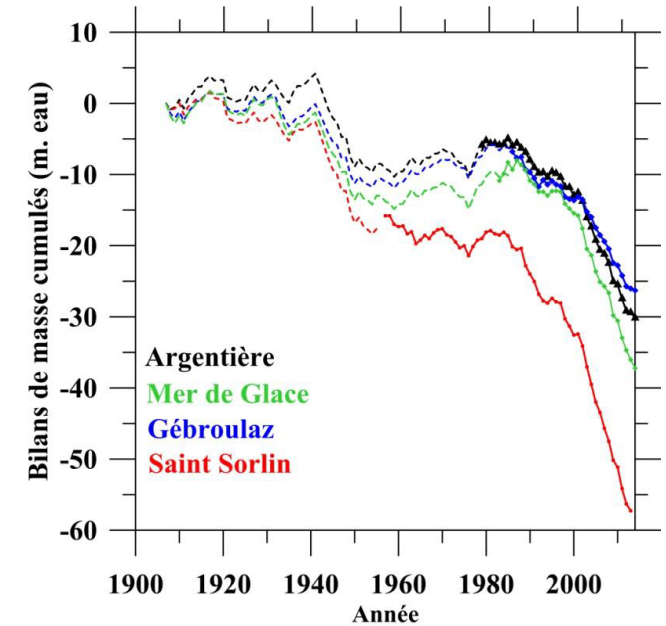


4- D'autres effets déjà observés, ou non



Baisse marquée de l'enneigement à basse altitude. Pas de tendance significative au-dessus de 2000 m

Tous les glaciers français sont en nette récession



4- D'autres effets déjà observés, ou non



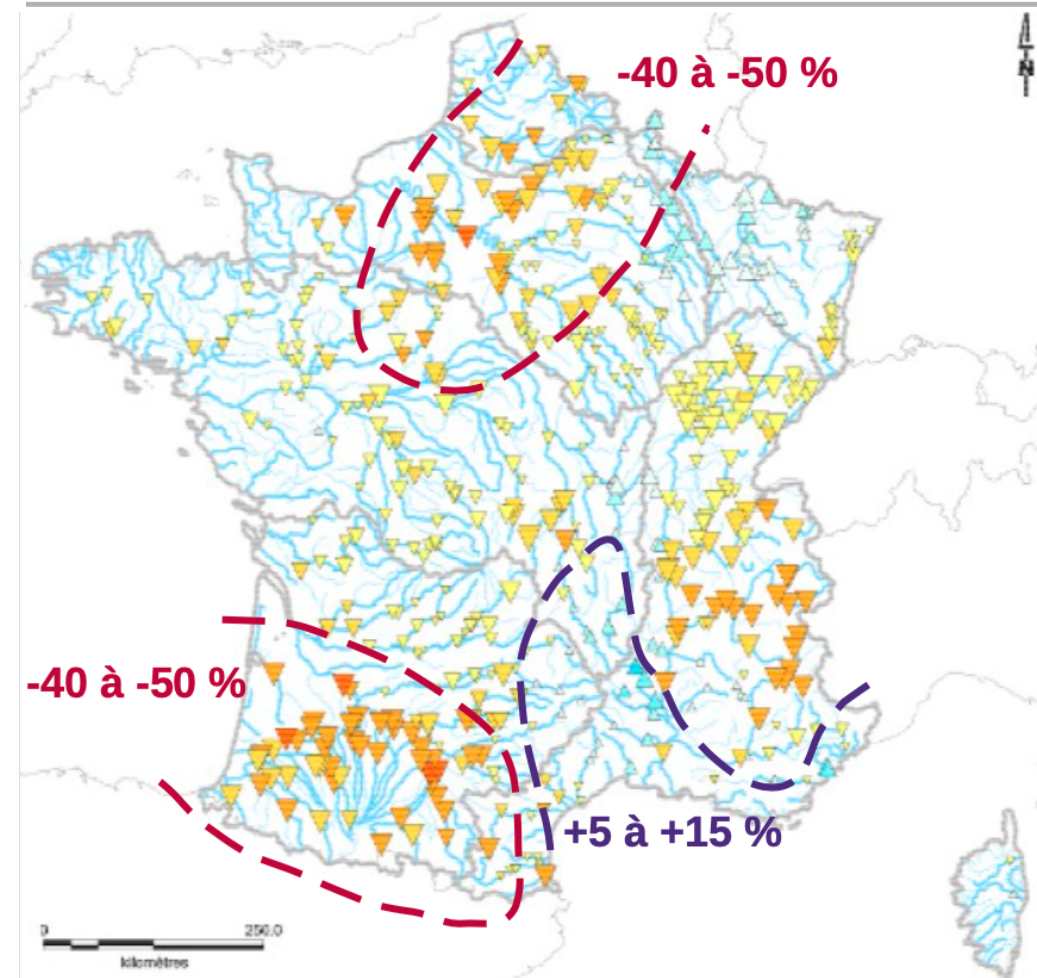
Physique pour Tous ! *Les calottes sont cuites...*

4- D'autres effets déjà observés, ou non



Saint-Martin-Vésubie (06) ravagée par une crue exceptionnelle le 2 octobre 2020

4- D'autres effets déjà observés, ou non – eau douce



Evolution relative (en %) du QJXA10 (crue journalière décennale) entre 1961-1990 et 2046-2065.

Résultats moyens établis sur 14 simulations (2 modèles hydrologiques et 7 modèles climatiques)

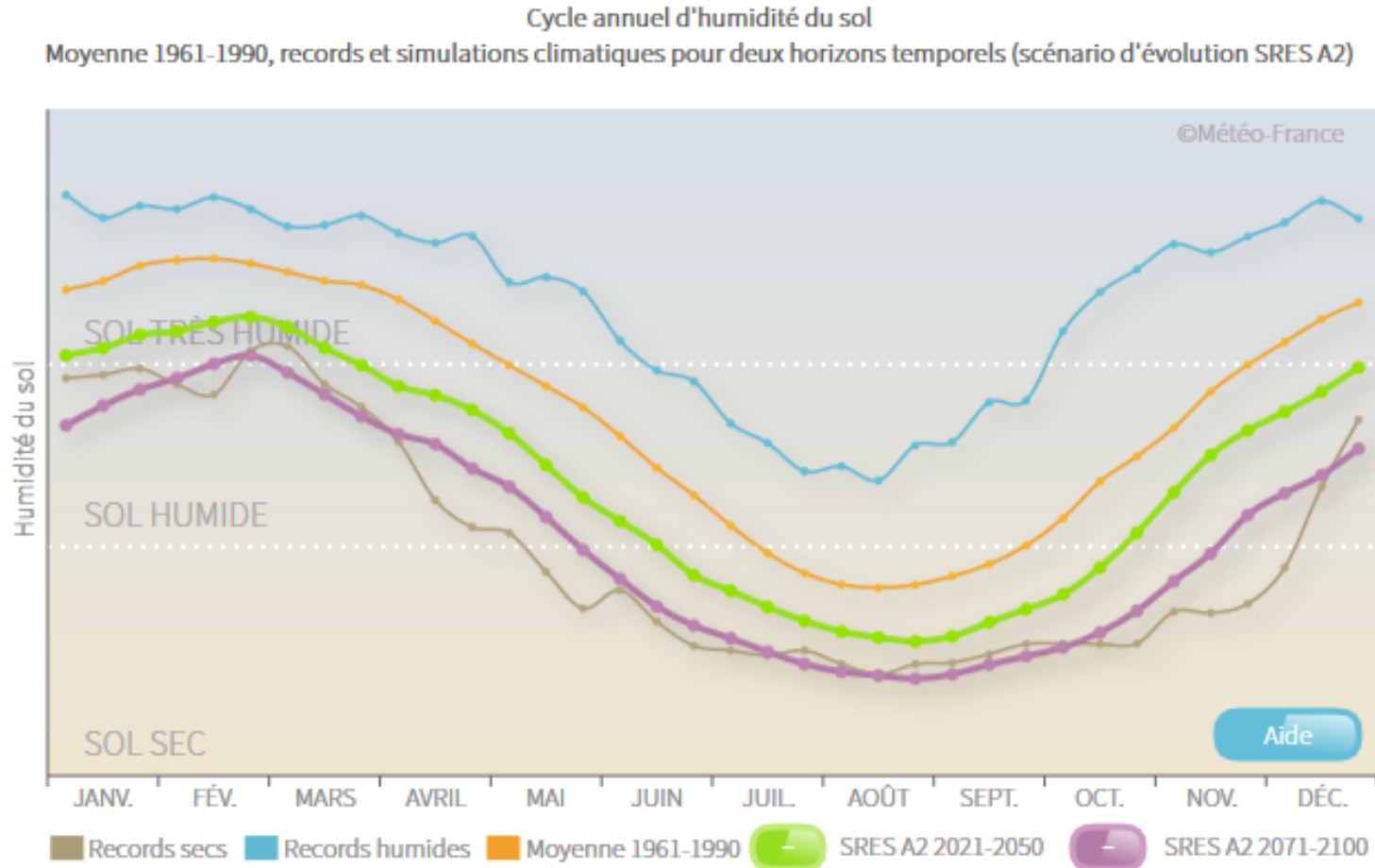
Qjxa10
Moyenne des 14 résultats



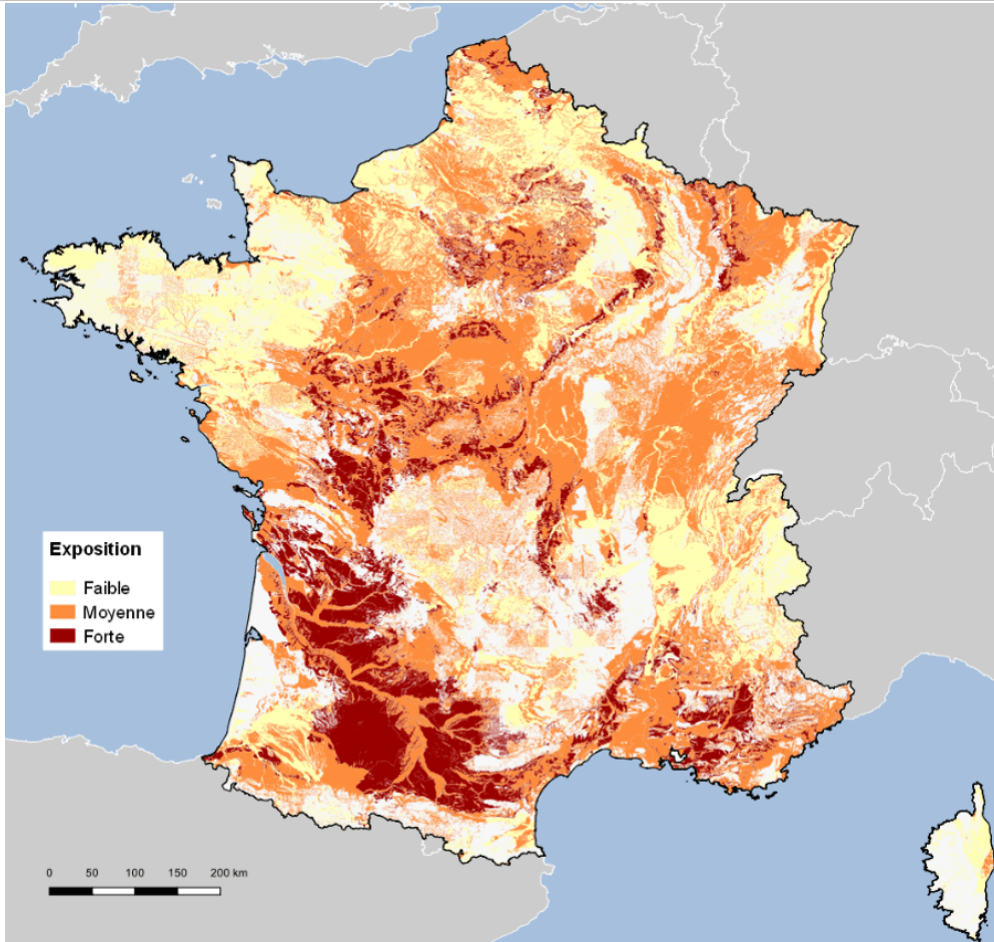
Indice de significativité :
taille inversement proportionnelle
à l'écart-type des 14 résultats
(moyenne/écart-type)



4- D'autres effets déjà observés, ou non - sécheresse

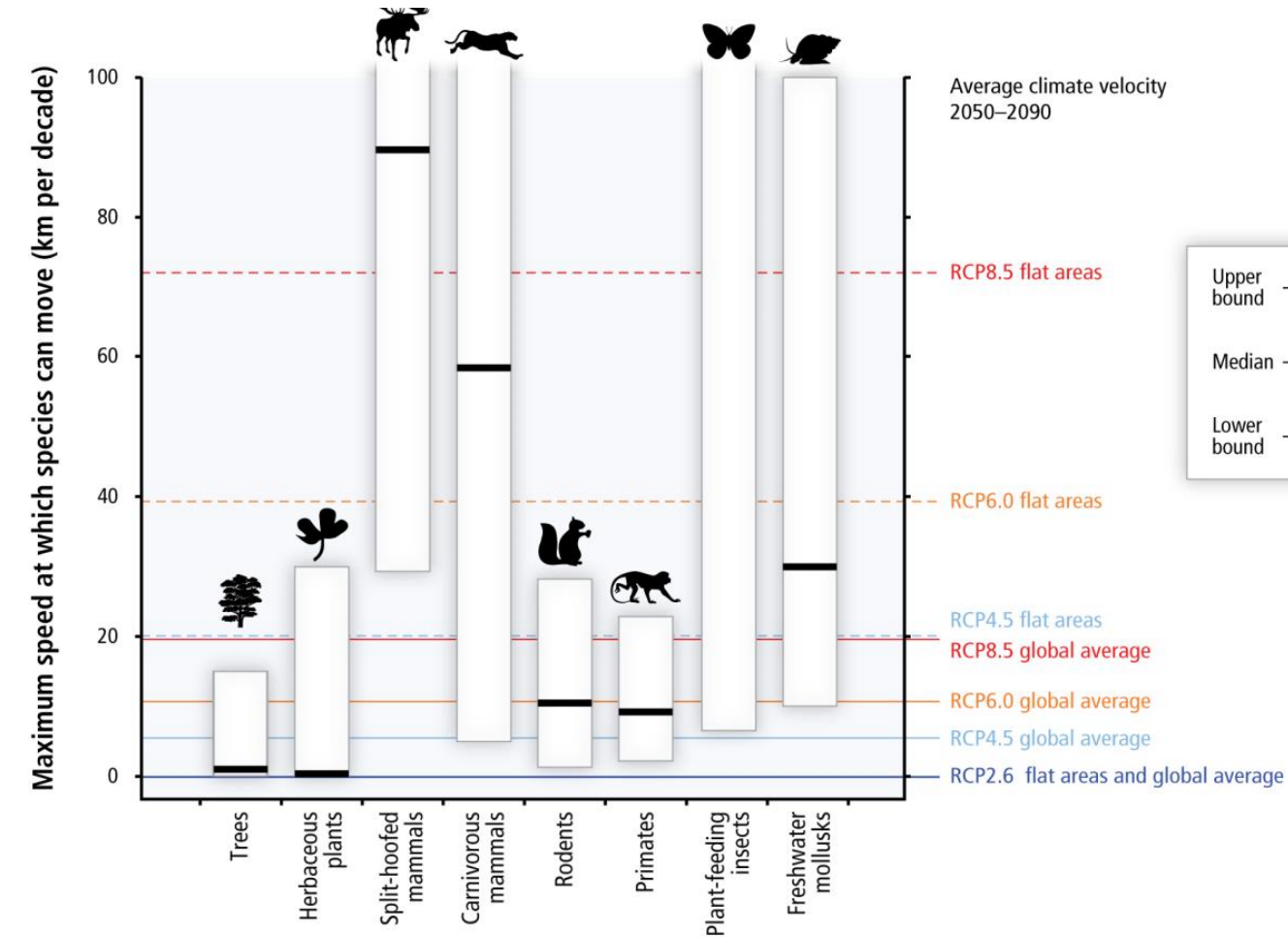


4- D'autres effets déjà observés, ou non - terrains



- 48 % du territoire est concerné par un risque moyen à fort
- Intensification probable du phénomène de retrait-gonflement des argiles à cause du changement climatique

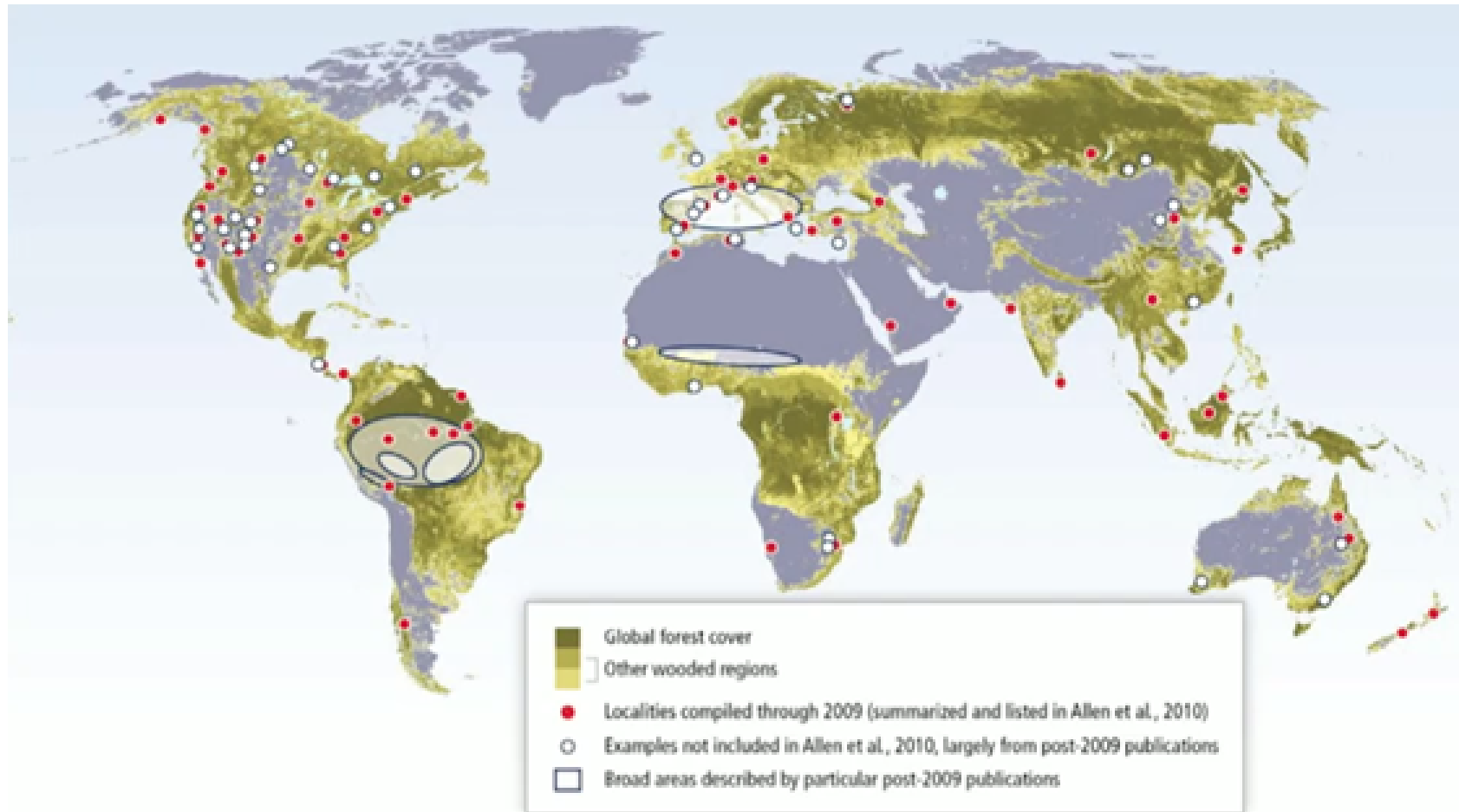
4- D'autres effets déjà observés, ou non - biodiversité



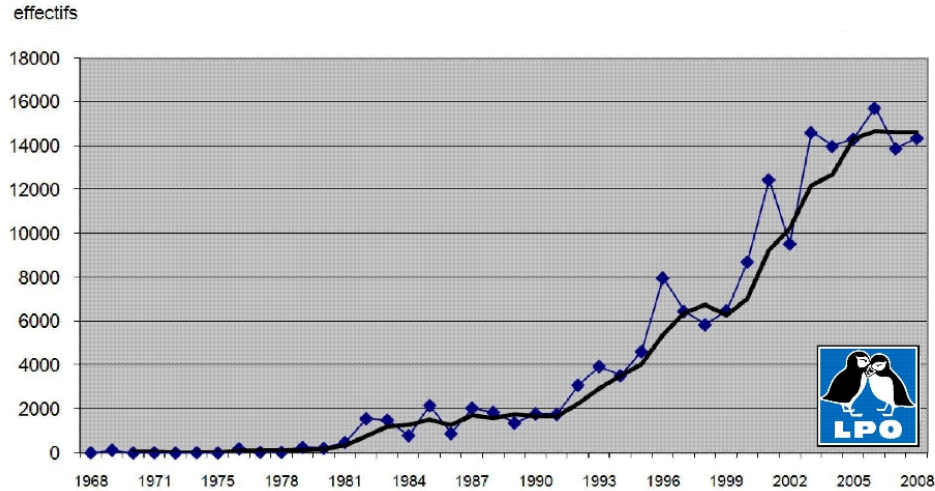
Migration de 150 km vers le nord ou 150 m en altitude par degré de réchauffement

Obstacles importants pour espèces peu mobiles (fragmentation des habitats naturels)

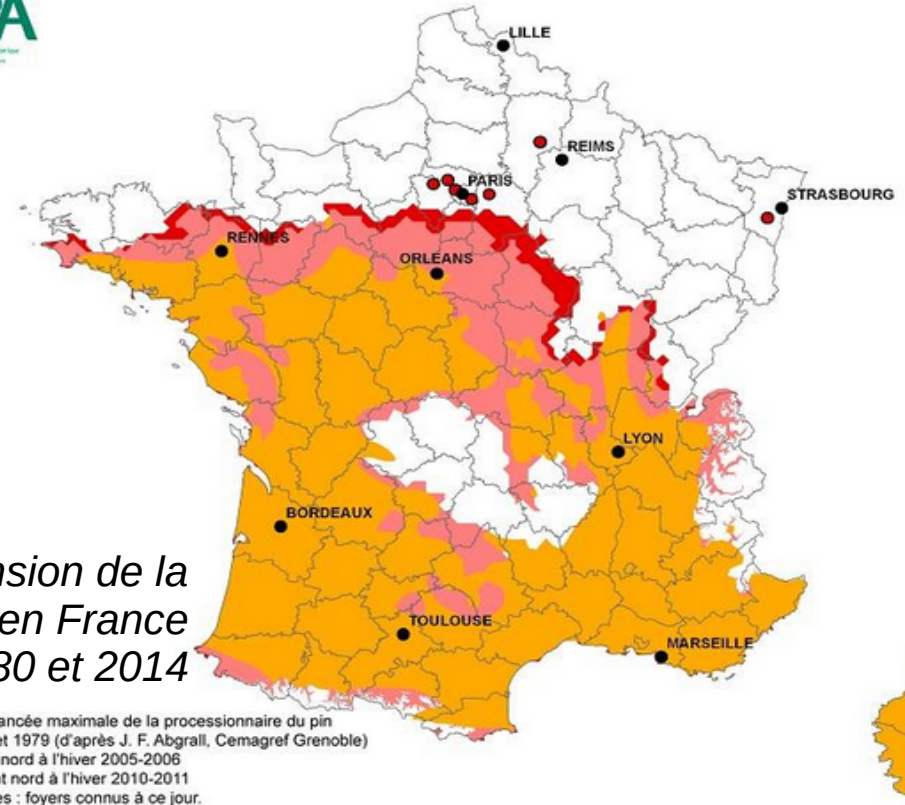
4- D'autres effets déjà observés, ou non - biodiversité



4- D'autres effets déjà observés, ou non



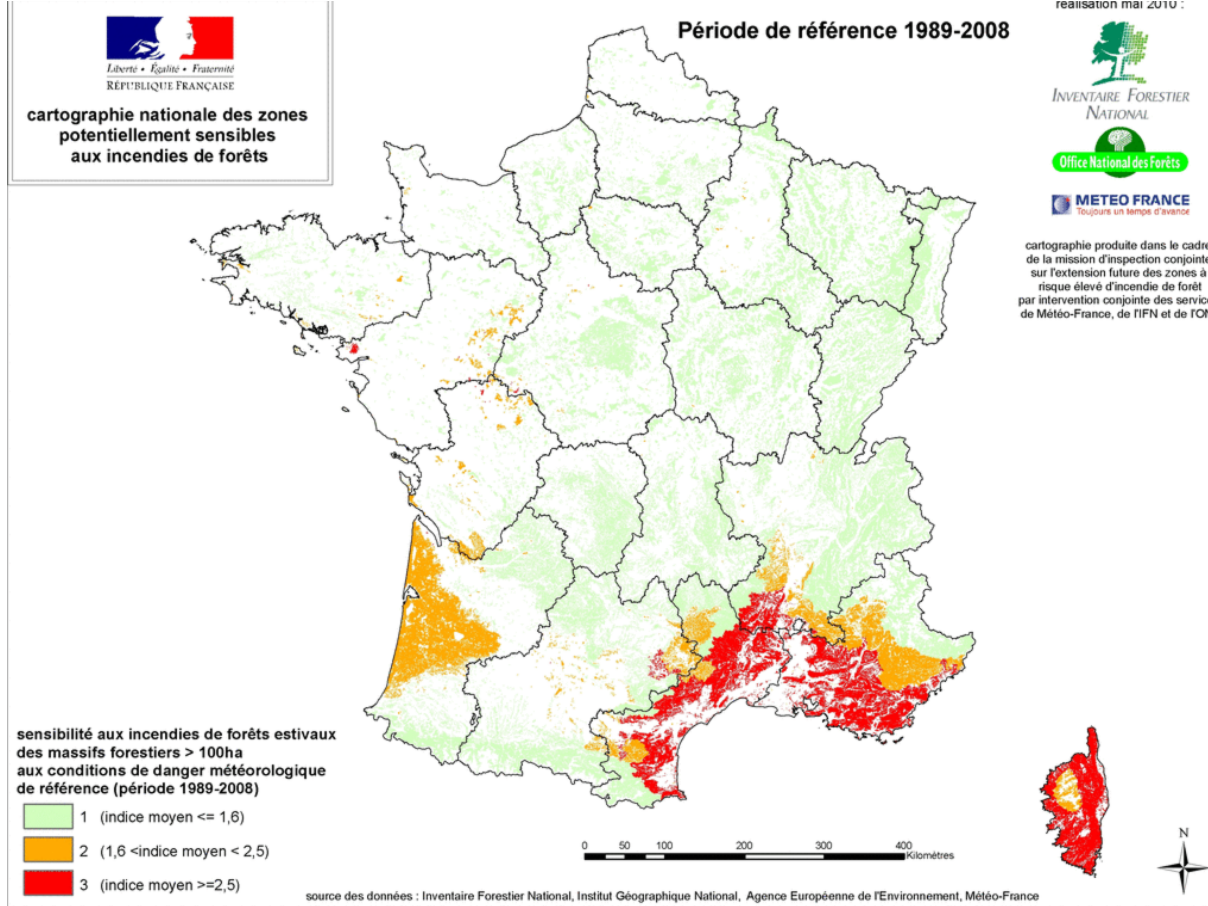
Effectifs des oies cendrées hivernantes en France entre 1968 et 2008



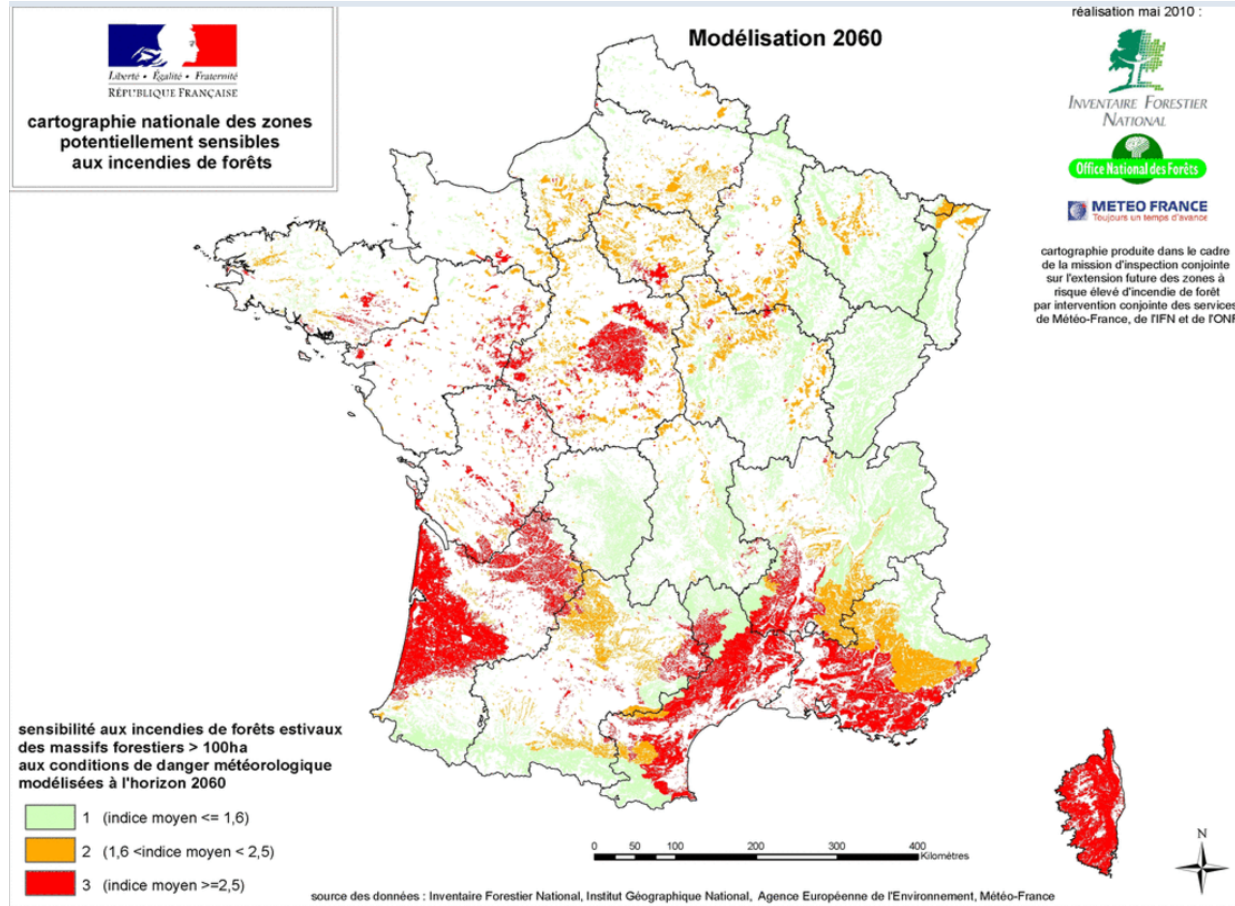
Progression du front d'expansion de la chenille processionnaire en France entre 1980 et 2014

Crédits : Institut National de la Recherche Agronomique

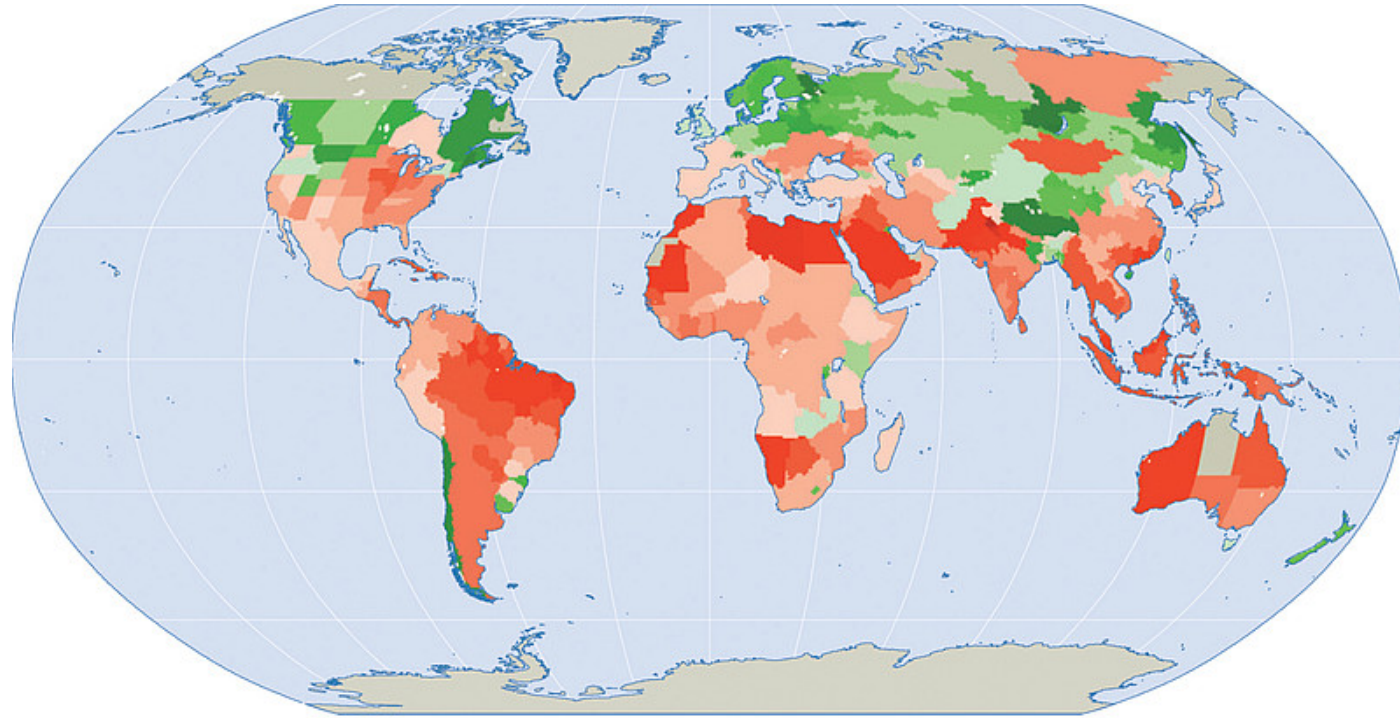
4- D'autres effets déjà observés, ou non - incendies



4- D'autres effets déjà observés, ou non - incendies



4- D'autres effets déjà observés, ou non - cultures



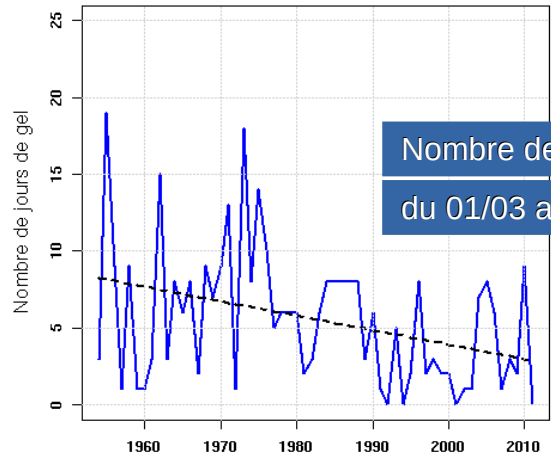
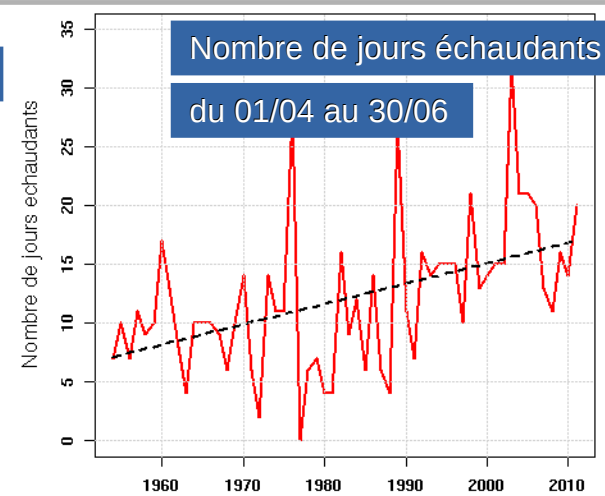
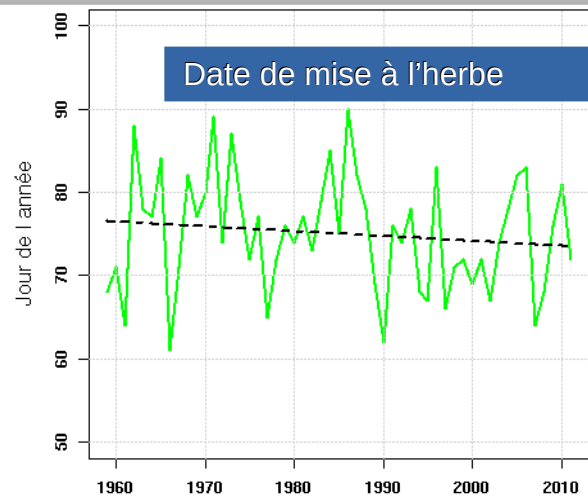
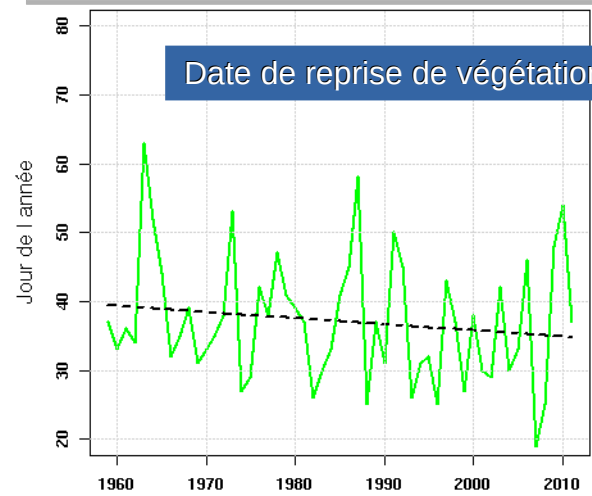
Percentage change in yields between 2010 and 2050



No data

Source: World Bank (2010)

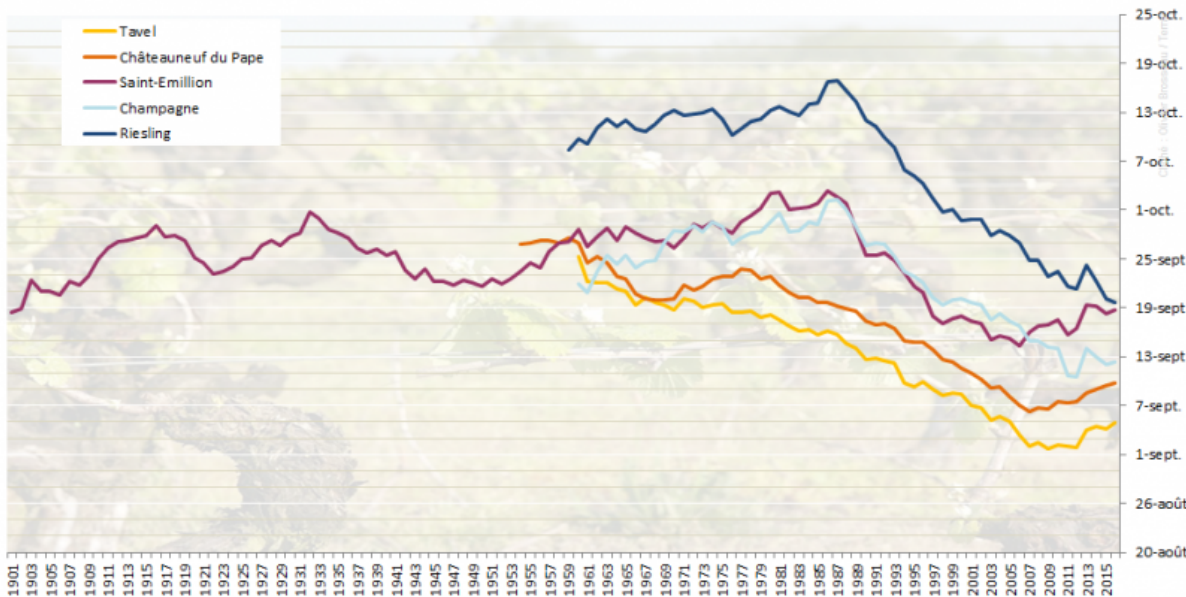
4- D'autres effets déjà observés, ou non - cultures



Source : ORACLE
Poitou-Charente

4- D'autres effets déjà observés, ou non - cultures

Evolution de la date de vendange entre 1901 et 2016 de différents vignobles français

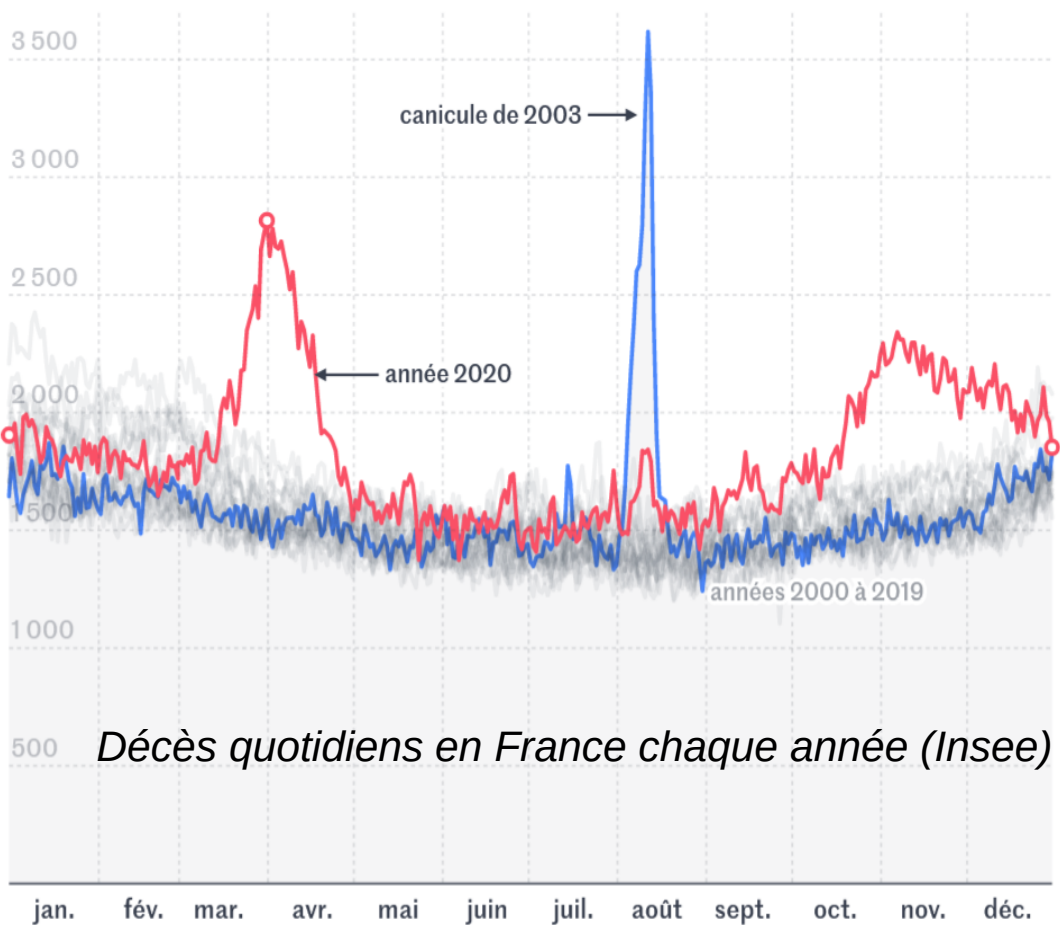


Note : 1901 = moyenne décennale 1892-1901 et 2016 = moyenne décennale 2007-2016.

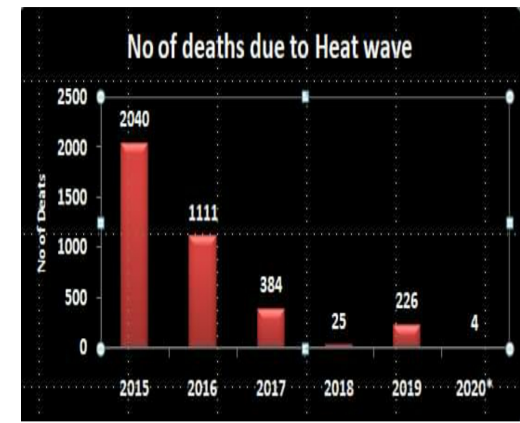
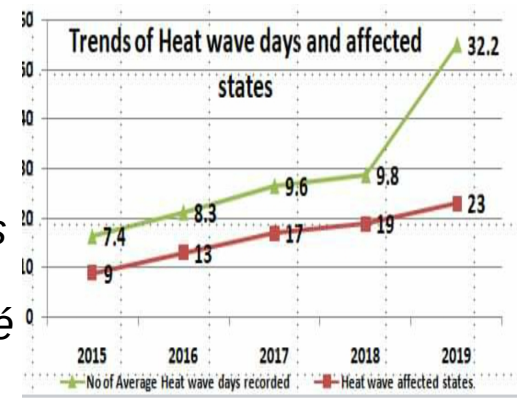
Origine des données : Inter-Rhône - ENITA Bordeaux - INRA Colmar - Comité interprofessionnel du vin de Champagne
 Traitements : ONERC - SOeS, 2017



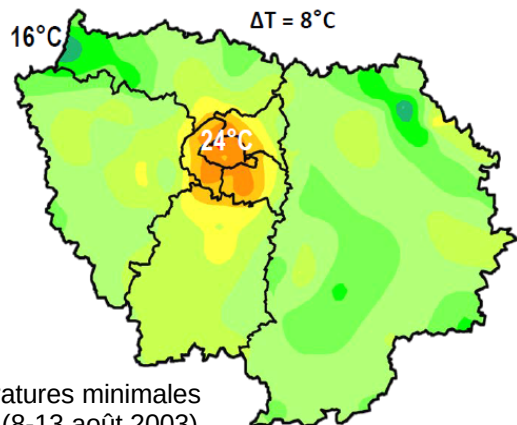
4- D'autres effets déjà observés, ou non - chaleurs



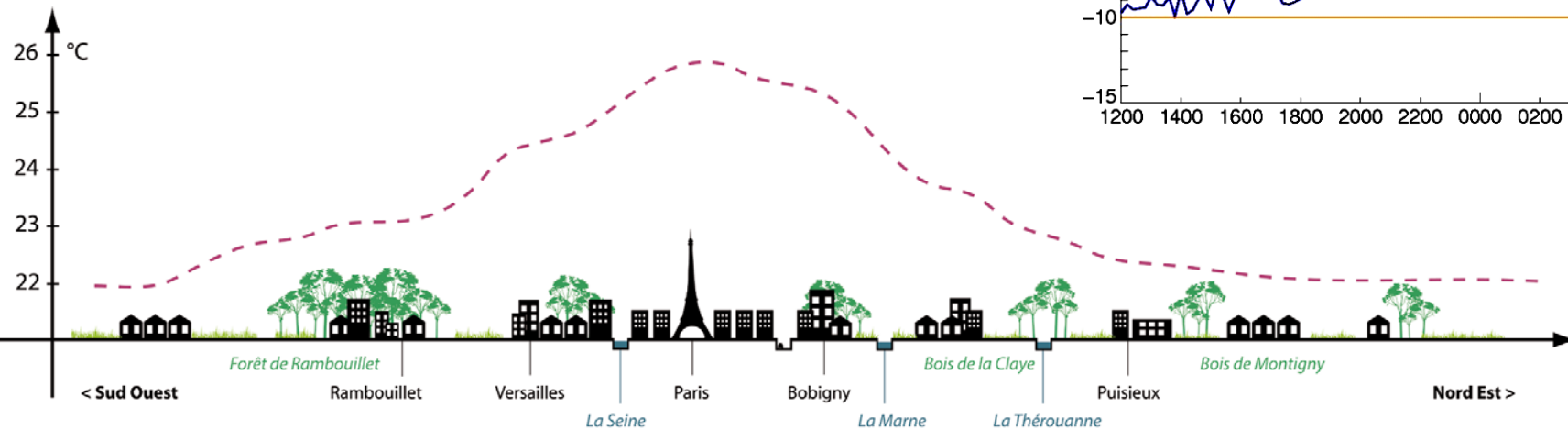
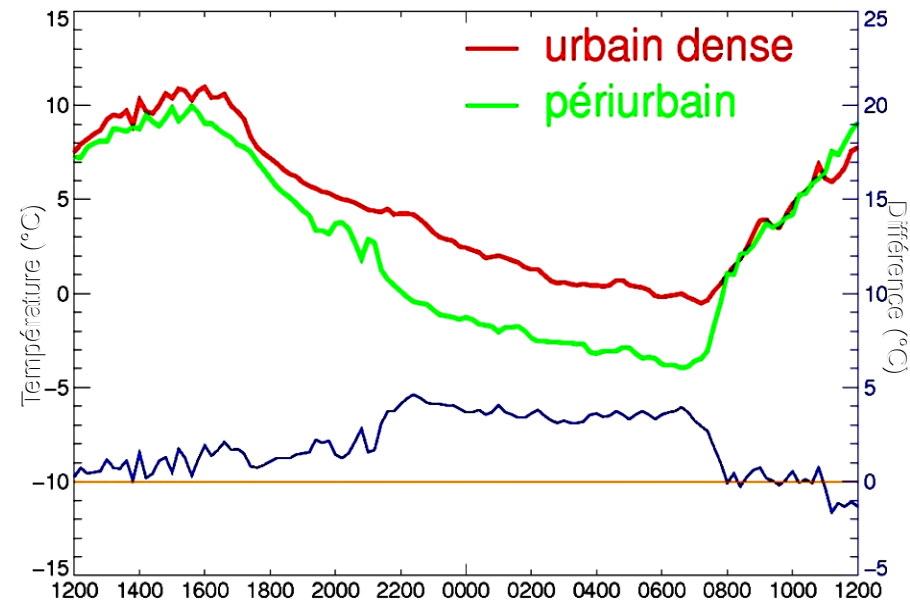
En Inde : hausse des canicules mais baisse de la mortalité liée aux canicules



4- D'autres effets déjà observés, ou non - chaleurs



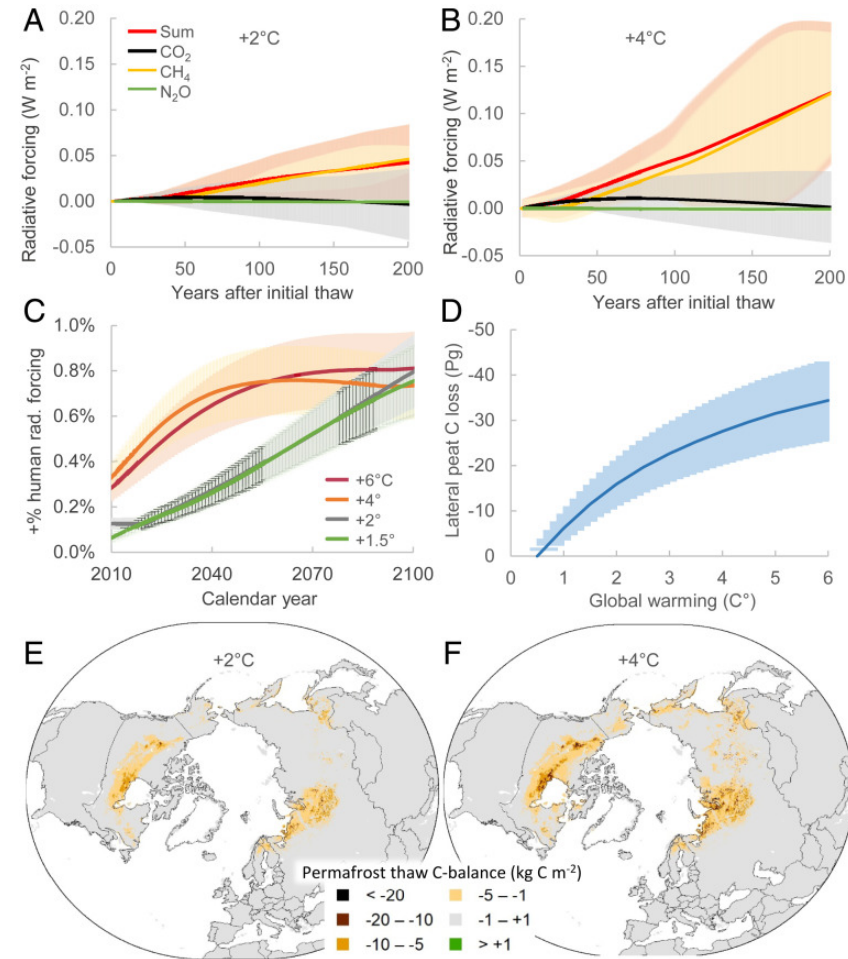
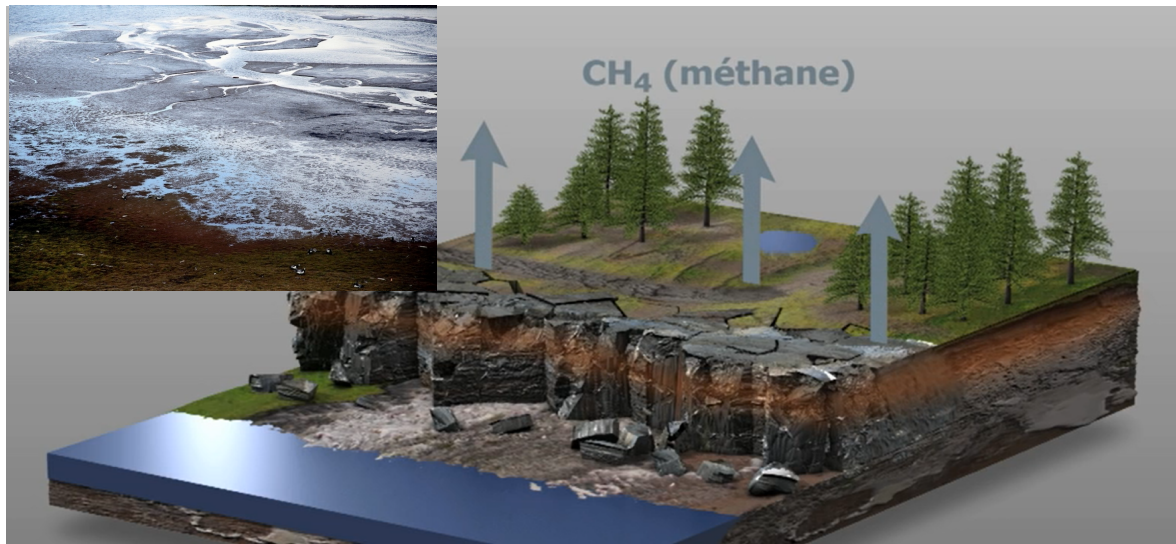
Températures minimales à Paris (8-13 août 2003)



4- D'autres effets déjà observés, ou non - incertitudes

La fonte du **PERGÉLISOL** ou **PERMAFROST** inquiète :

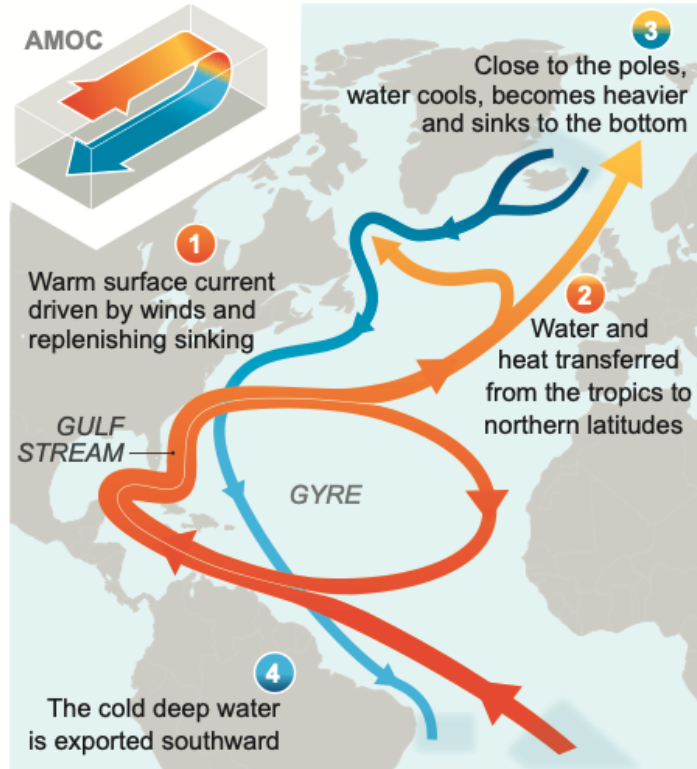
- 25 % des terres émergées de l'hémisphère Nord
- **puits** de Méthane et de CO_2 : 1 600 milliards tonnes
- dégagements nocifs de **bactéries** et de **virus**
- 1,5°C vs 2°C fait une grande différence !



4- D'autres effets déjà observés, ou non - incertitudes

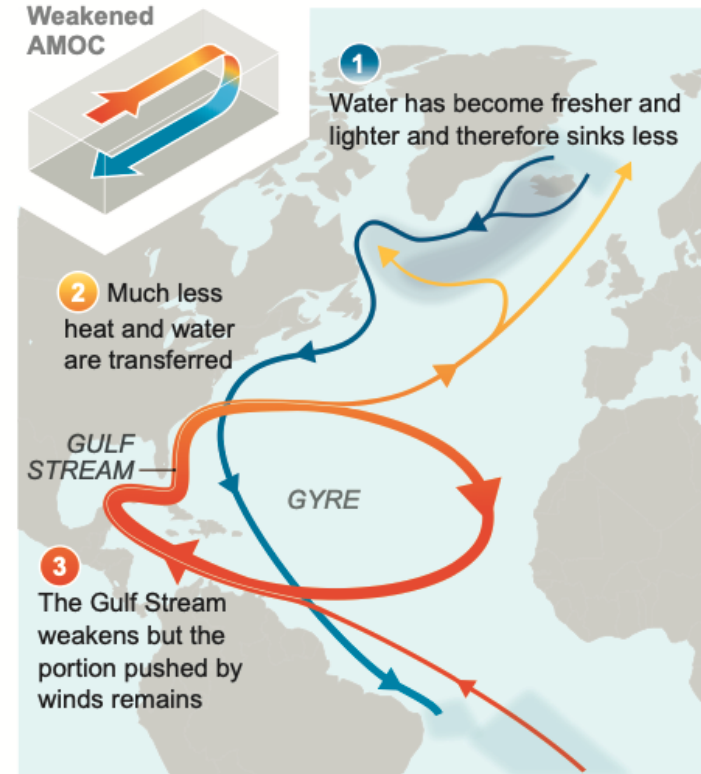
Today

The Gulf Stream is part of both the horizontal, subtropical gyre and the vertical, Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC)



In a warmer world

Climate change weakens the AMOC, which slows the Gulf Stream down



Conclusions...

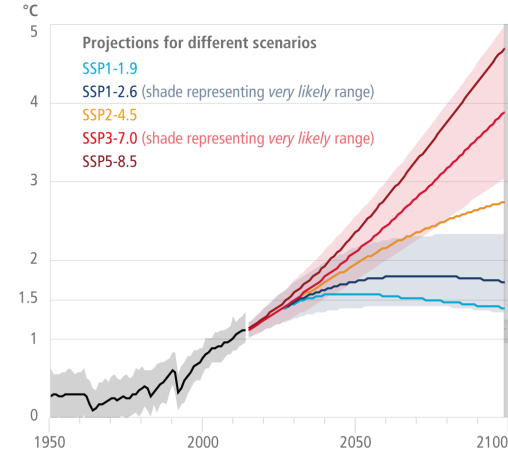
- **Le lobbying intense des climato-dénialistes/sceptiques ne doit pas faire oublier que :**
 - L'augmentation du CO₂ atmosphérique récent n'est pas remise en cause
 - L'augmentation de la température moyenne de la Terre n'est pas remise en cause
 - L'origine humaine n'est pas (sérieusement) remise en cause
 - Tous les effets naturels connus sont pris en compte
 - Certains des changements climatiques annoncés sont déjà observés
- **Dans l'état actuel des connaissances : une diminution du CO₂ peut inverser la tendance**
 - **Chaque fraction de °C compte - rien n'est trop tard**



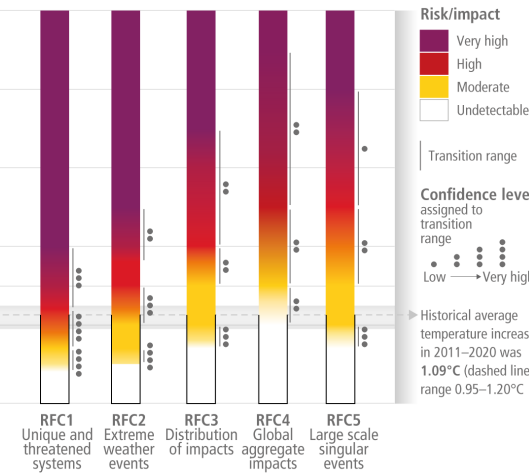
Conclusions...

Global and regional risks for increasing levels of global warming

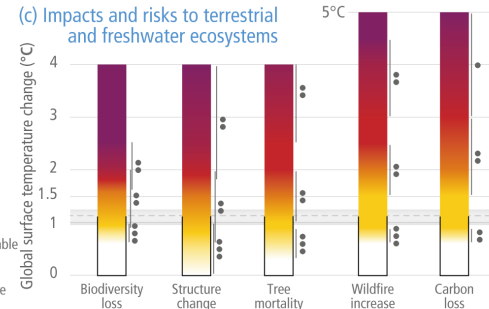
(a) Global surface temperature change
Increase relative to the period 1850–1900



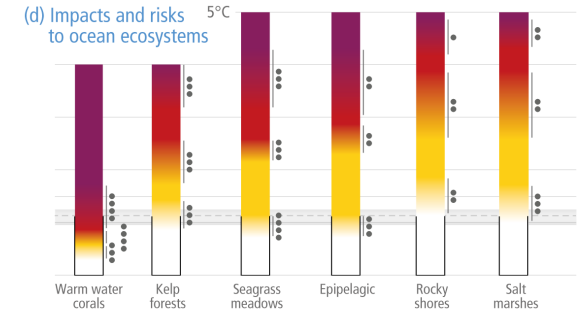
(b) Reasons for Concern (RFC)
Impact and risk assessments assuming low to no adaptation



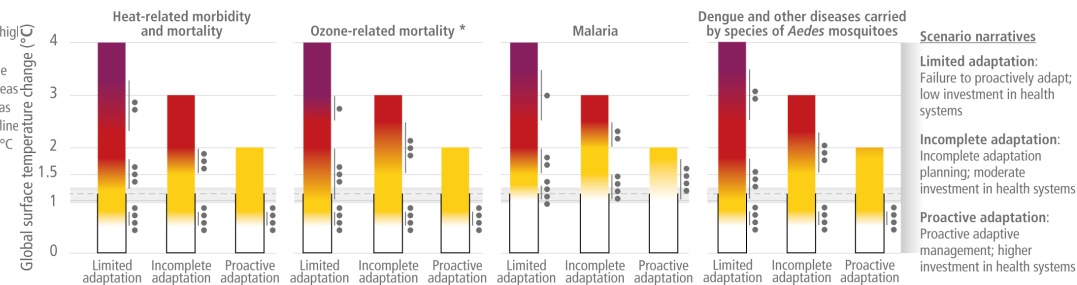
(c) Impacts and risks to terrestrial and freshwater ecosystems



(d) Impacts and risks to ocean ecosystems



(e) Climate sensitive health outcomes under three adaptation scenarios

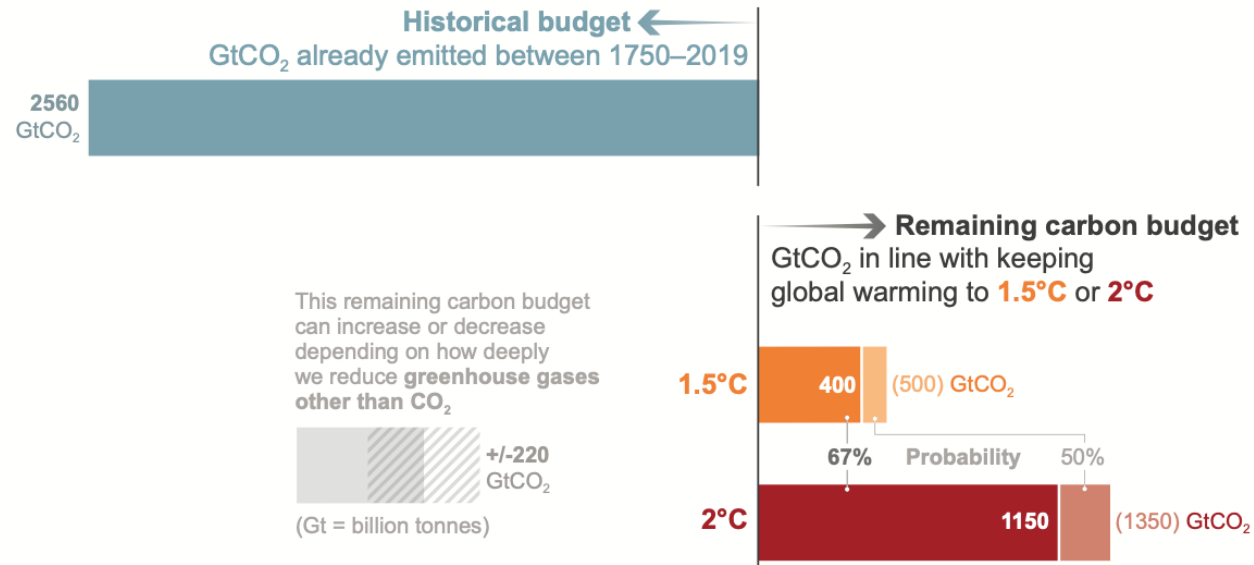


* Mortality projections include demographic trends but do not include future efforts to improve air quality that reduce ozone concentrations.

- **+3-4°C** – extinctions majeures dans le monde
- **+1,5-3°C**
 - **30-40 % des espèces condamnées à l'extinction**
- **Jusqu'à +1,5°C**
 - **10-15 % des espèces condamnées**

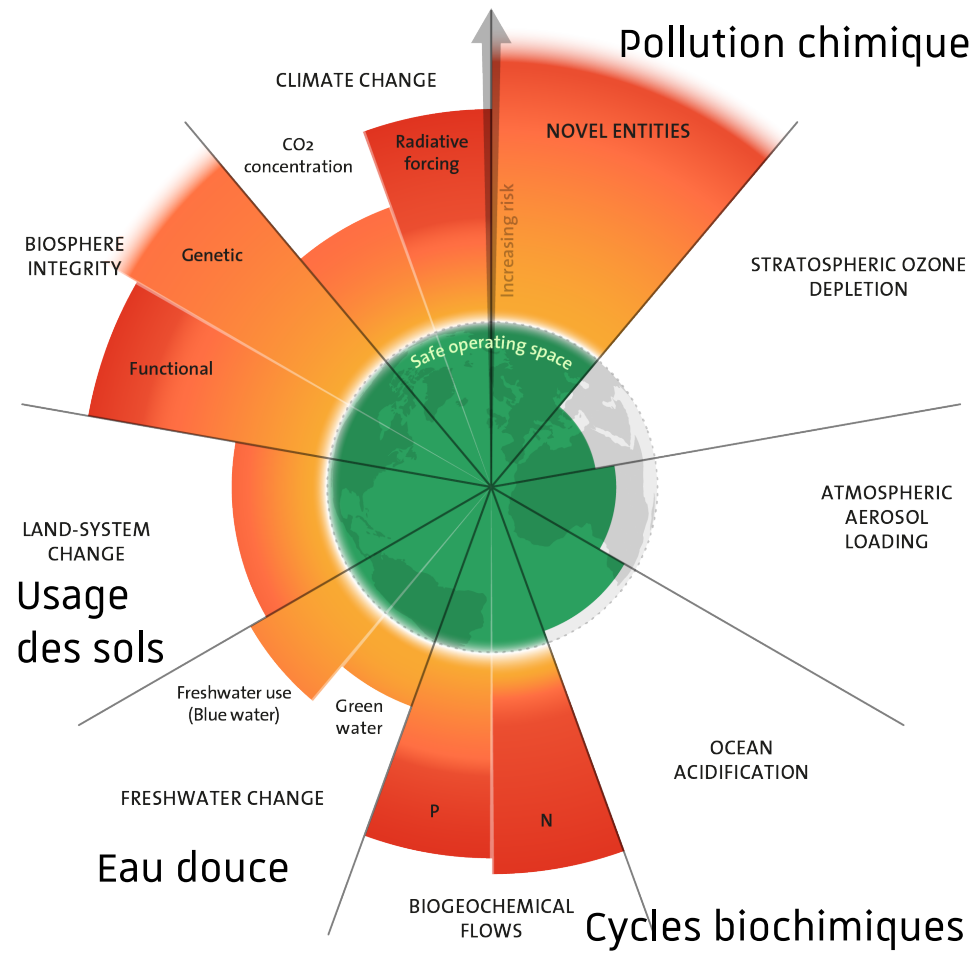
FAQ 5.4: What are Carbon Budgets?

The term carbon budget is used in several ways. Most often the term refers to the total net amount of carbon dioxide (CO₂) that can still be emitted by human activities while limiting global warming to a specified level.



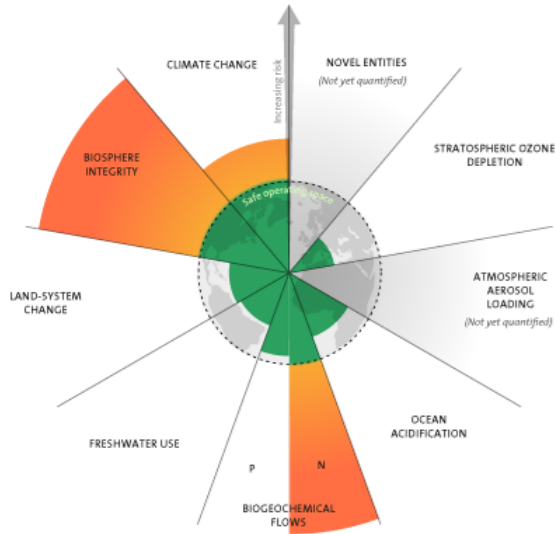
FAQ 5.4, Figure 1 | Various types of carbon budgets. Historical cumulative carbon dioxide (CO₂) emissions determine to a large degree how much the world has warmed to date, while the remaining carbon budget indicates how much CO₂ could still be emitted while keeping warming below specific temperature thresholds. Several factors limit the precision with which the remaining carbon budget can be estimated. Therefore, estimates need to specify the probability with which they aim at limiting warming to the intended target level (e.g., limiting warming to 1.5°C with a 67% probability).

Conclusions...



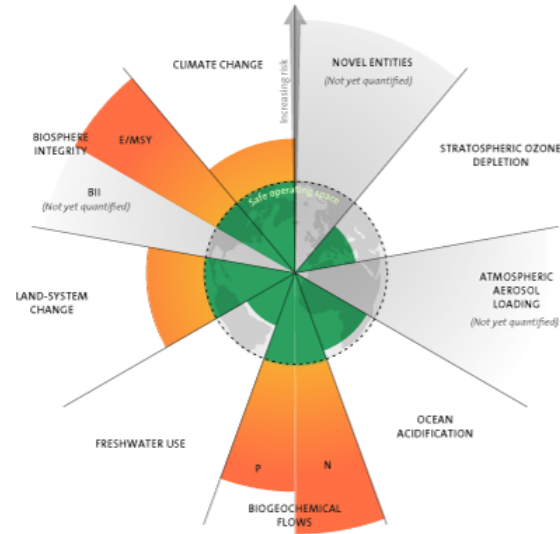
Conclusions...

2009



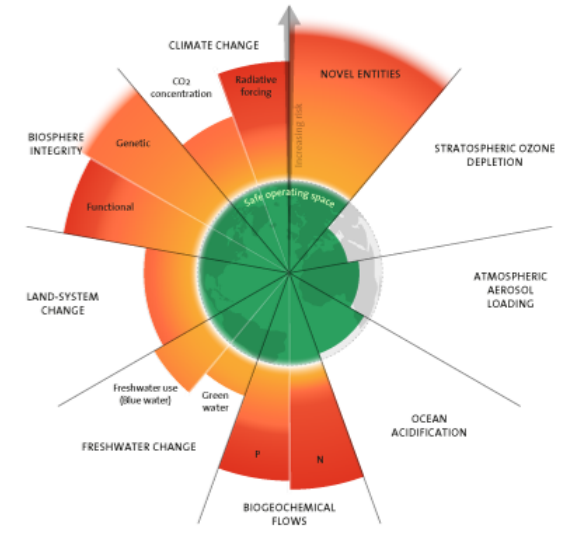
3 boundaries crossed

2015



4 boundaries crossed

2023



6 boundaries crossed

<https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>



Physique pour Tous ! Saison 6 – Cycle de Rentrée
Les calottes sont cuites 4/4

Physique
pour Tous !

Mardi 10/10 – Faits scientifiques & contre-vérités



ANNÉE 2023-2024
DE LA PHYSIQUE



18h15 → 19h45

Amphithéâtre Fresnel
Institut de Physique
3-5 rue de l'université

Aussi en visio !



contact : physiquepourtous@unistra.fr / web : physiquepourtous.unistra.fr