

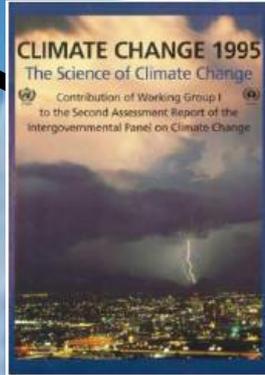
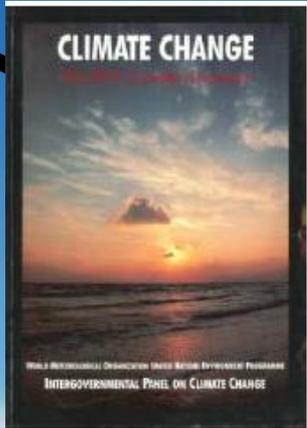
Les bases scientifiques du changement climatique

Marie Monier
Laboratoire de Météorologie Physique
Université Clermont Auvergne, CNRS/INSU

- **Les bases scientifiques**
- **Pas de parti pris**
- **Rapporter la recherche des autres**

GIEC: Groupement International Experts Climat

- 1. créé en 1988, à la demande du G7, par OMM et PNUE et ouvert à tous les pays membres de ces deux organismes.**
- 2. Composition: des centaines d'experts (universités, centres de recherches, associations de défense de l'environnement), accréditées par leur propre gouvernement.**
- 3. Rôle: Evaluer, sans parti pris et de manière méthodique, claire et objective, les informations scientifiques, techniques et socio-économiques disponibles en rapport avec la question du changement climatique.
Rendre compte des différents points de vue et des incertitudes.**
- 4. Organisation: 3 groupes de travail:**
 - Groupe I : principes physiques du changement climatique**
 - Groupe II : impacts, vulnérabilité et adaptation au changement climatique**
 - Groupe III : moyens d'atténuer (mitigation) le changement climatique**



Le 6^{ème} rapport sera livré en 2022:

Groupe 1: printemps 2021

Groupe 2: automne 2021

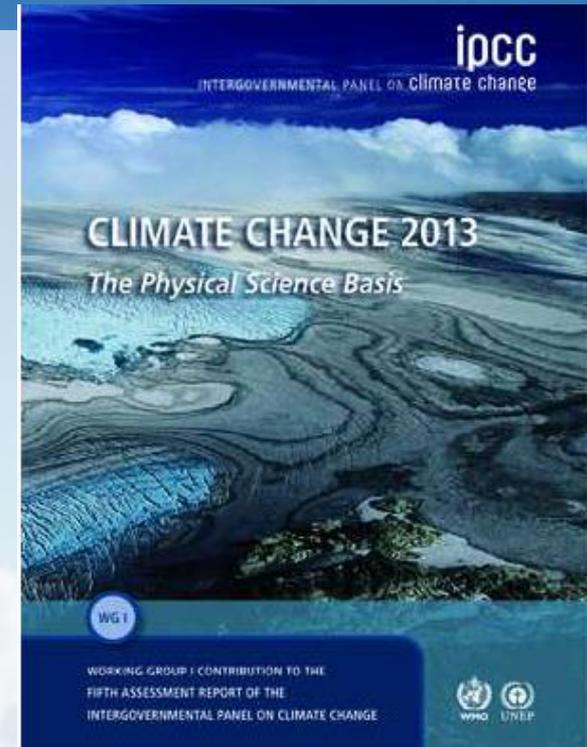
Groupe 3: 2022

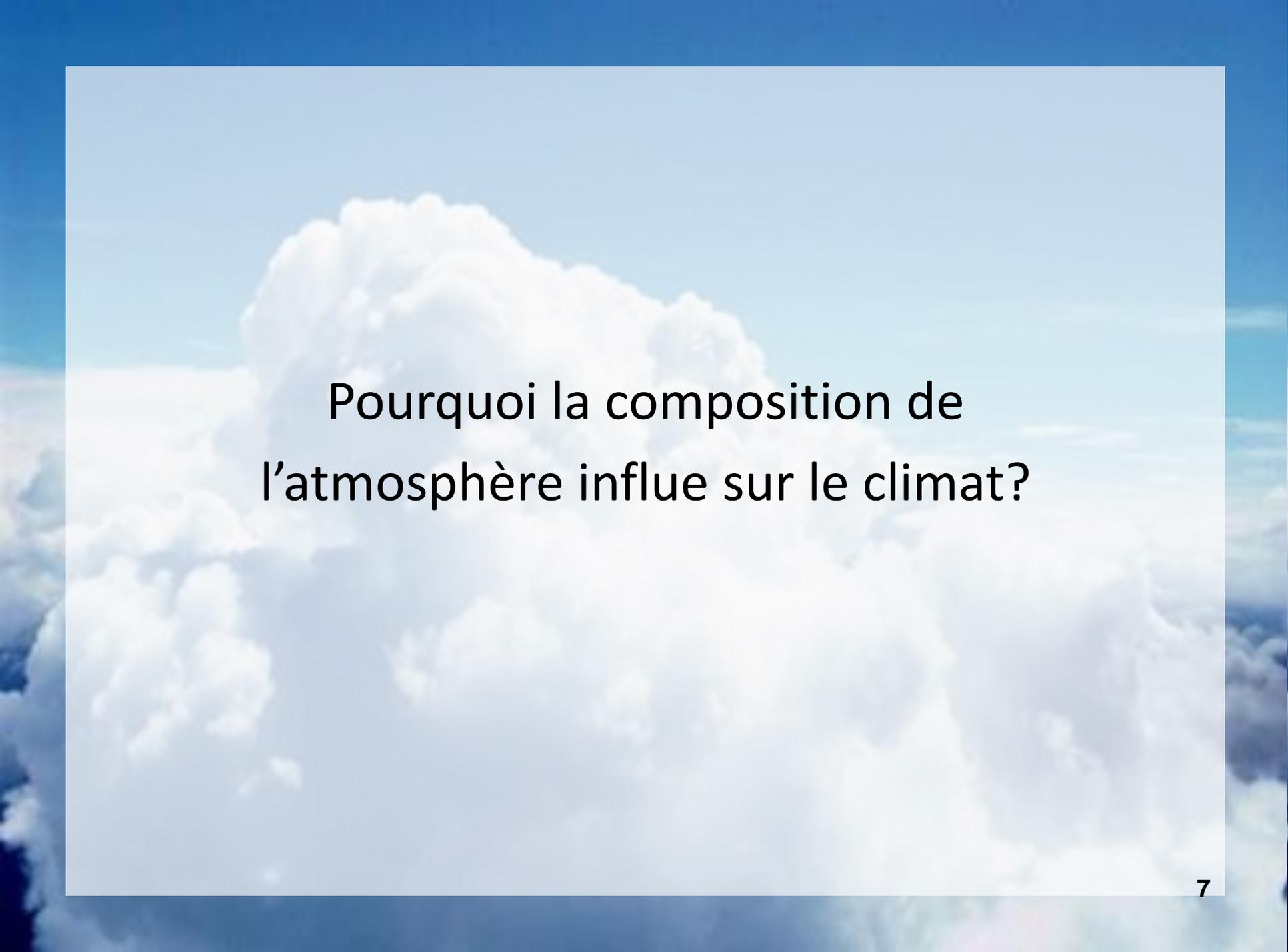
Candidatures ouvertes pour rapporter le premier jet en mars

Pourquoi la composition de l'atmosphère influe sur le climat?

Quelles sont les grandes lignes du 5^{ème} rapport de 2013?

Quels sont les objets d'étude et les approches du 2^{ème} et 3^{ème} groupes?





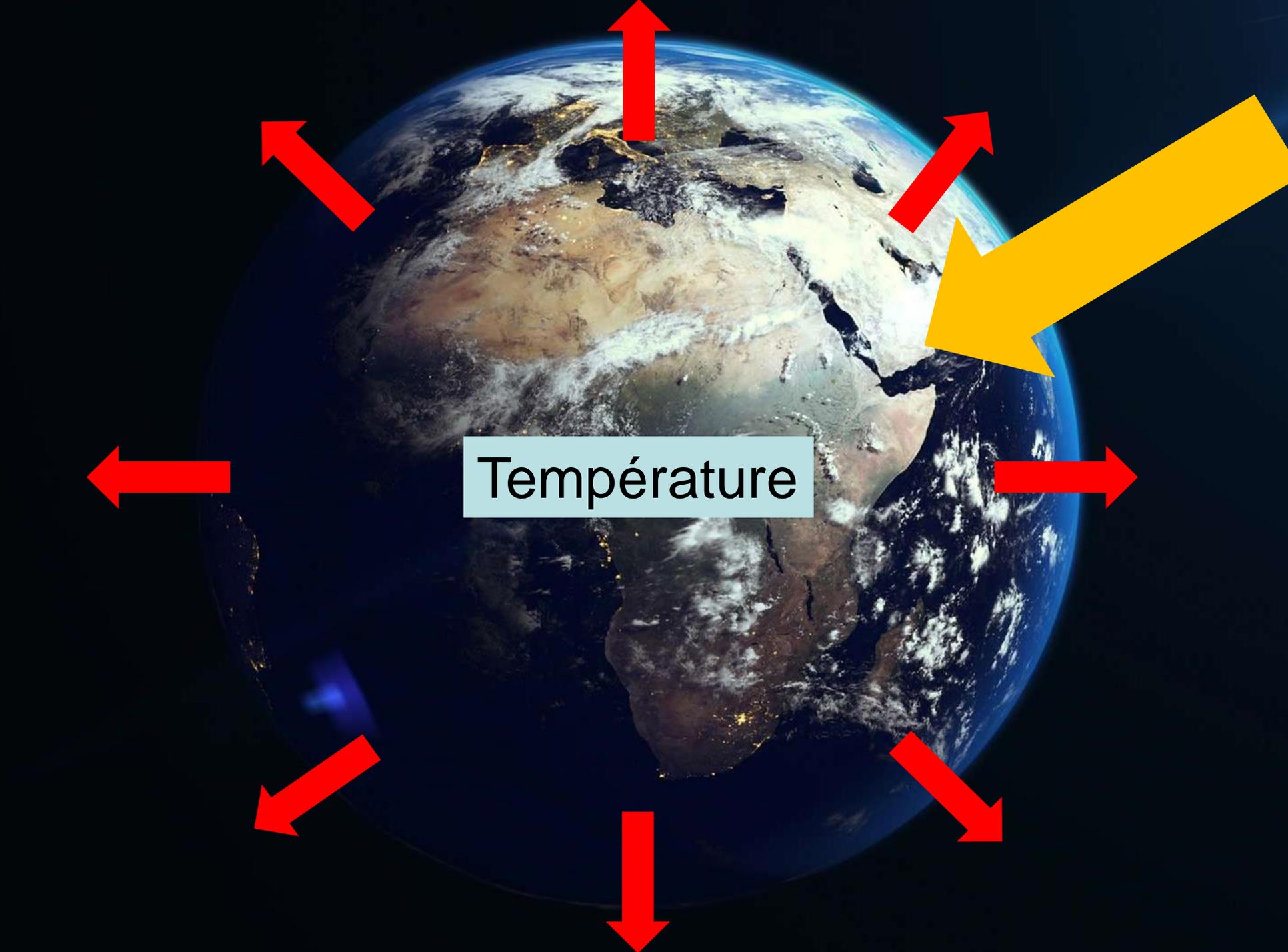
Pourquoi la composition de
l'atmosphère influe sur le climat?

Le climat :

- terme général servant à qualifier l'ensemble des phénomènes météorologiques habituels en un lieu donné.
- la moyenne du temps qu'il fait

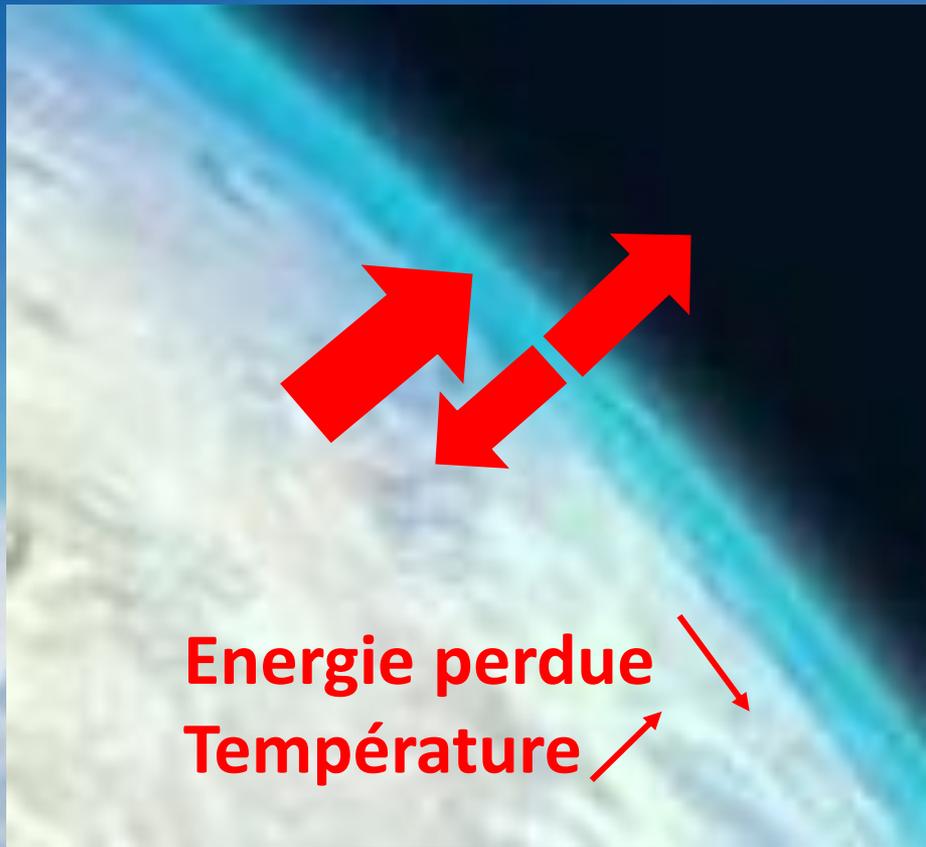
Le changement climatique :

- changement de climat comparativement au climat d'une période servant de référence.



Température



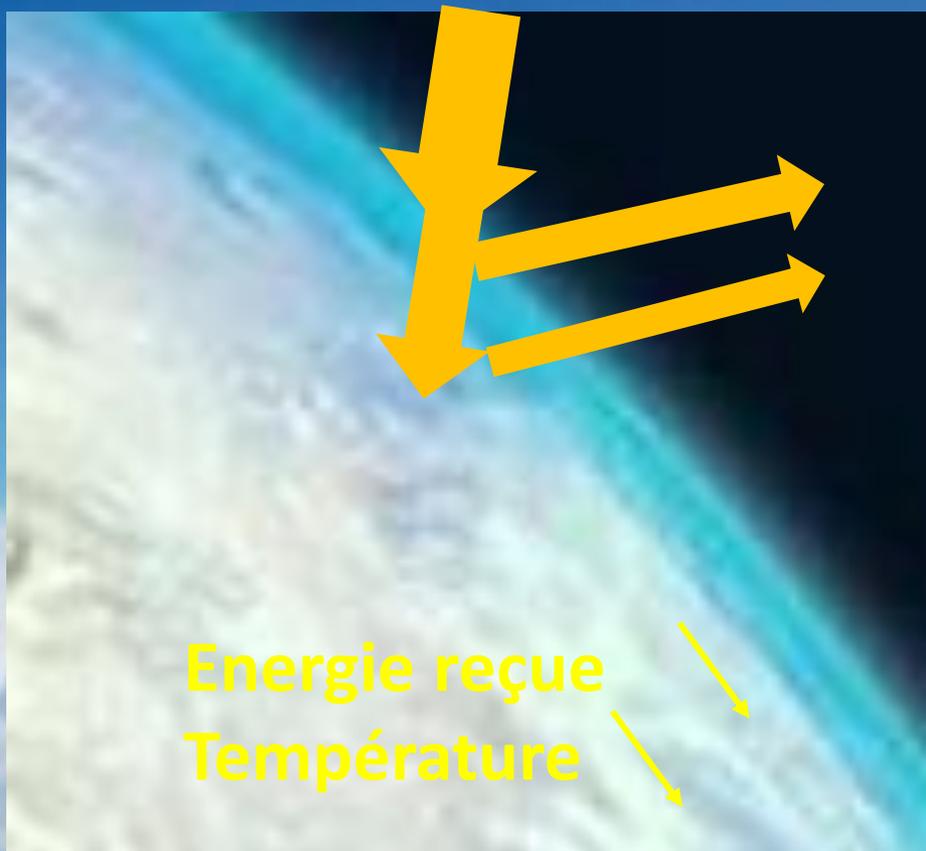


La Terre a une température de 15°C.

Elle émet à 10,8 μm , dans les infrarouges.

Il y a dans l'atmosphère des piègeurs d'infrarouges

- Les molécules avec plus de deux atomes absorbent le rayonnement par vibrations des liaisons : H_2O , CO_2 , CH_4 .
- Les objets à une température inférieure, absorbent les infrarouges (chauds) et réémettent des infrarouges moins énergétiques (froids): les nuages d'altitude.



Le soleil a une température de 6000°C.

Il émet autour de 500 nm, dans le visible.

Les réflecteurs de cette lumière sont au sol et dans l'atmosphère et constitue l'albédo

- Rendre la surface plus réfléchissante: sol clair plutôt qu'un sol foncé, de la glace de mer plutôt que de l'océan.
- Opacifier l'atmosphère: particules en suspension, nuage épais

Le climat :

- terme général servant à qualifier l'ensemble des phénomènes météorologiques habituels en un lieu donné.
- la moyenne du temps qu'il fait

Le changement climatique :

- changement de climat comparativement au climat d'une période servant de référence.



Causé par:

- des facteurs naturels: la variabilité solaire, volcanique
- des facteurs humains: émissions gazeuses, particulaires, changements des propriétés des sols

Méthodologie

1) Connaitre sur une longue période :

- les caractéristiques qui définissent le climat: température, précipitations, vent, ...
- les caractéristiques de causes potentielles de changement: composition atmosphérique, occupation des sols, faune et flore, activité volcanique

2) Etudier si il y a des variations

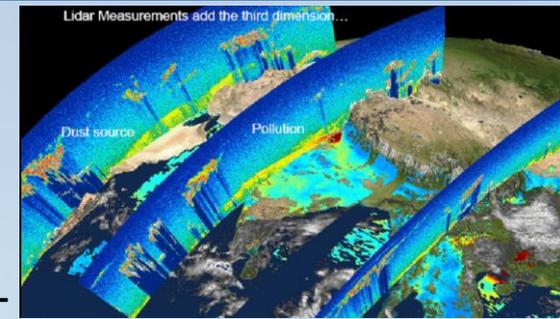
3) Interpréter, comprendre et quantifier les interactions entre facteurs identifiés (les corrélations).

4) Prévoir

Sur quoi avance-t-on ?

1) Observations:

- Dans l'ère moderne: mesurer plus de variables -
obtenir des données sur des gammes de temps plus importantes +
mesurer de façon uniforme +++
- Remonter aux climats anciens:
les paléoclimats à l'aide des carottes de glace - -
les climats plus récents par compréhension de la réponse climat /
croissance du vivant

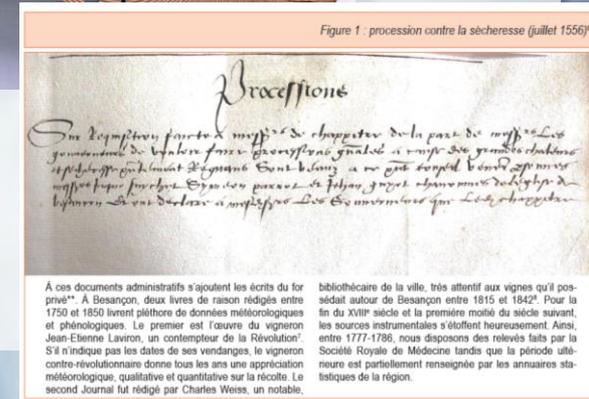


2) Interprétation:

- Couplage océan atmosphère - -
- Couplage sol (humidité/flore)/atmosphère + + +
- Interactions particules/nuage/radiatif + + +



3) Moyens de calcul - - et de stockage ++

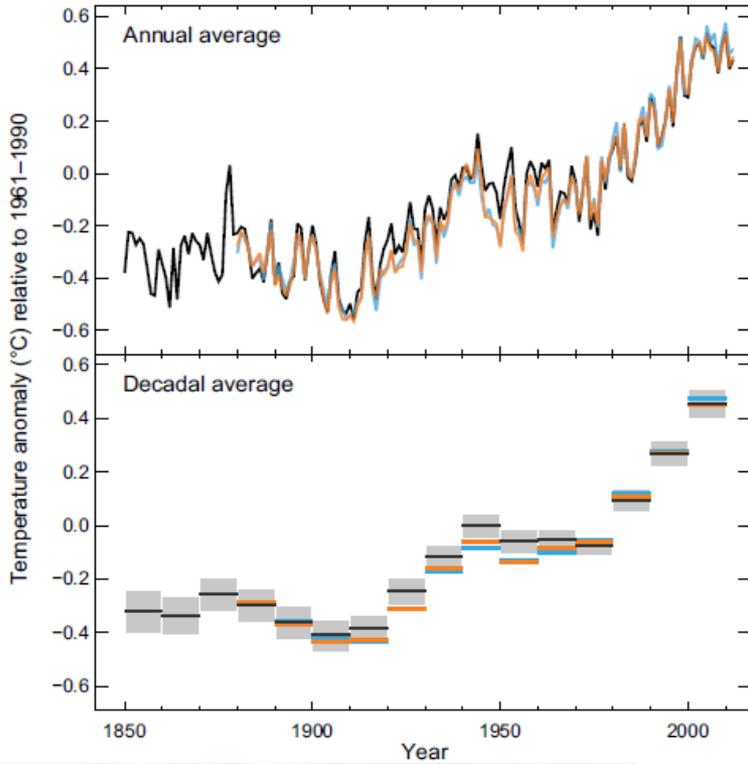




Quelles sont les grandes lignes
du 5^{ème} rapport de 2013?

(a)

Observed globally averaged combined land and ocean surface temperature anomaly 1850–2012

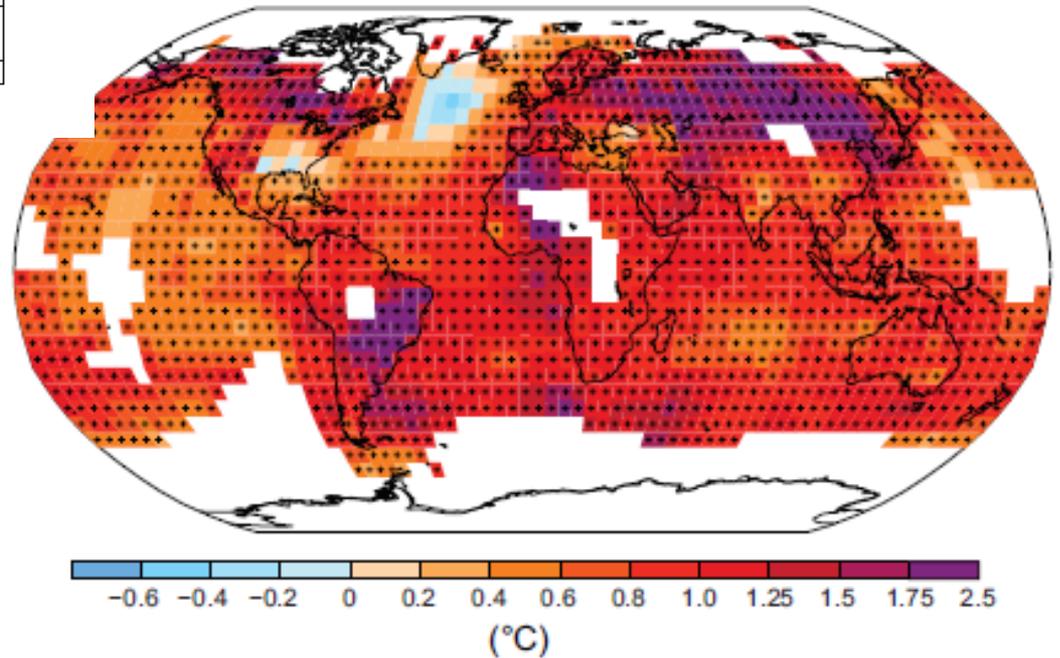


Il y a réchauffement global.

Réchauffement de toutes les parties du globe encore plus sur les continents.

Le réchauffement s'accélère.

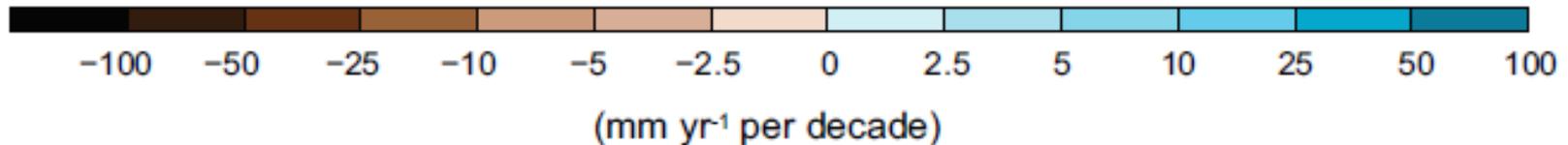
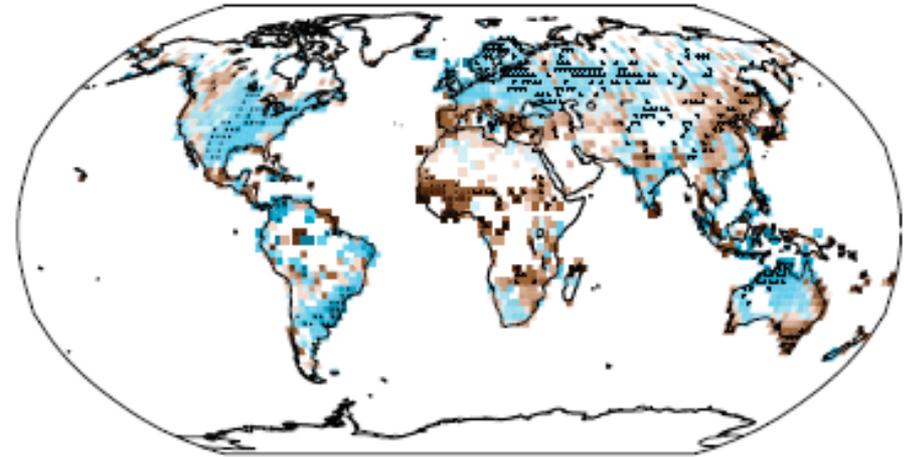
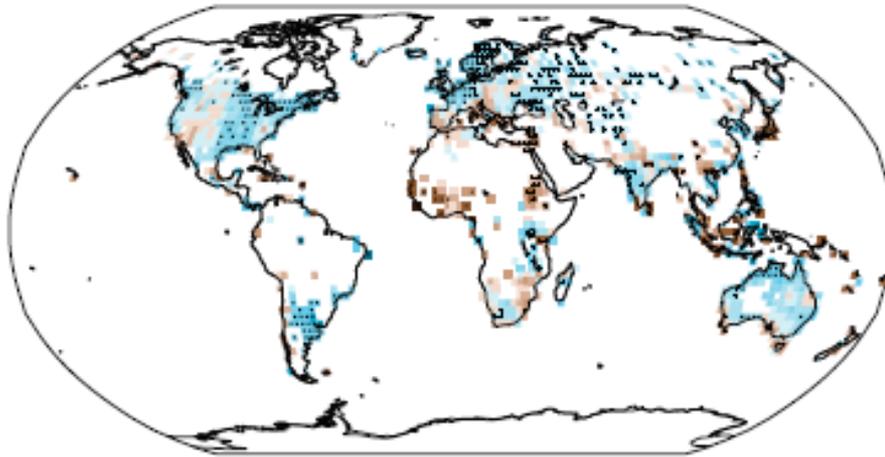
Observed change in surface temperature 1901–2012



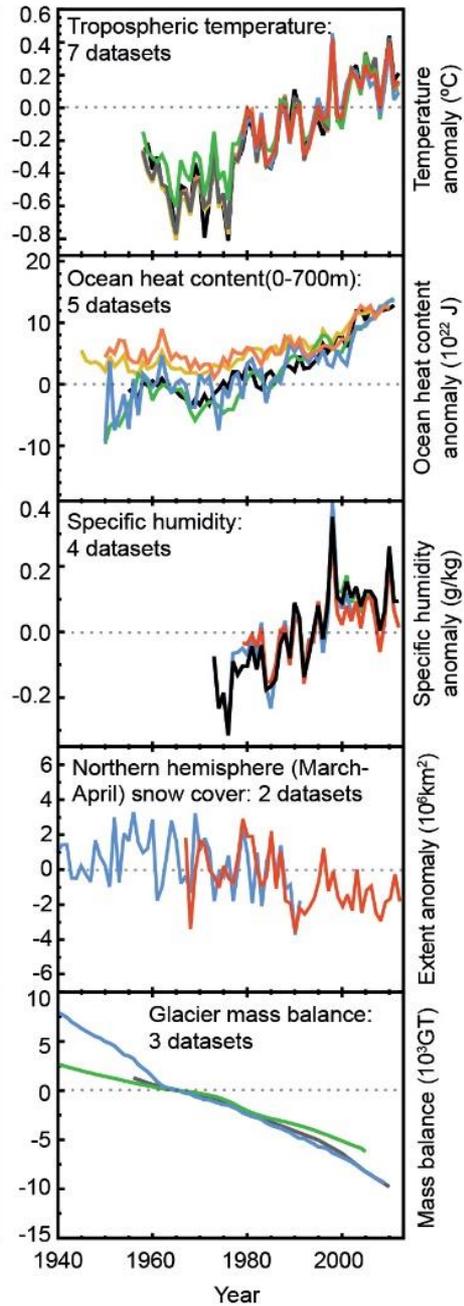
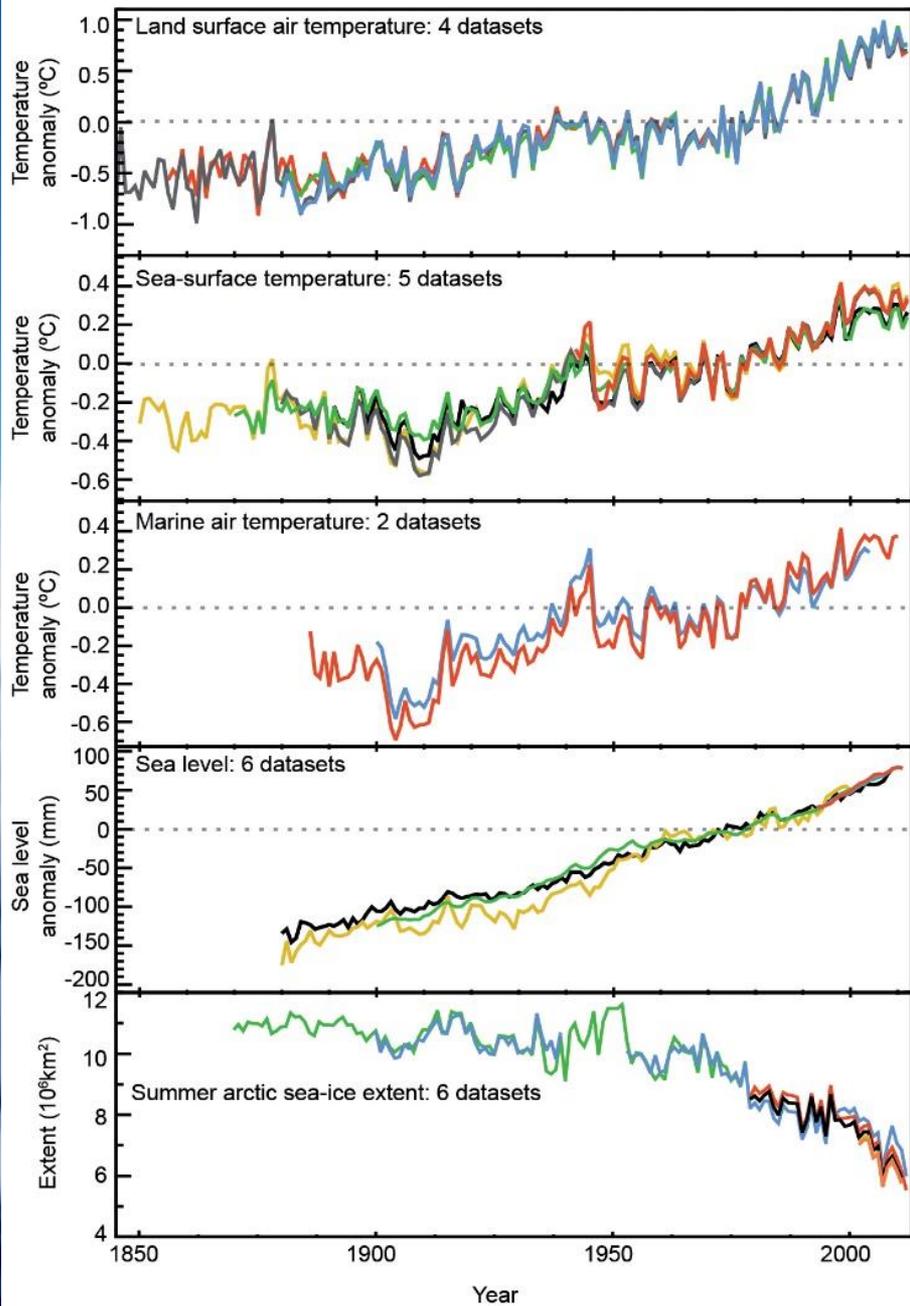
Observed change in annual precipitation over land

1901–2010

1951–2010

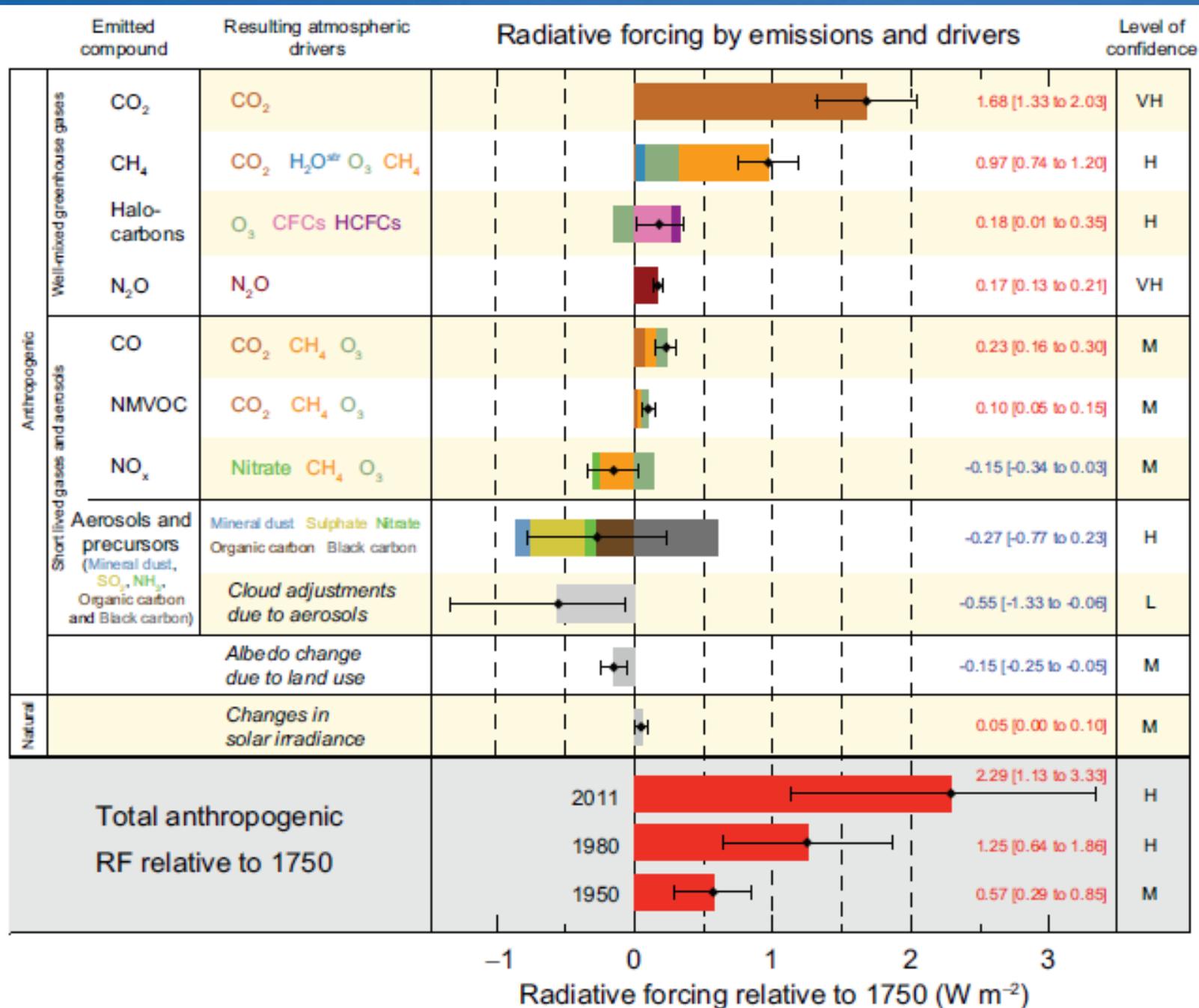


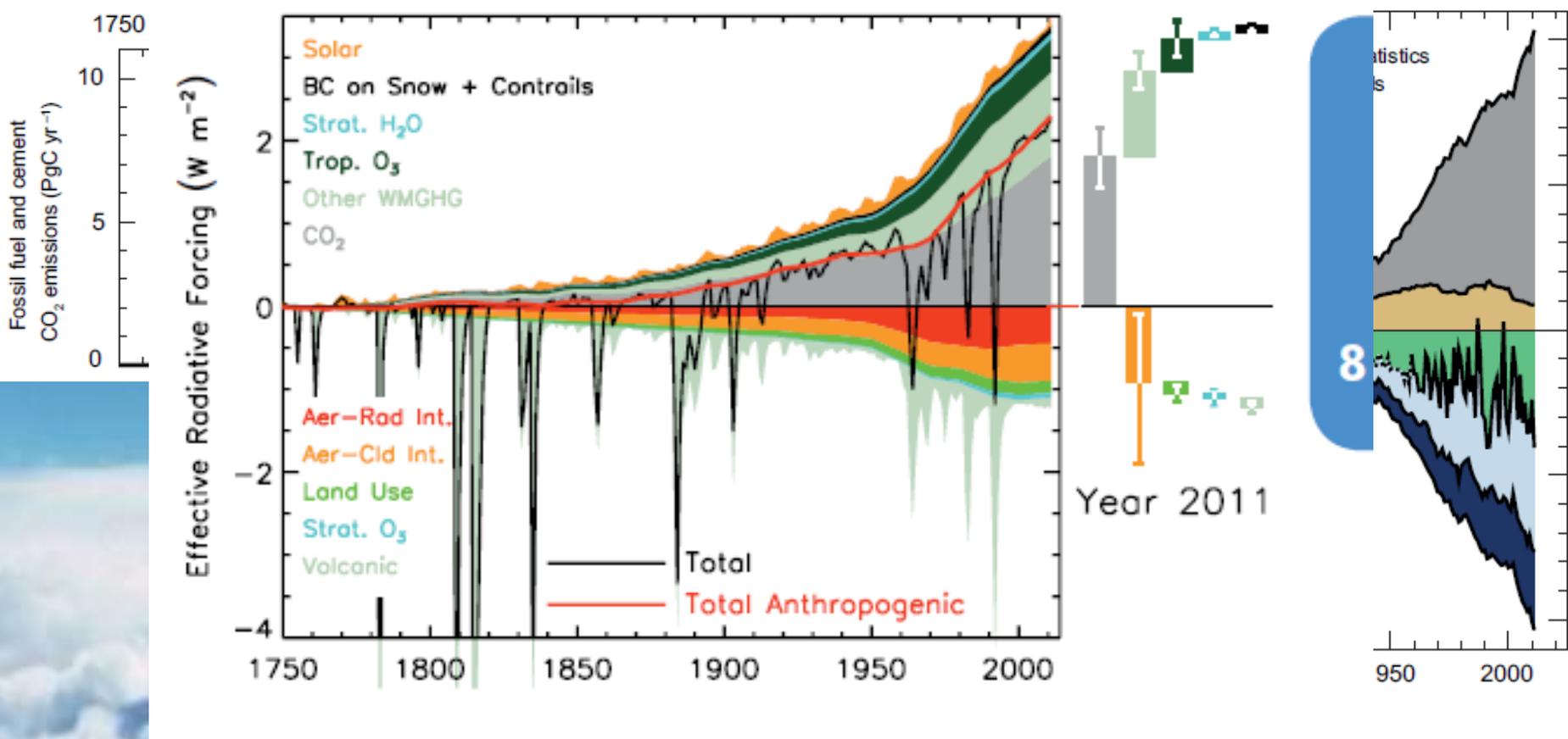
Le changement en précipitation est moins robuste.
Les zones arides s'assèchent, les zones humides le deviennent plus.



Key Statement / Headline of IPCC WG1 AR5 SPM

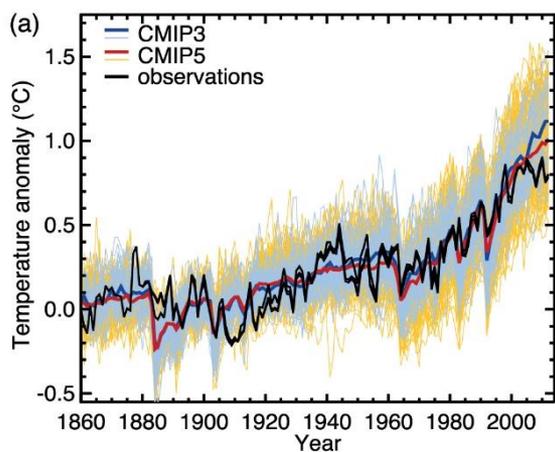
Warming of the climate system is unequivocal, and since the 1950s, many of the observed changes are unprecedented over decades to millennia. The atmosphere and ocean have warmed, the amounts of snow and ice have diminished, sea level has risen, and the concentrations of greenhouse gases have increased



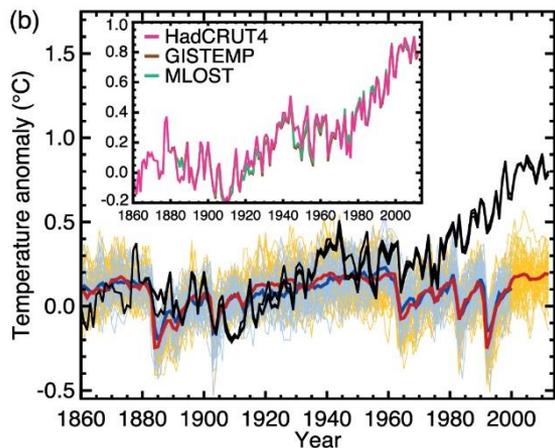


Les données sur les températures du siècle derniers sont disponibles
 Les données des forçages radiatifs naturels et anthropiques sont disponibles

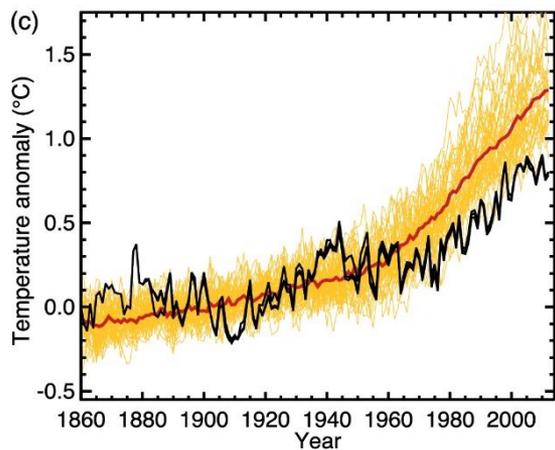
Il est possible de tester notre modélisation du climat.



Forçage naturel et anthropique



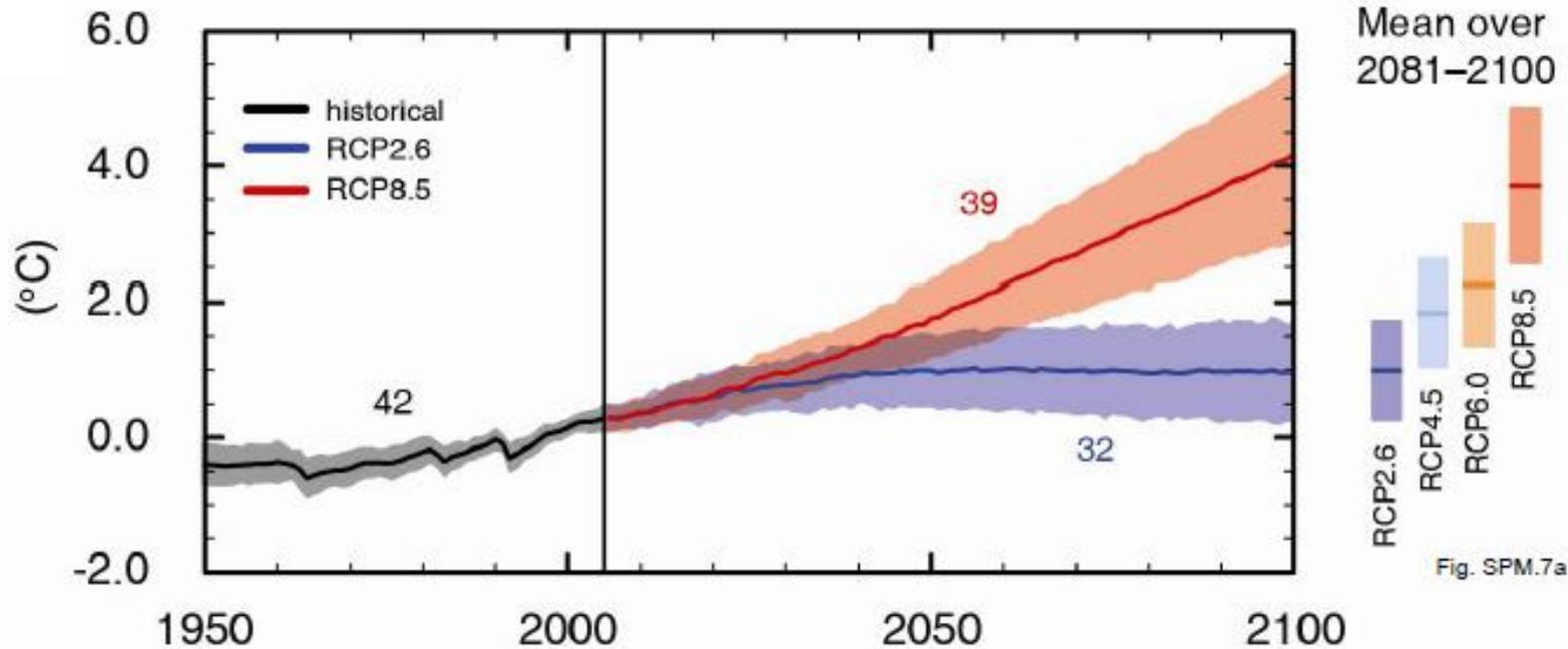
Forçage naturel



Forçage anthropique

Au niveau global, les modèles de climat **peuvent reproduire** les températures du siècle dernier **uniquement en prenant en compte l'activité humaine.**

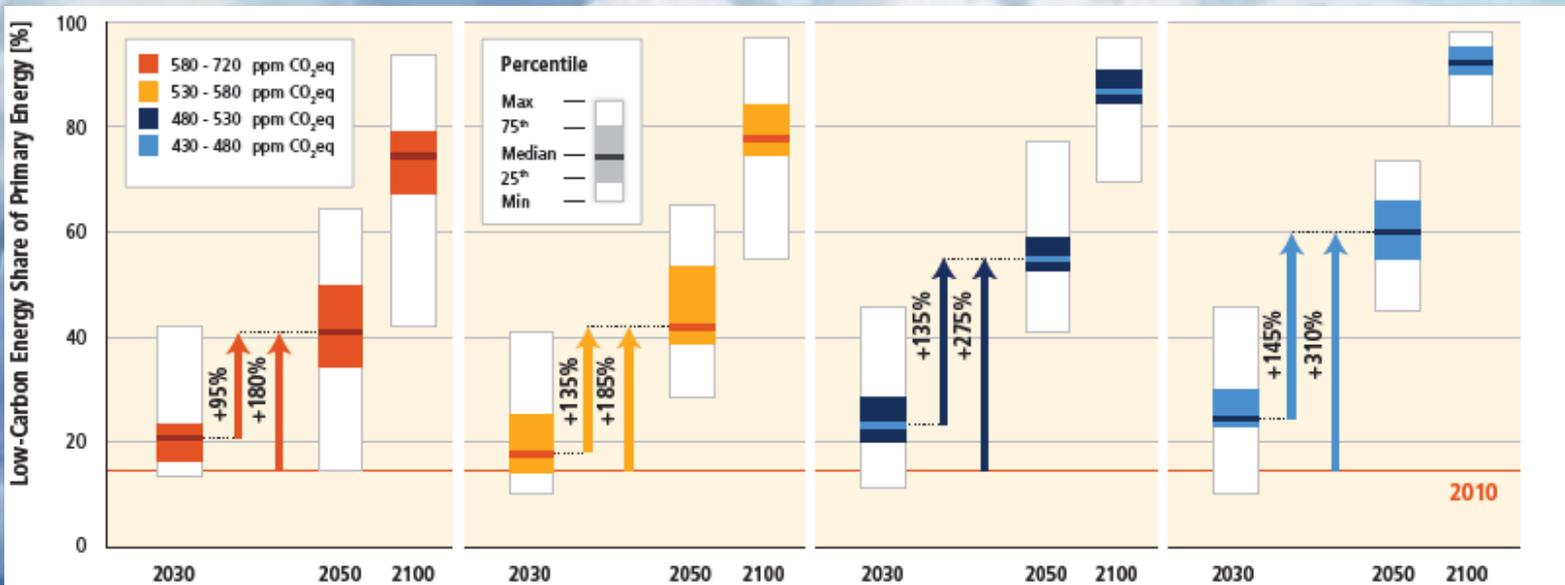
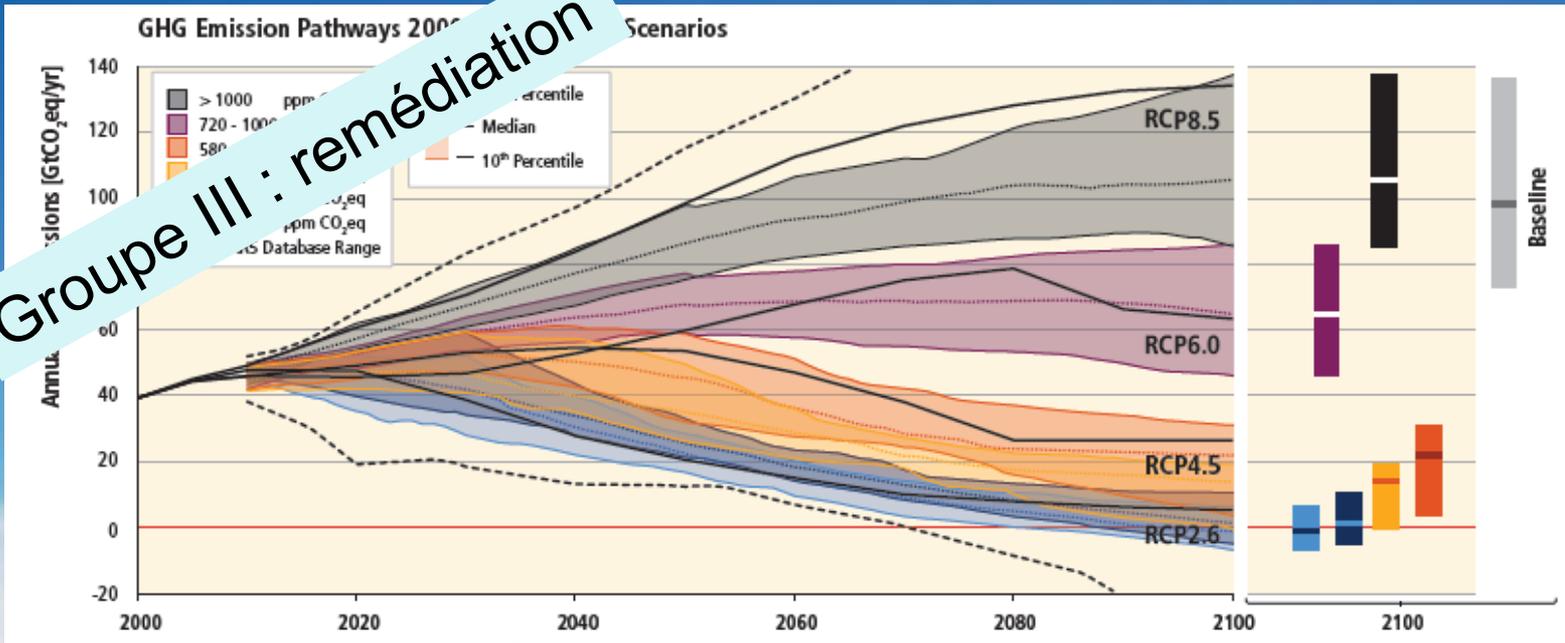
Global average surface temperature change

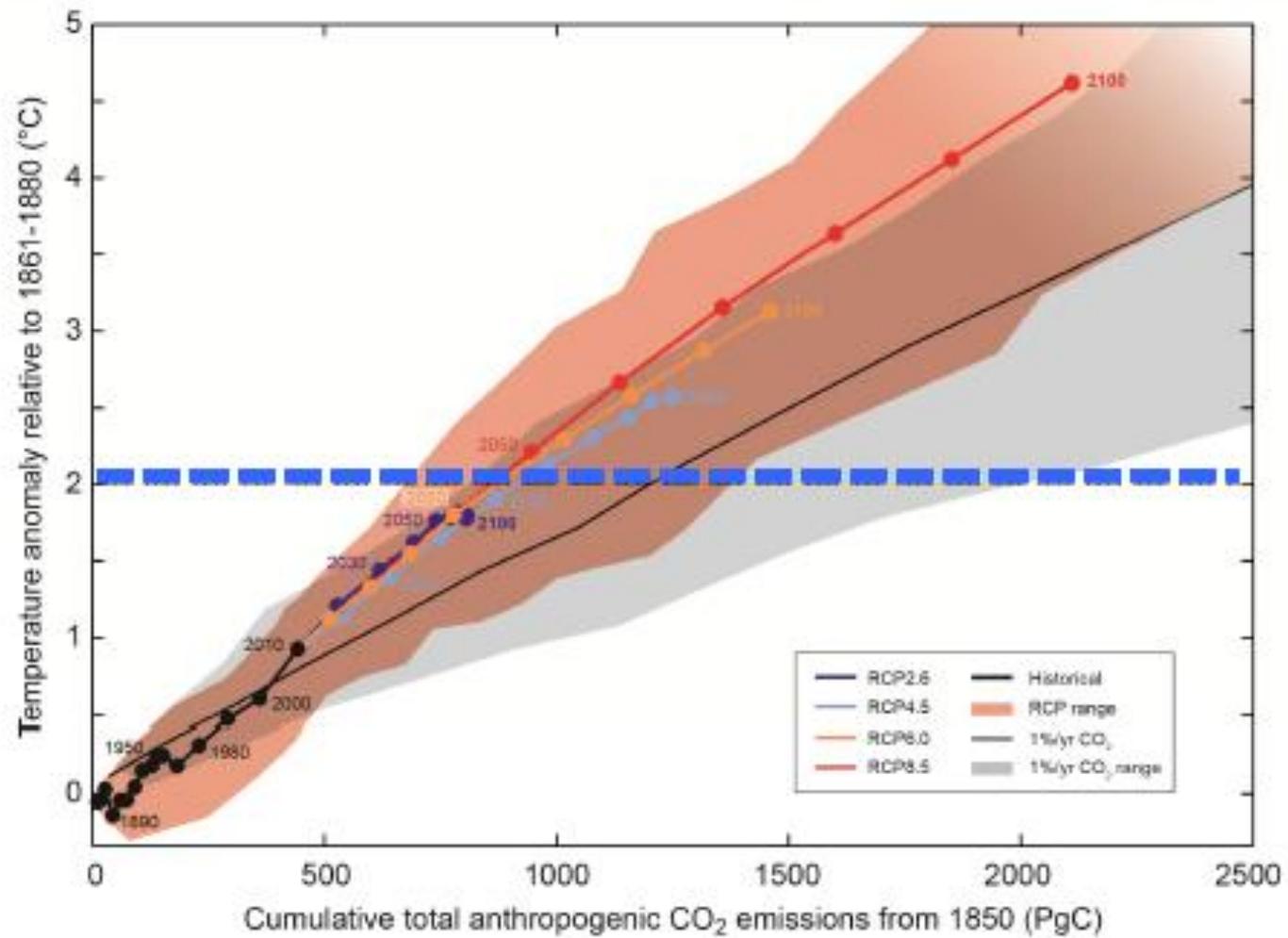


En 2100, la température aura augmenté de 0,3°C à 5,5°C soit plus de 5°C d'incertitude.

Pour un scénario donné, on descend à une incertitude de 2°C

Groupe III : remédiation



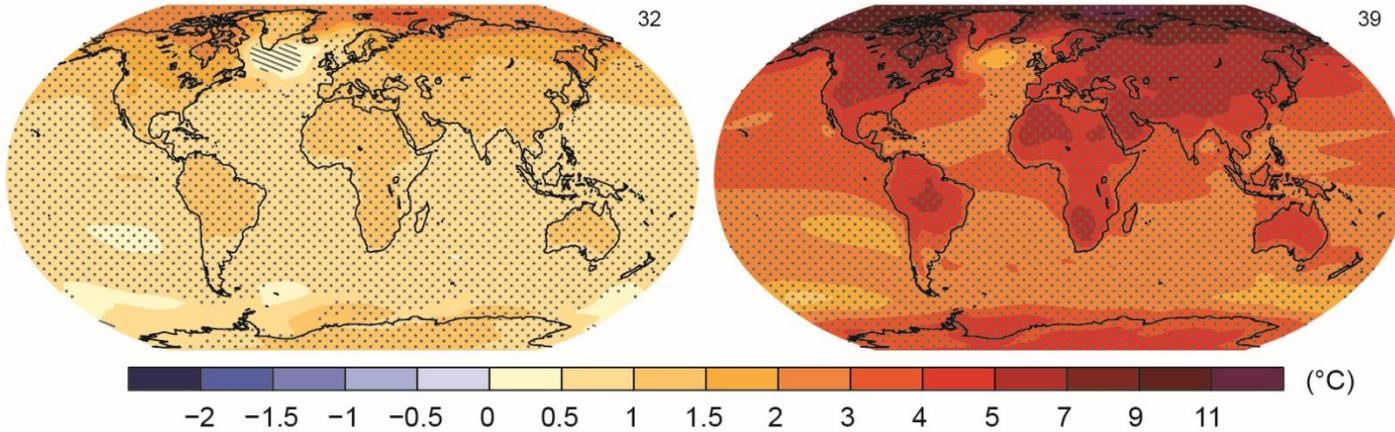


(IPCC 2013, Fig. SPM.10)

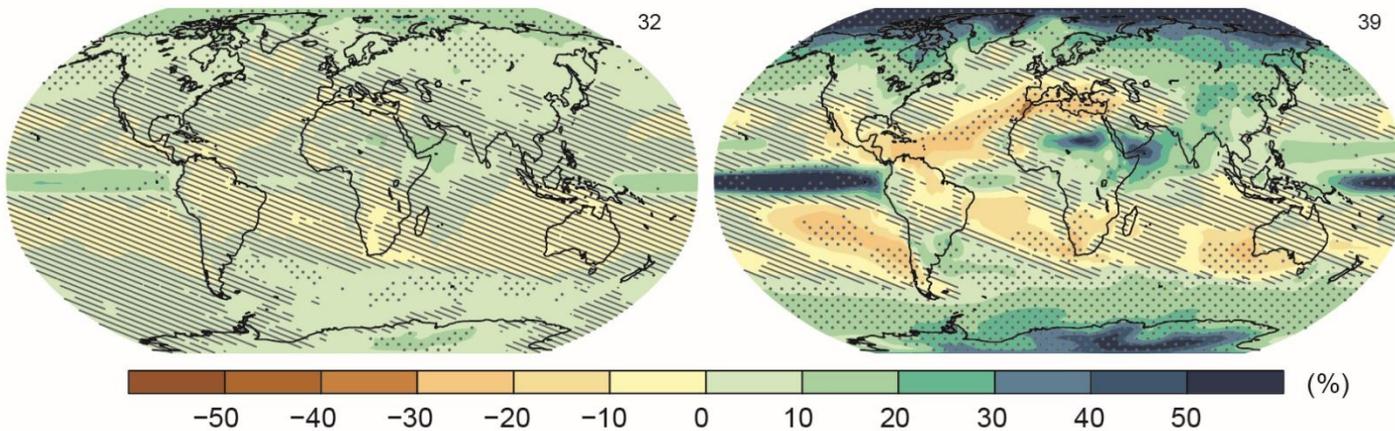
RCP 2.6

RCP 8.5

(a) Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)



(b) Change in average precipitation (1986–2005 to 2081–2100)

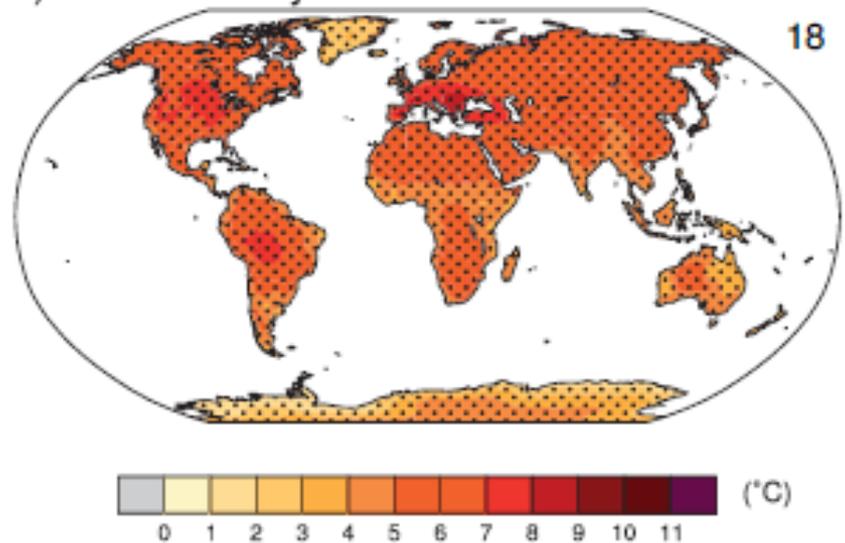


La régionalisation des climats est plus robuste.

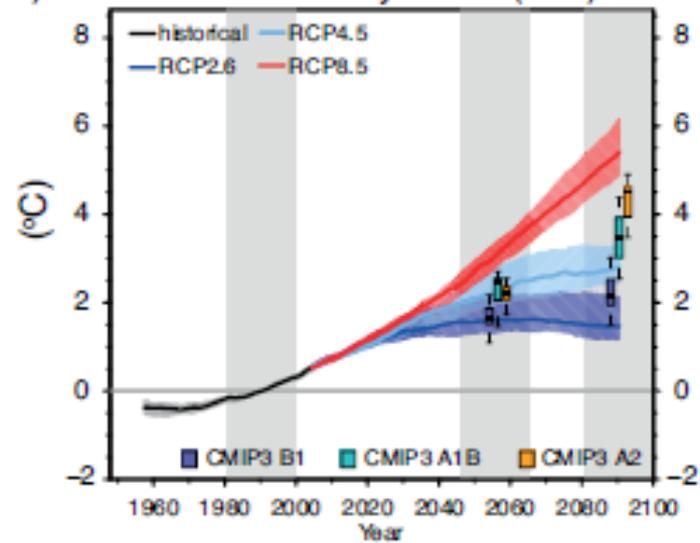
Tous les décideurs peuvent anticiper l'impact sur leur région

en température, en précipitation en moyenne et en extrême

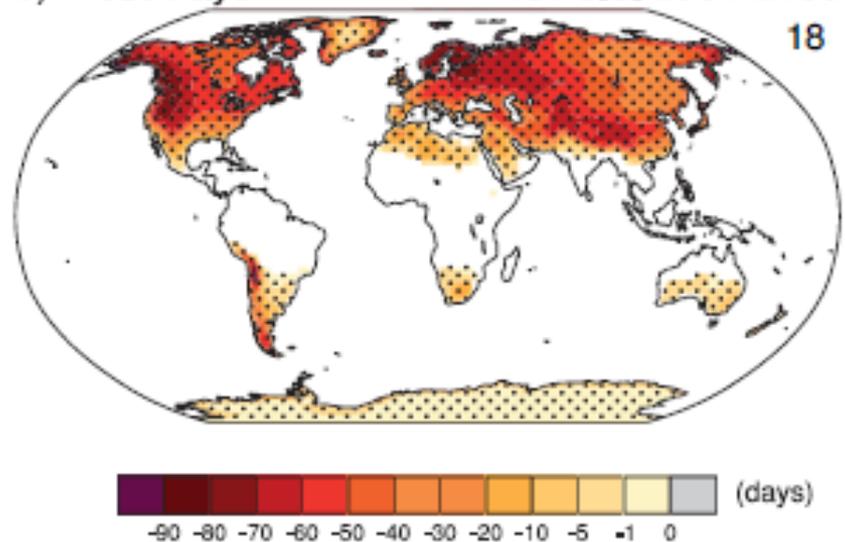
c) Warmest daily Tmax RCP8.5: 2081-2100 18



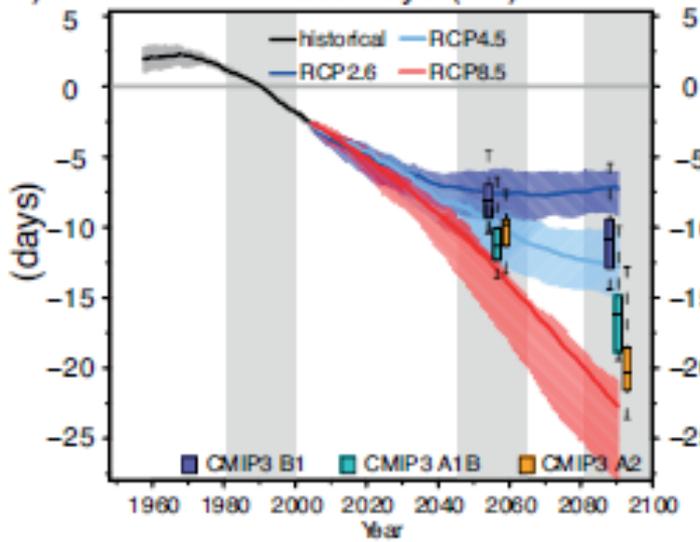
d) Warmest daily Tmax (TXx)



e) Frost Days RCP8.5: 2081-2100 18



f) Frost Days (FD)



The four Elements of the WGI Fifth Assessment Report

- **14 Chapters**

1'140'000 Words, ca. 2000 Pages
1250 Figures und Diagrams

- **Atlas: Regional Projections**

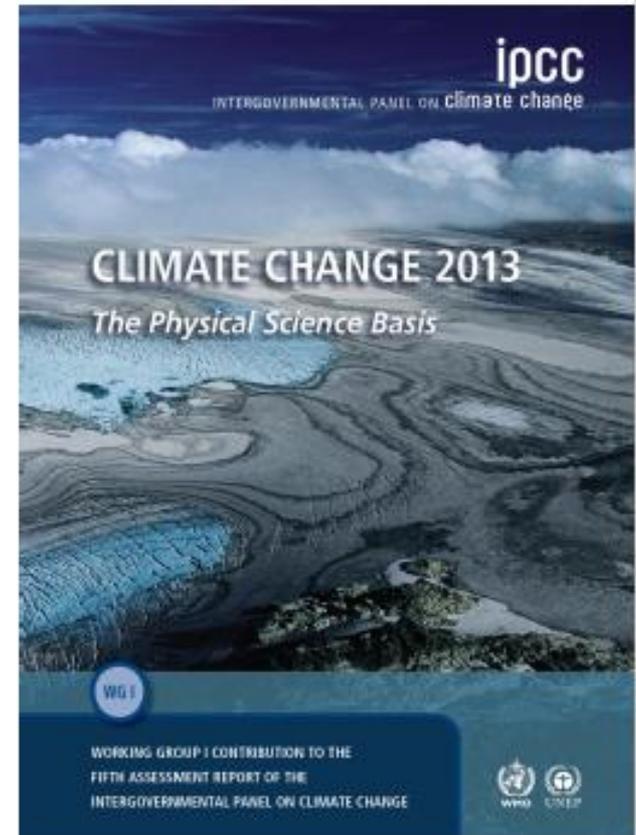
Timeseries und Maps for 35 Regions of the World, 2 Mio G Bytes, Atlas Team

- **Technical Summary**

55'000 Words, ca. 90 Pages

- **Summary for Policymakers**

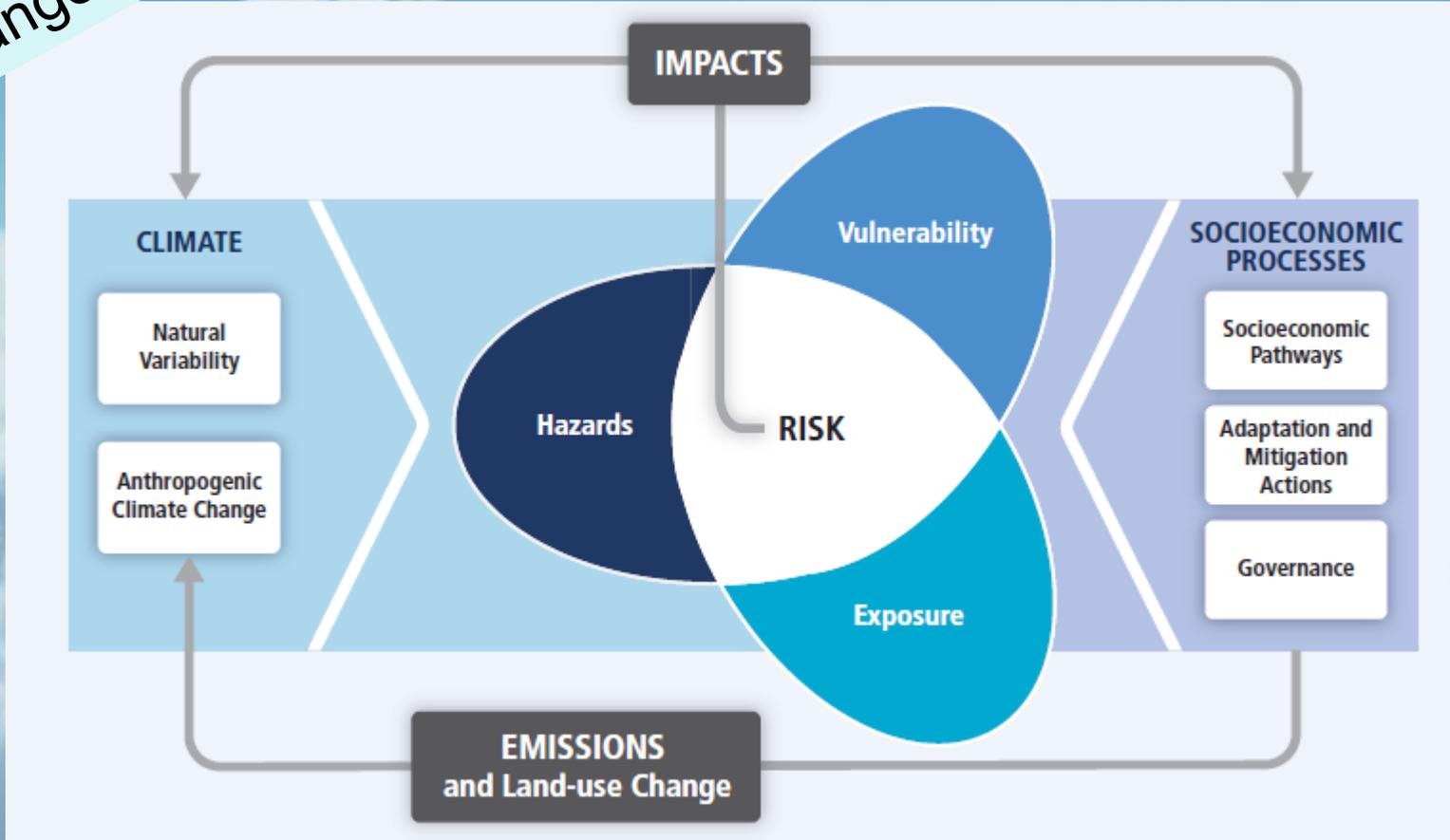
14'000 Words, 22 Pages, 10 Figures



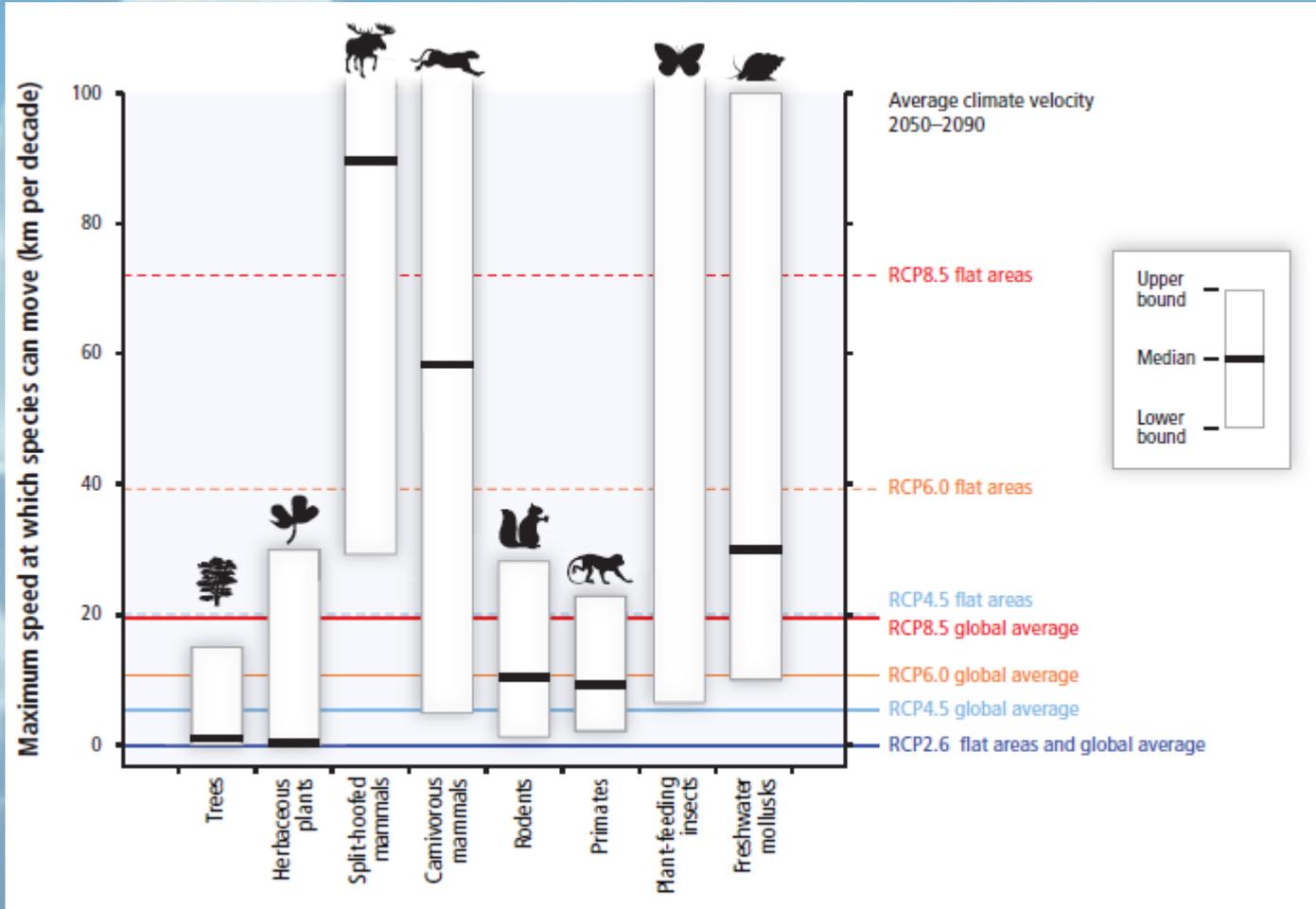


Quelques messages du 2^{ème} et du 3^{ème} groupe

Groupe II : impact, vulnérabilité, adaptation au changement climatique

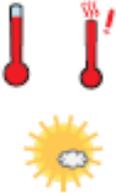


Groupe II : impact, vulnérabilité, adaptation au changement climatique

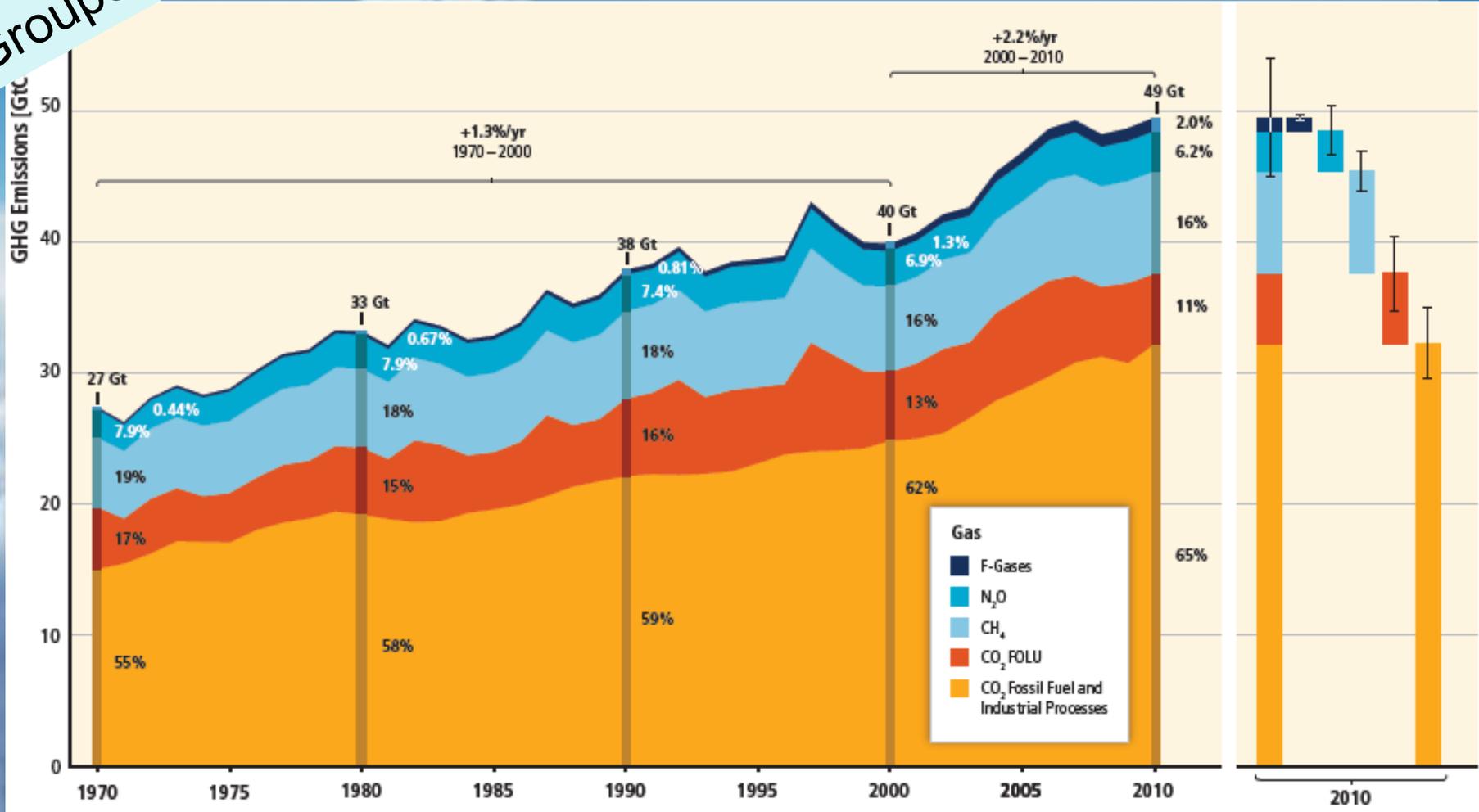


Groupe II : impact, vulnérabilité, adaptation au changement climatique

Europe

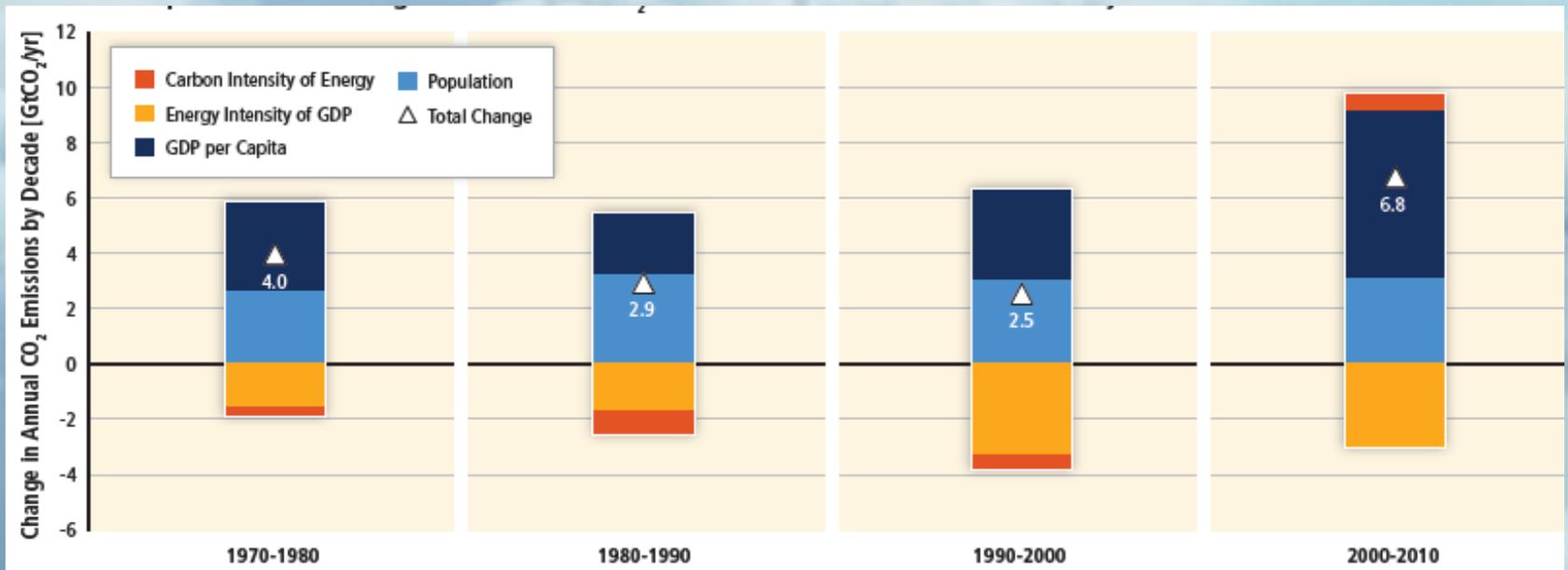
Key risk	Adaptation issues & prospects	Climatic drivers	Timeframe	Risk & potential for adaptation		
				Very low	Medium	Very high
<p>Increased economic losses and people affected by flooding in river basins and coasts, driven by increasing urbanization, increasing sea levels, coastal erosion, and peak river discharges (<i>high confidence</i>)</p> <p>[23.2-3, 23.7]</p>	<p>Adaptation can prevent most of the projected damages (<i>high confidence</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Significant experience in hard flood-protection technologies and increasing experience with restoring wetlands • High costs for increasing flood protection • Potential barriers to implementation: demand for land in Europe and environmental and landscape concerns 		Present	[Progress bar from Very low to Medium]		
			Near term (2030–2040)	[Progress bar from Very low to Medium]		
			Long term (2080–2100)	2°C	[Progress bar from Very low to Medium]	
4°C	[Progress bar from Very low to Very high]					
<p>Increased water restrictions. Significant reduction in water availability from river abstraction and from groundwater resources, combined with increased water demand (e.g., for irrigation, energy and industry, domestic use) and with reduced water drainage and runoff as a result of increased evaporative demand, particularly in southern Europe (<i>high confidence</i>)</p> <p>[23.4, 23.7]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proven adaptation potential from adoption of more water-efficient technologies and of water-saving strategies (e.g., for irrigation, crop species, land cover, industries, domestic use) • Implementation of best practices and governance instruments in river basin management plans and integrated water management 		Present	[Progress bar from Very low to Medium]		
			Near term (2030–2040)	[Progress bar from Very low to Medium]		
			Long term (2080–2100)	2°C	[Progress bar from Very low to Medium]	
4°C	[Progress bar from Very low to Very high]					
<p>Increased economic losses and people affected by extreme heat events: impacts on health and well-being, labor productivity, crop production, air quality, and increasing risk of wildfires in southern Europe and in Russian boreal region (<i>medium confidence</i>)</p> <p>[23.3-7, Table 23-1]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementation of warning systems • Adaptation of dwellings and workplaces and of transport and energy infrastructure • Reductions in emissions to improve air quality • Improved wildfire management • Development of insurance products against weather-related yield variations 		Present	[Progress bar from Very low to Medium]		
			Near term (2030–2040)	[Progress bar from Very low to Medium]		
			Long term (2080–2100)	2°C	[Progress bar from Very low to Medium]	
4°C	[Progress bar from Very low to Very high]					

Groupe III : remédiation



Groupe III : remédiation

$$CO_2 = \frac{CO_2}{Energie} \times \frac{Energie}{PIB} \times \frac{PIB}{population} \times population$$





Merci de votre attention!!!

Christophe Gourbeyre