

Kafemath, Paris, 14 mars 2013

Quel climat pour demain ? L'apport des modèles

Sylvie Joussaume

CNRS
Institut Pierre Simon Laplace
Paris



Décembre 2010,
Paris sous la neige

© Parisii.fr

Mai 2011,
la sécheresse en France

© Courrier Picard



Changement climatique :

Quelles certitudes ? Quelles incertitudes ?

Ce que nous apprennent
les observations
&
les modèles de climat

Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat
(GIEC ou IPCC)
4ème rapport en 2007
<http://www.ipcc.ch>

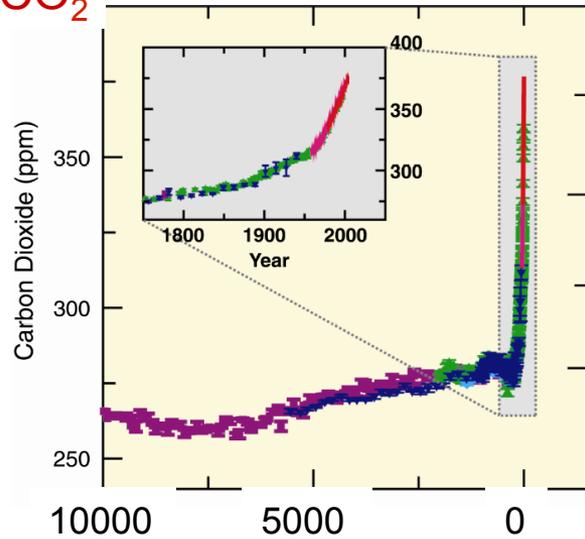
Prix Nobel de la Paix 2007 avec Al Gore

Les observations

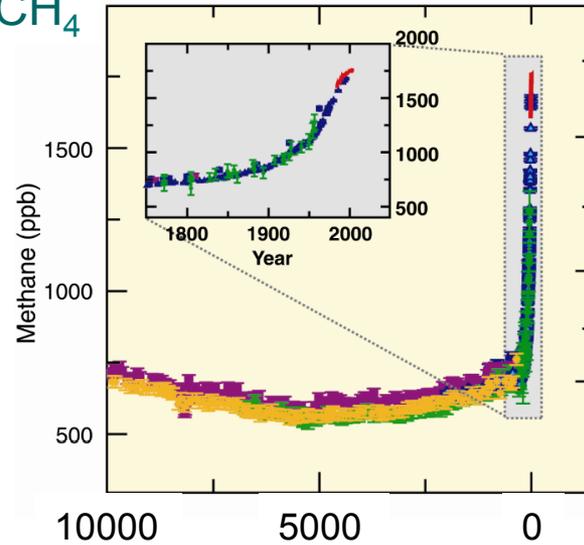
La concentration de gaz à effet de serre augmente

© IPCC (2007)

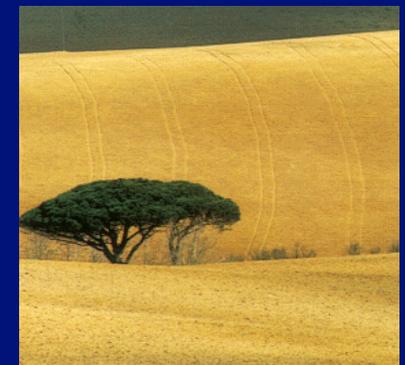
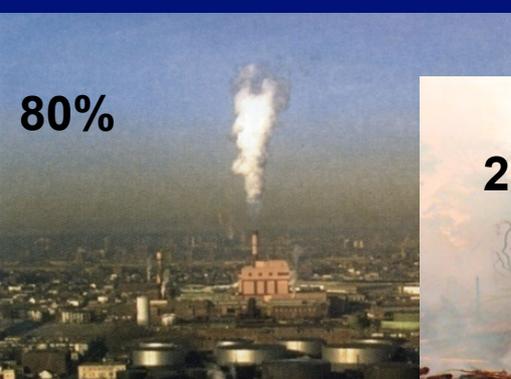
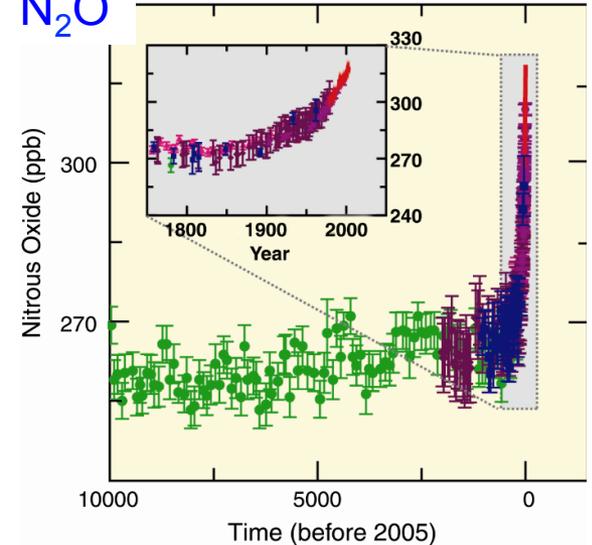
CO_2



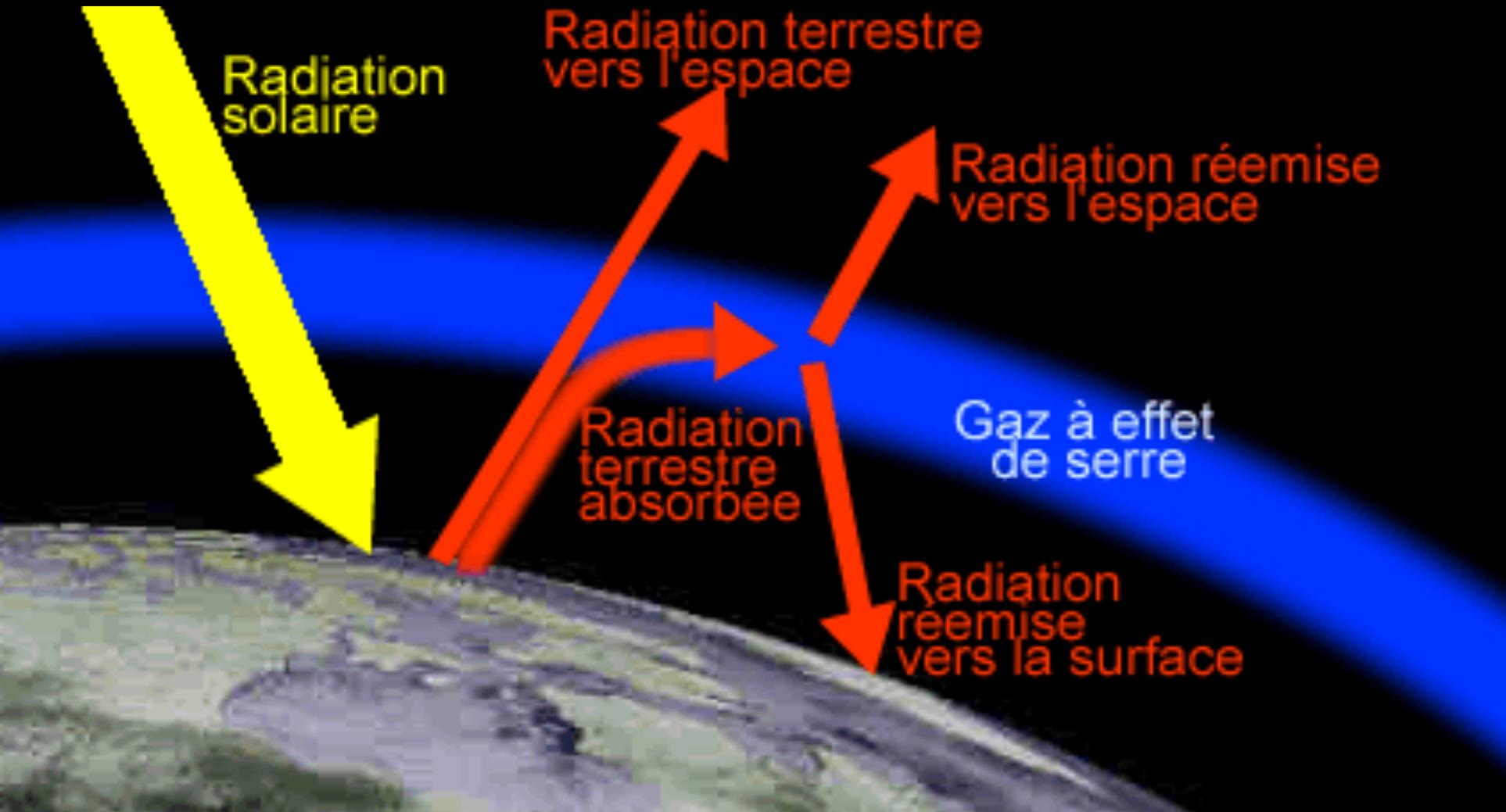
CH_4



N_2O

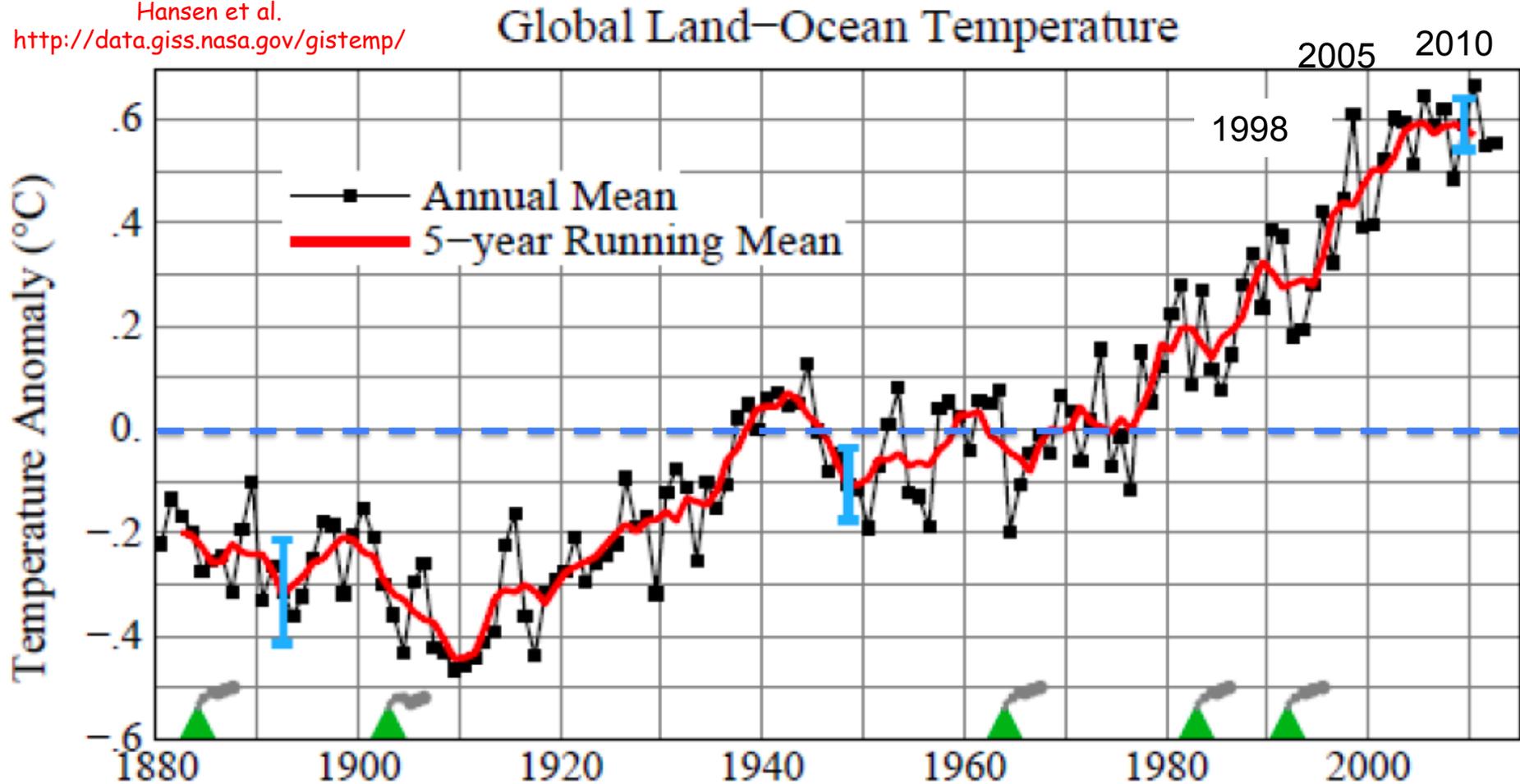


L'effet de serre



Température globale 1880-2012

Hansen et al.
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>



IPCC (2007)

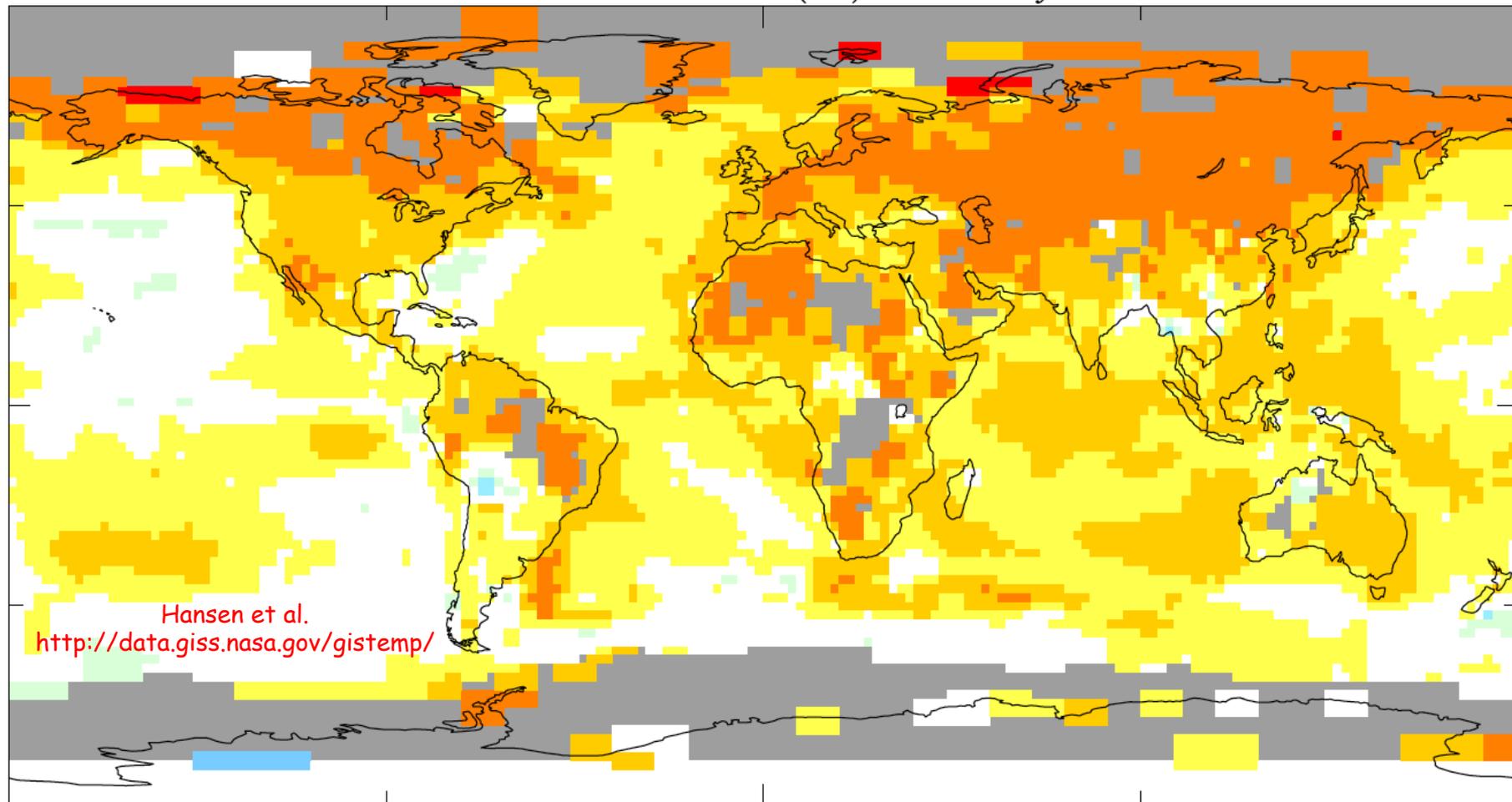
Le réchauffement est sans équivoque

1906-2005: 0,74°/100 ans

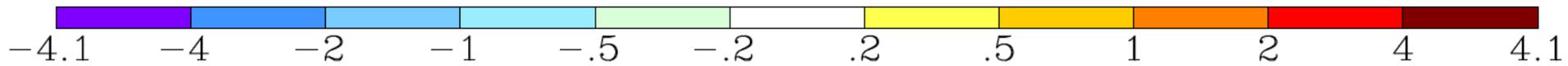
Annual D-N 1995-2011

L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980

.46



Hansen et al.
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

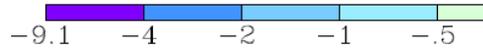
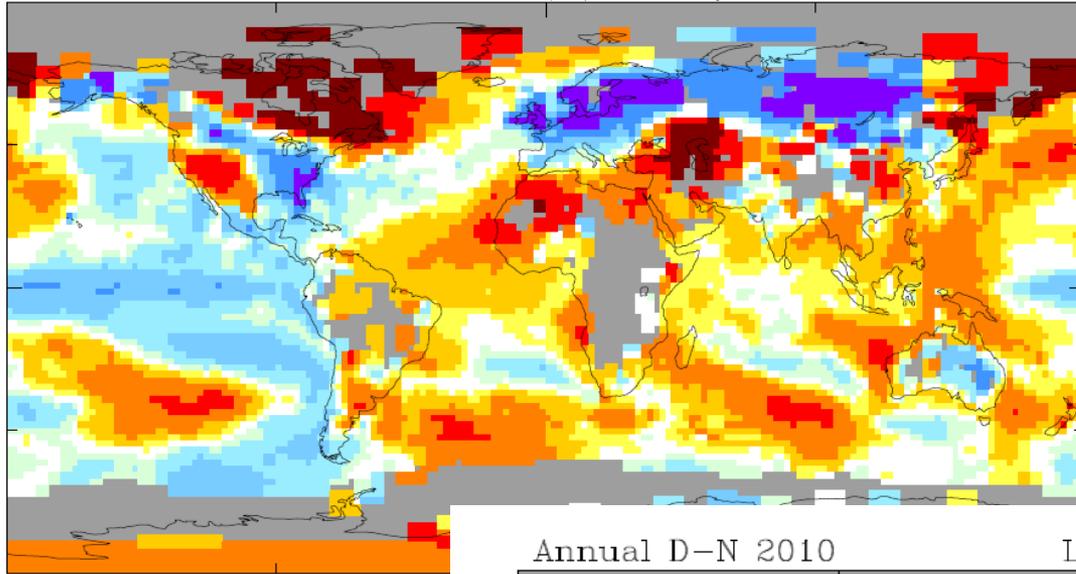


<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/>

December 2010

L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980

.33



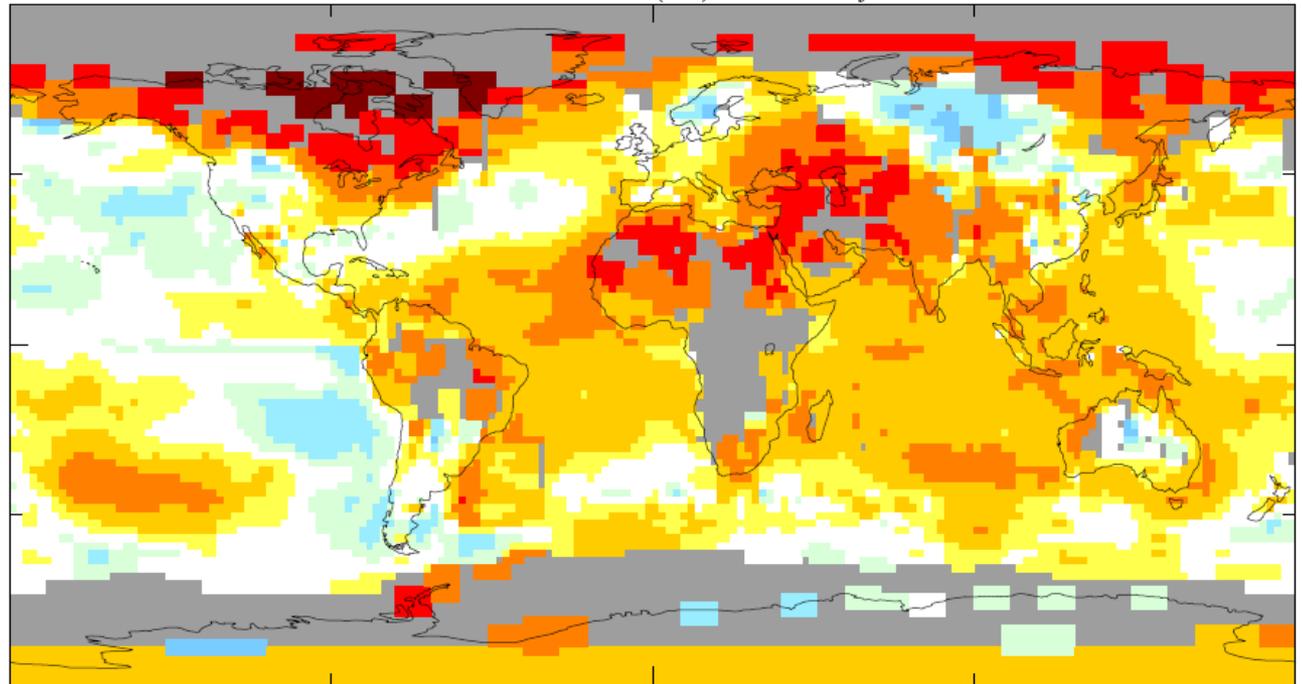
Décembre

Année 2010

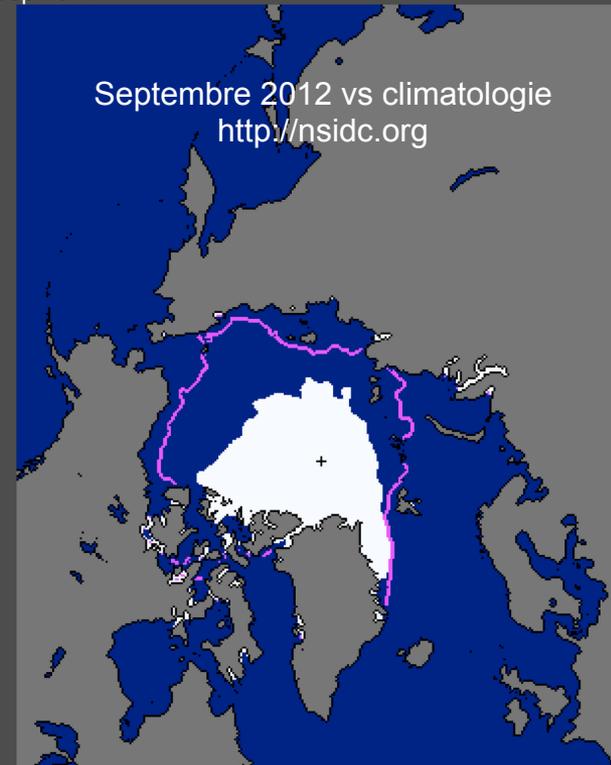
Annual D-N 2010

L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980

.58



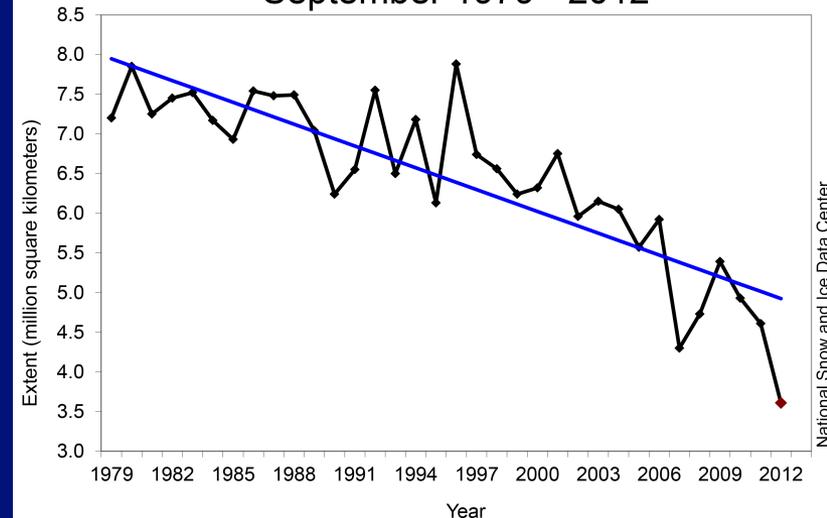
Au niveau régional



La température en Arctique augmente
2 fois plus rapidement

L'extension de la glace de mer
Arctique diminue 7% /décennie en été

Average Monthly Arctic Sea Ice Extent
September 1979 - 2012



Retrait des glaciers

Ex : La mer de glace

Peinture de Samuel Birman

en 1823



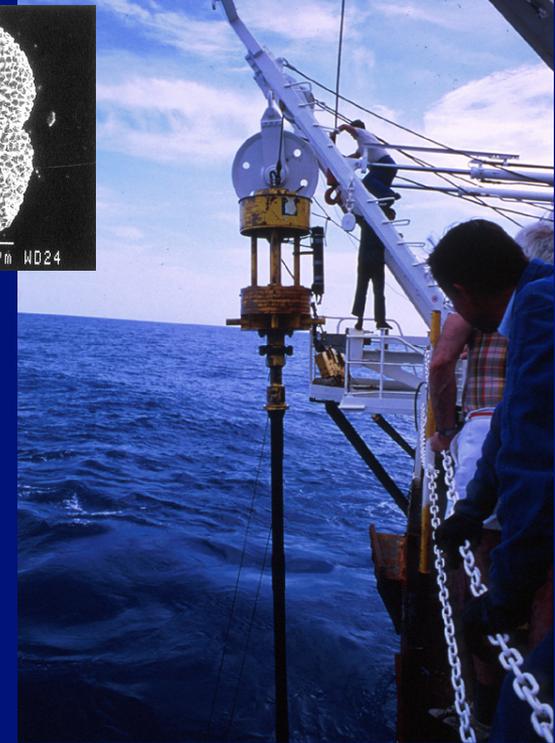
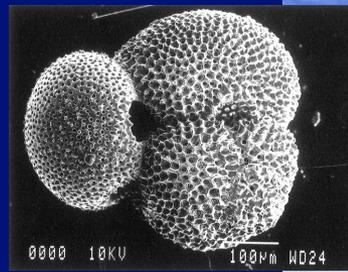
En 1990



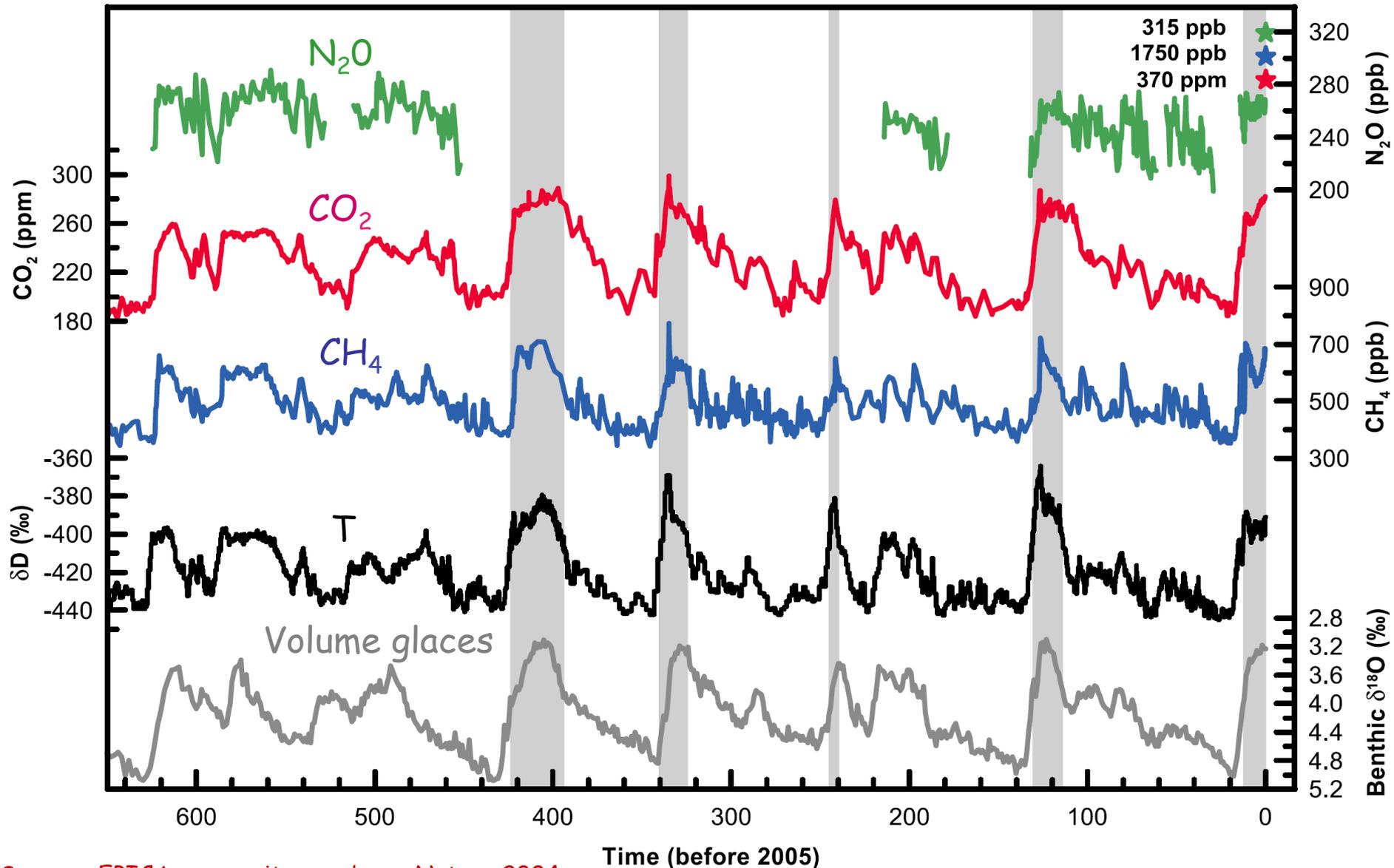
*Le réchauffement du dernier siècle est-il dû
à l'augmentation des gaz à effet de serre
émis par les activités humaines ?*

L'apport du passé

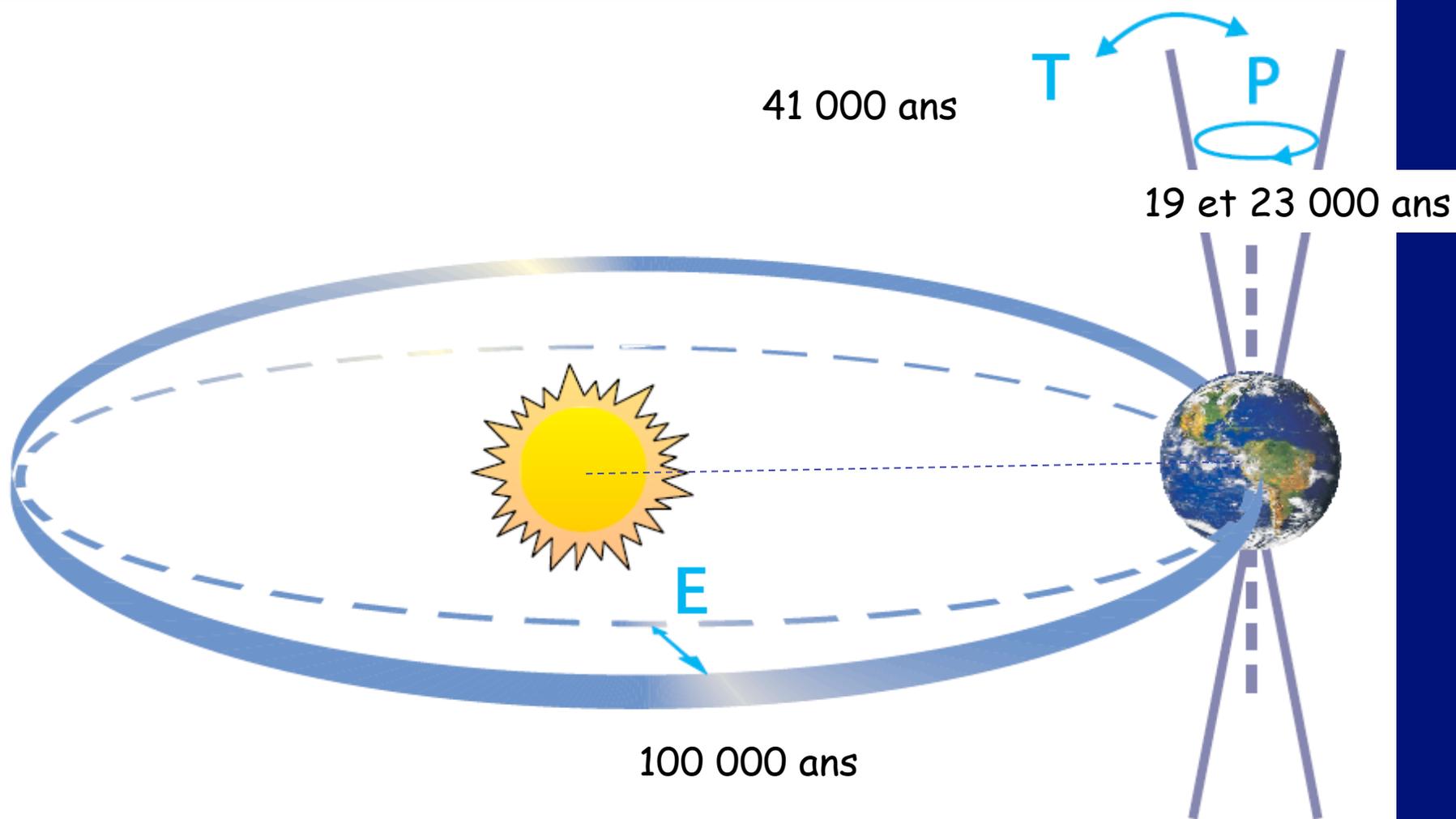
Il y a 21 000 ans
la dernière glaciation



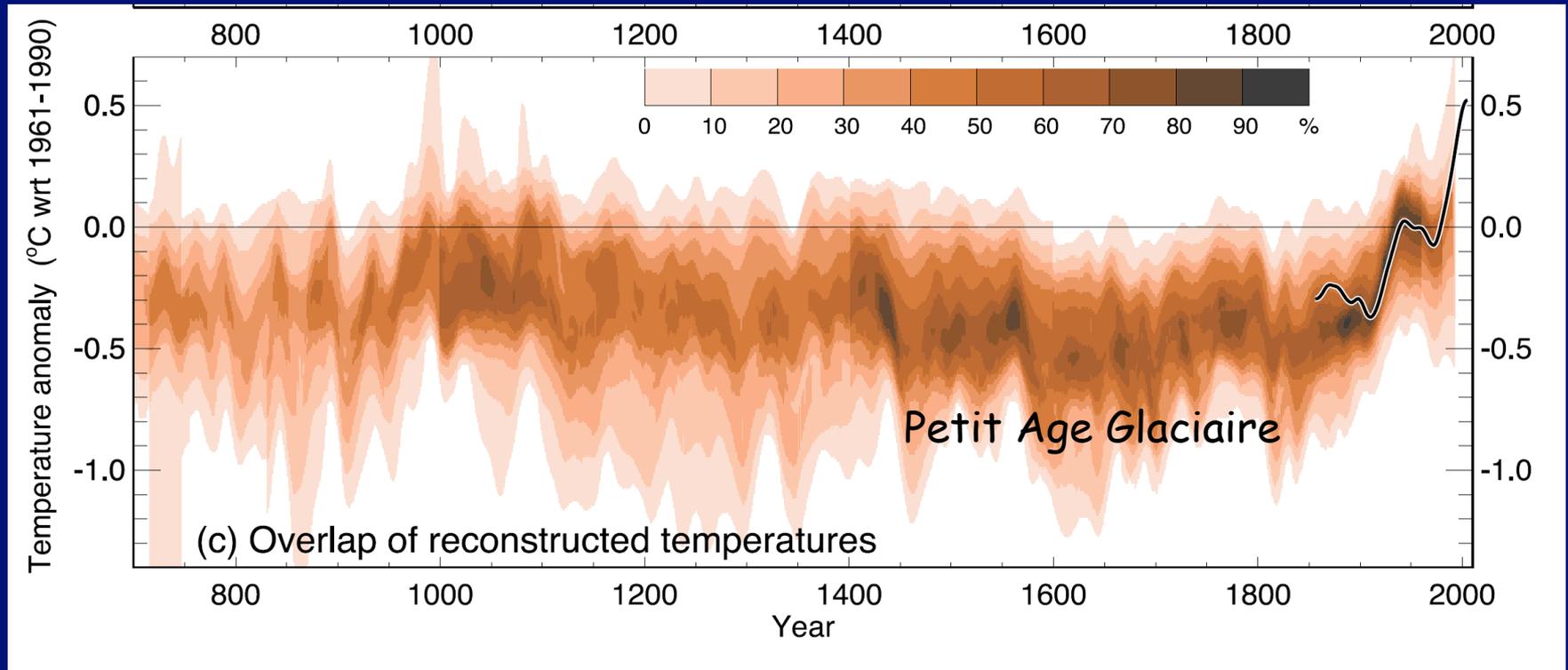
Gaz carbonique et méthane ont amplifié les variations climatiques passées



Les variations lentes du mouvement de la Terre autour du Soleil à l'origine des cycles glaciaires



Le climat du dernier millénaire



Différents indicateurs:
Glaciers
Cernes des arbres
Archives historiques ...

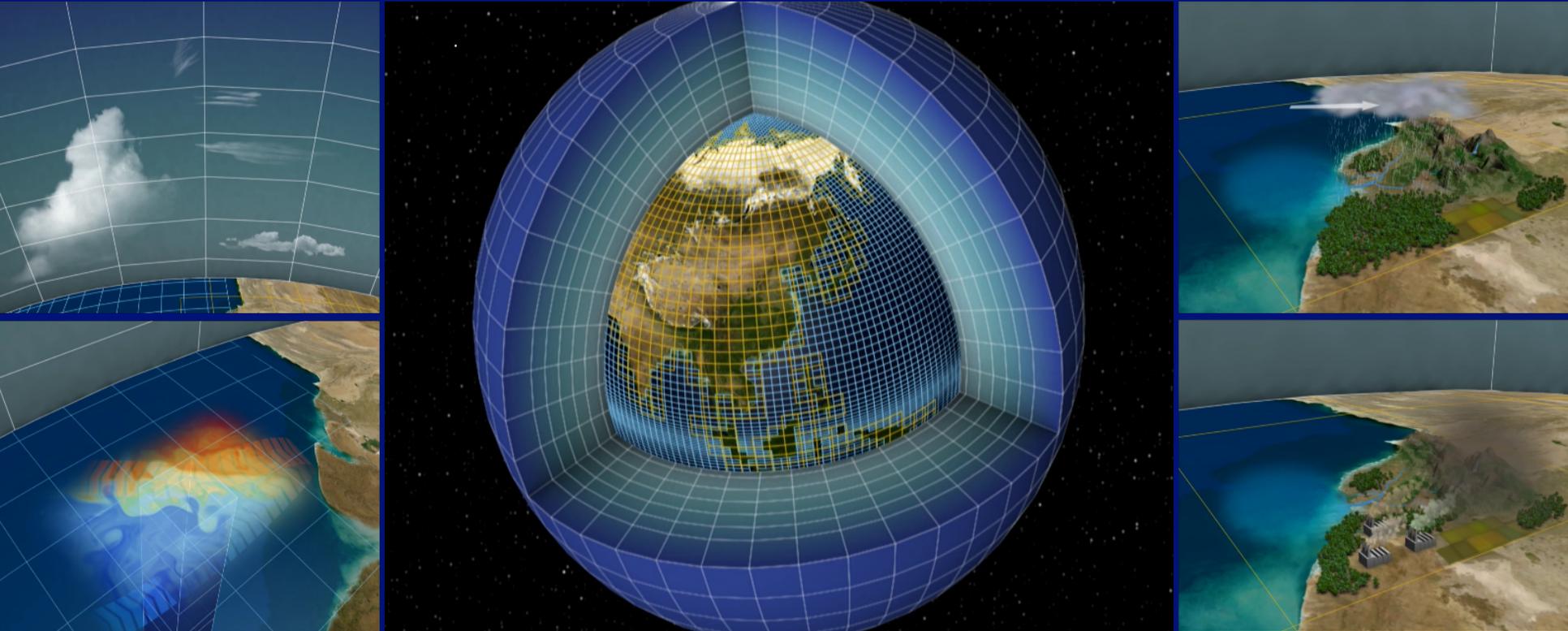


Les modèles de climat

*Le réchauffement du dernier siècle est-il dû
à l'augmentation des gaz à effet de serre
émis par les activités humaines ?*

l'apport des modèles

Les modèles de climat



<http://www.ipsl.fr/Pour-tous/Les-animations-et-films/La-modelisation-du-climat>

Images issues d'un film présentant la modélisation du climat. Copyright CEA

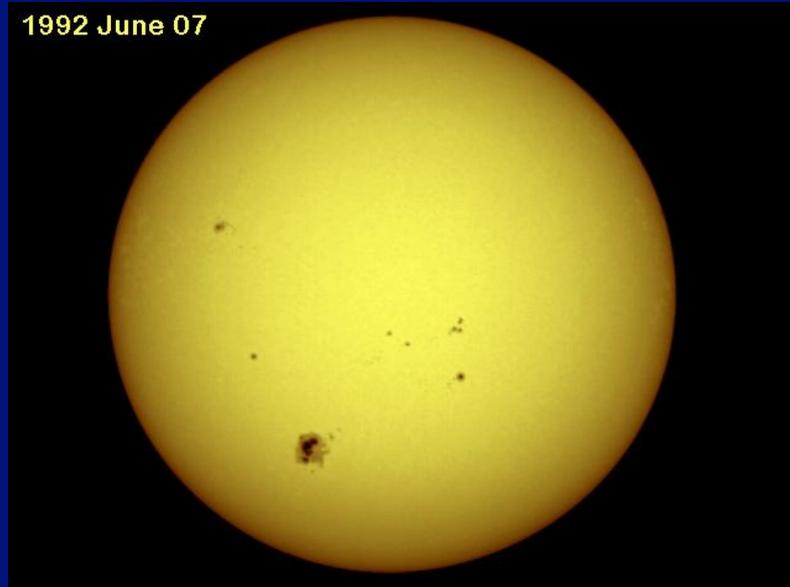
Causes naturelles ?

Activité volcanique



Activité solaire

1992 June 07



ou causes anthropiques ?

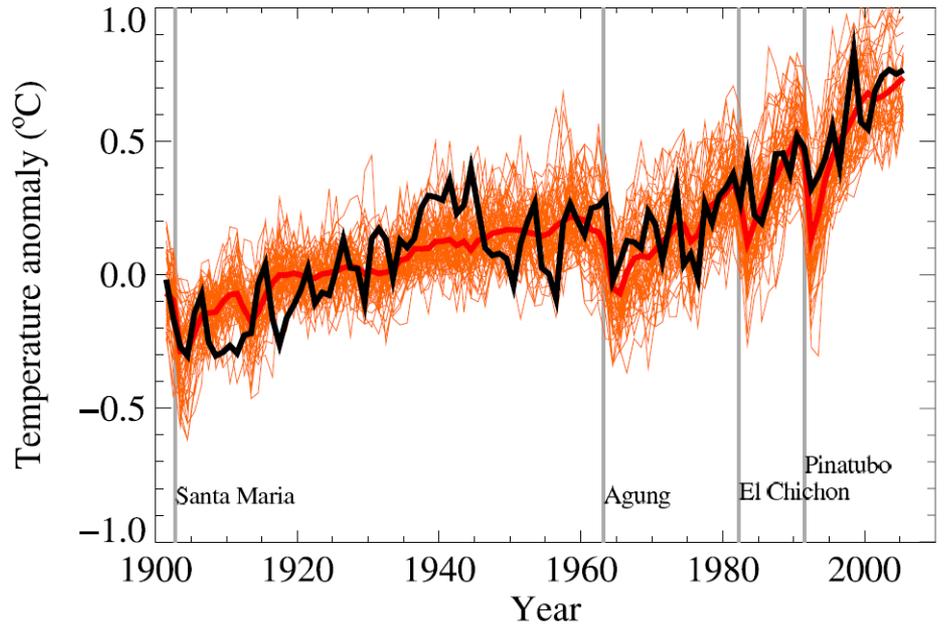


Simulations
Forçages naturels & anthropiques

— observations

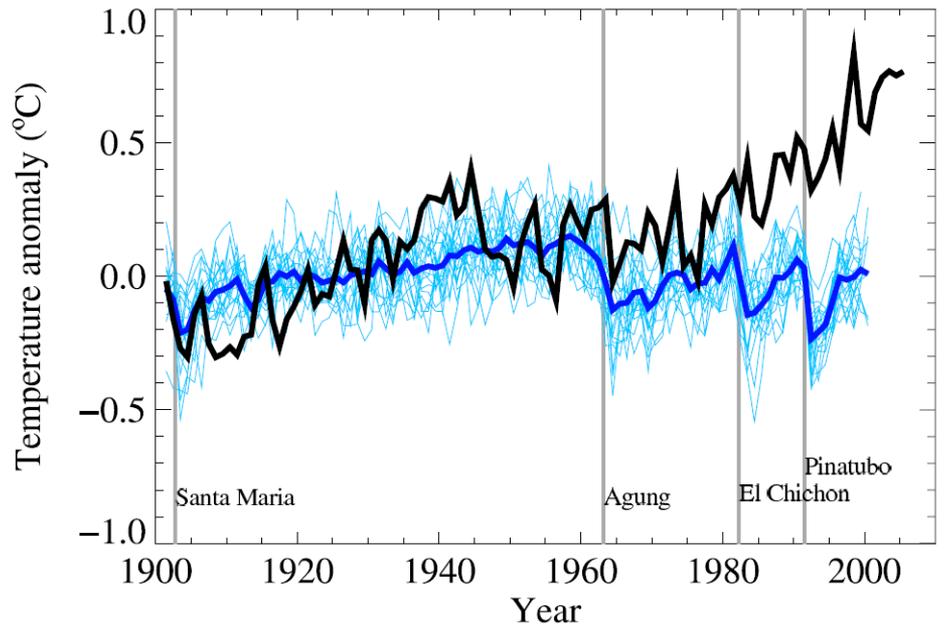
Simulations
Forçages naturels

a



© ipcc (2007)

b



IPCC (2007)

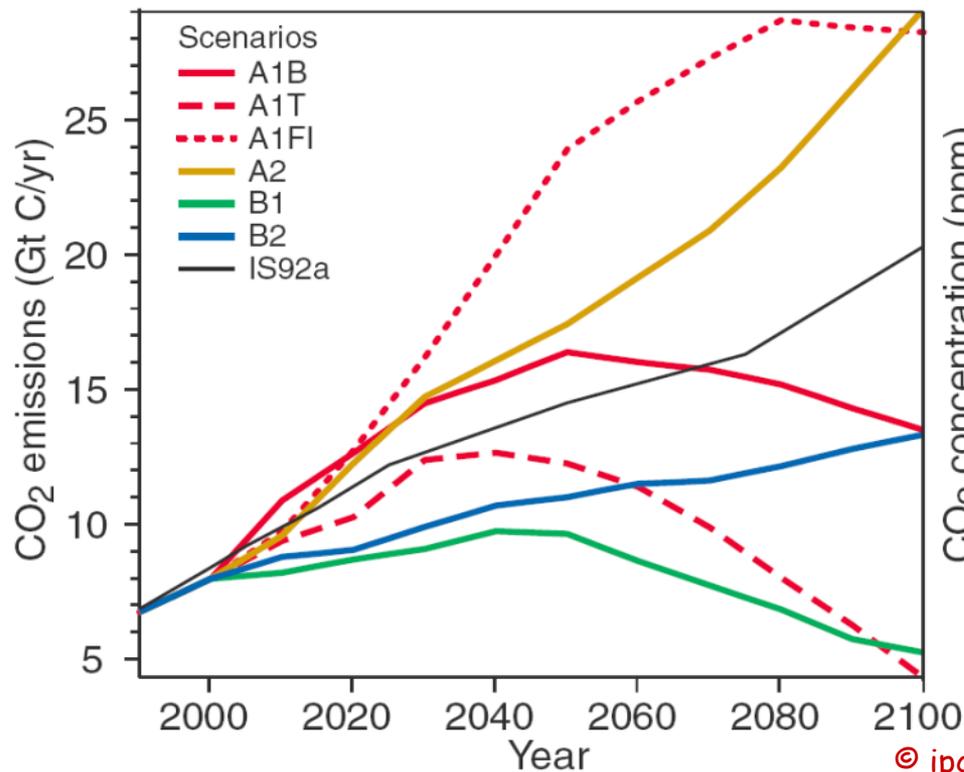
« La majeure partie du réchauffement des 50 dernières années est très probablement due à l'augmentation de l'effet de serre par les activités humaines »

Quel climat pour demain ?

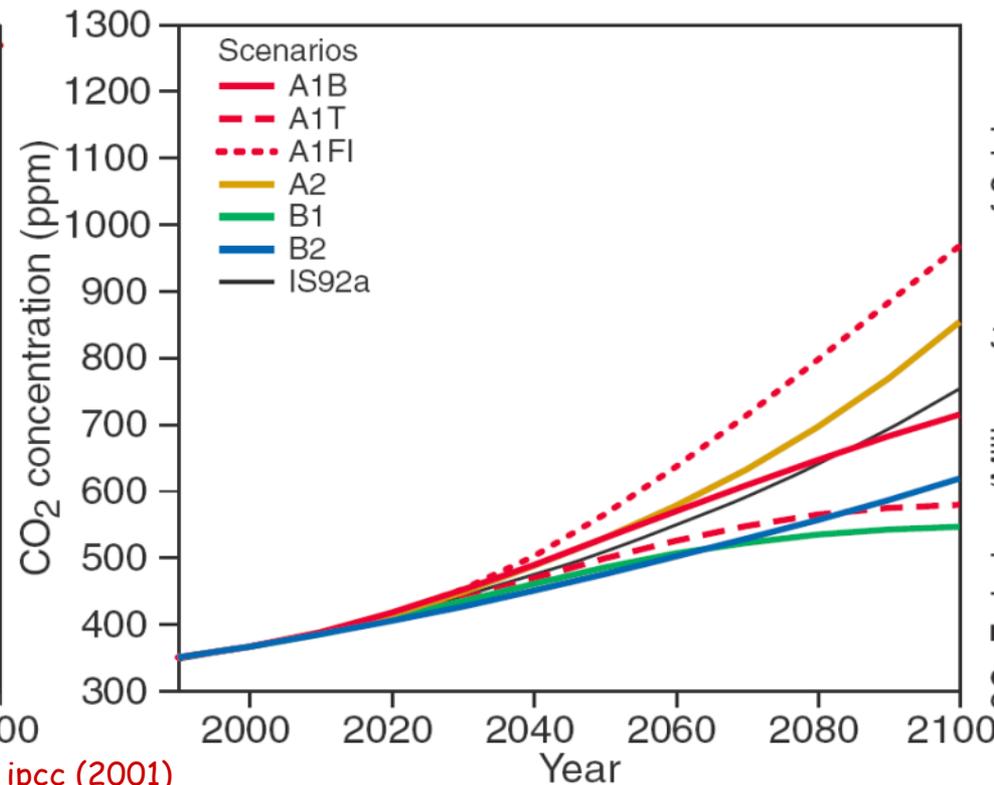
La concentration de gaz à effet de serre va continuer à augmenter

Différents scénarios sont possibles :

(a) CO₂ emissions

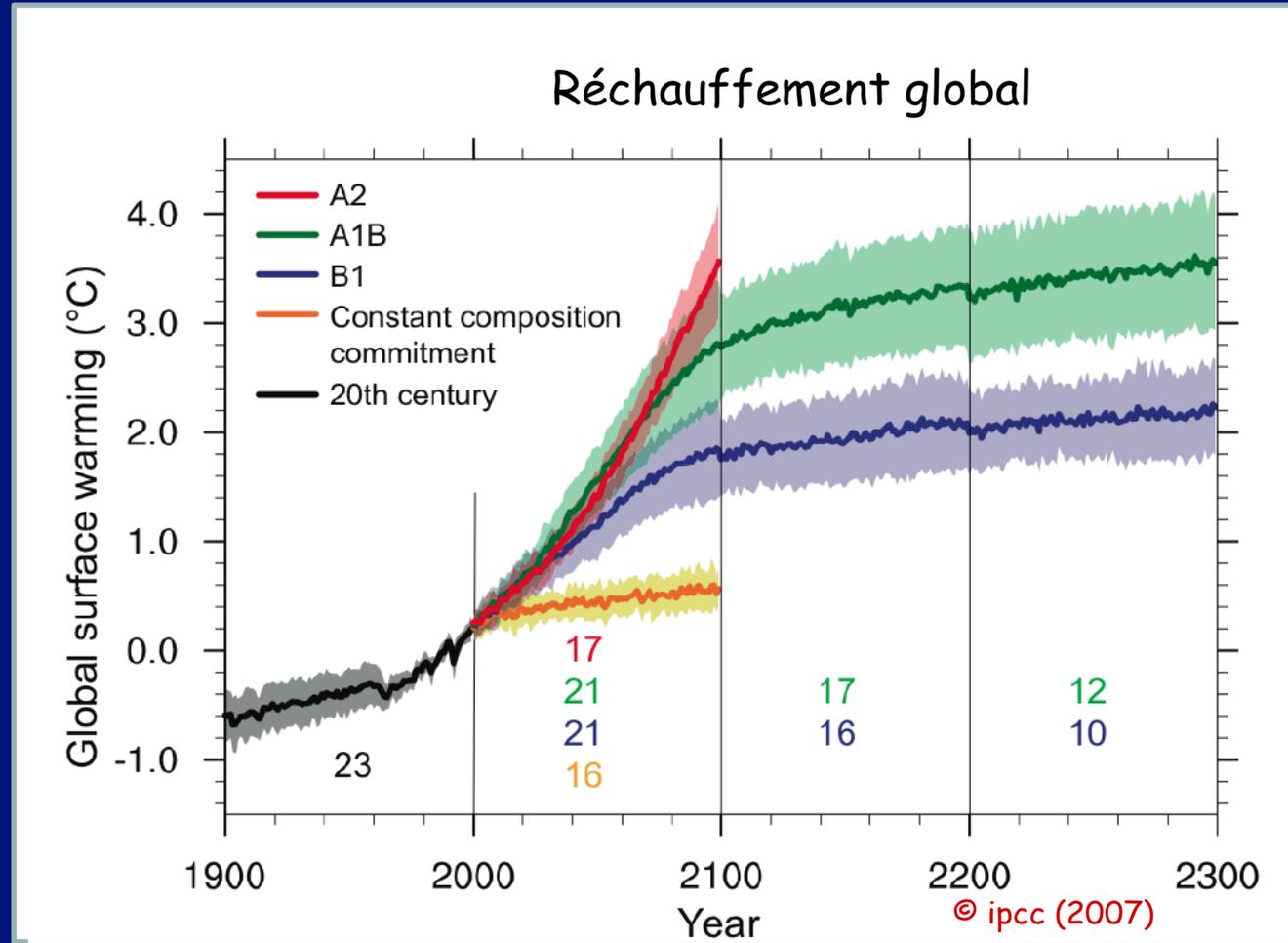
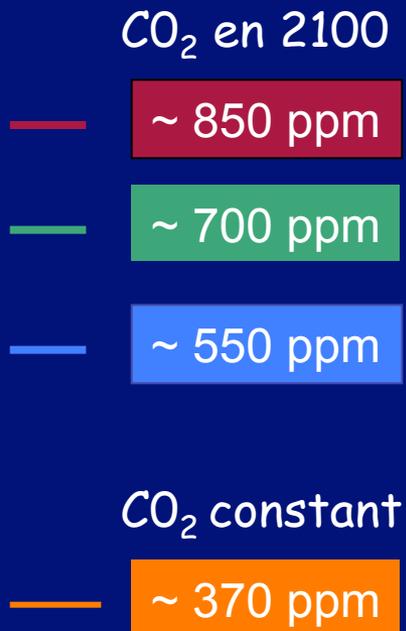


(b) CO₂ concentrations



© ipcc (2001)

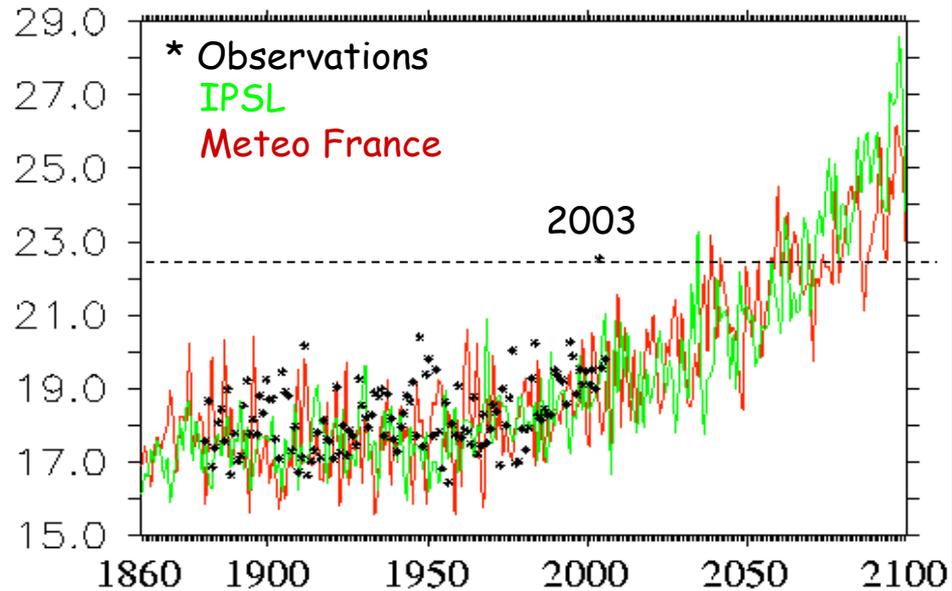
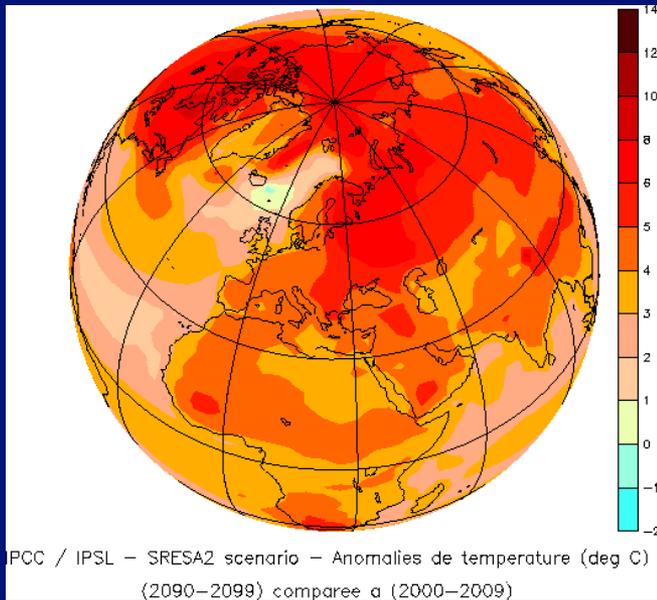
Evolution de la température globale pour les différents scénarios



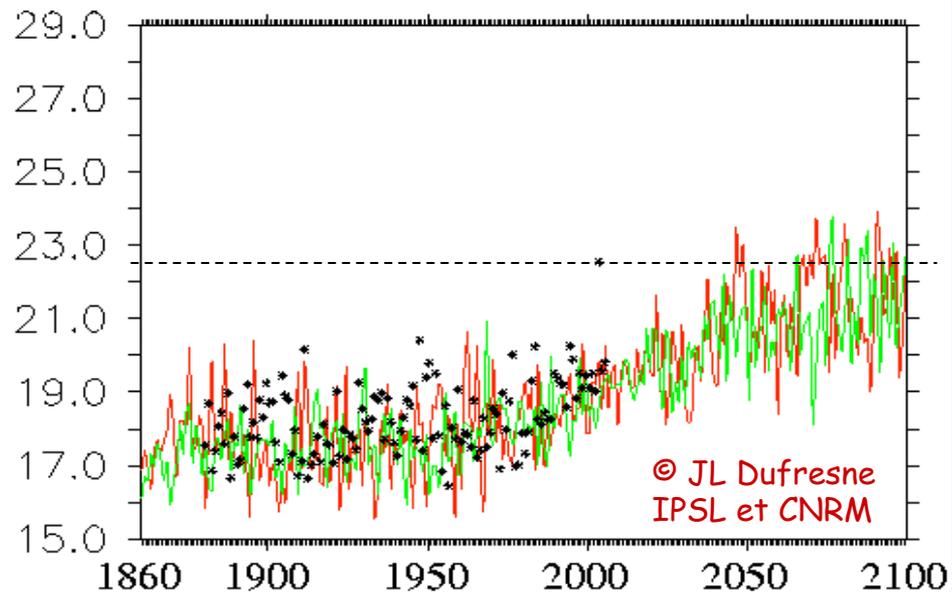
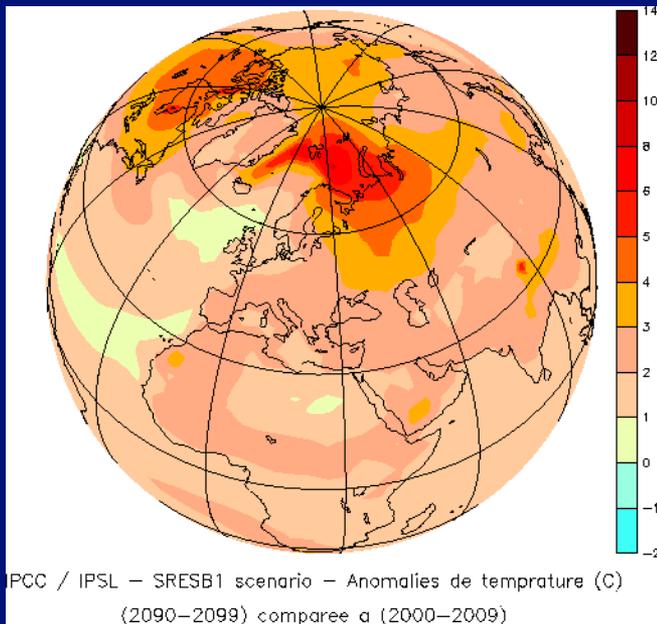
Période de référence 1980-1999

Scénario haut (A2 - 850ppm)

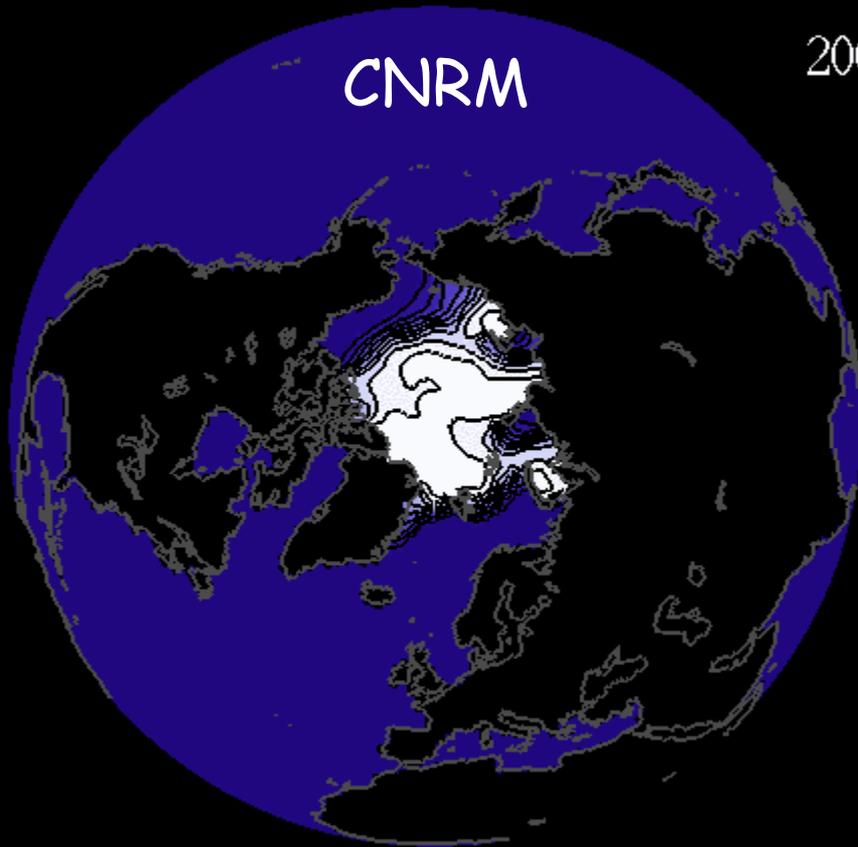
Température d'été en France



Scénario bas (B1 - 550 ppm)



Simulation de la banquise : extension minimale (septembre) scénario A2, 2000-2100



2000-2009



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Concentration de la banquise (%)

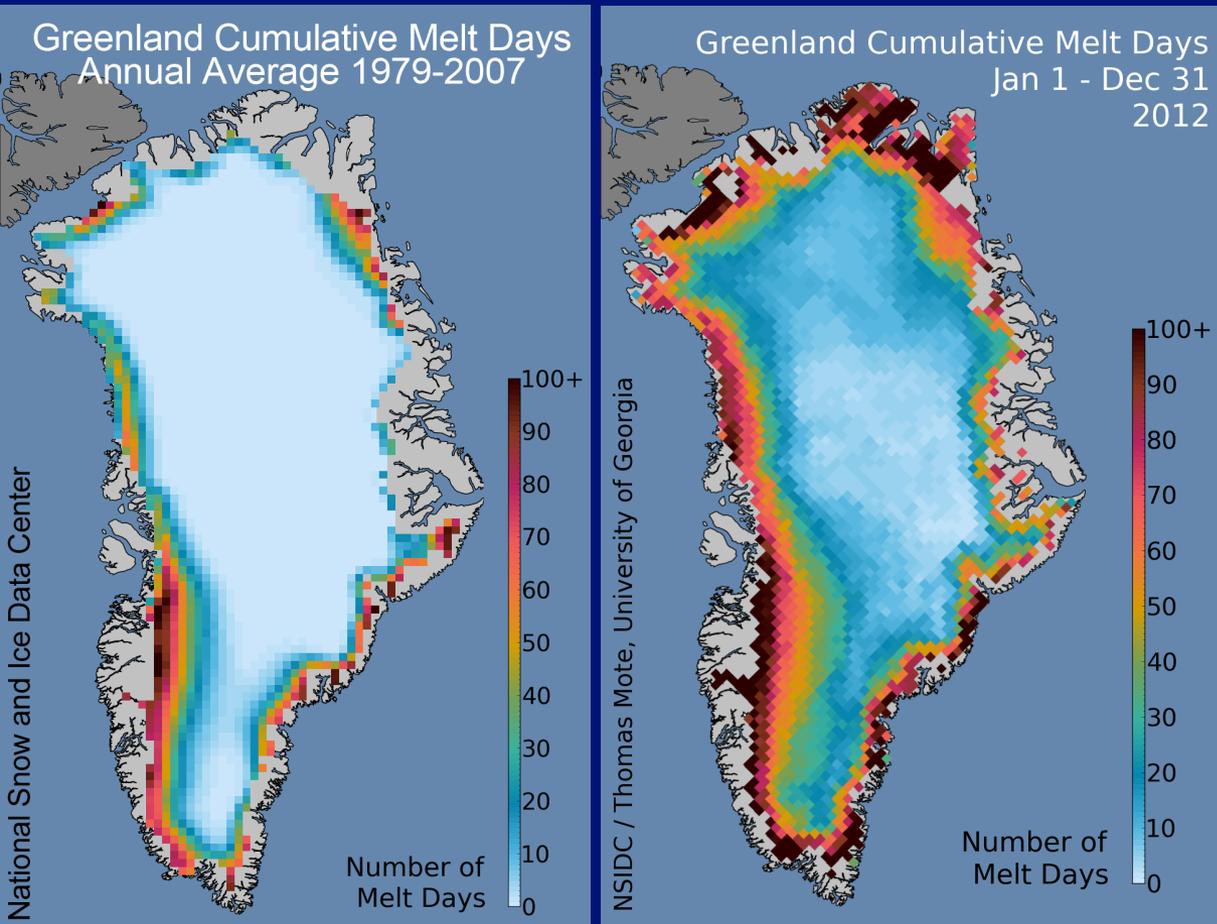
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Concentration de la banquise (%)

Augmentation du niveau de la mer

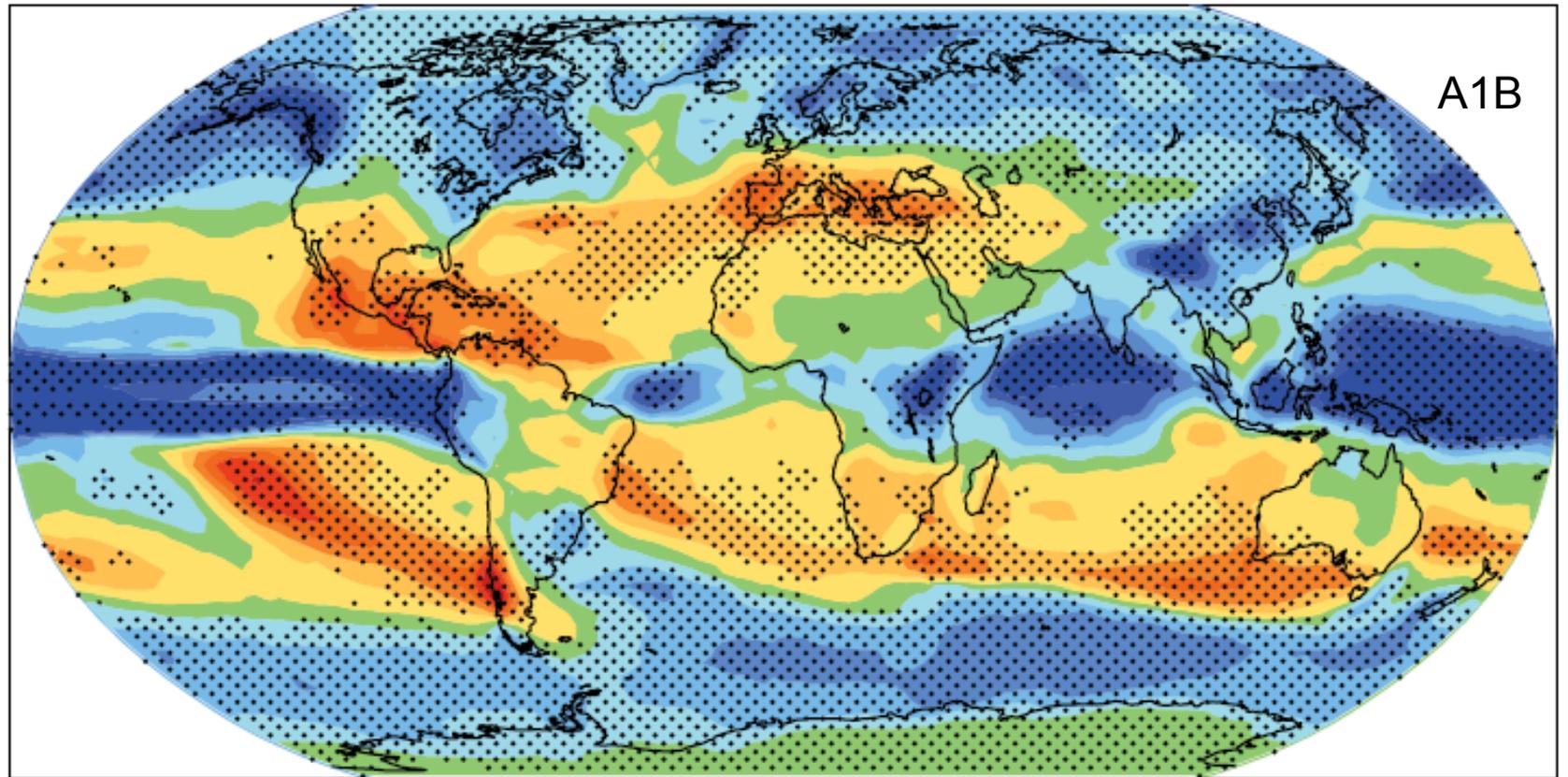
en 2100 : + 18 à + 59 cm ... il se poursuivra au-delà

Contributions : expansion thermique des océans
fonte des glaciers et du Groenland



Tuvalu (Pacifique),
11000 ha

Changements de précipitations



Augmentation des pluies

Sécheresses

Augmentation probable du nombre d'événements de fortes pluies

Juillet 2007 en Angleterre

© Reuters



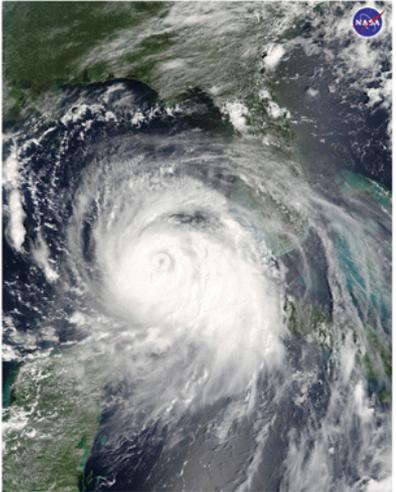
Agadez (Niger) 03/09/09 © AFP



Cyclones tropicaux plus intenses

HURRICANE KATRINA

The 2005 hurricane season will long be remembered both for the record-breaking number of early storms and the emergence of a powerful Category 5 hurricane in the central Gulf of Mexico—Hurricane Katrina.



Two weeks after Katrina struck New Orleans, much of the city is still under water. In the gap of images, the affected areas are clearly to be seen. The flooded parts of the city appear dark blue, and the areas that have dried out appear light blue gray.

Hurricane Katrina strengthened into a powerful Category Five hurricane with sustained winds of 160 mph. The land came just hours after Katrina reached Category 4, with wind of 145 mph, on a path from the warm water of the Gulf of Mexico. Here it continues on its path towards the Louisiana-Mississippi coastline.

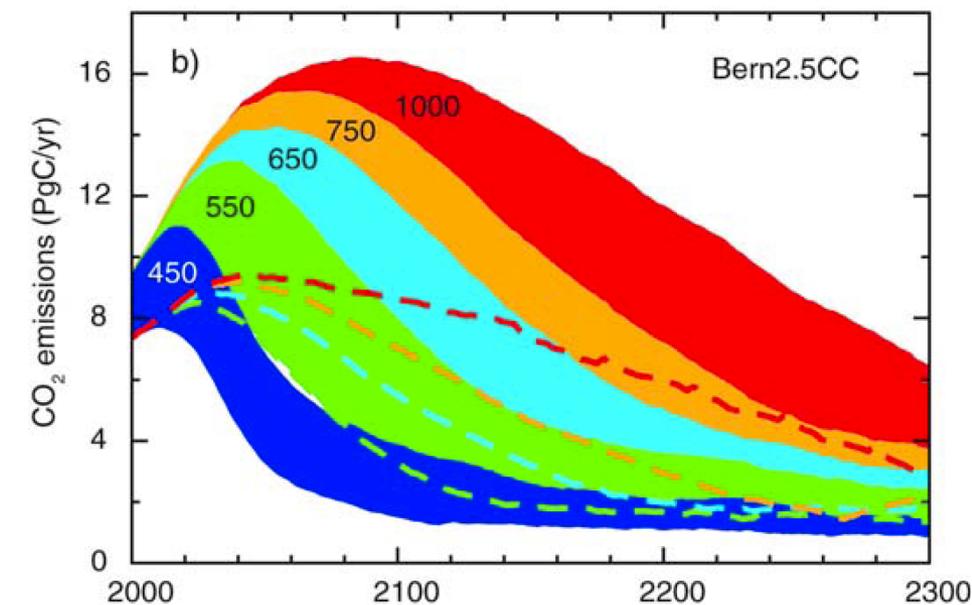
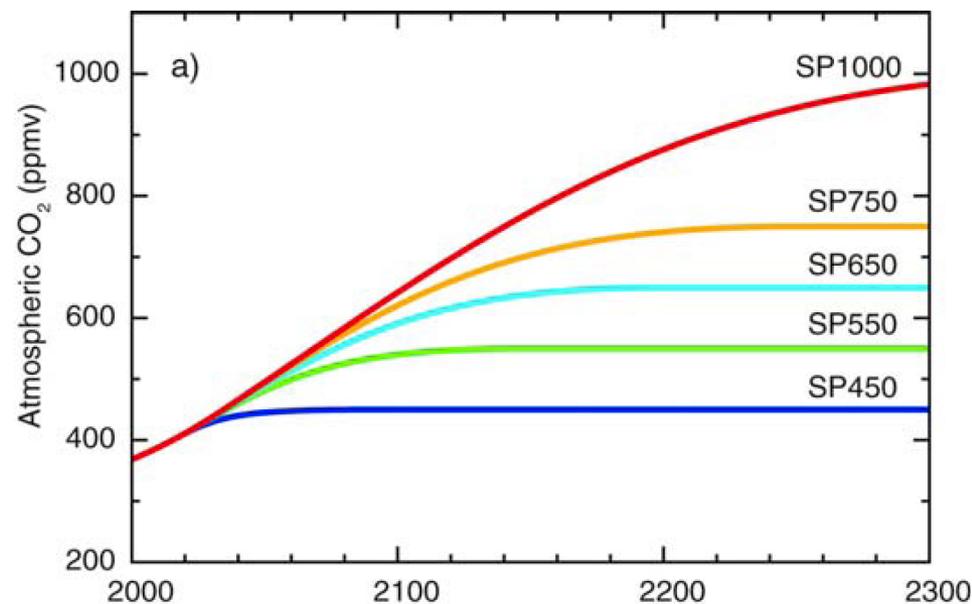
NASA

EOS

Pour stabiliser la concentration,
il faut diminuer fortement les émissions

EU : -20% en 2020

France : diviser par 4 en 2050



Même une fois la concentration stabilisée,
le réchauffement se poursuivra pendant des siècles

© ipcc (2007)

Conclusions

- ❖ Le climat change
 - ❖ Ces changements vont s'amplifier et seront très rapides
 - ❖ Ils dépendront de l'intensité des émissions de gaz à effet de serre
- ❖ Il est nécessaire d'agir pour réduire les émissions
 - ❖ Il faudra aussi s'adapter au changement du climat

Les modèles permettent de mieux comprendre et de prévoir

Il reste cependant des incertitudes :

- ❖ Amplitude du réchauffement / Impacts à l'échelle régionale
- ❖ Le système climatique est complexe :

domaine de recherche en plein développement



*Le changement climatique :
une opportunité pour penser la Terre autrement ?*