

Changement climatique: état des lieux

Valérie Masson-Delmotte

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (CEA-CNRS-UVSQ)

Institut Pierre Simon Laplace, Gif-sur-Yvette, France





Physique des fluides
Thermodynamique
Transferts radiatifs

Datations/reconstructions
Super calculateurs
Satellites



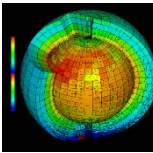
Antiquité

Moyen
Age

17^{ème} siècle
Instruments
météo

19^{ème} siècle
Réseaux
Glaciations
Effet de serre

20^{ème} siècle
Climats passés
Modélisation du climat



- Une large communauté scientifique
- Plus de 15 000 publications scientifiques par an
- Synthèse de l'état des connaissances: rapports du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat (GIEC) (OMM/ONU)

Messages clés

19 points

Résumé pour Décideurs
~14,000 mots

14 Chapitres
Atlas des projections

54,677 commentaires
de 1089 experts

259 auteurs
et 600 contributeurs

9200 publications citées

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

CLIMATE CHANGE 2013

The Physical Science Basis

WG I

WORKING GROUP I CONTRIBUTION TO THE
FIFTH ASSESSMENT REPORT OF THE
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE



Illustration des progrès des observations atmosphériques

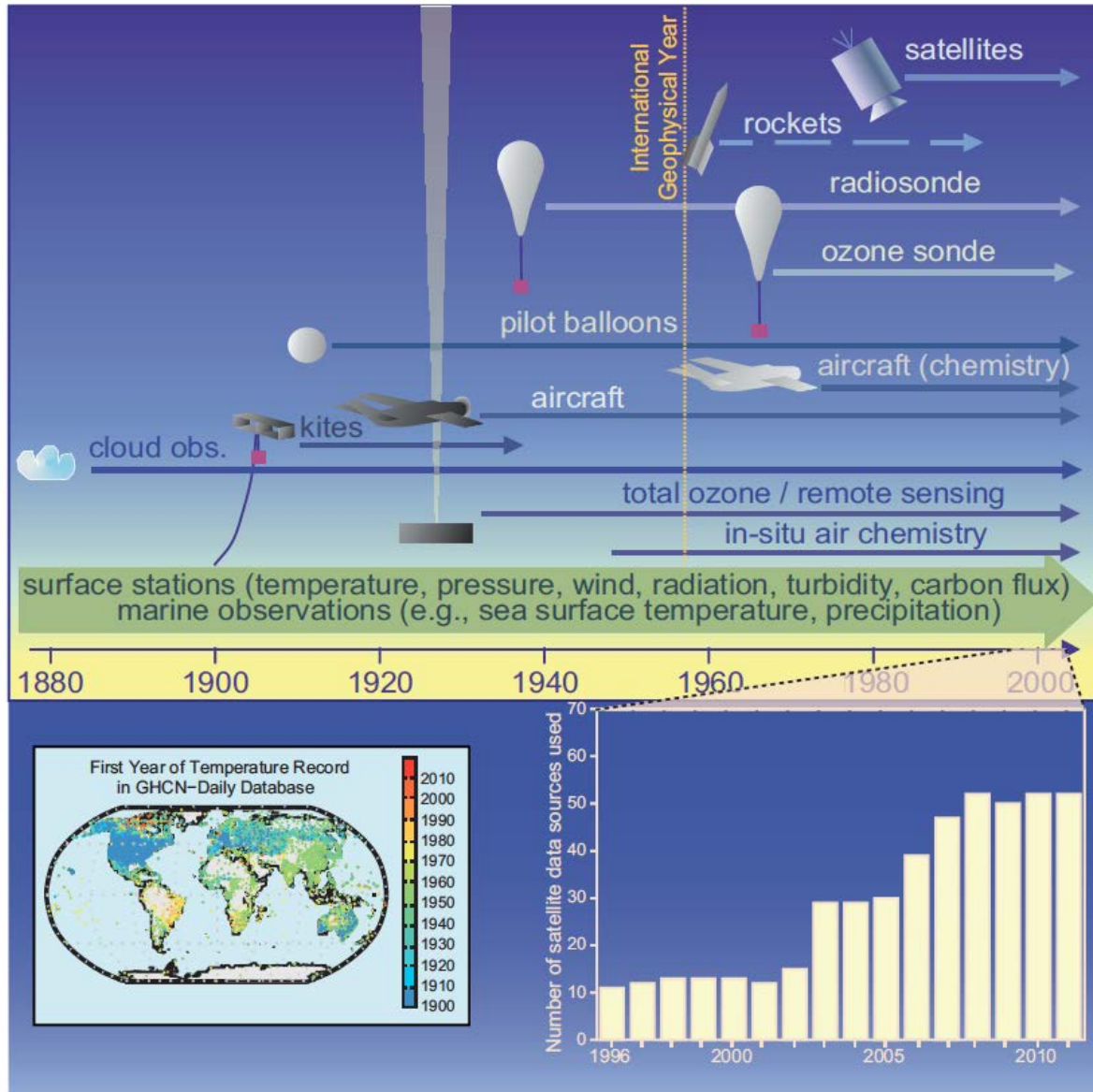
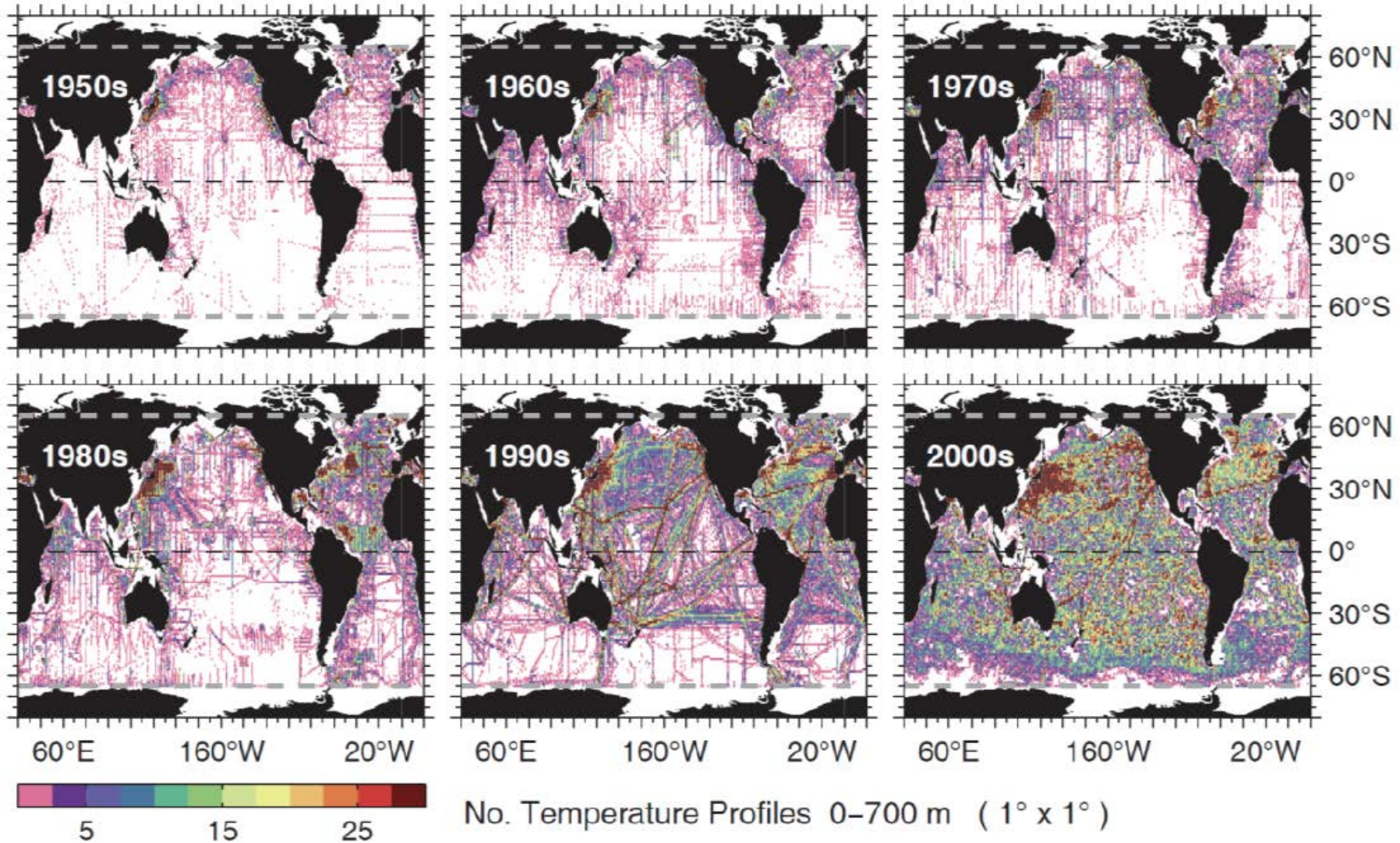


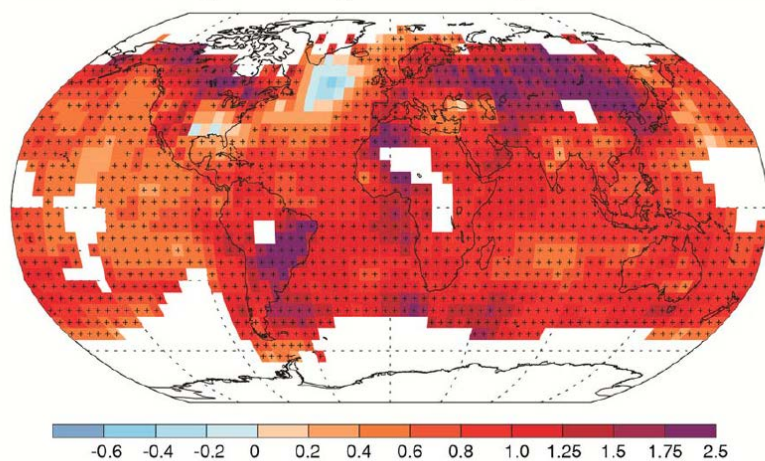
Illustration des progrès des observations océanographiques



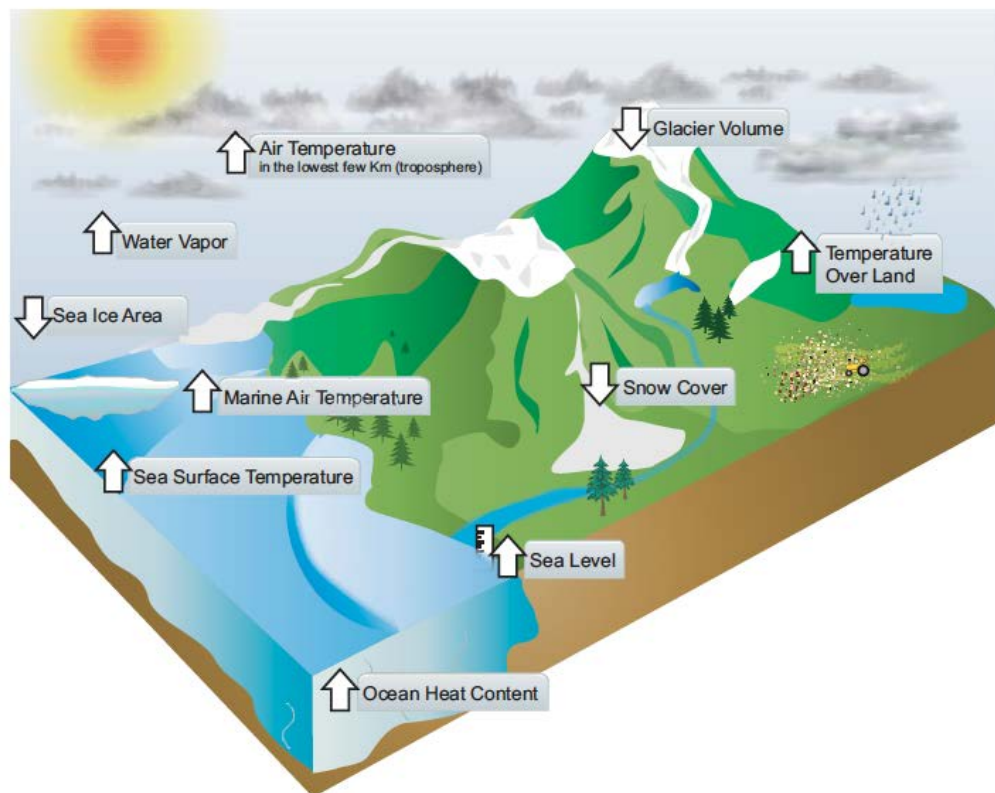
Le réchauffement du système climatique est sans équivoque.

Depuis les années 1950, beaucoup des changements observés sont sans précédent à l'échelle des dernières décennies à millénaires.

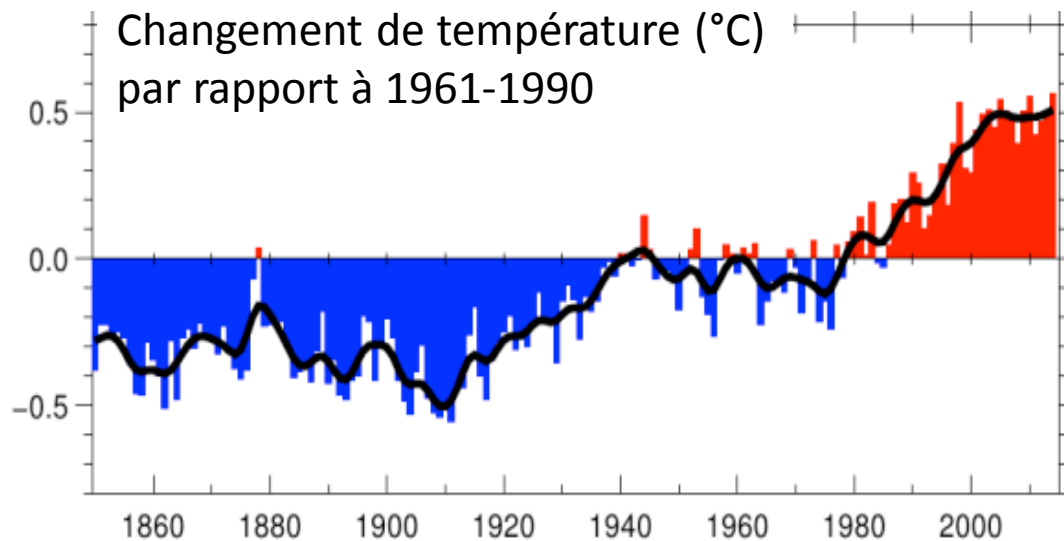
Evolution entre 1901 et 2012



Température (°C)

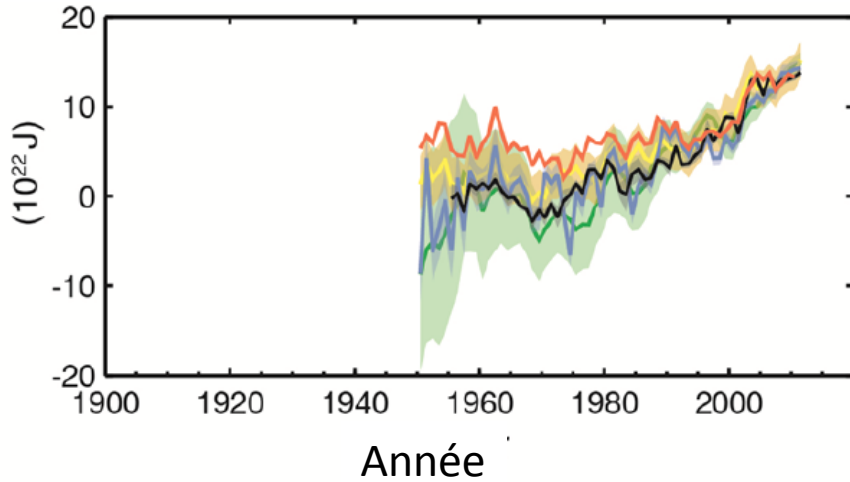


Chacune des 3 dernières décennies a été successivement la plus chaude depuis le début des mesures météorologiques.

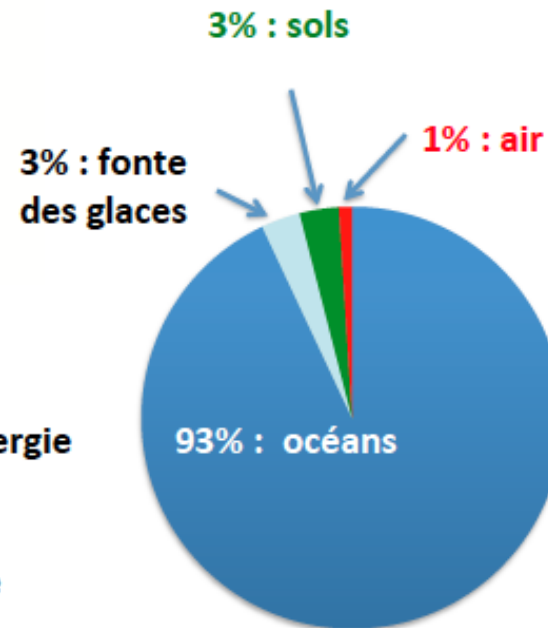


Dans l'hémisphère nord, la période 1983-2012 a été la plus chaude depuis 1400 années.

Energie stockée dans les 700 premiers mètres d'océan



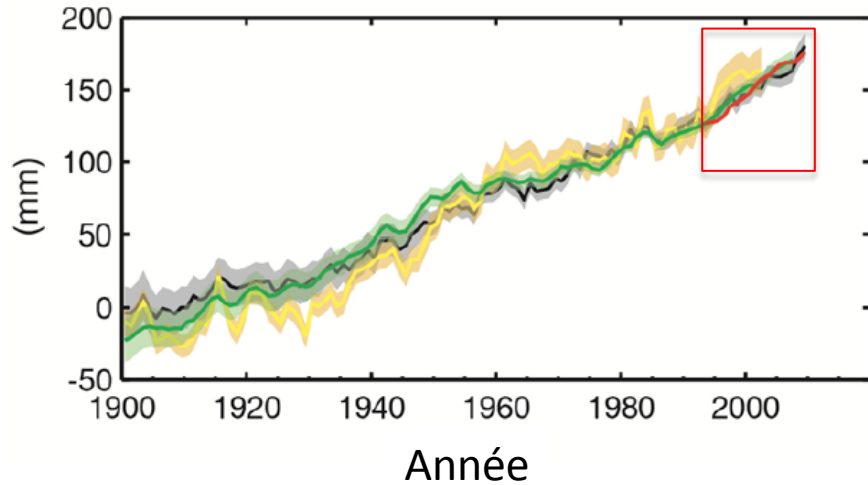
**Répartition de l'énergie
supplémentaire
accumulée dans le
système climatique**



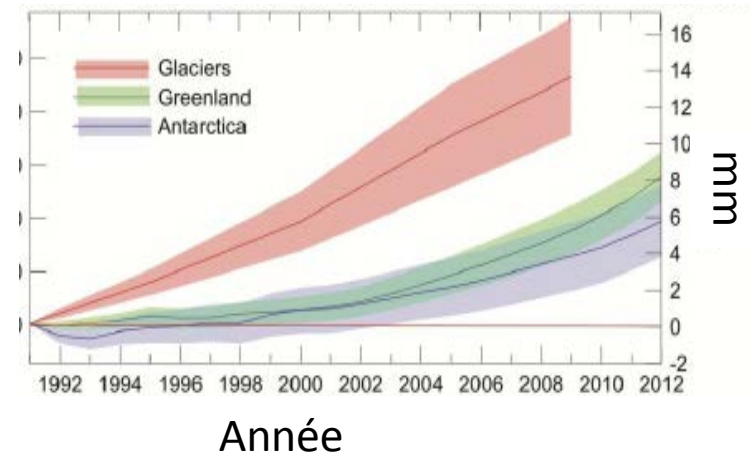
Le réchauffement des océans représente plus de 90% de l'énergie supplémentaire accumulée dans le système climatique.

Sur la période 1901-2010, le niveau moyen des mers a augmenté de 19 cm.

Montée du niveau moyen des mers



Contribution des glaciers et calottes

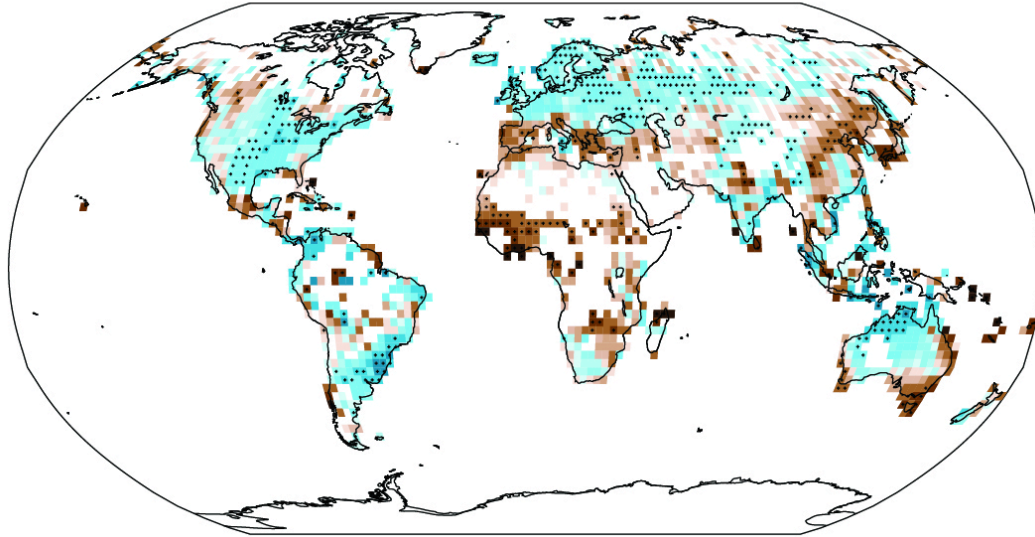


Cette augmentation est une rupture par rapport à un niveau des mers globalement stable au cours des 3000 ans précédents.

Précipitations

+ événements de fortes précipitations

1951–2010

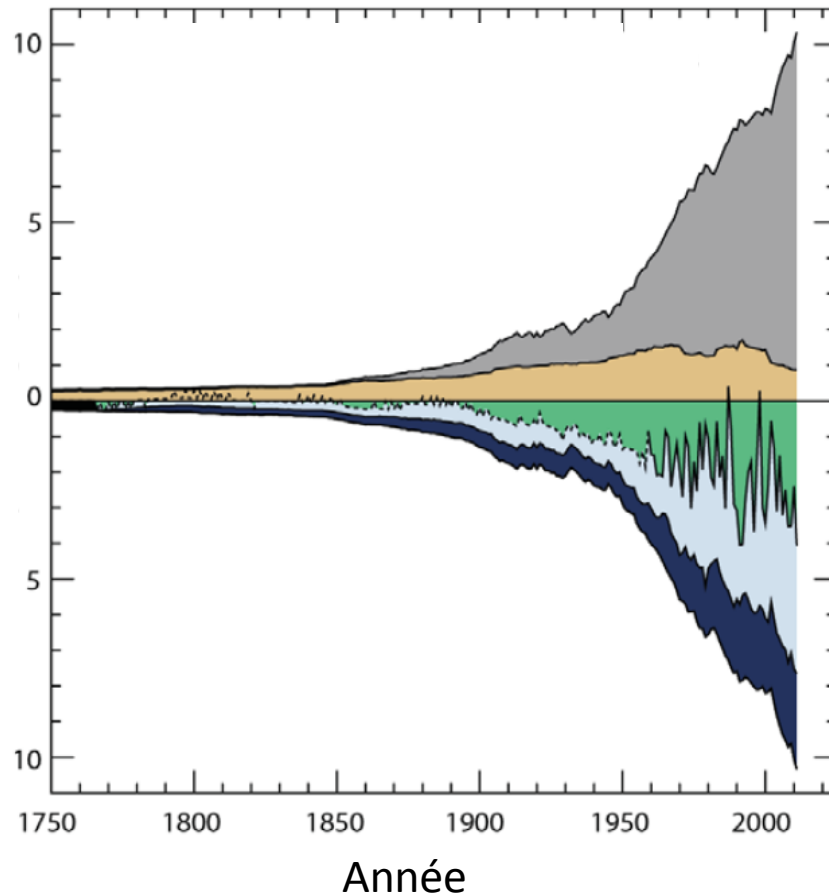


Il est *très probable* que les régions à salinité élevée (où l'évaporation domine le bilan d'eau en surface) sont devenues plus salines, tandis que les régions à faible salinité (où les précipitations dominent) sont devenues moins salées depuis les années 1950.

Les teneurs en CO_2 , CH_4 et N_2O dans l'atmosphère ont atteint des niveaux sans précédent depuis plus de 800,000 ans.



Emissions anthropiques de CO₂ et répartition (PgC par an)



Energies fossiles et ciment

Déforestation/reforestation

Sols et végétation

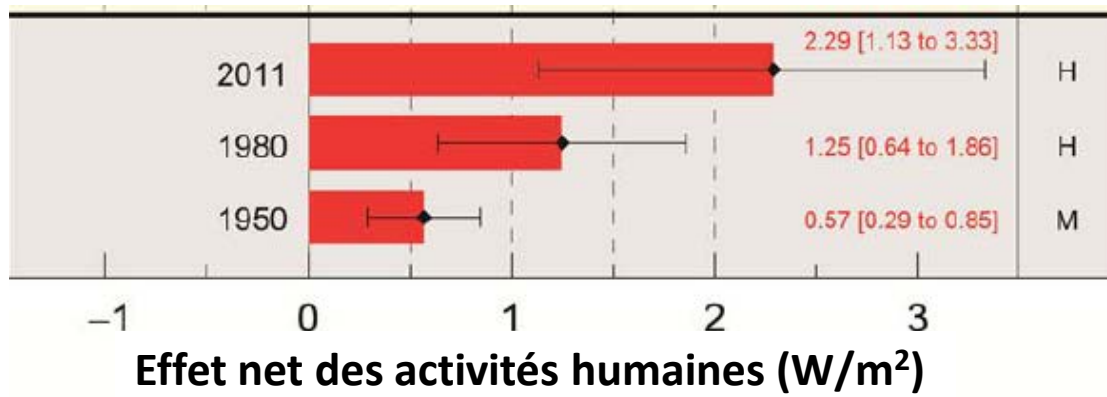
Atmosphère

Océan

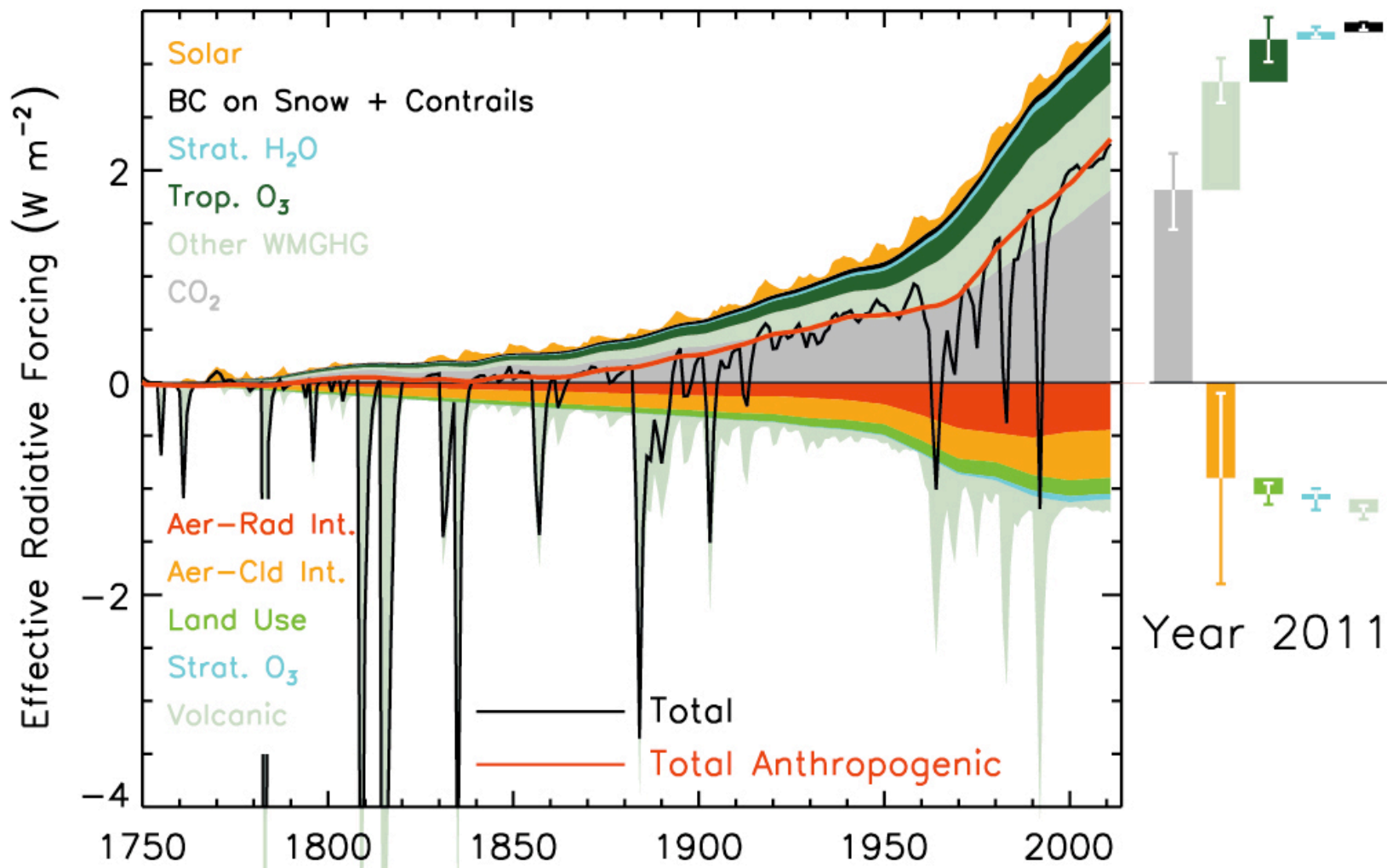
La concentration atmosphérique en CO₂ a augmenté de 40% depuis 1750.

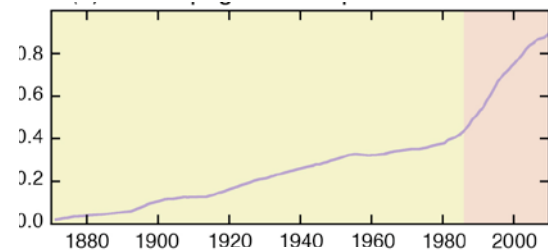
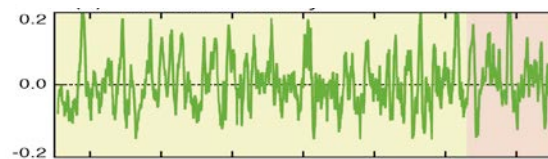
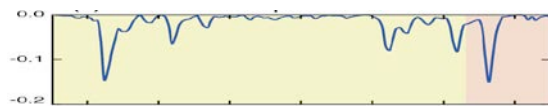
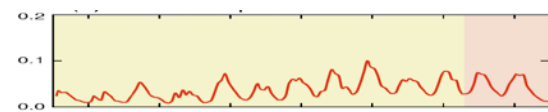
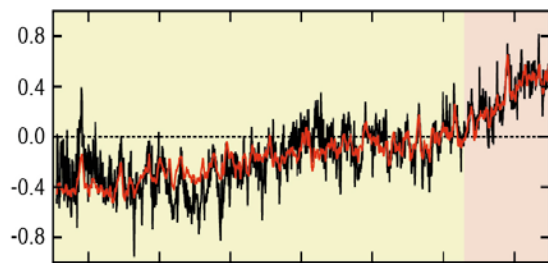
L'océan a absorbé 30% des émissions anthropiques, ce qui cause son acidification.

L'influence humaine sur les échanges de rayonnement entre la Terre et l'espace conduit à une accumulation d'énergie dans le système climatique.



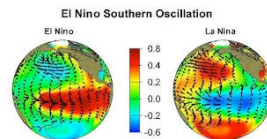
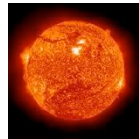
Perturbations radiatives naturelles et anthropiques





Année

Changement de température (°C)



partie due au Soleil

aux volcans

aux évènements El Niño

aux activités humaines

Variabilité
« naturelle »

L'influence humaine a été la principale cause du réchauffement observé depuis le milieu du 20^{ème}, et les processus naturels modulent le rythme du réchauffement.



INSTITUT PIERRE SIMON LAPLACE

LABORATOIRE DES SCIENCES
DU CLIMAT ET DE L'ENVIRONNEMENT

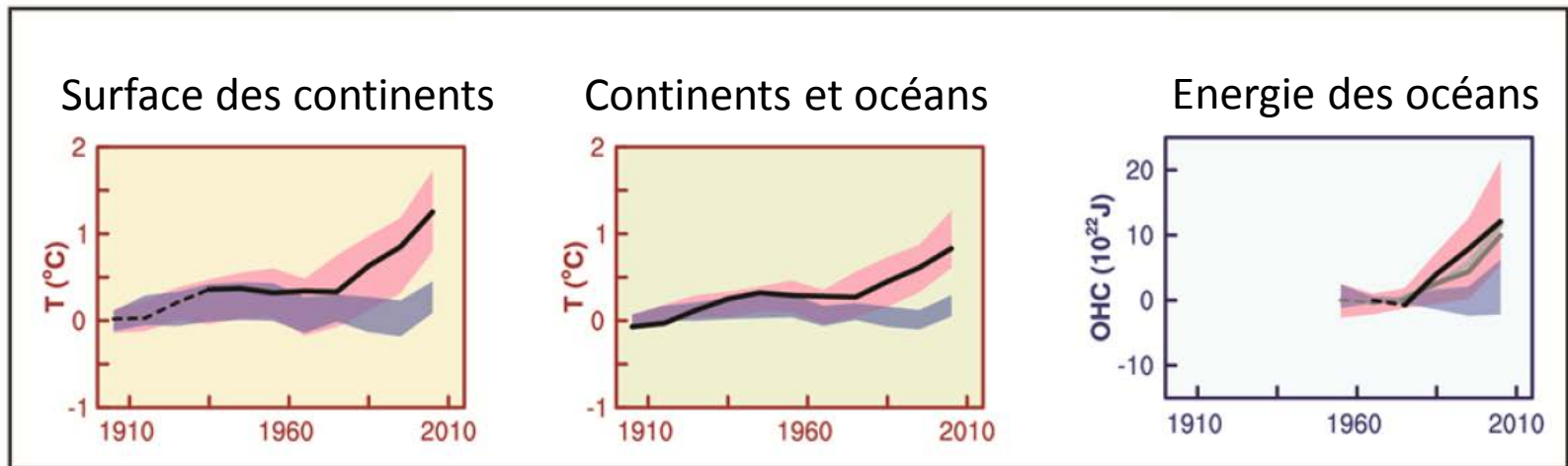
LABORATOIRE DE MÉTÉOROLOGIE DYNAMIQUE

LABORATOIRE D'Océanographie ET DU CLIMAT:
EXPÉRIMENTATION ET APPROCHES NUMÉRIQUES



DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

L'influence humaine a été la principale cause du réchauffement observé depuis le milieu du 20ème siècle.













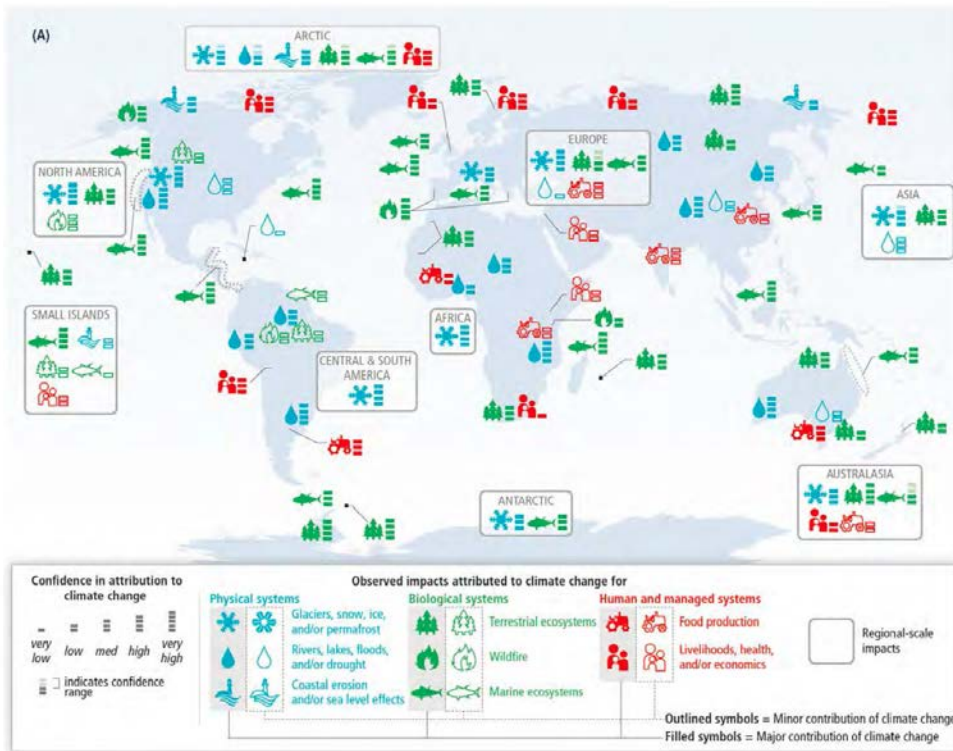
— Observations

■ Simulations avec les facteurs naturels seuls (soleil, volcans)
■ Simulations avec facteurs naturels et activités humaines

L'influence humaine a été détectée dans le réchauffement de l'atmosphère, de l'océan, les changements du cycle de l'eau, la réduction des zones enneigées et englacées, la montée du niveau des mers et les changements de certains événements extrêmes.

Climate-related drivers of impacts

									
Warming trend	Extreme temperature	Drying trend	Extreme precipitation	Precipitation	Snow cover	Damaging cyclone	Sea level	Ocean acidification	Carbon dioxide fertilization



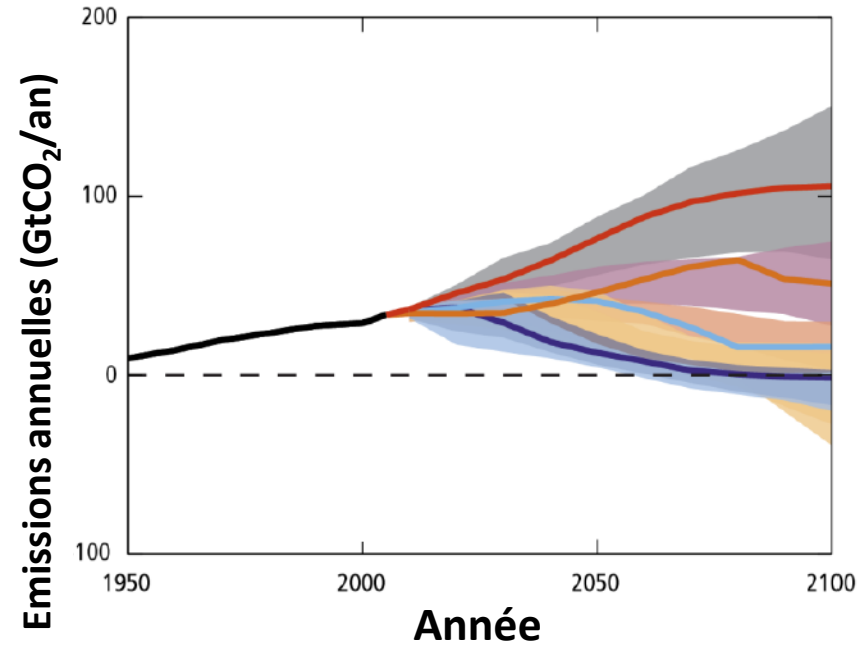
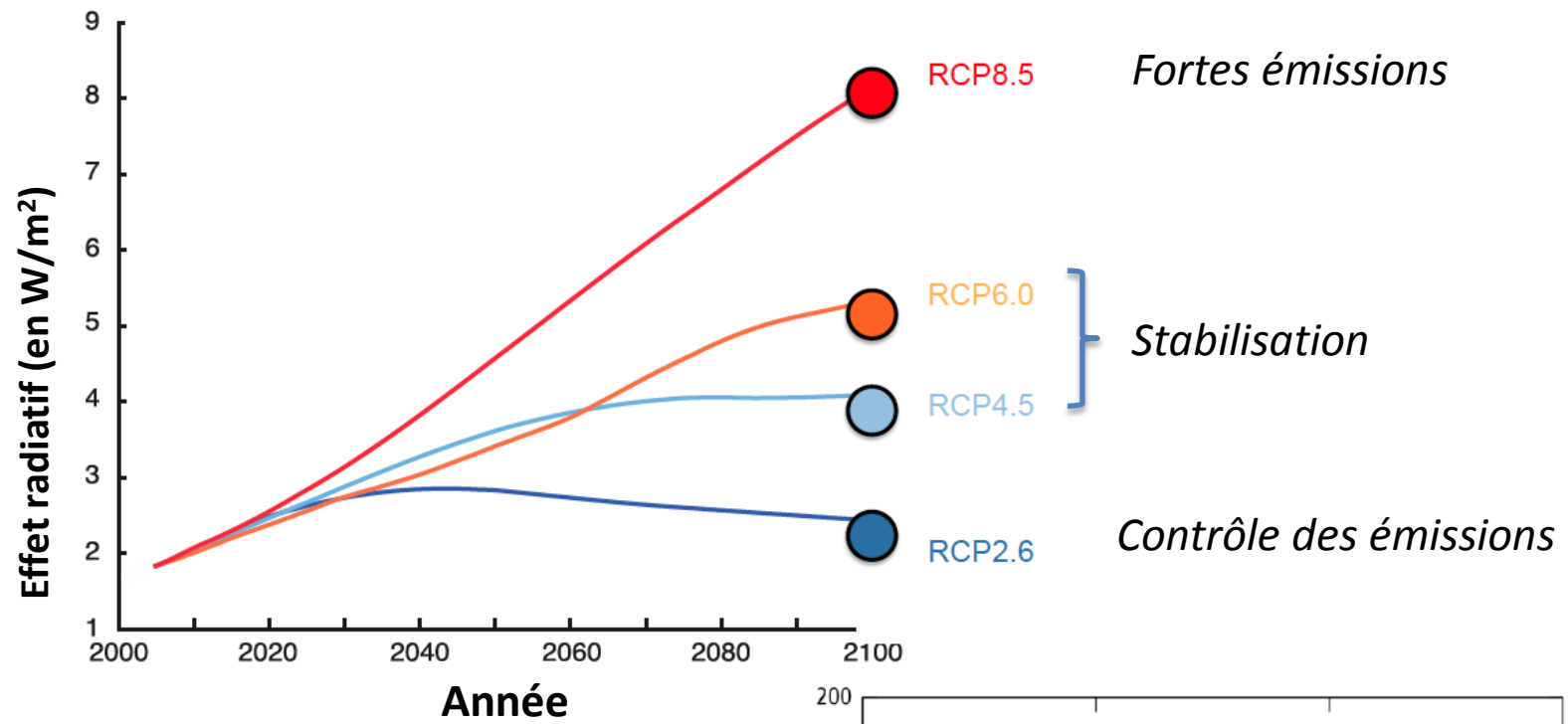
(IPCC Groupe 2)

- Impacts négatifs sur les rendements agricoles
- Diminution de la mortalité liée aux pics de froid, augmentation de la mortalité liée aux vagues de chaleur

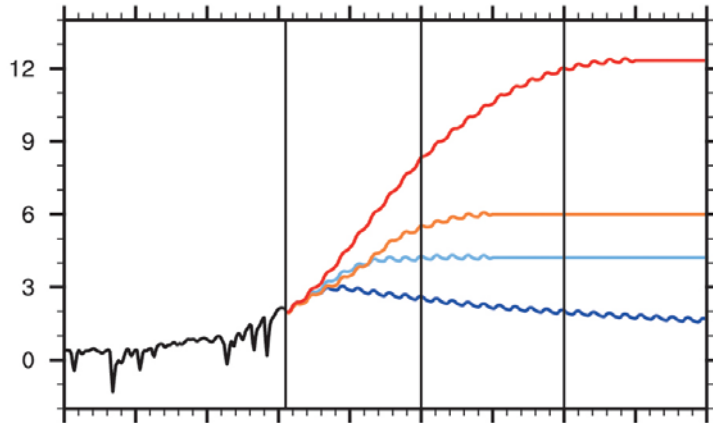
Le changement climatique a déjà des impacts sur **le cycle de l'eau, les rendements agricoles, les systèmes naturels marins et terrestres et sur les sociétés humaines. Les populations les plus pauvres sont les plus vulnérables.**

Quels sont les changements à venir?

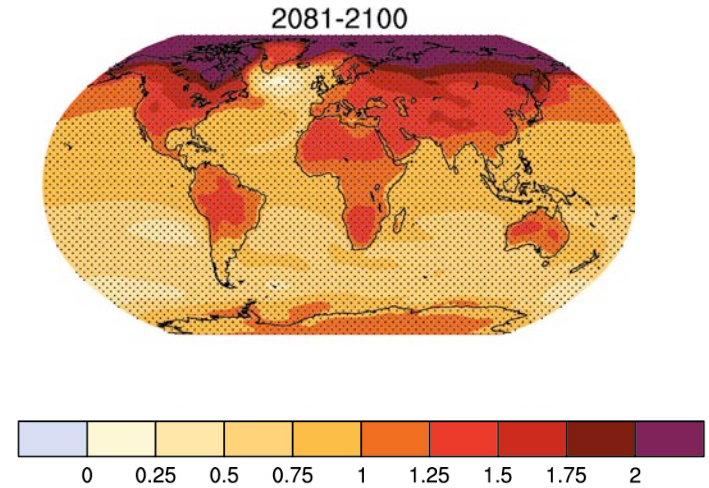
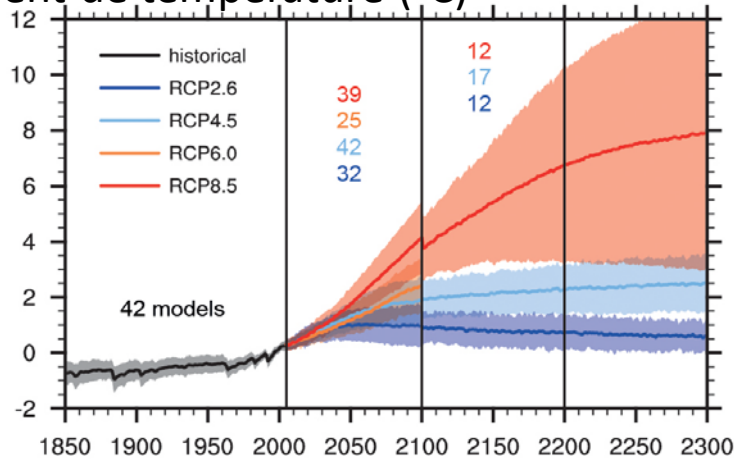
Scénarios RCP : « Representative concentration pathways » (en W/m^2)



Forçage radiatif (W/m^2)



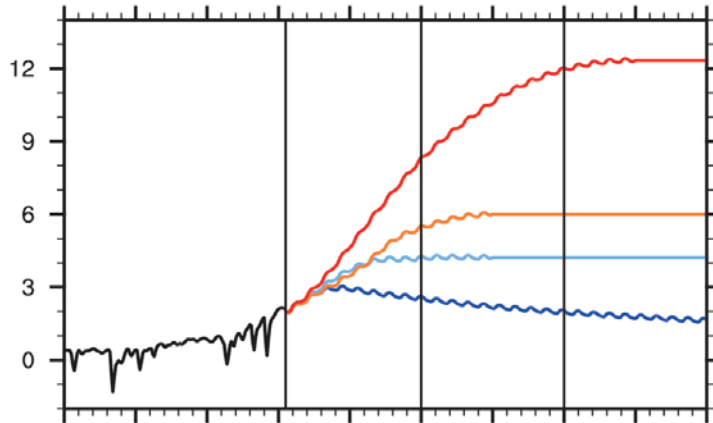
Changement de température ($^{\circ}\text{C}$)



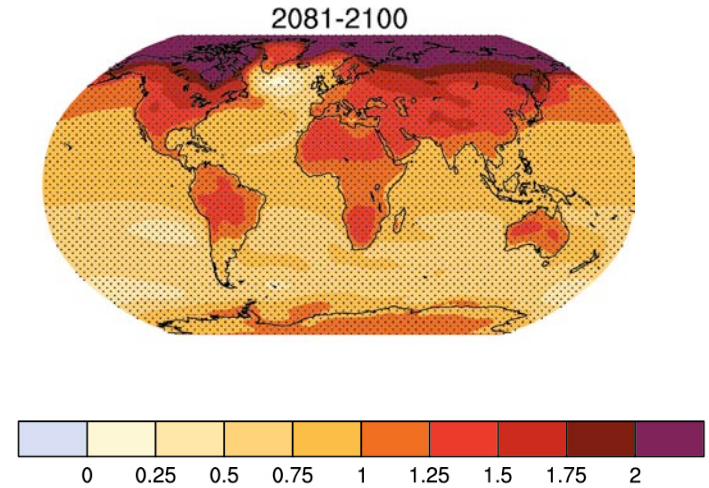
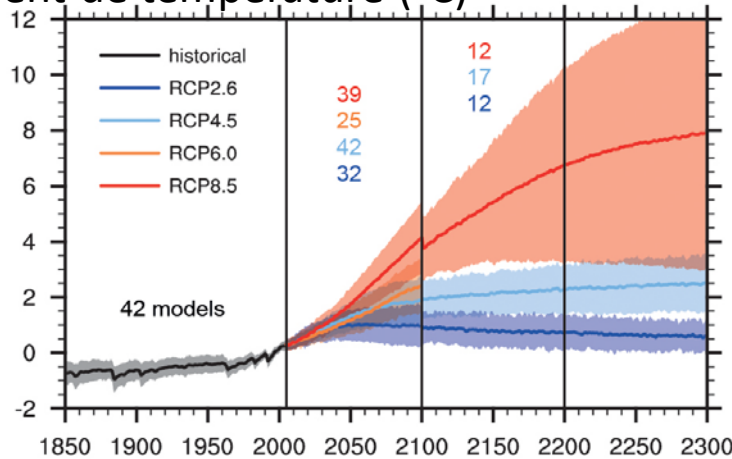
Carte des changements de température par $^{\circ}\text{C}$ de réchauffement global

La plupart des caractéristiques du changement climatique persisteront pendant plusieurs siècles même si les émissions de CO_2 sont arrêtées.

Forçage radiatif (W/m^2)



Changement de température ($^{\circ}\text{C}$)



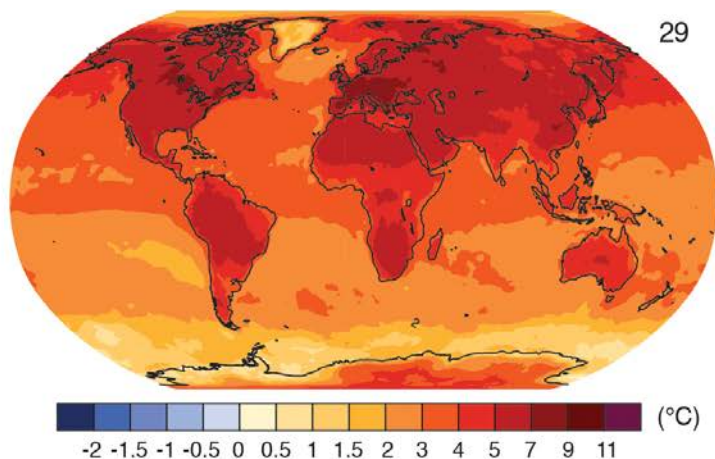
Carte des changements de température par $^{\circ}\text{C}$ de réchauffement global

Une partie de l'évolution future du climat est inéluctable.

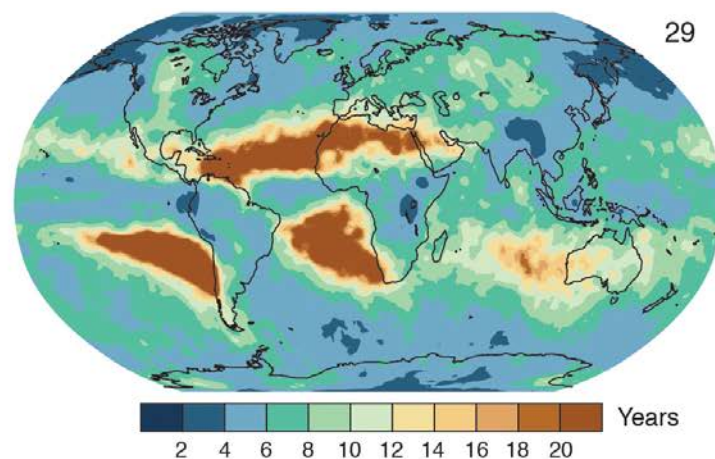
L'amplitude du réchauffement dépendra des rejets de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

RCP8.5

Intensité des vagues de chaleur

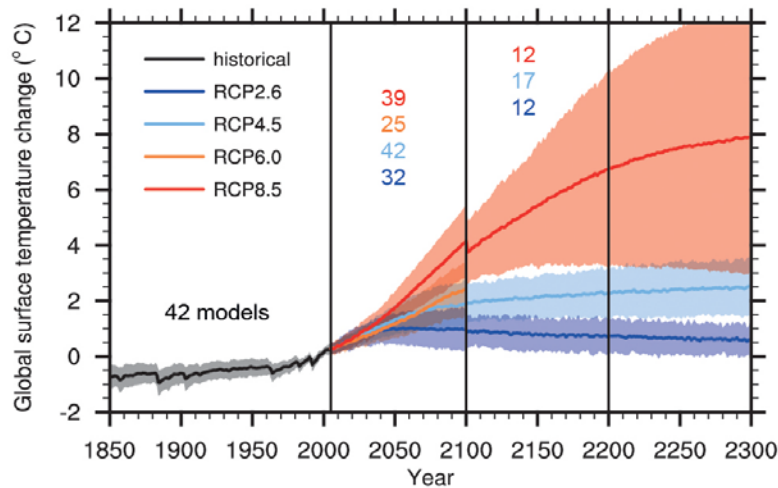
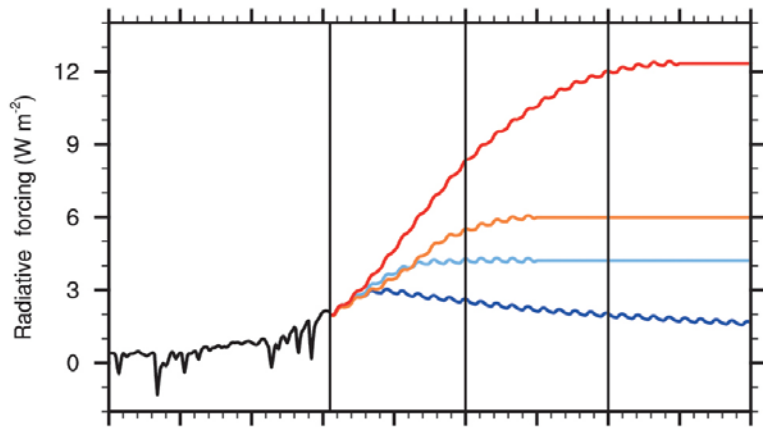


Fréquence des évènements de fortes pluies



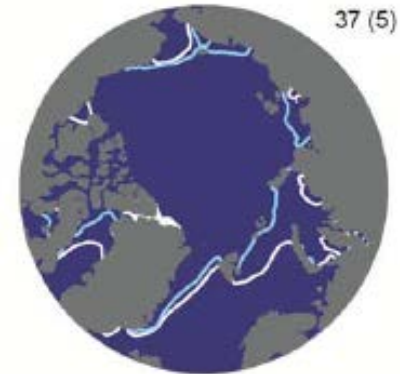
Les vagues de chaleur seront plus fréquentes et dureront plus longtemps.

Les évènements de précipitations extrêmes seront plus intenses et fréquents sur les continents des moyennes latitudes et les régions tropicales humides.



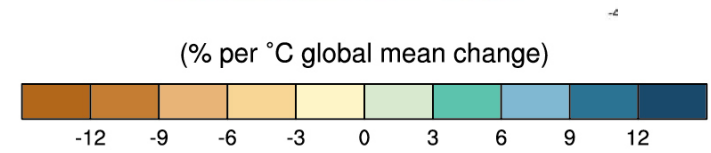
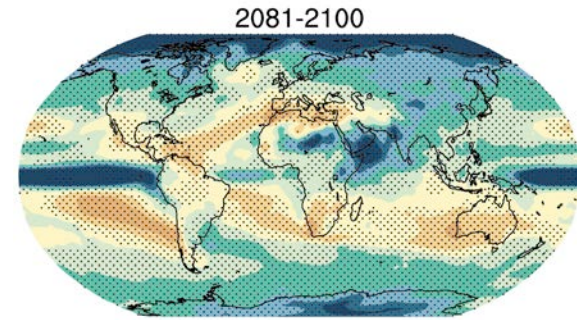
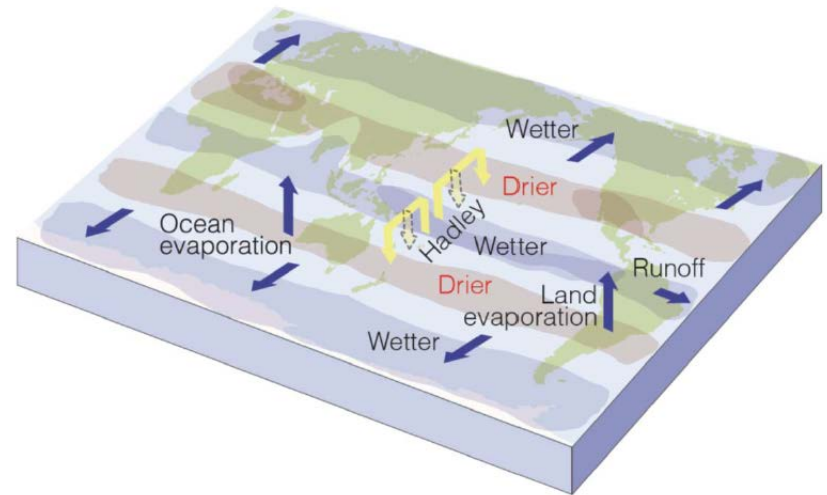
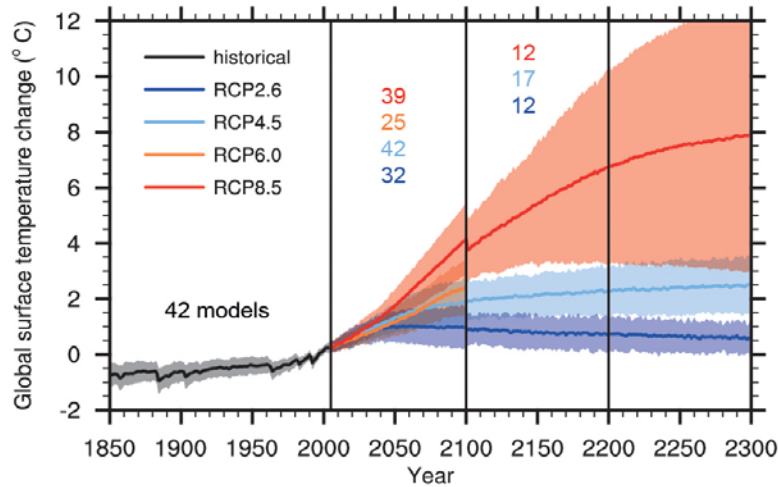
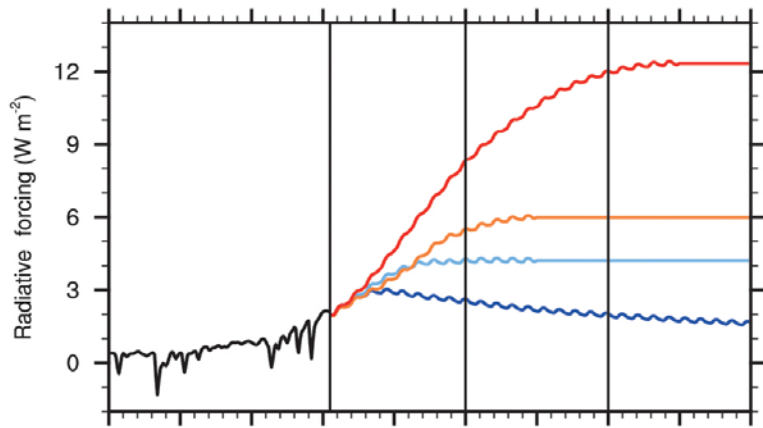
RCP2.6

RCP8.5

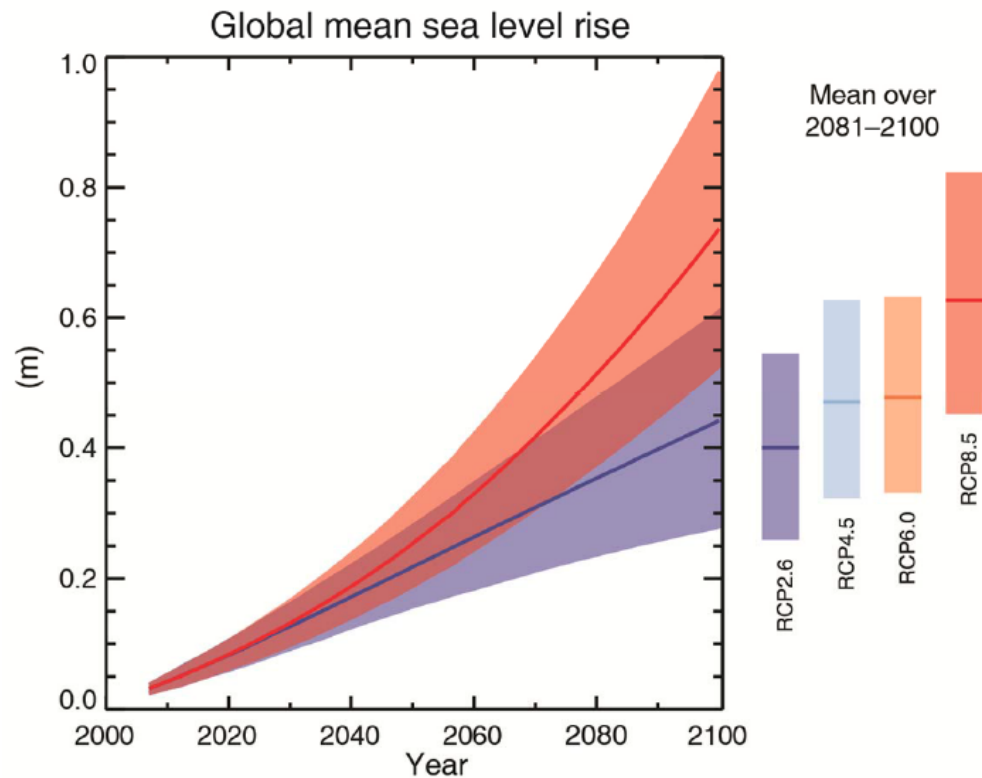


Les océans continueront à se réchauffer en profondeur, ce qui affectera la circulation océanique.

Dans le scénario RCP8.5, la banquise arctique pourrait quasiment disparaître en fin d'été avant 2050.



Le contraste entre saisons sèches et humides et régions sèches et humides devrait augmenter.

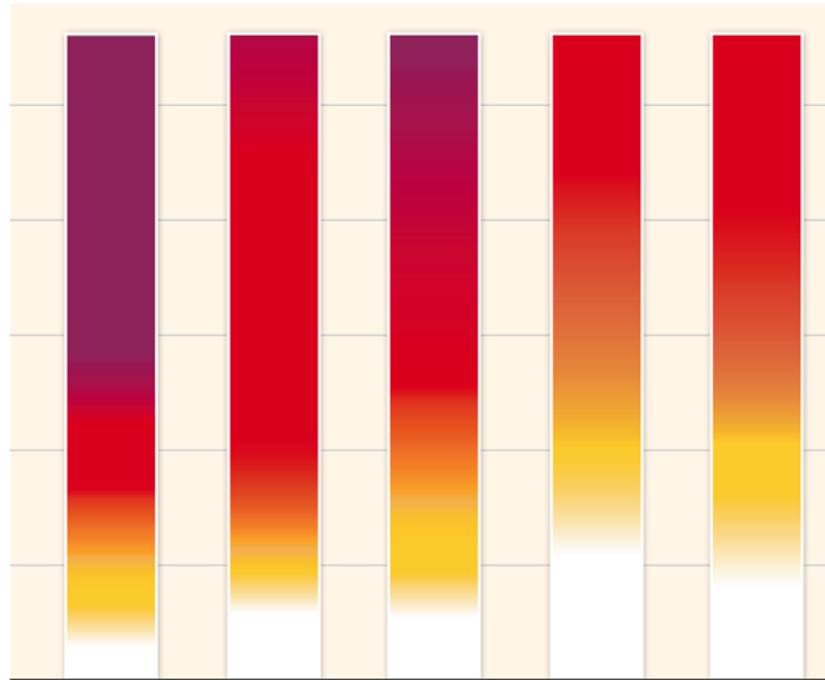
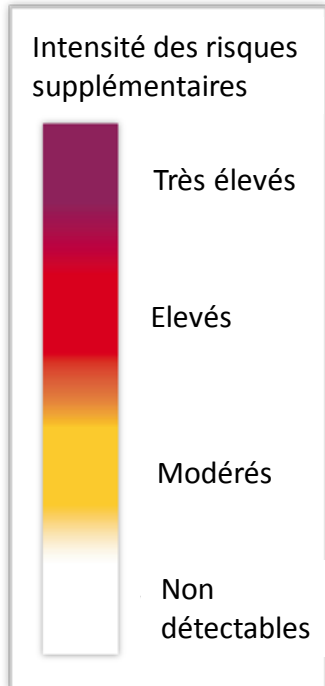


Le niveau moyen des mers va continuer à augmenter au 21^{ème} siècle et au-delà.

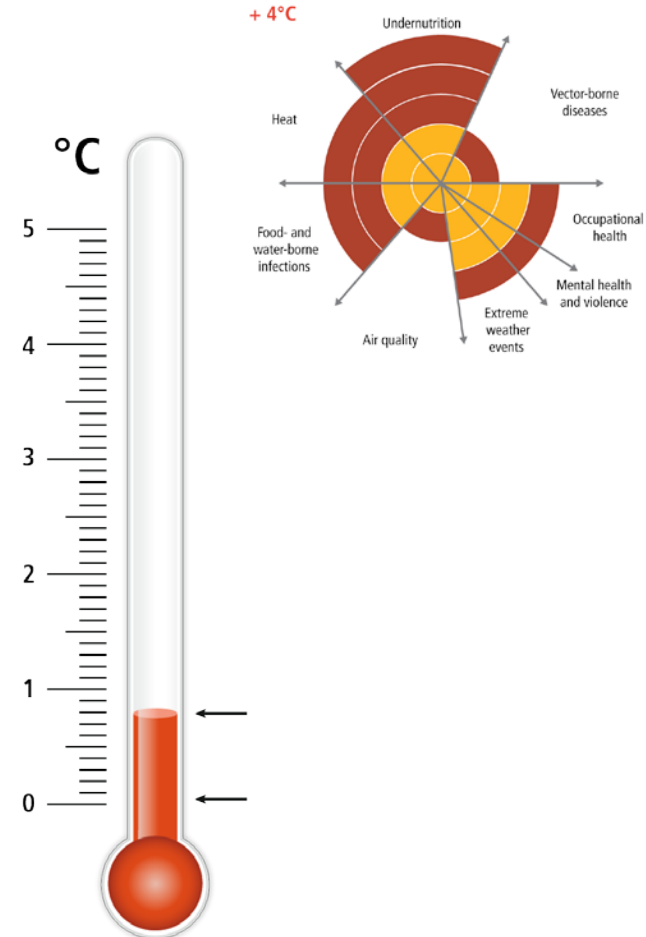
Il existe un seuil de réchauffement conduisant, sur plusieurs milliers d'années, à une déglaciation du Groenland.

Le changement climatique va créer de nouveaux risques pour les systèmes naturels et humains, et amplifier les risques existants quelque soit le niveau de développement des pays.

Plus l'amplitude et la vitesse du changement climatique seront importants, plus la probabilité de dépasser les limites d'adaptation augmente.

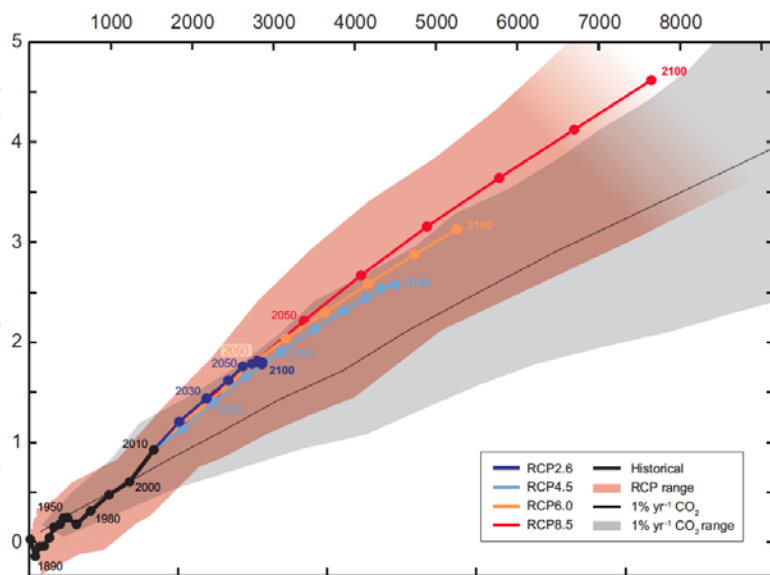


Systèmes uniques et menacés Evènements extrêmes Impacts régionaux Impacts globaux Ruptures



Les émissions cumulées de CO₂ détermineront le réchauffement global d'ici à 2100 et au-delà.

Changement de température par rapport à 1861-1880 (°C)



Emissions cumulées de CO₂ (Gt CO₂)

Pour limiter le réchauffement < 2°C :

3200 Gt CO₂ (66%)

-

2000 Gt CO₂ (émissions 1870-2014)

=

Reste: 1200 Gt CO₂

*Sera atteint dans 20-30 ans au rythme actuel
(37 Gt CO₂ en 2014, +2-3% /an)*

Le double enjeu des négociations internationales sur le climat

- Eviter un changement climatique *inacceptable* :

construire un accord universel avec des engagements différenciés des différents pays pour **réduire leurs rejets de gaz à effet de serre**, pour limiter le réchauffement (moins de 2°C en tout)

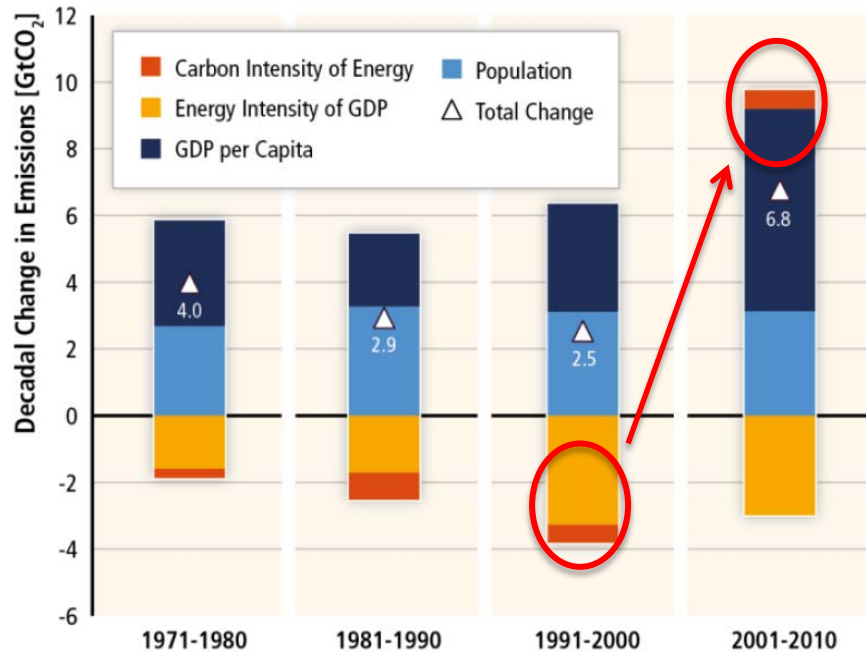
- Limiter les effets *inévitables* du réchauffement :

aider les pays les plus vulnérables à **s'adapter** au changement climatique

Augmentation récente des émissions de CO₂

(IPCC Groupe 3)

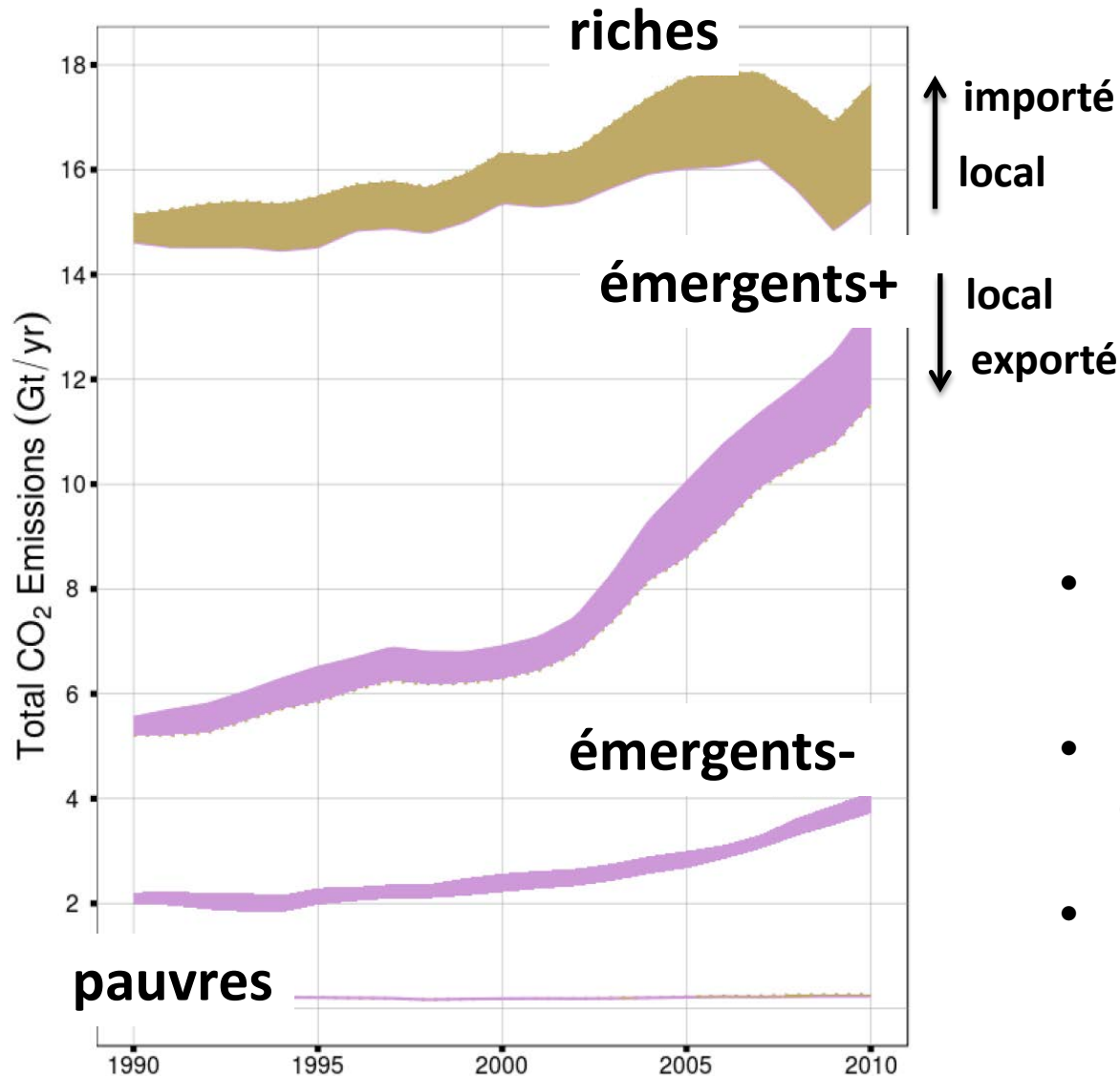
Facteurs d'augmentation :
démographie, croissance, **charbon**



Interruption de la baisse graduelle de l'intensité carbone de l'énergie

Contrastes entre pays

(IPCC Groupe 3)



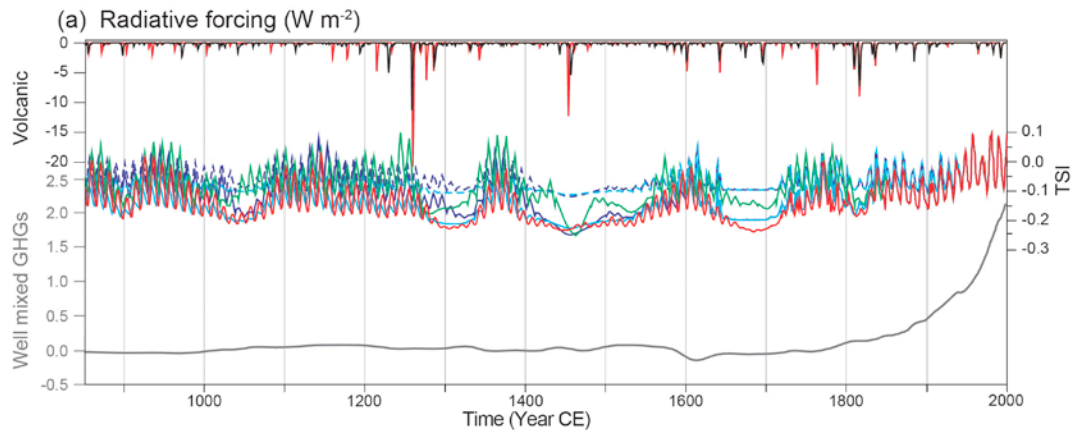
- Responsabilité historique des pays riches
- Poids croissant des émissions des pays émergents
- Importance du commerce international

Comment ces simulations de changements futurs possibles se comparent-elles aux variations passées du climat?

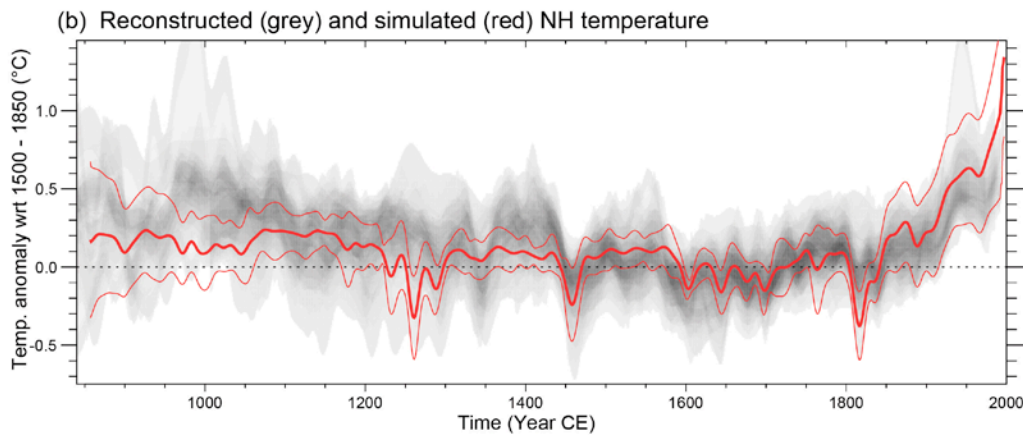
Dans l'hémisphère nord, la période 1983–2012 a *probablement* été la période de 30 ans la plus chaude des 1400 dernières années (*confiance moyenne*)

Forçage
volcanique

Forçage solaire



Forçage
anthropique



Simulations

reconstructions

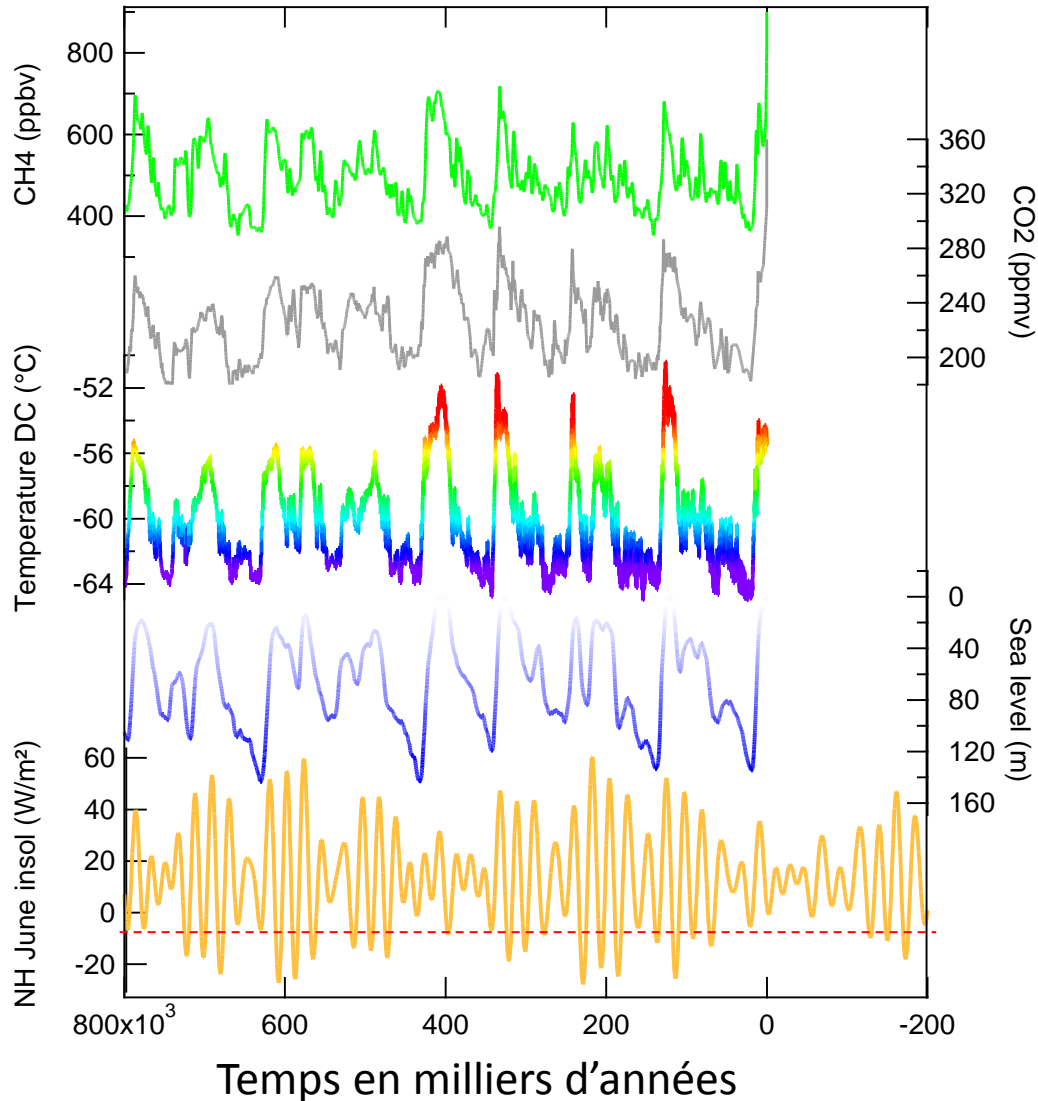


Période glaciaire



Période
« interglaciaire »

Climat, niveau des mers, effet de serre



Méthane

Dioxyde de carbone



Température en Antarctique

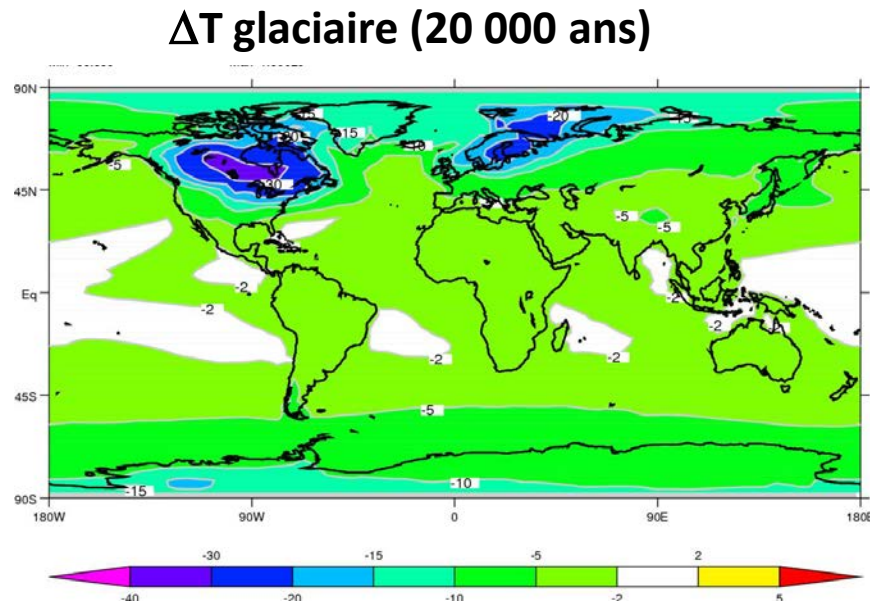
Niveau des mers



Ensoleillement d'été à 65°N



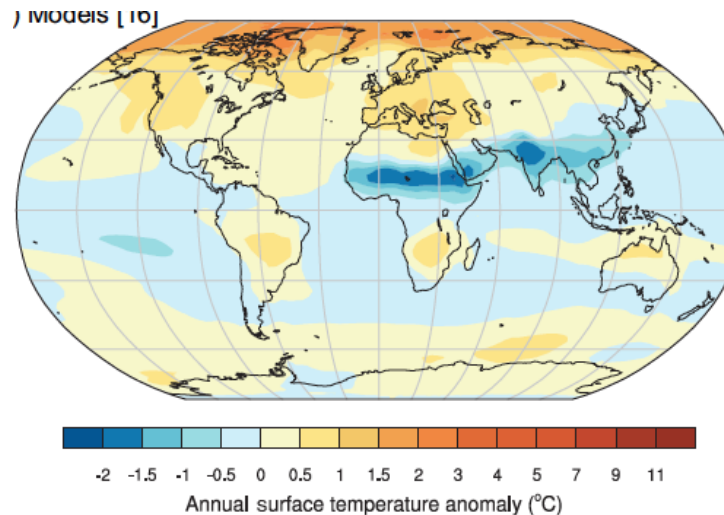
Climat du maximum glaciaire : environ -5°C plus froid qu'aujourd'hui



Lors de la fin de la dernière période glaciaire, le rythme du réchauffement global était de l'ordre de 1°C par 1000 ans.

Climat du maximum interglaciaire: environ 1°C de plus qu'aujourd'hui

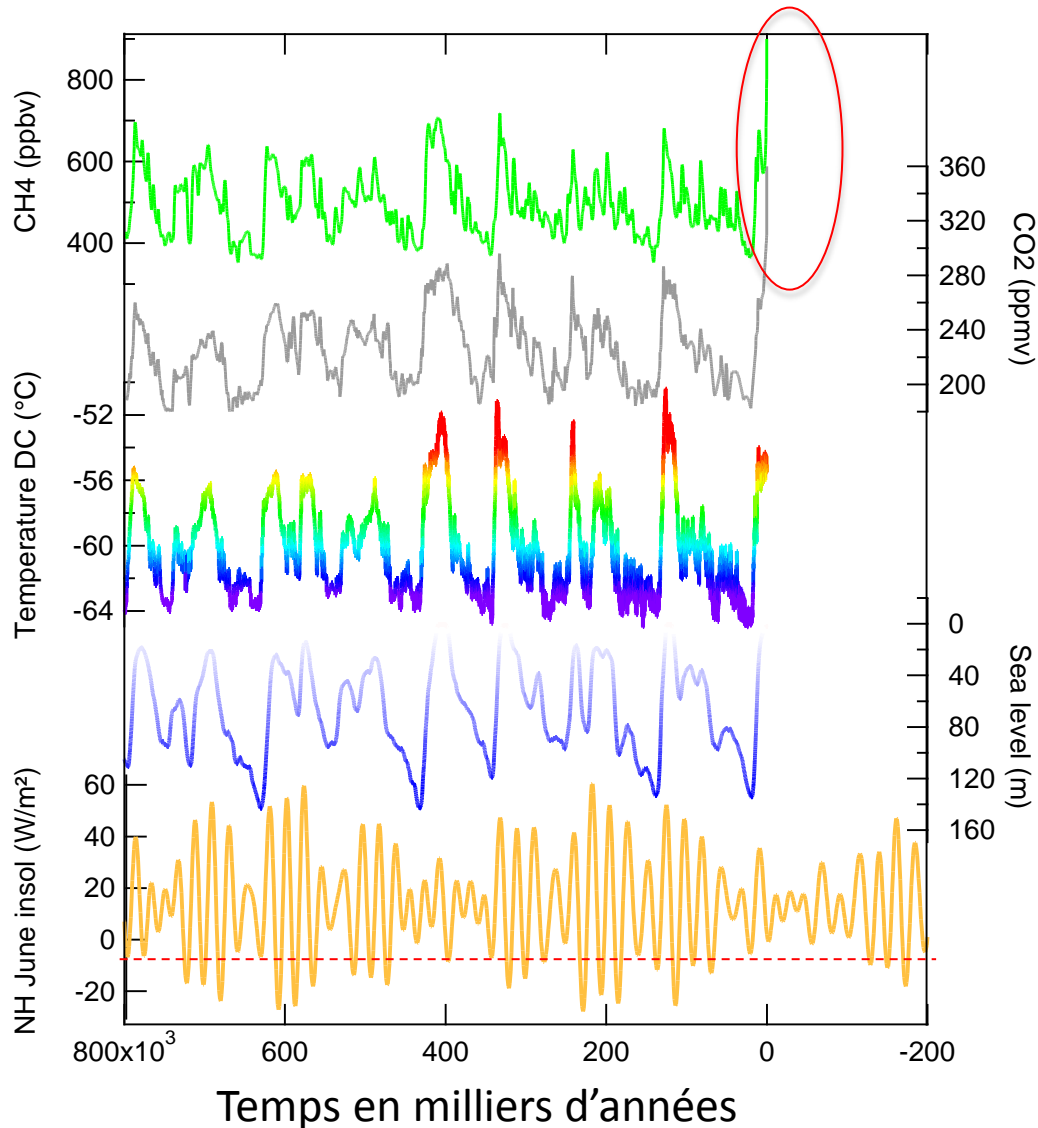
ΔT interglaciaire (125 000 ans)



Pendant cette période interglaciaire, **le niveau des mers a monté d'environ 6 mètres**

La déglaciation du Groenland a apporté de 1,5 à 4 mètres, le reste venait de l'Antarctique

Climat, niveau des mers, effet de serre



L'Anthropocène

Pas de glaciation prévue dans les prochains 30 000 ans

Contrastes entre pays

