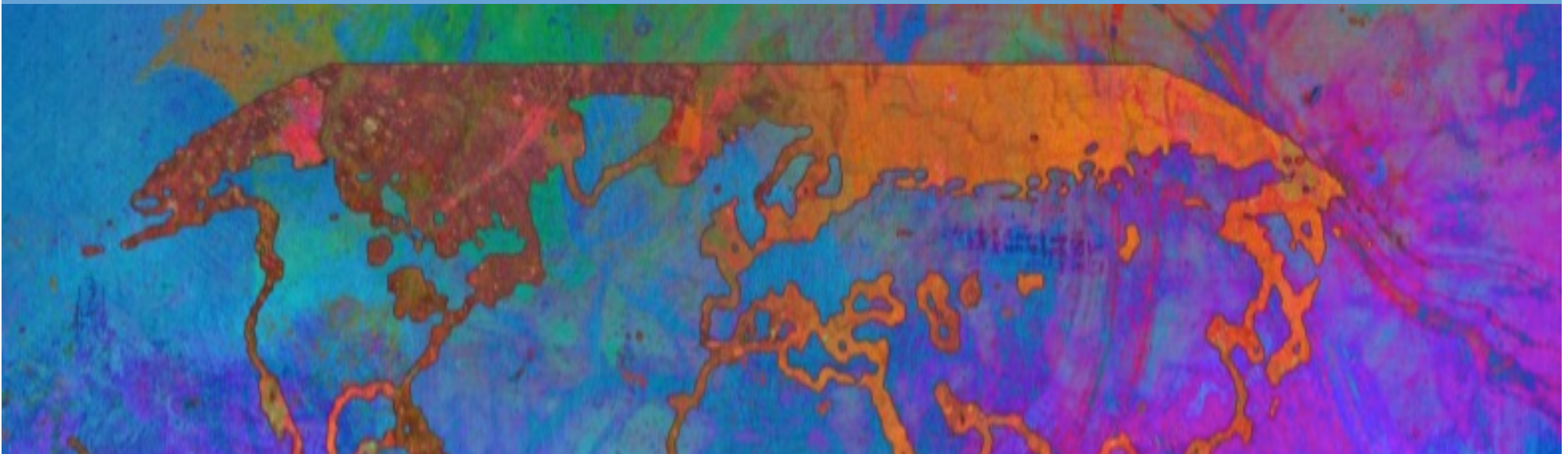


6/4/2022

# Le changement global du climat : Ce qu'on sait, et pourquoi on le sait

Gerhard Krinner, IGE/CNRS Grenoble – [gerhard.krinner@cnrs.fr](mailto:gerhard.krinner@cnrs.fr)



# Messages clefs

- Le changement climatique est en cours
- Il y a 50 ans, nous savions déjà que ce phénomène allait se produire.
- Le réchauffement se poursuivra tant que nous continuerons à émettre des gaz à effet de serre.
- Nous avons commencé à agir, mais pas assez pour tenir nos objectifs

Pourquoi on le sait, et pourquoi on en est certains (en quelques diapos)

## Le CO<sub>2</sub> chauffe l'atmosphère



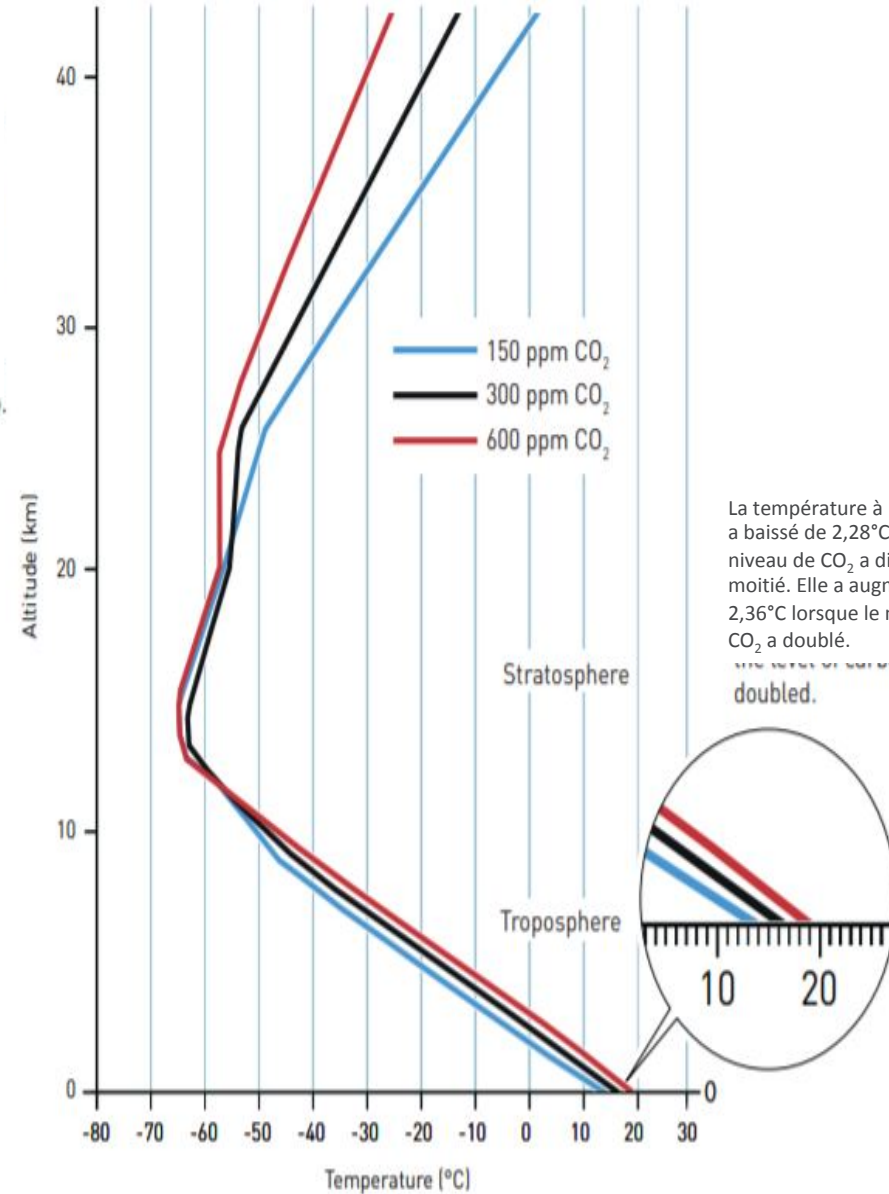
Syukuro Manabe

Prix Nobel de  
Physique 2021

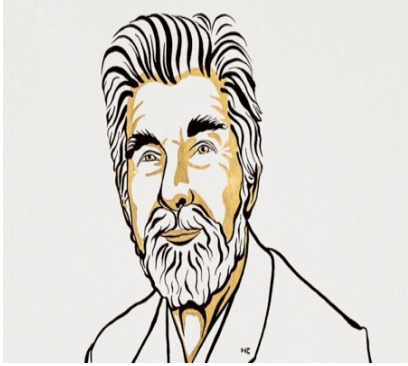
Pour la prédiction  
fiable du changement  
climatique dans les  
années 1960/70

L'augmentation des niveaux de CO<sub>2</sub> entraîne une hausse des températures dans la basse atmosphère, tandis que la haute atmosphère se refroidit. Manabe a ainsi confirmé que la variation de la température est due à l'augmentation des niveaux de CO<sub>2</sub> ; si elle était due à l'augmentation du rayonnement solaire, l'atmosphère entière aurait dû se réchauffer.

here should have warmed up.



La température à la surface a baissé de 2,28°C lorsque le niveau de CO<sub>2</sub> a diminué de moitié. Elle a augmenté de 2,36°C lorsque le niveau de CO<sub>2</sub> a doublé.



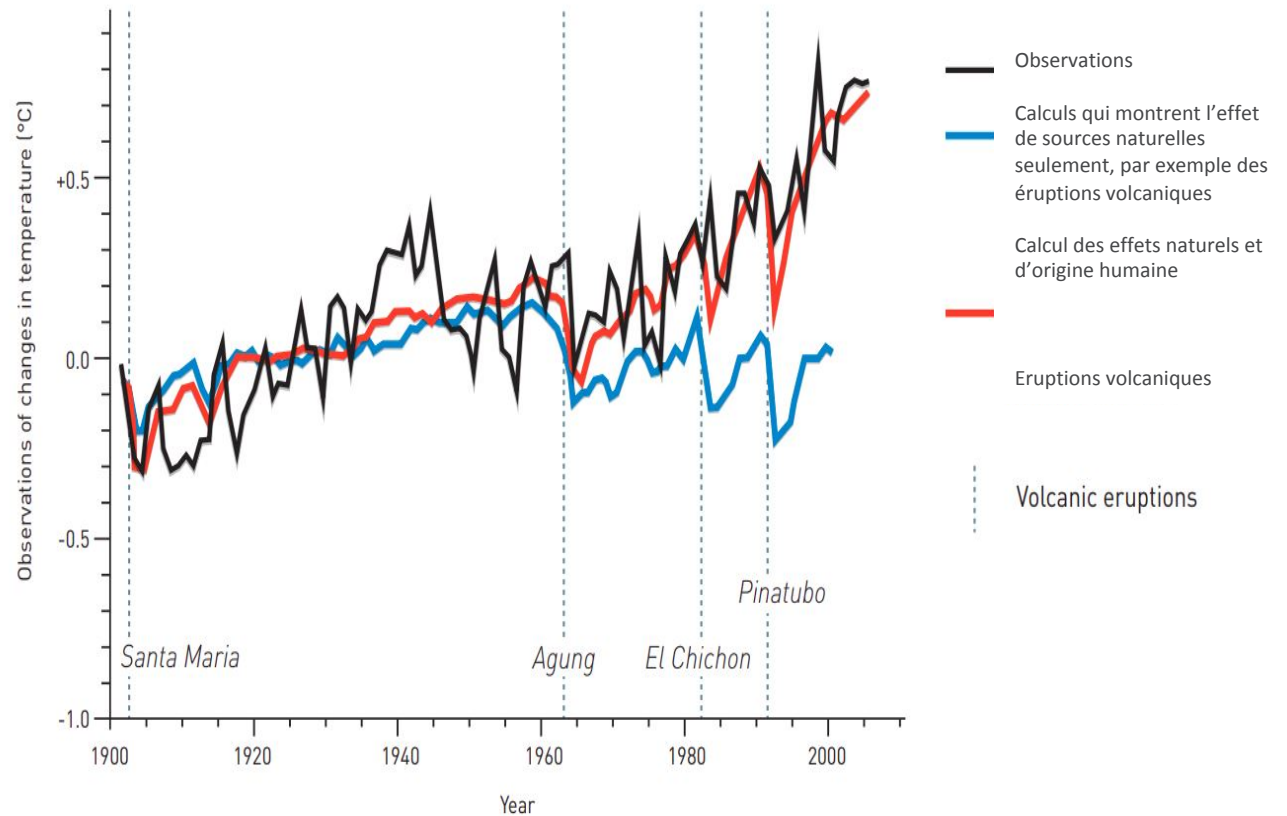
**Klaus Hasselmann**

**Prix Nobel de  
Physique 2021**

**Pour avoir jeté les  
bases de l'attribution  
du changement  
climatique dans les  
années 1970**

## Identifier les empreintes digitales dans l'atmosphère Identifying fingerprints in the climate

Klaus Hasselmann a développé des méthodes permettant de distinguer les causes naturelles et humaines (empreintes digitales) du réchauffement de l'atmosphère. Comparaison entre les changements de la température moyenne par rapport à la moyenne de 1901-1950 (°C).  
une average for 1901-1950 (°C).

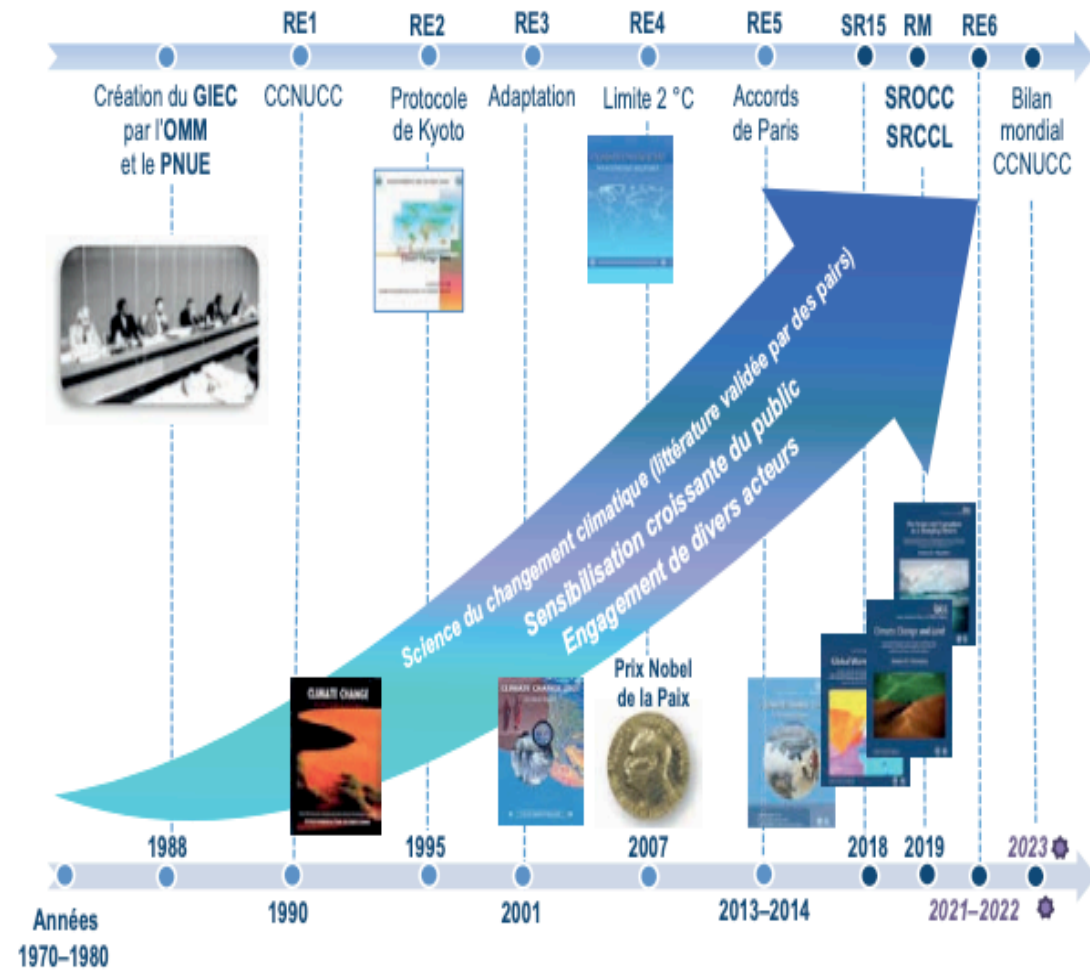




# La contribution du GIEC à la science du changement climatique et à l'élaboration des politiques climatiques

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)

- Résumé et évaluation de la science sur le climat
- ~ 1000 chercheurs internationaux reconnus
- Depuis 1988. 2022 : fin du 6<sup>e</sup> cycle
- Prix Nobel de la Paix 2007



⚙️ Dates susceptibles d'être modifiées



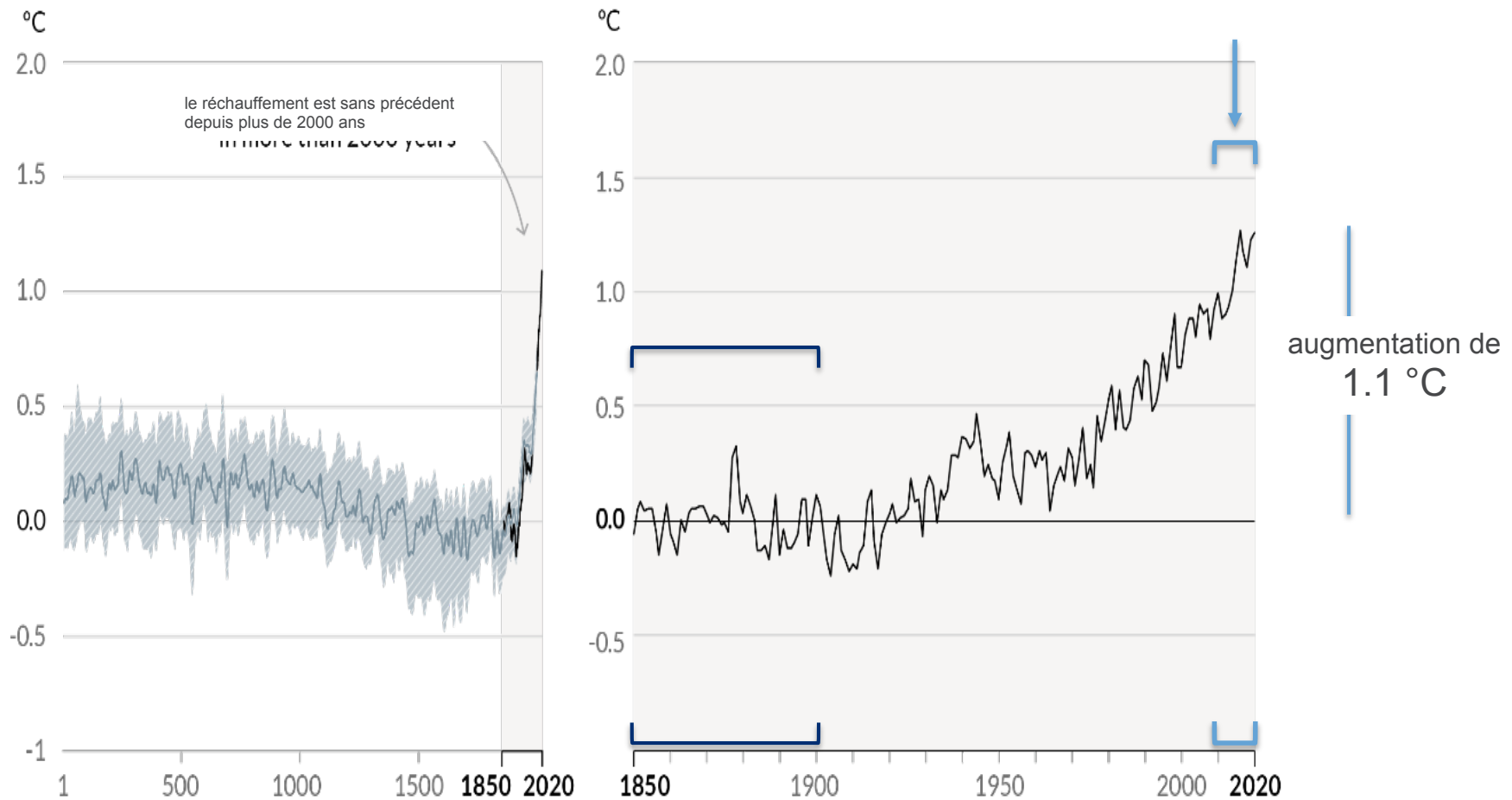
[Credit: NASA]

“

Les changements climatiques récents sont généralisés, rapides et s'intensifient. Ils sont sans précédent depuis des milliers d'années.

# L'influence humaine a réchauffé le climat à un rythme sans précédent depuis au moins 2000 ans

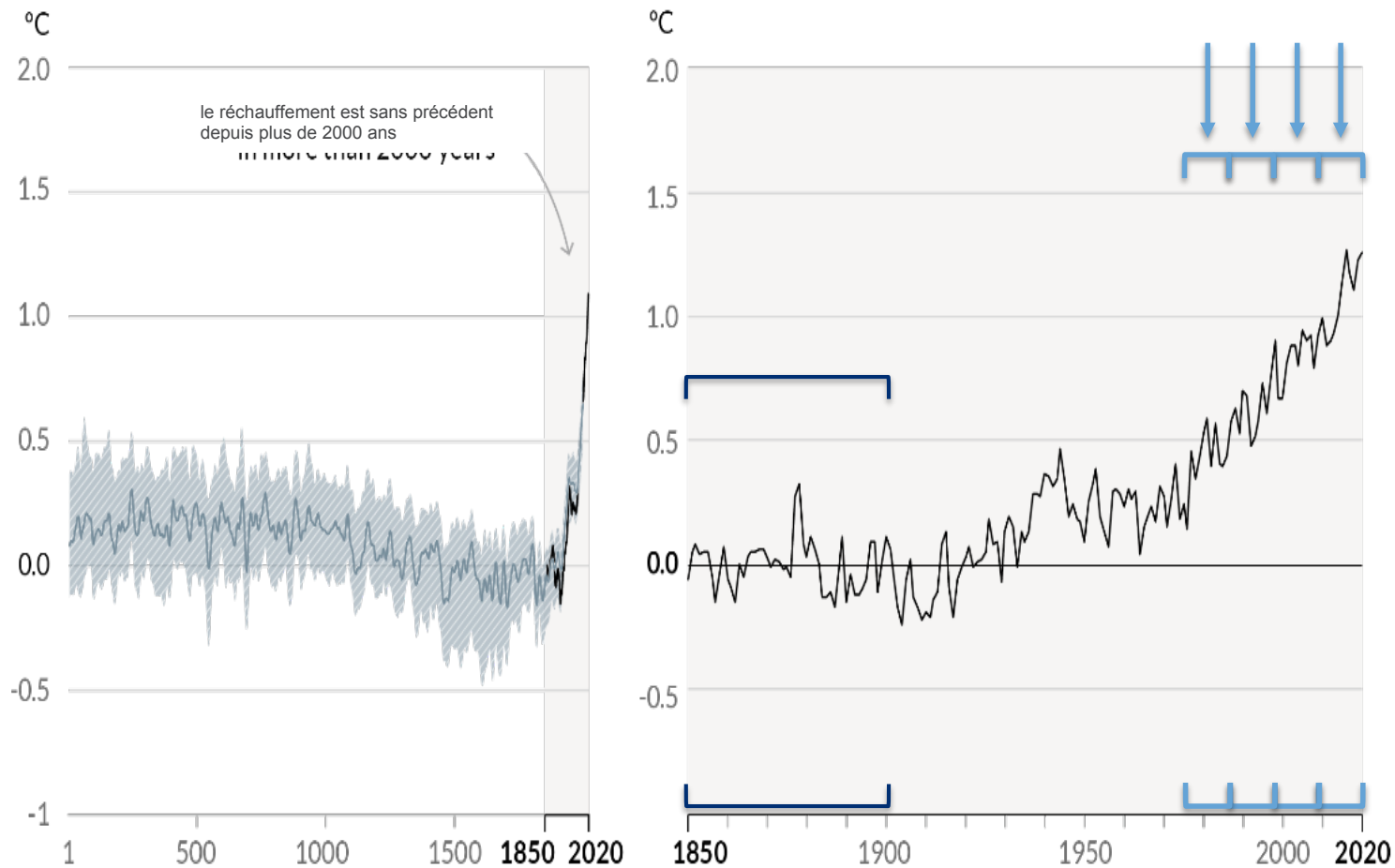
Changements de température de surface globale par rapport à 1850-1900





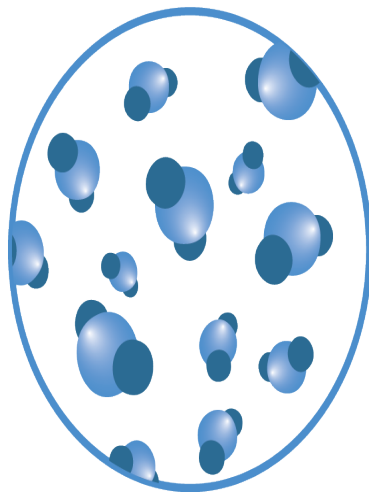
# L'influence humaine a réchauffé le climat à un rythme sans précédent depuis au moins 2000 ans

Changements de température de surface globale par rapport à 1850-1900





concentration  
**CO<sub>2</sub>**

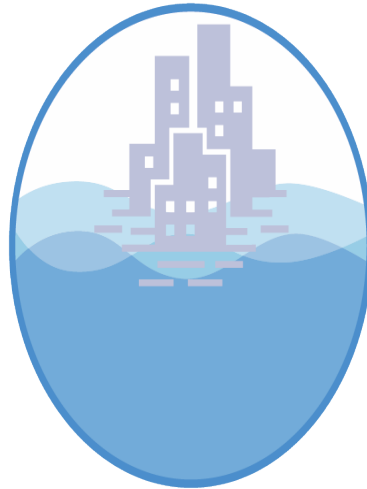


**la plus élevée**

depuis au moins

**2 millions d'années**

montée du  
**niveau des mers**  
rise



**la plus rapide**

depuis au moins

**3000 ans**

surface de la  
**banquise arctique**



**la plus réduite**

depuis au moins

**1000 ans**

recul des  
**glaciers**



**sans précédent**

depuis au moins

**2000 ans**

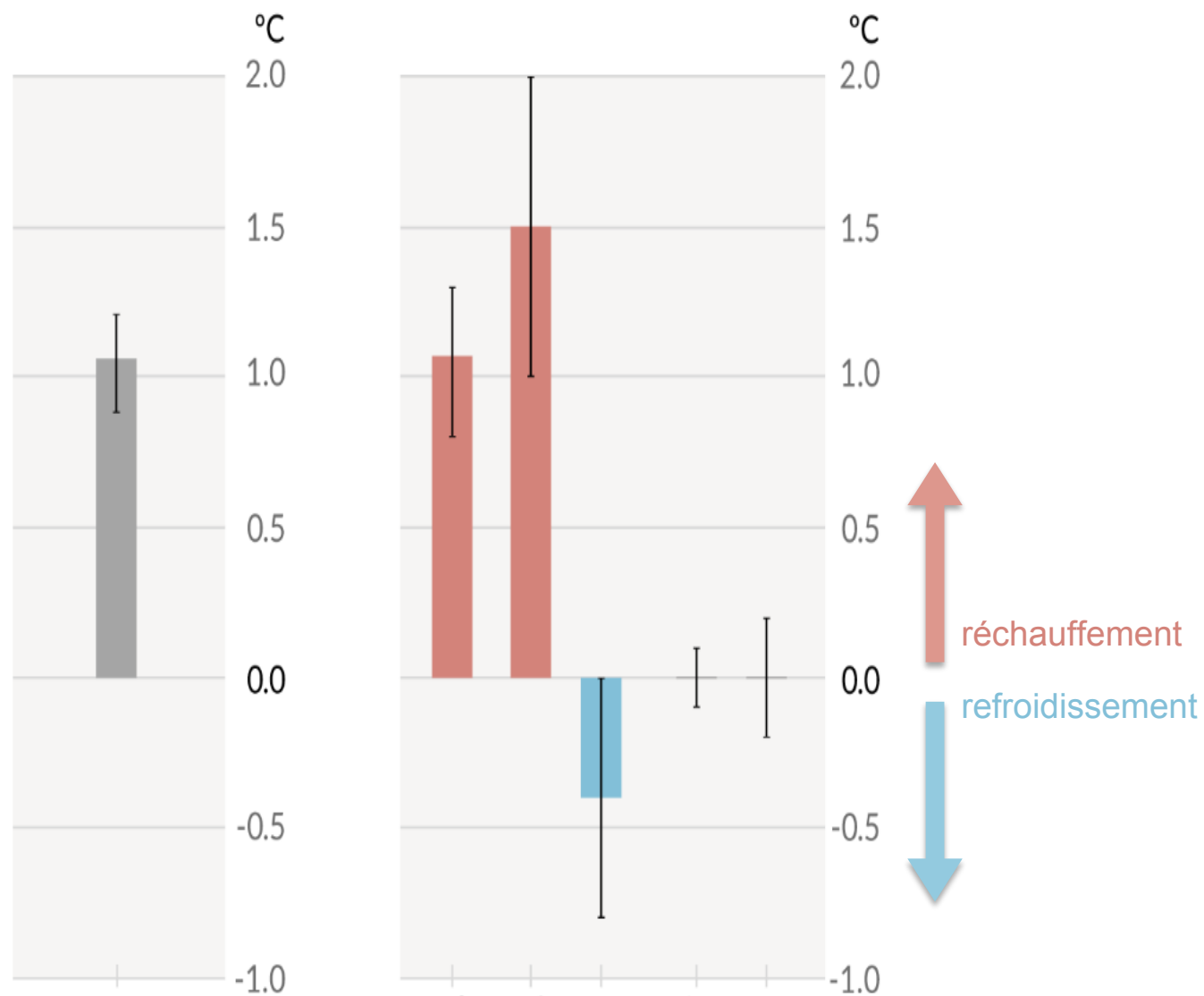


[Credit: Yoda Adaman | Unsplash]

“ Il est incontestable que les activités humaines sont à l'origine du changement climatique.

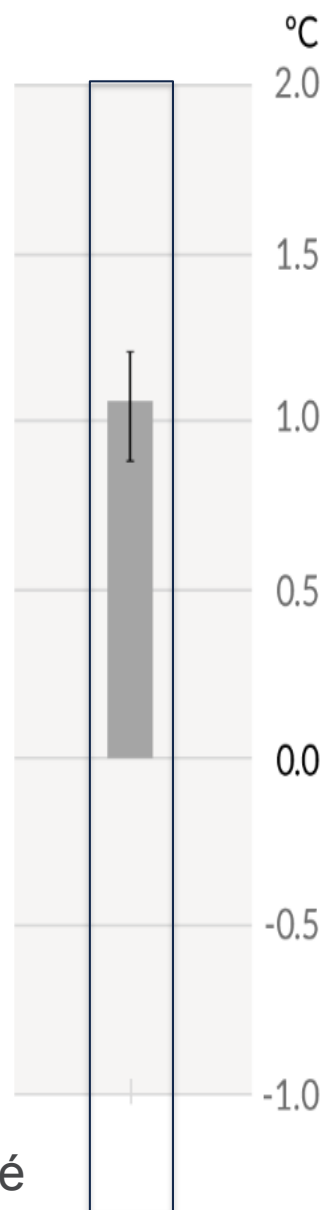
Ceci rend notamment les vagues de chaleur, les fortes précipitations et les sécheresses plus fréquents et plus graves.

**Le réchauffement observé** est dû aux émissions issues **des activités humaines**, le réchauffement dû **aux gaz à effet de serre** étant partiellement masqué par le refroidissement dû aux **aérosols**

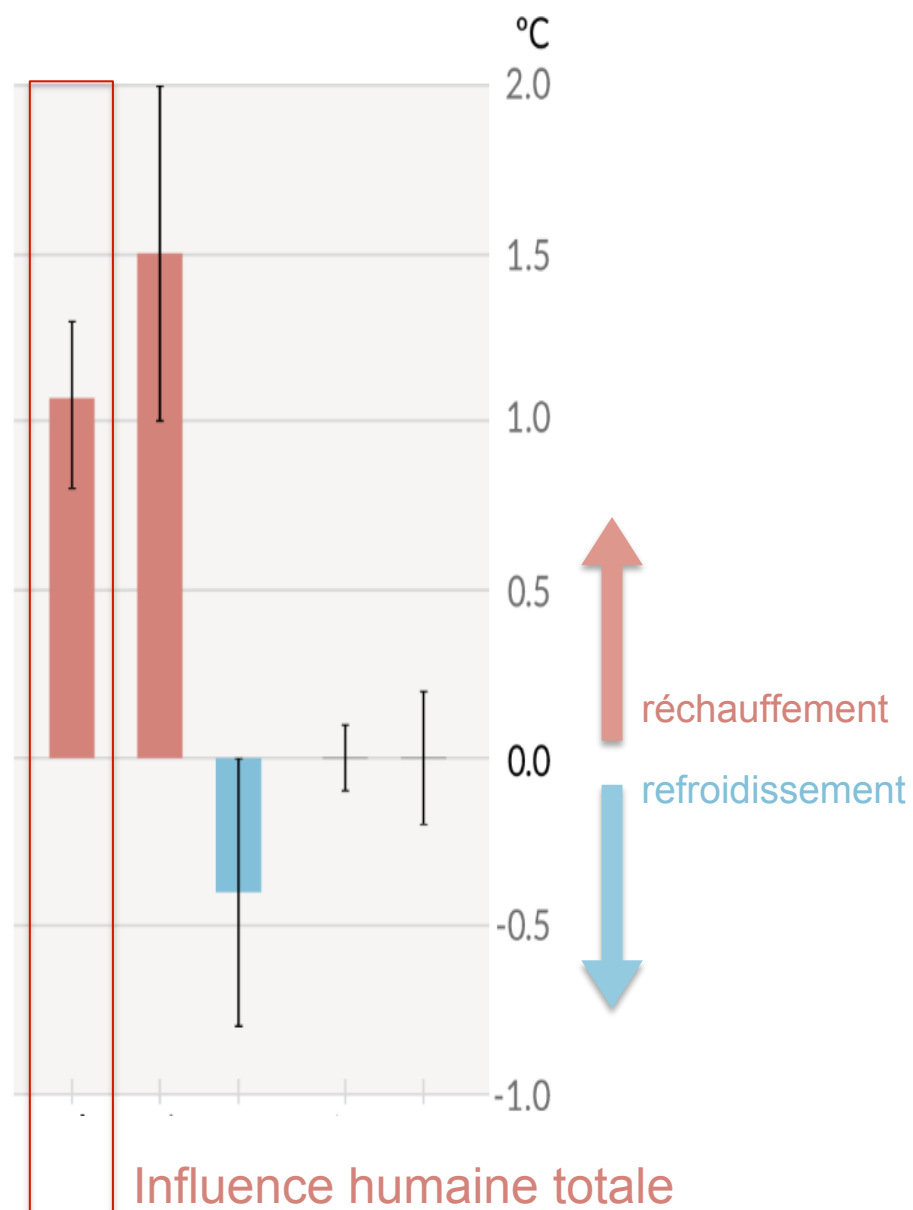


**Le réchauffement observé** est dû aux émissions issues **des activités humaines**, le réchauffement dû **aux gaz à effet de serre** étant partiellement masqué par le refroidissement dû aux **aérosols**

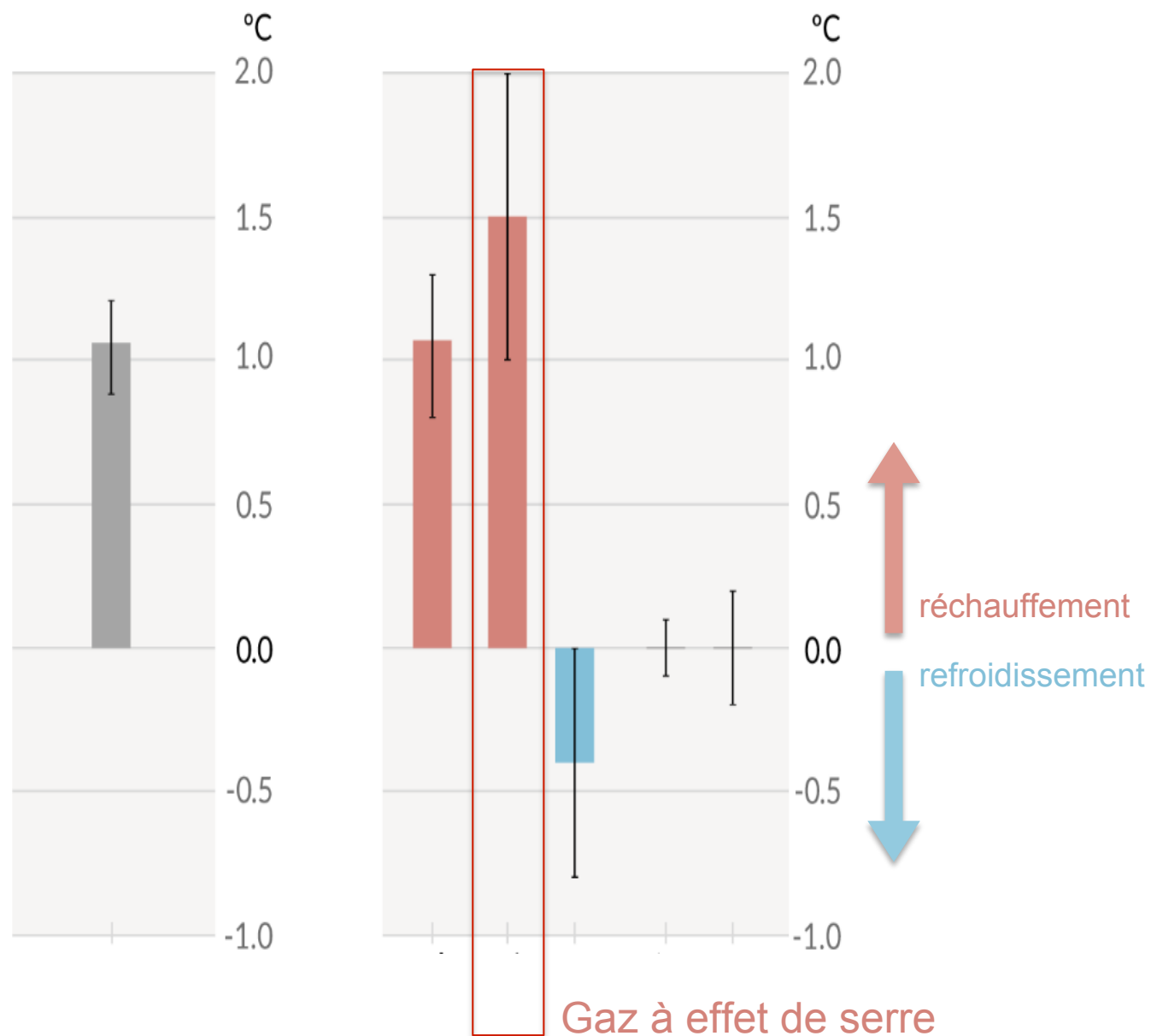
Réchauffement observé



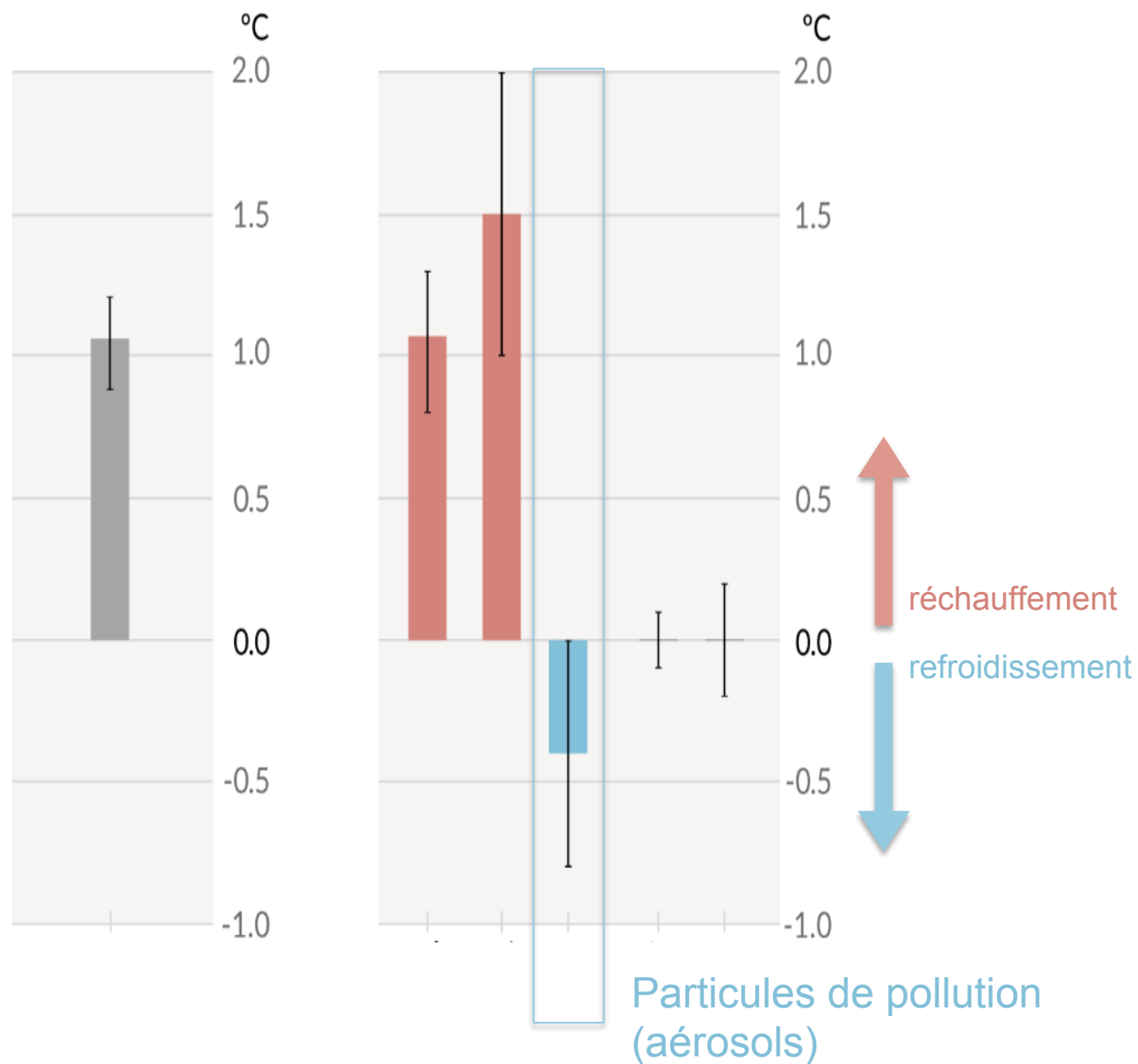
Influence humaine totale



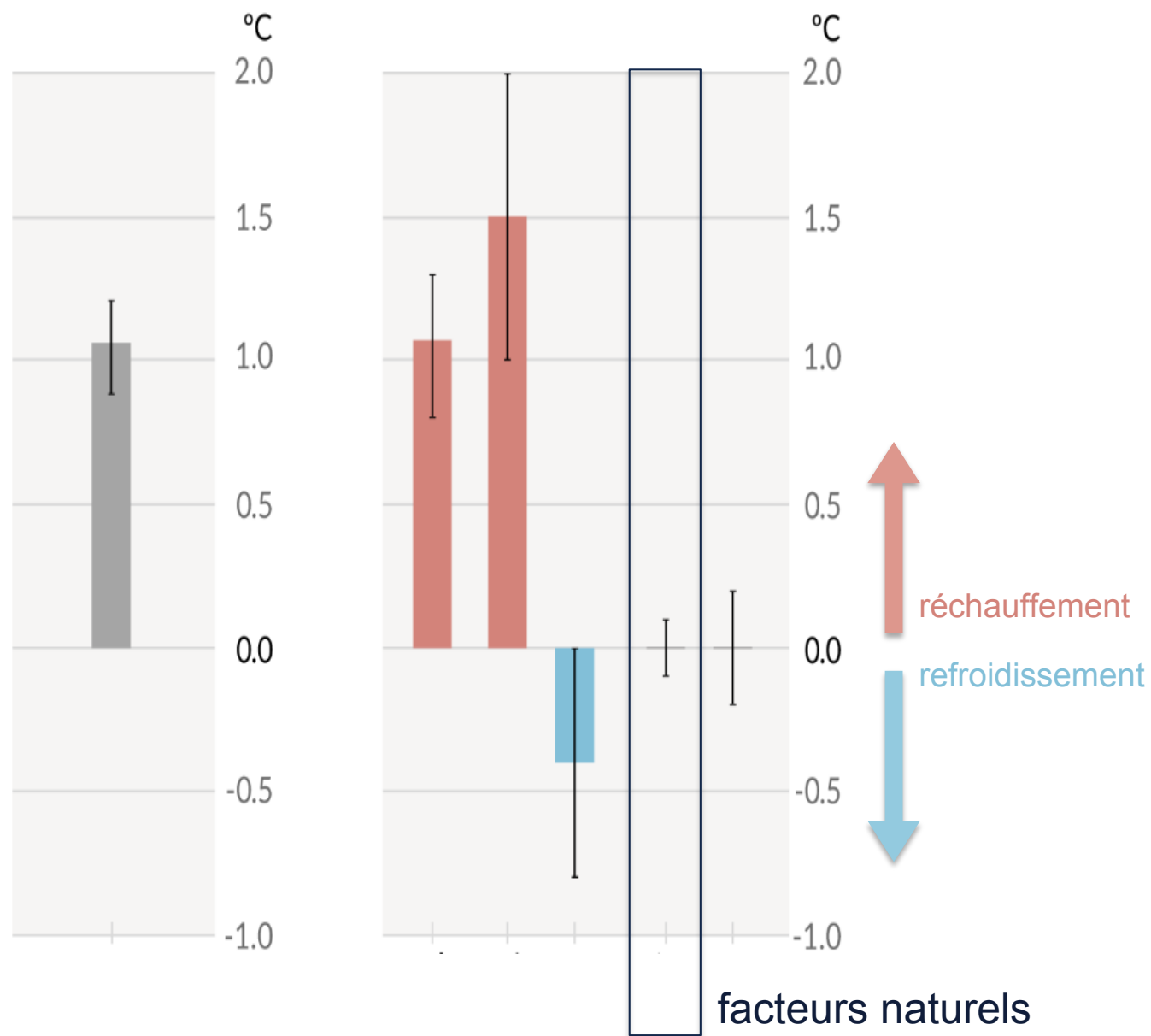
**Le réchauffement observé** est dû aux émissions issues **des activités humaines**, le réchauffement dû **aux gaz à effet de serre** étant partiellement masqué par le refroidissement dû aux **aérosols**



**Le réchauffement observé** est dû aux émissions issues **des activités humaines**, le réchauffement dû **aux gaz à effet de serre** étant partiellement masqué par le refroidissement dû aux **aérosols**

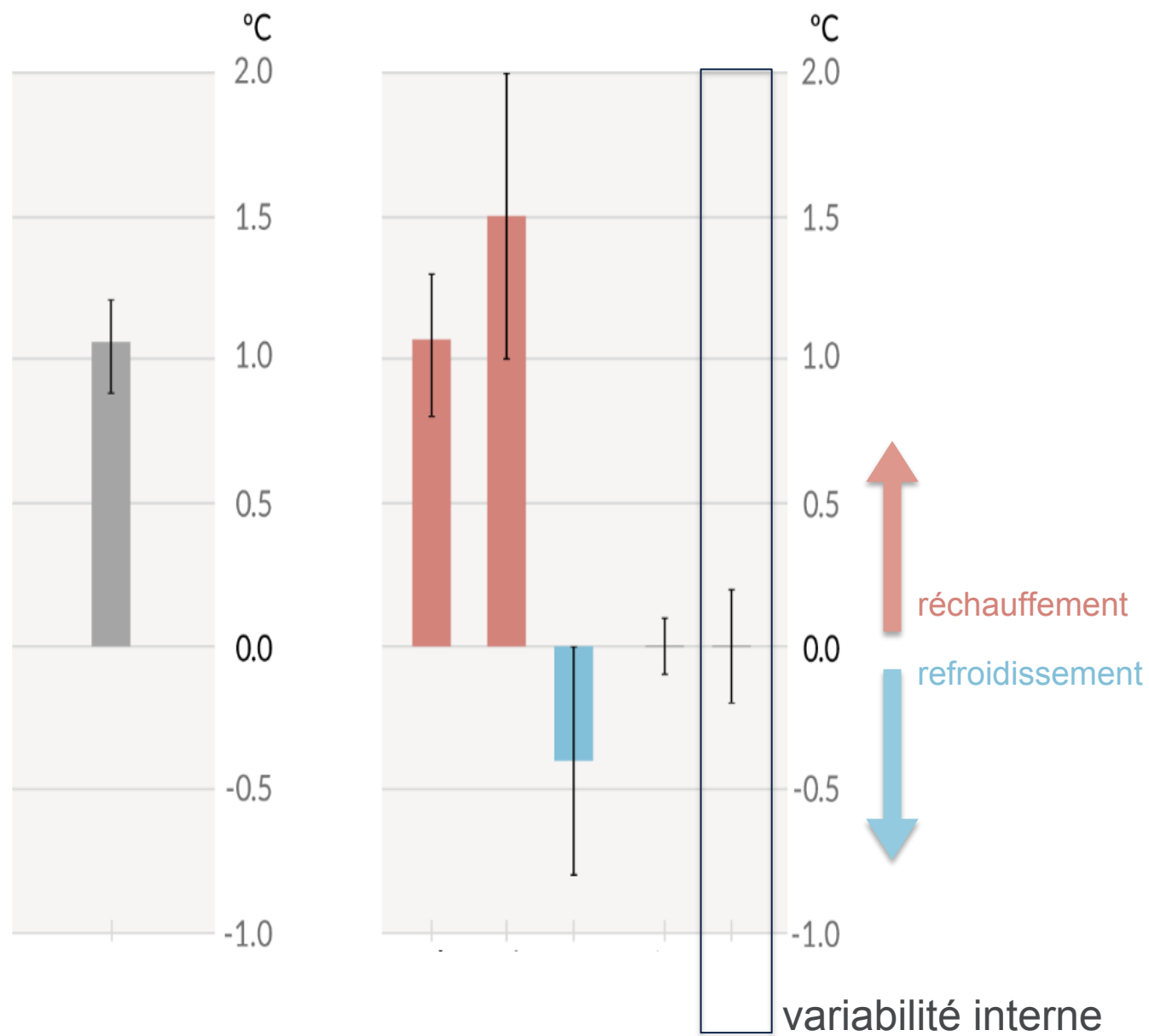


**Le réchauffement observé** est dû aux émissions issues **des activités humaines**, le réchauffement dû **aux gaz à effet de serre** étant partiellement masqué par le refroidissement dû aux **aérosols**





**Le réchauffement observé** est dû aux émissions issues **des activités humaines**, le réchauffement dû **aux gaz à effet de serre** étant partiellement masqué par le refroidissement dû aux **aérosols**



## L'influence humaine est le principal facteur ...

... de l'augmentation de la **fréquence** et de l'**intensité** des **extrêmes chauds**



Photo Credit: Chris JL / flickr

# L'influence humaine est le principal facteur ...

... de l'augmentation de la **fréquence** et de l'**intensité** des **extrêmes chauds**

... du **réchauffement de l'océan** depuis les années 1970, and son **acidification**



Photo Credit: Baptiste Azais

# L'influence humaine est le principal facteur ...

... de l'augmentation de la **fréquence** et de l'**intensité** des **extrêmes chauds**

... du **réchauffement de l'océan** depuis les années 1970, and son **acidification**

... des changements visibles dans les **zones gelées** de la planète

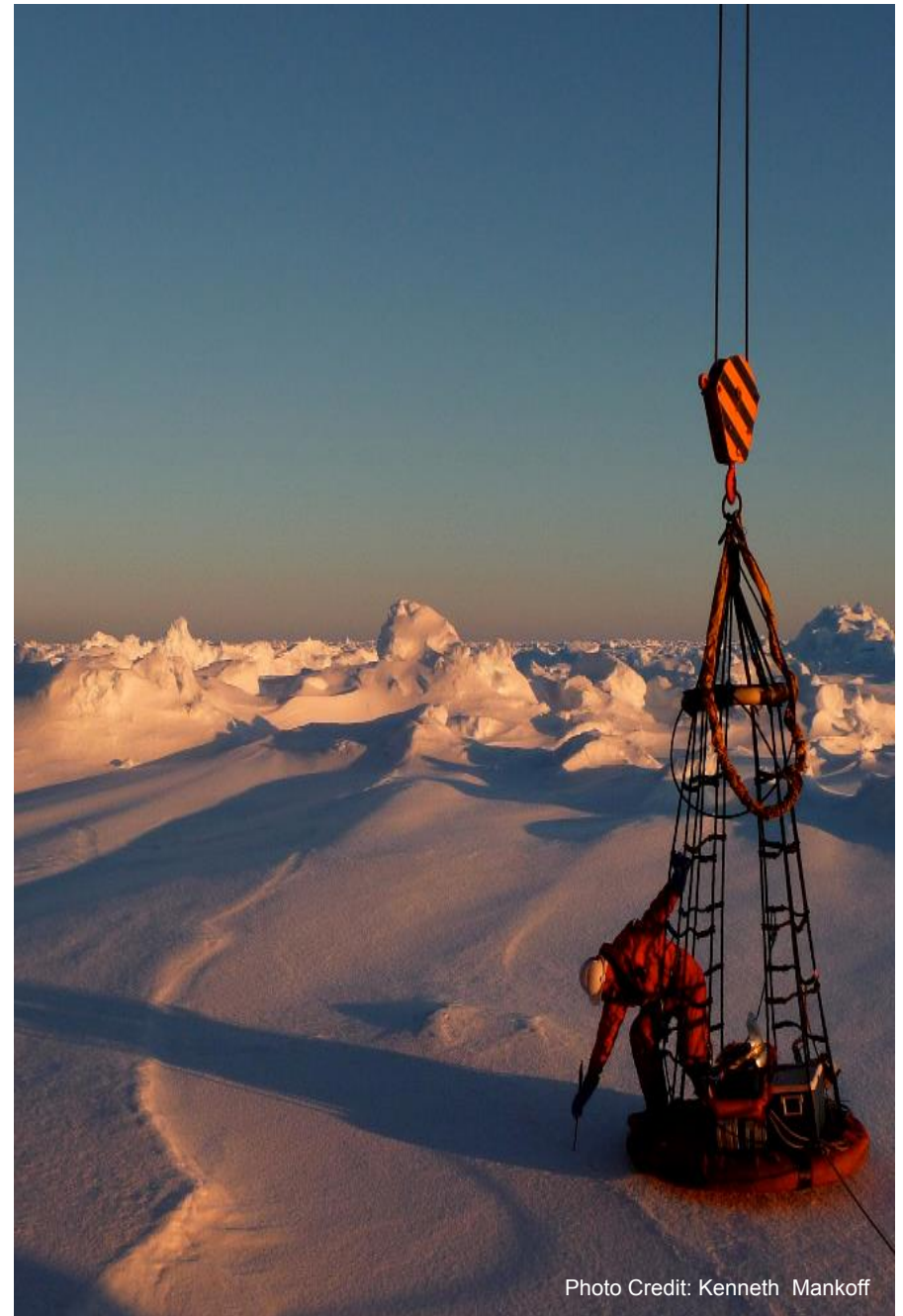


Photo Credit: Kenneth Mankoff

# L'influence humaine est le principal facteur ...

... de l'augmentation de la **fréquence** et de l'**intensité** des **extrêmes chauds**

... du **réchauffement de l'océan** depuis les années 1970, and son **acidification**

... des changements visibles dans les **zones gelées** de la planète

- recul global des **glaciers** depuis les années 1990

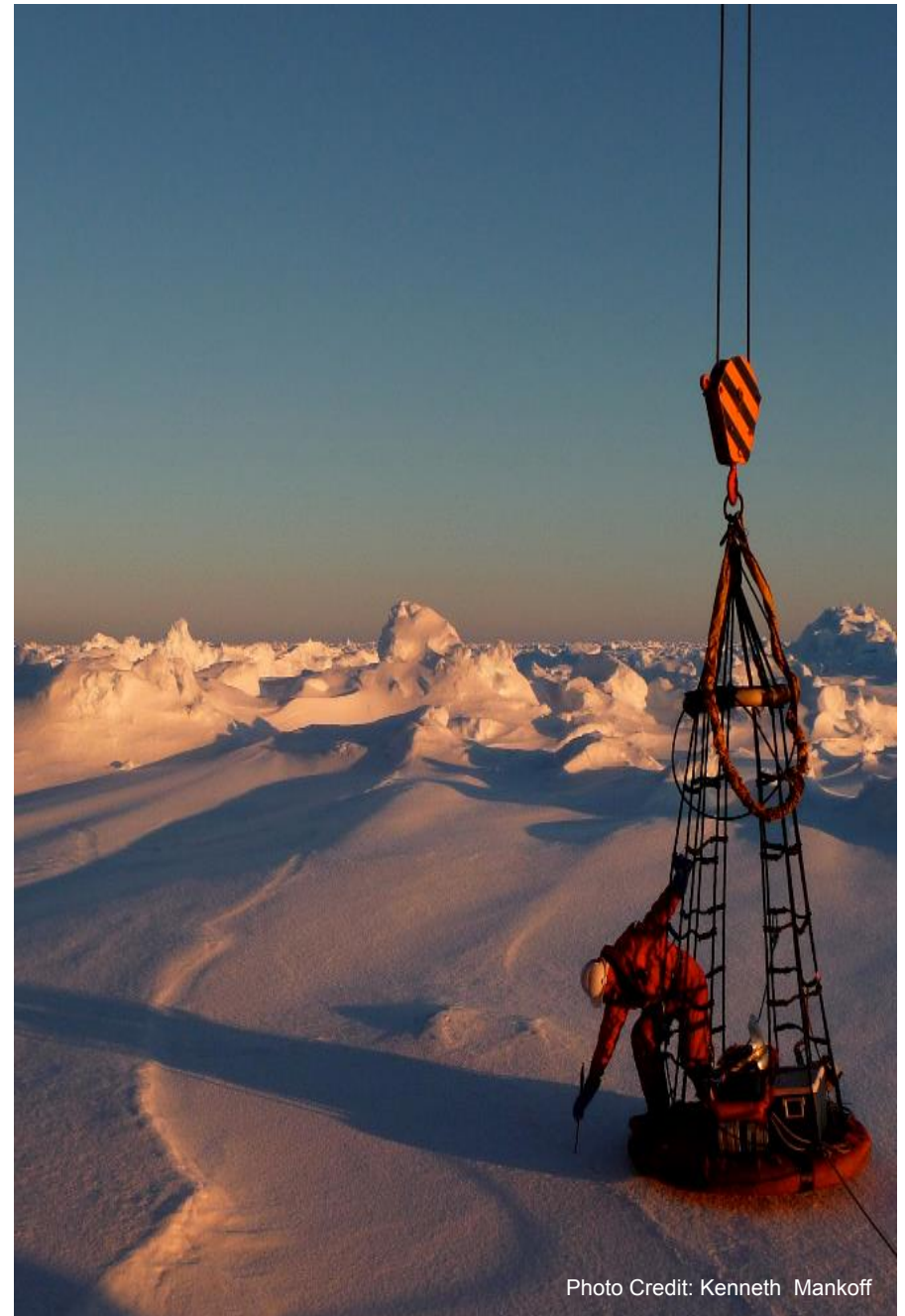


Photo Credit: Kenneth Mankoff

# L'influence humaine est le principal facteur ...

... de l'augmentation de la **fréquence** et de l'**intensité** des **extrêmes chauds**

... du **réchauffement de l'océan** depuis les années 1970, and son **acidification**

... des changements visibles dans les **zones gelées** de la planète

- recul global des **glaciers** depuis les années 1990
- baisse de 40% de la banquise arctique depuis 1979



# L'influence humaine est le principal facteur ...

... de l'augmentation de la **fréquence** et de l'**intensité** des **extrêmes chauds**

... du **réchauffement de l'océan** depuis les années 1970, and son **acidification**

... des changements visibles dans les **zones gelées** de la planète

- recul global des **glaciers** depuis les années 1990
- baisse de 40% de la banquise arctique depuis 1979
- diminution du manteau neigeux de printemps depuis les années 1950



Photo Credit: Andy Mahoney



[Credit: Hong Nguyen | Unsplash]

“

Le changement climatique affecte déjà toutes les régions de la Terre, de multiples façons.

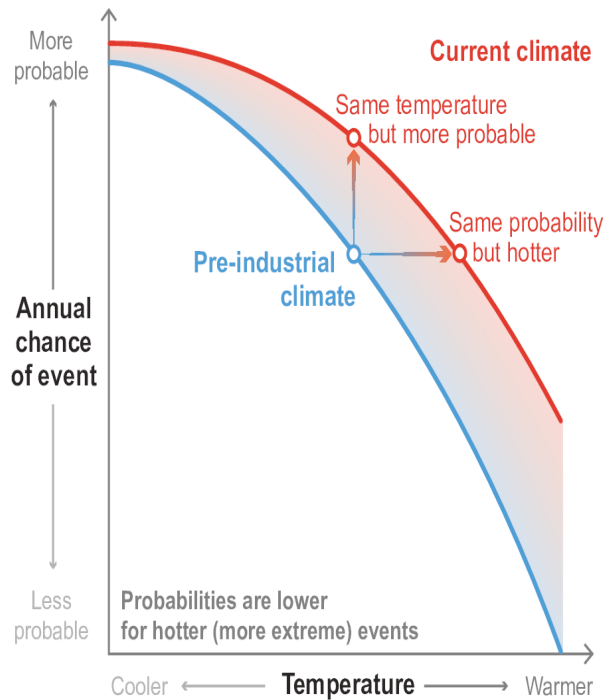
Les changements que nous subissons s'accroîtront avec la poursuite du réchauffement.



# La fréquence et l'intensité des phénomènes extrêmes augmentent avec le réchauffement climatique

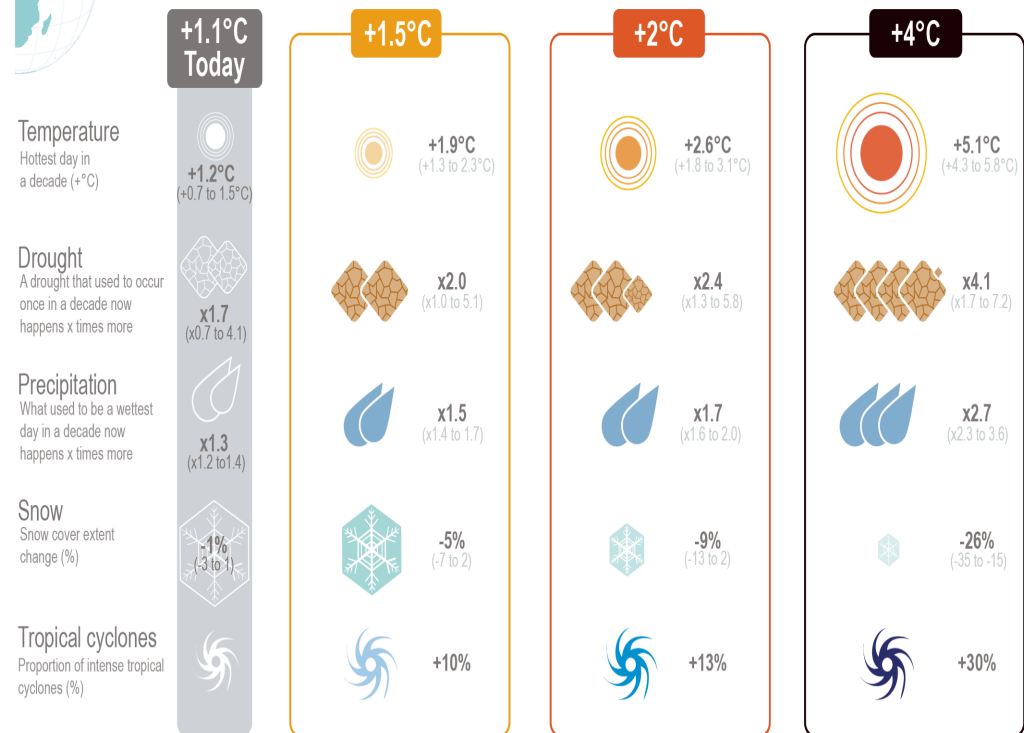
## FAQ 11.3: Climate change and extreme events

Extreme events have become more probable and more intense. Many of these changes can be attributed to human influence on the climate.



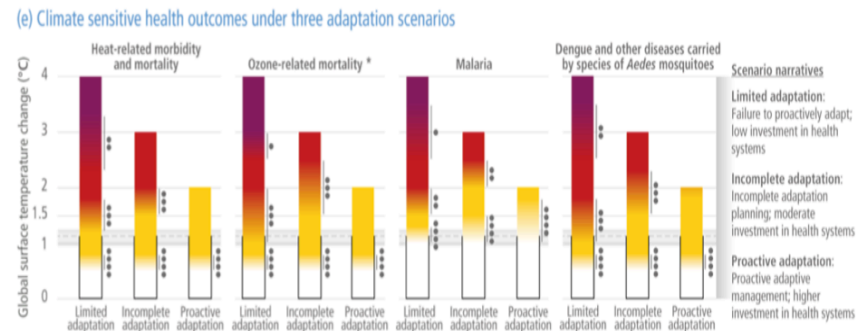
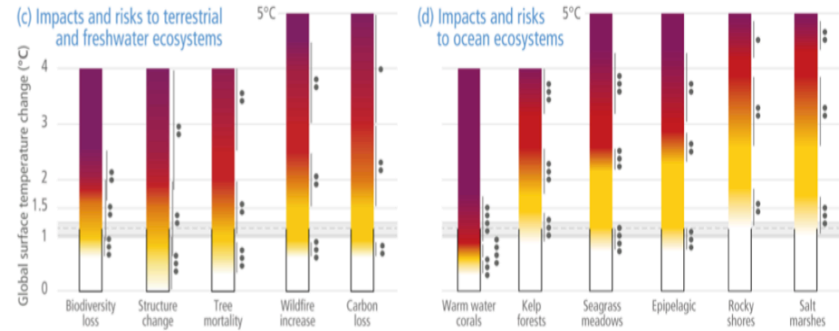
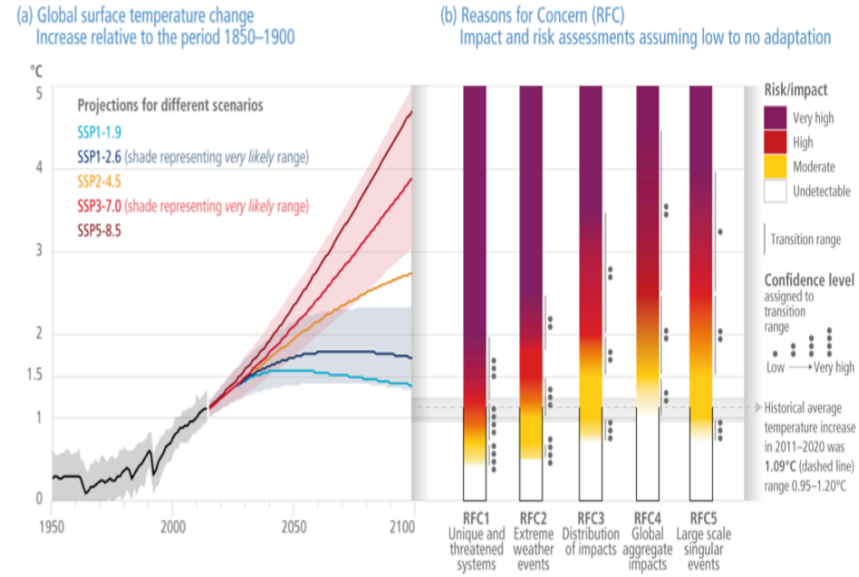
## Response of the climate system relative to 1850–1900

Many aspects of the climate system react quickly to temperature changes. At progressively higher levels of global warming there are greater consequences (min/max range shown).



Les risques et impacts à venir dépendent du réchauffement, mais aussi de l'exposition et de la vulnérabilité.

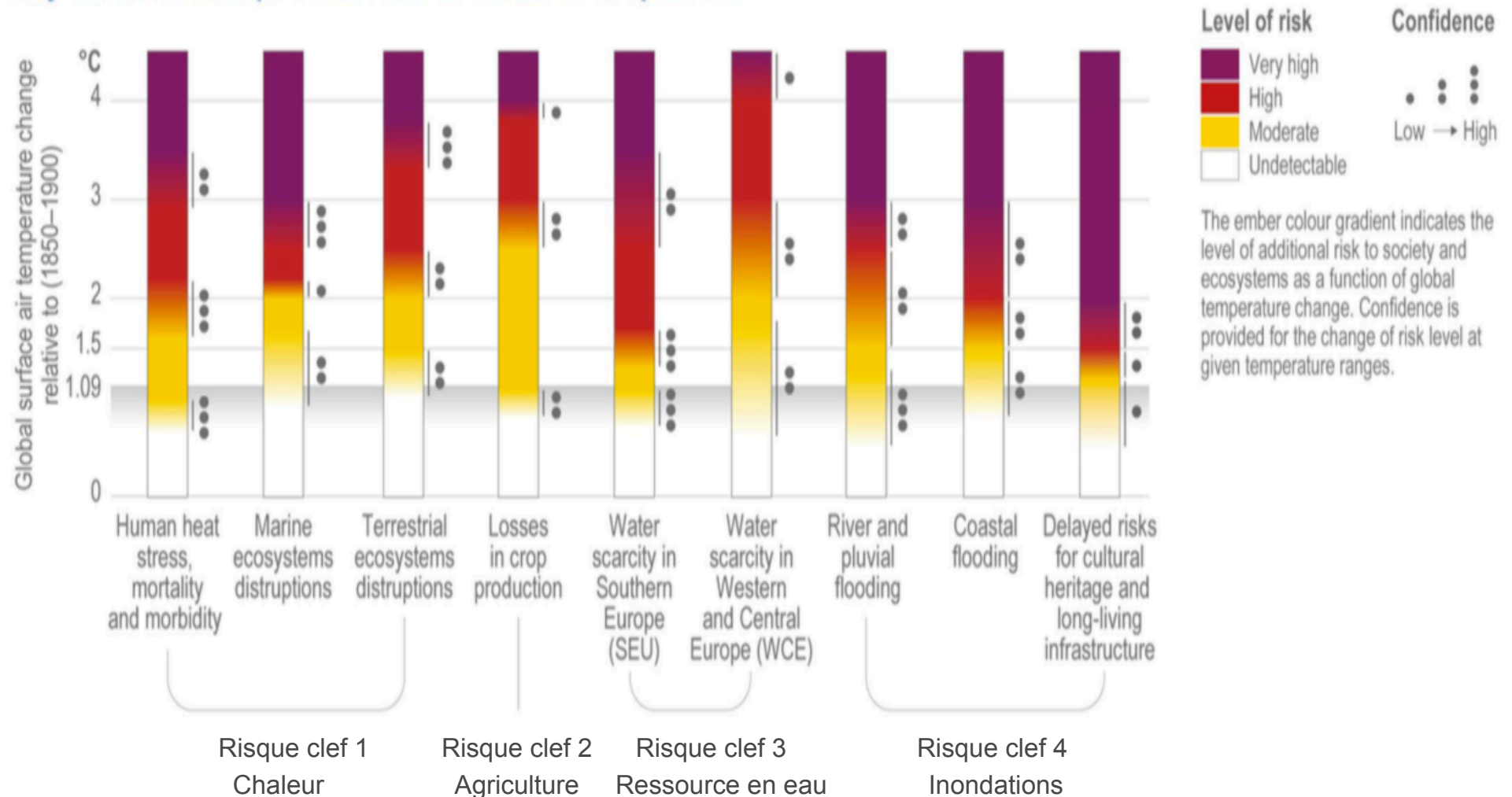
## Global and regional risks for increasing levels of global warming



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

# Les risques et impacts à venir varient d'une région à l'autre

## Key risks for Europe under low to medium adaptation





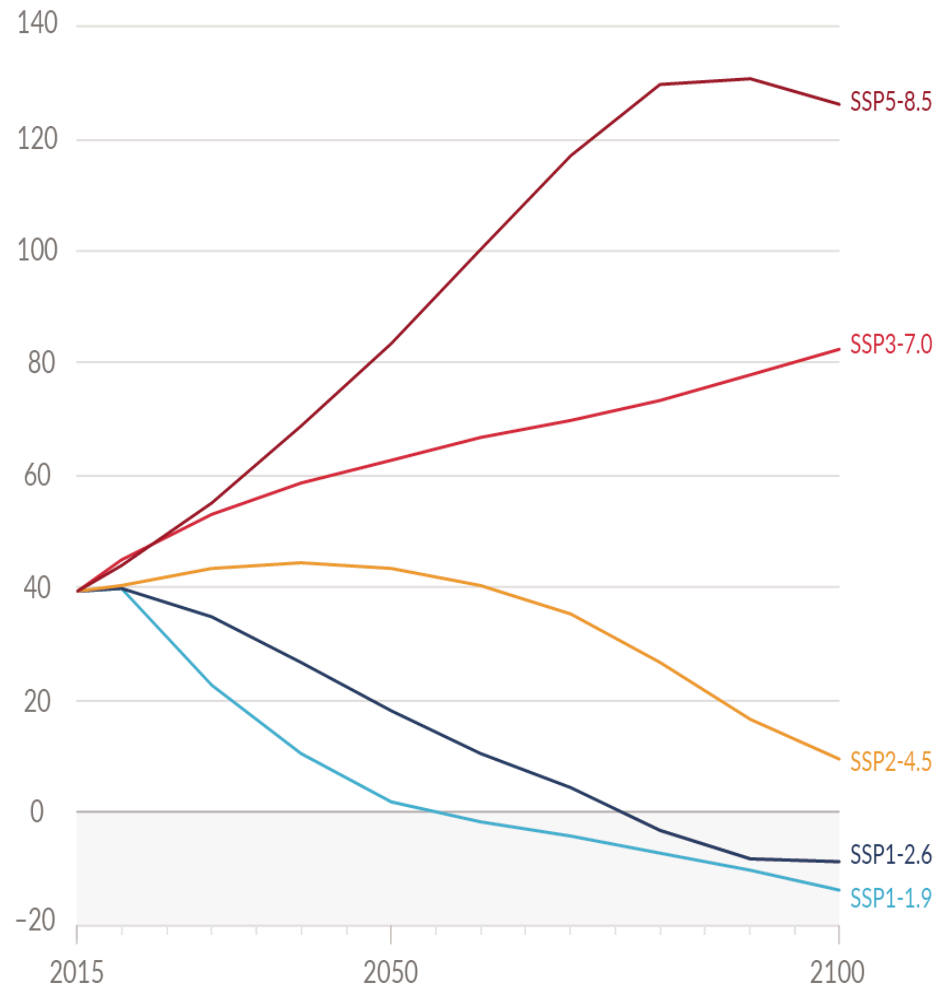
[Credit: Peter John Maridable]

“

À moins d'une réduction immédiate, rapide et à grande échelle des émissions de gaz à effet de serre, limiter le réchauffement à 1,5°C sera hors de portée.

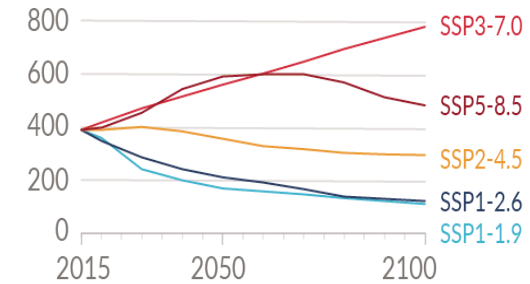
# Les émissions à venir : Scénarios

Carbon dioxide (GtCO<sub>2</sub>/yr)

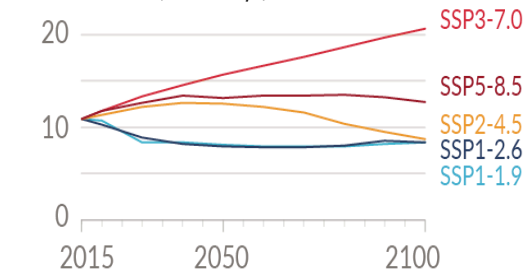


Selected contributors to non-CO<sub>2</sub> GHGs

Methane (MtCH<sub>4</sub>/yr)

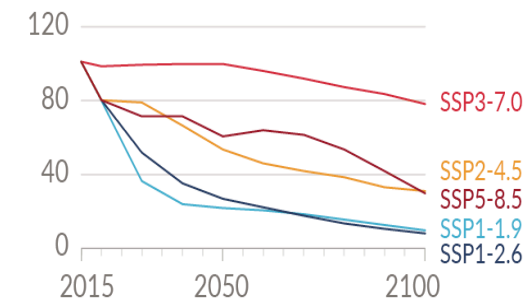


Nitrous oxide (MtN<sub>2</sub>O/yr)

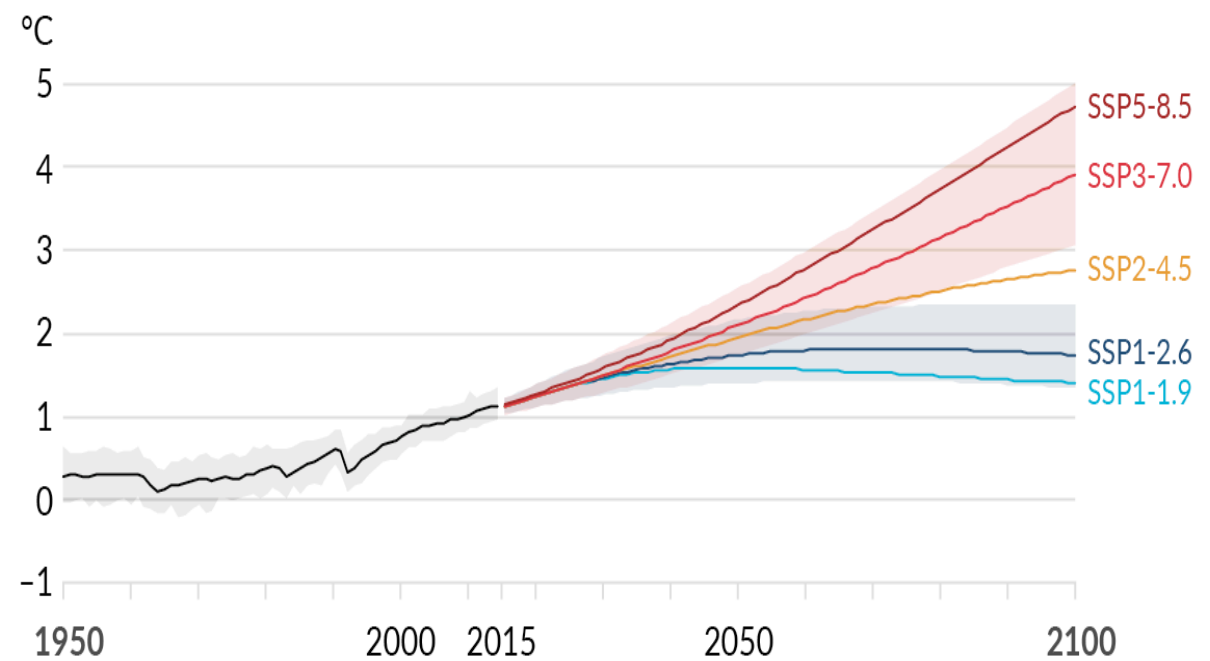
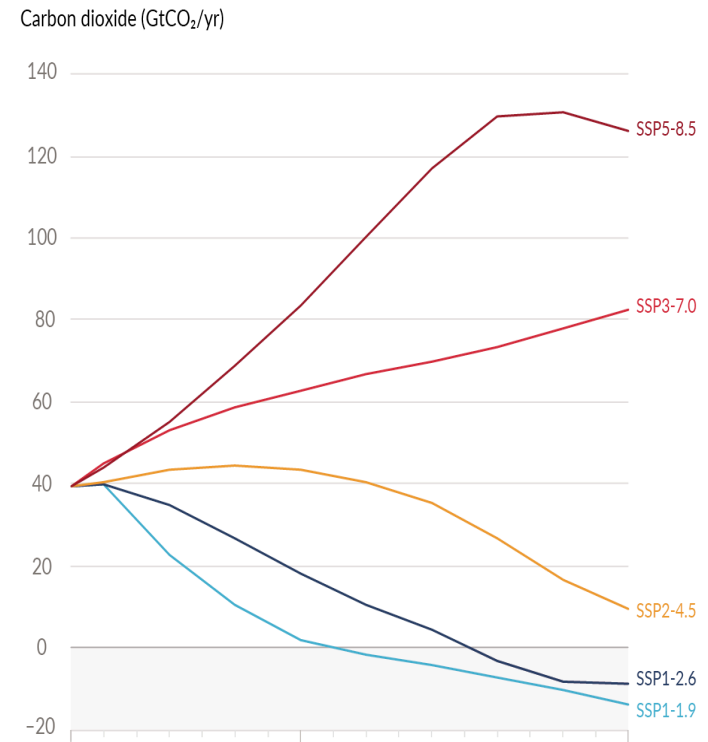


One air pollutant and contributor to aerosols

Sulphur dioxide (MtSO<sub>2</sub>/yr)



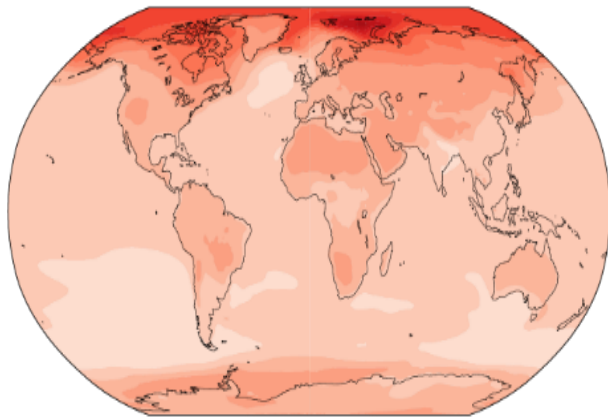
Les émissions à venir entraînent un réchauffement supplémentaire à venir



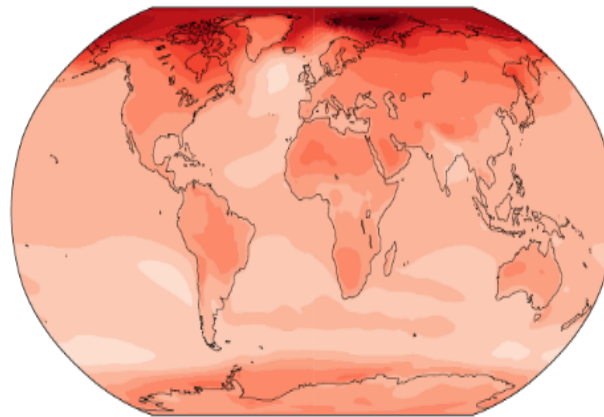
Pour chaque fraction de réchauffement planétaire supplémentaire, les changements sont amplifiés

Changements simulés ...

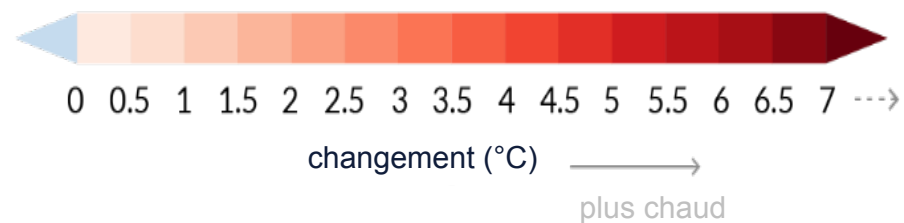
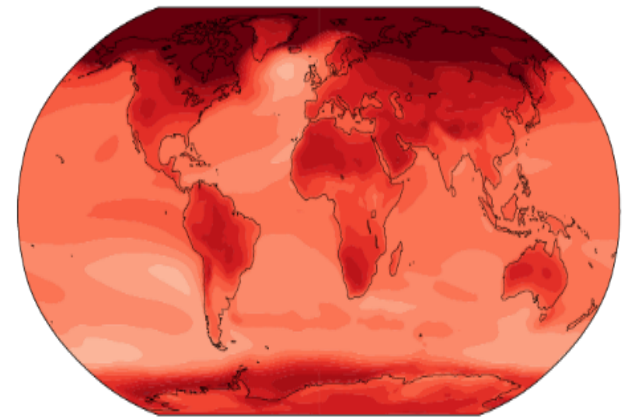
... pour 1.5°C



... pour 2°C



... pour 4°C





[Credit: Jenn Caselle | UCSB]

“

Il n’y a pas de retour en arrière possible pour certains changements dans le système climatique...



# Océan et calottes de glace



**Température de l'océan**  
Augmentation



**Calotte du Groenland**  
Fonte

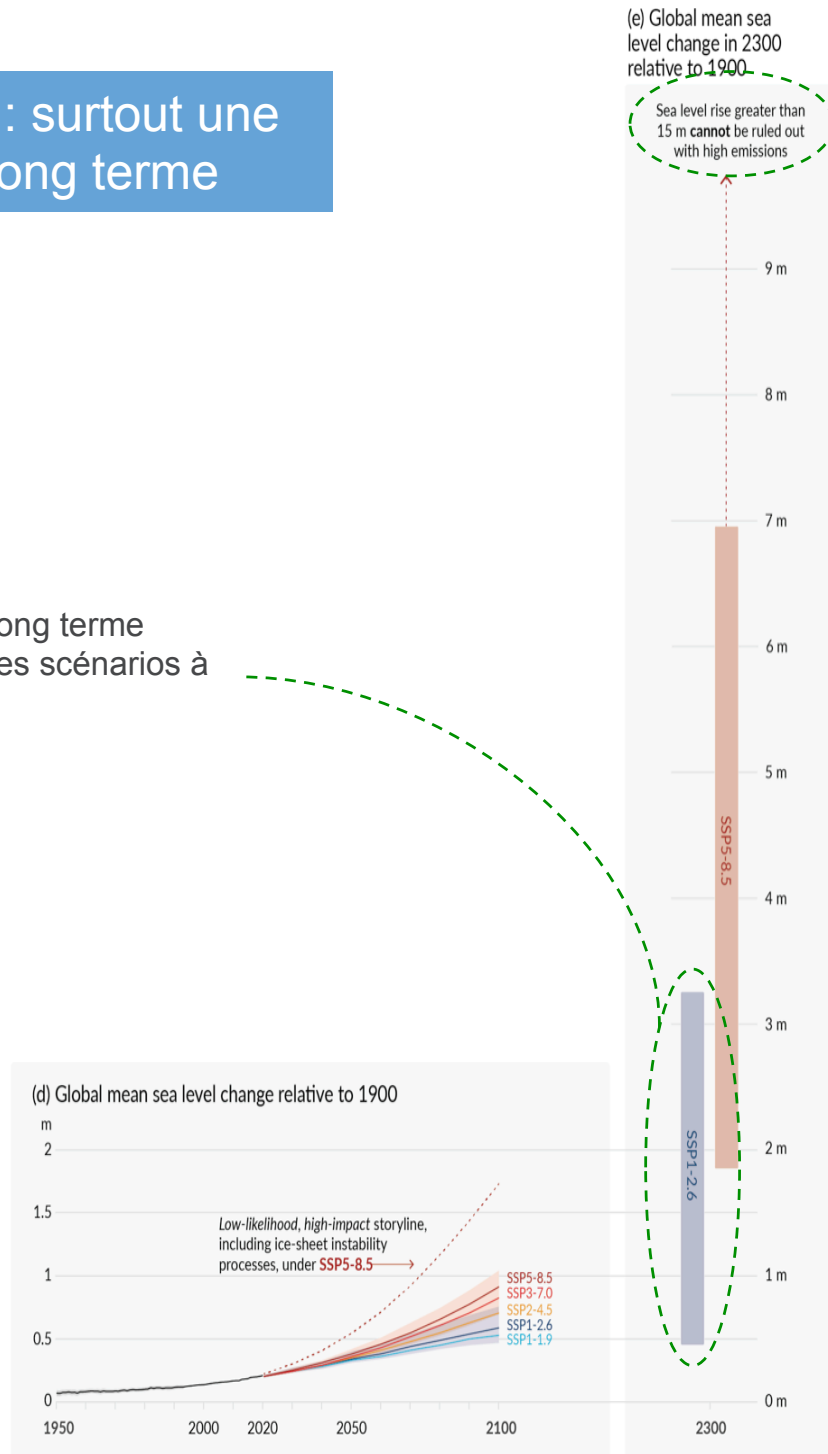


**Niveau des mers**  
Augmentation

Photo Credits from left: NOAA; Konrad Steffen; Allan Grinberg

# Niveau des mers : surtout une question du très long terme

Forte augmentation à long terme possible même dans des scénarios à très faibles émissions



Cas (peu probable) d'instabilités fortes des calottes de glace et de rétroactions climatiques sous-estimées

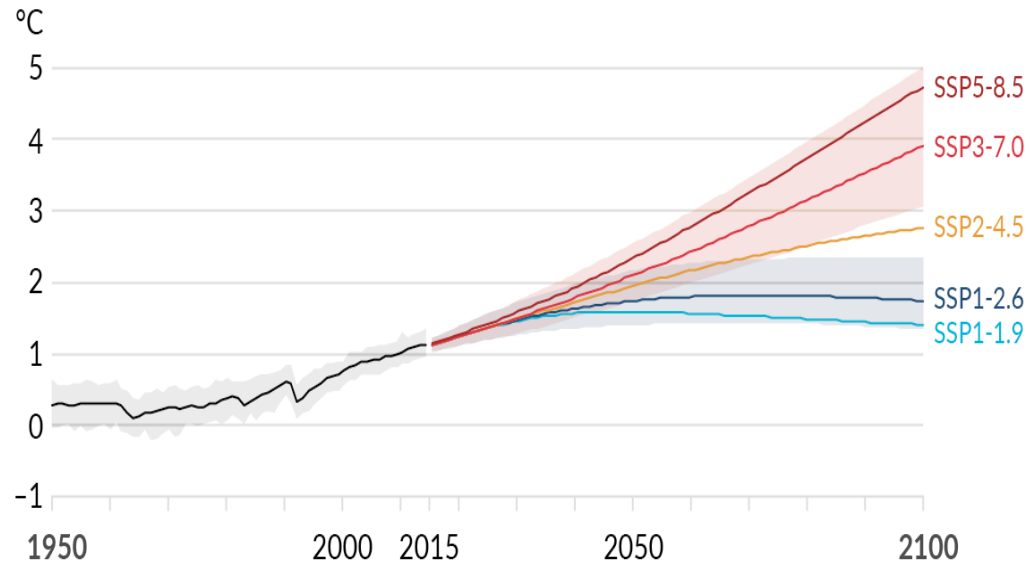


[Credit: Andy Mahoney | NSIDC]

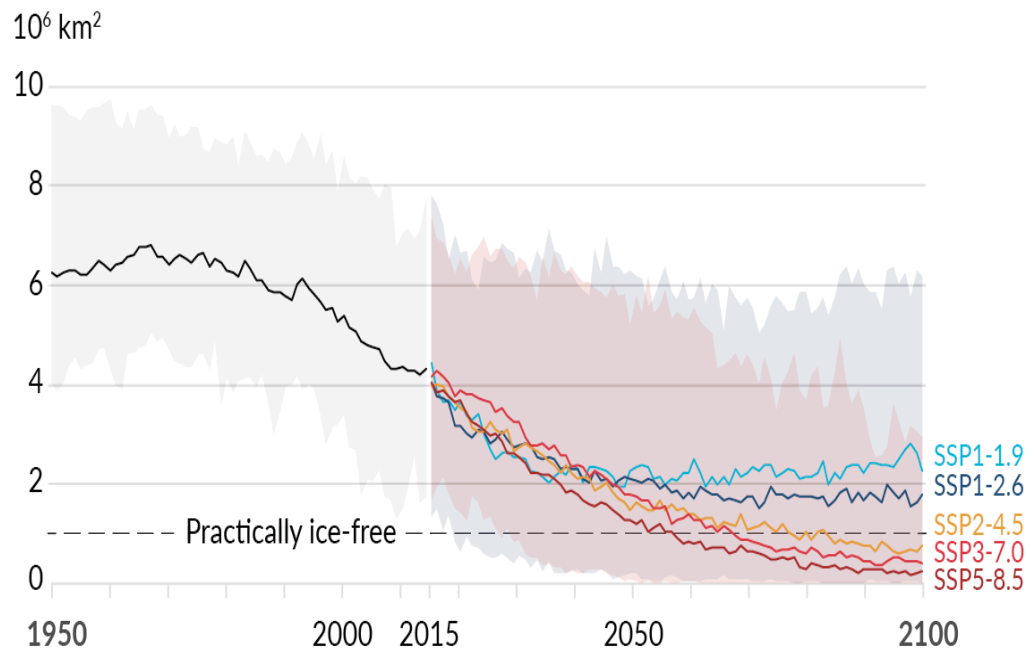
“

...Toutefois, certains changements pourraient être ralentis et d'autres arrêtés en limitant le réchauffement.

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



(b) September Arctic sea ice area



Autres variables qui réagissent  
“vite” : Précipitation, neige,  
vagues de chaleur,...



[Credit: evgeny-nelmin.]

“ Pour limiter le réchauffement de la planète, il est nécessaire de réduire fortement, rapidement et durablement les émissions de CO<sub>2</sub>, de méthane, et d'autres gaz à effet de serre.

Cela permettrait non seulement de réduire les conséquences du changement climatique, mais aussi d'améliorer la qualité de l'air.

# Chaque tonne d'émissions de CO<sub>2</sub> contribue au réchauffement de la planète

Global surface temperature increase since 1850-1900 (°C) as a function of cumulative CO<sub>2</sub> emissions (GtCO<sub>2</sub>)

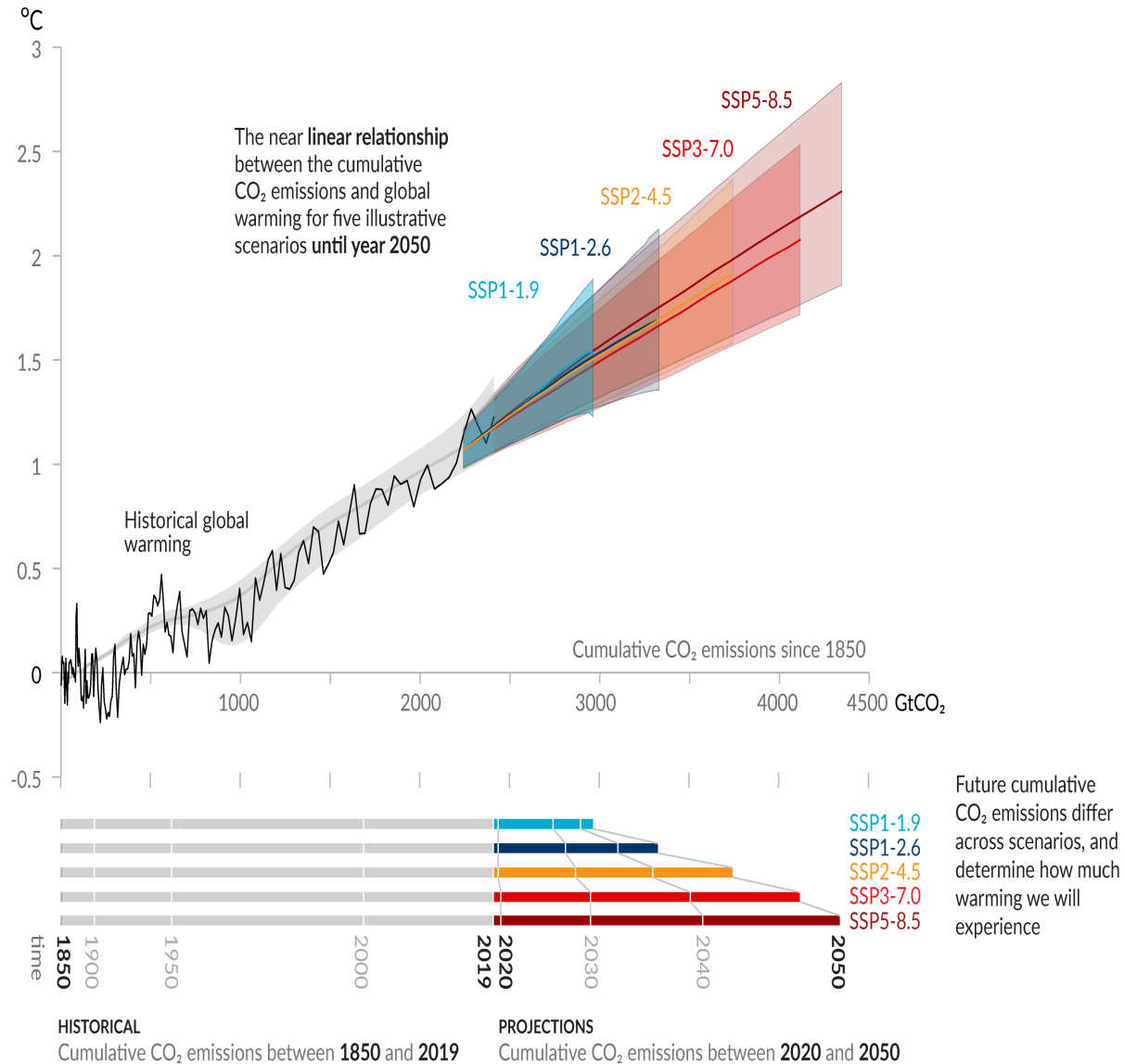
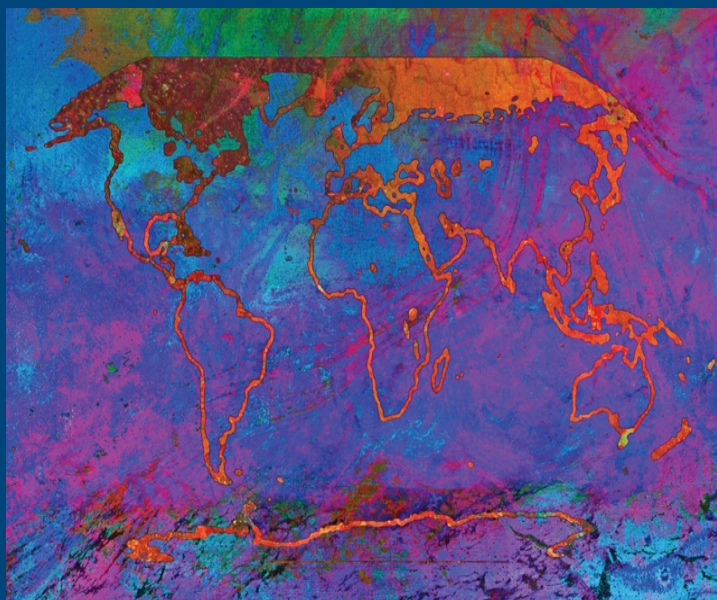


Figure qui est la base des budgets de carbone

Condition pour stabiliser le climat : **zéro** émissions nettes

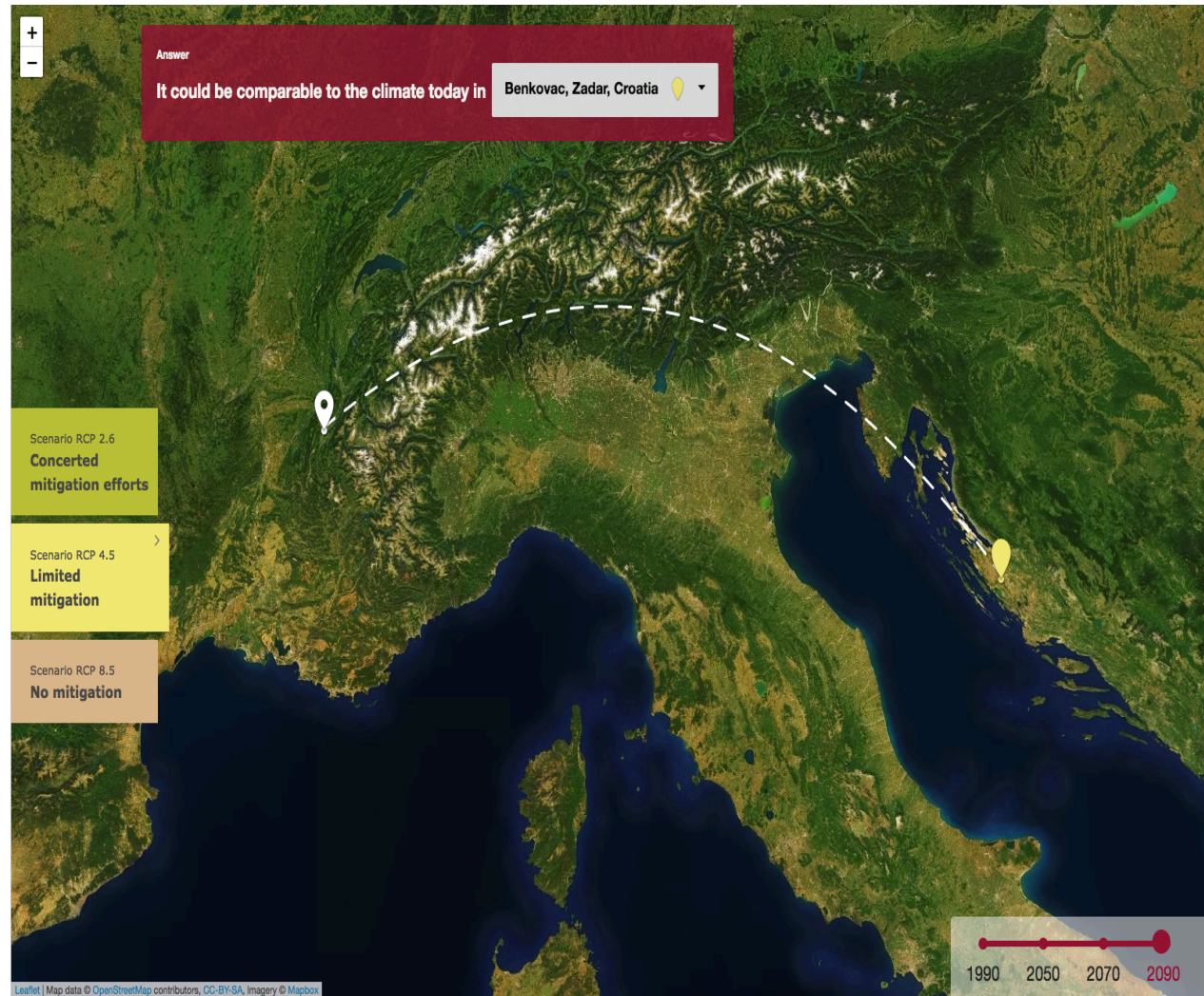
“



Le climat que nous connaissons à l'avenir dépend des décisions que nous prenons maintenant.

## Concrètement : Grenoble à la fin du siècle

Dans un scénario d'émissions "modérées"



<https://climate.copernicus.eu/climate-analogues-finding-tomorrows-climate-today>



## Concrètement : Grenoble à la fin du siècle

Dans un scénario d'émissions fortes



<https://climate.copernicus.eu/climate-analogues-finding-tomorrows-climate-today>