

CNRS - Université Pierre et Marie Curie - Université Versailles/Saint-Quentin, Université Denis Diderot,  
Université Paris XII, CEA - CNES - Ecole Polytechnique - Ecole Normale Supérieure - IRD

**LATMOS - LPMAA - LMD - LOCEAN - LSCE - SA**



COLLÈGE  
DE FRANCE  
— 1530 —

CHAIRE THÉORIE ÉCONOMIQUE ET ORGANISATION SOCIALE  
Année académique 2012-2013

M. ROGER GUESNERIE, Professeur

*L'économie des politiques climatiques*  
*Le 30 Janvier 2013*

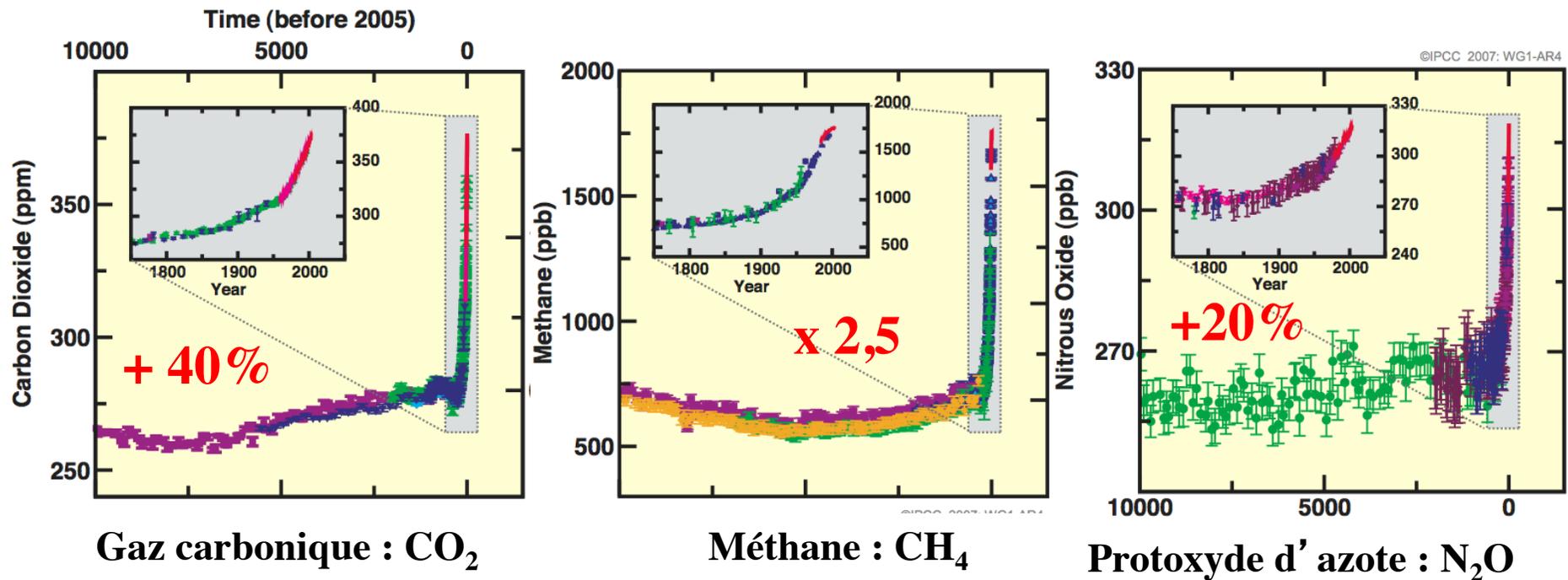
**Le Climat et la Science**

**Jean Jouzel**

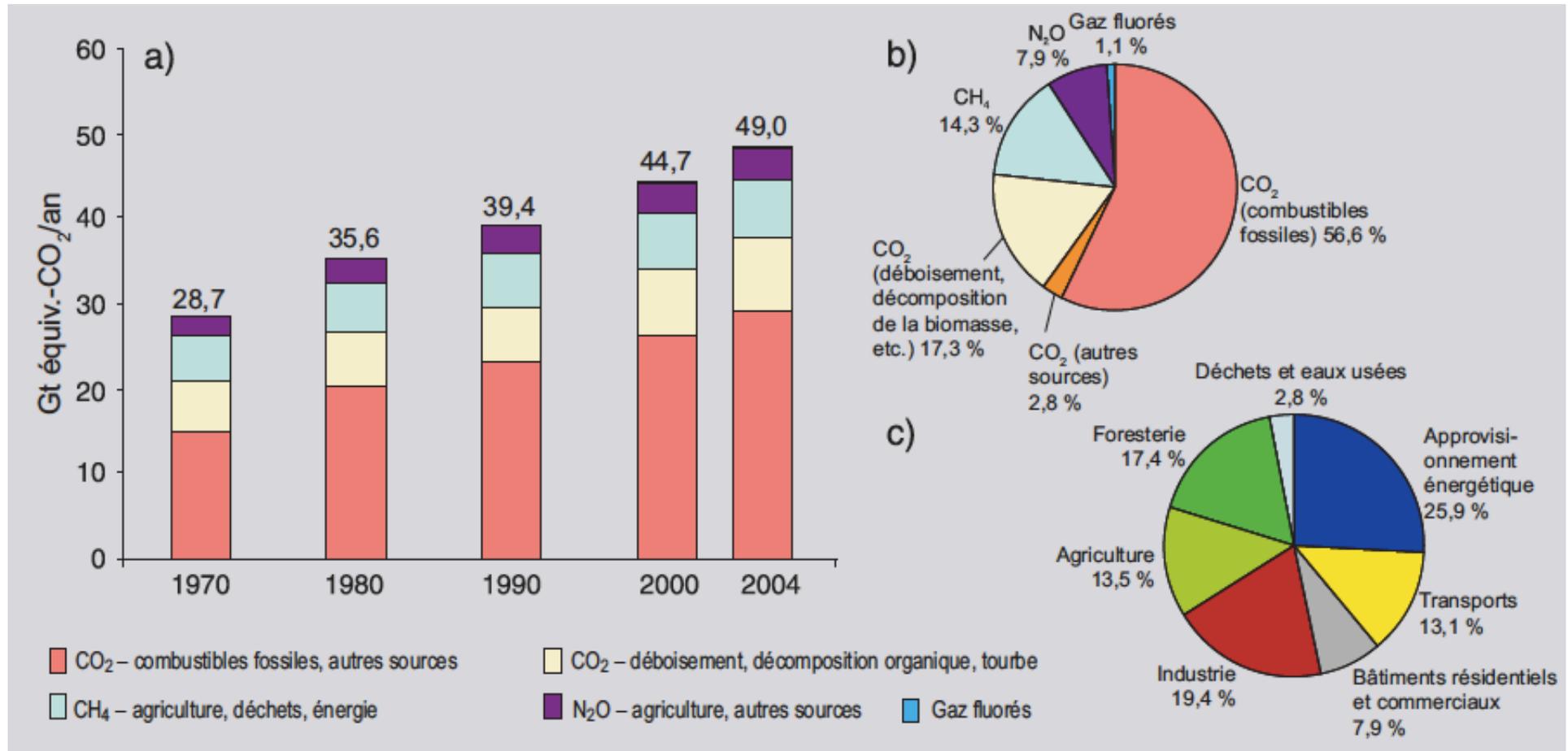
**Institut Pierre Simon Laplace**

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

## Les activités humaines modifient la composition de l'atmosphère en gaz à effet de serre

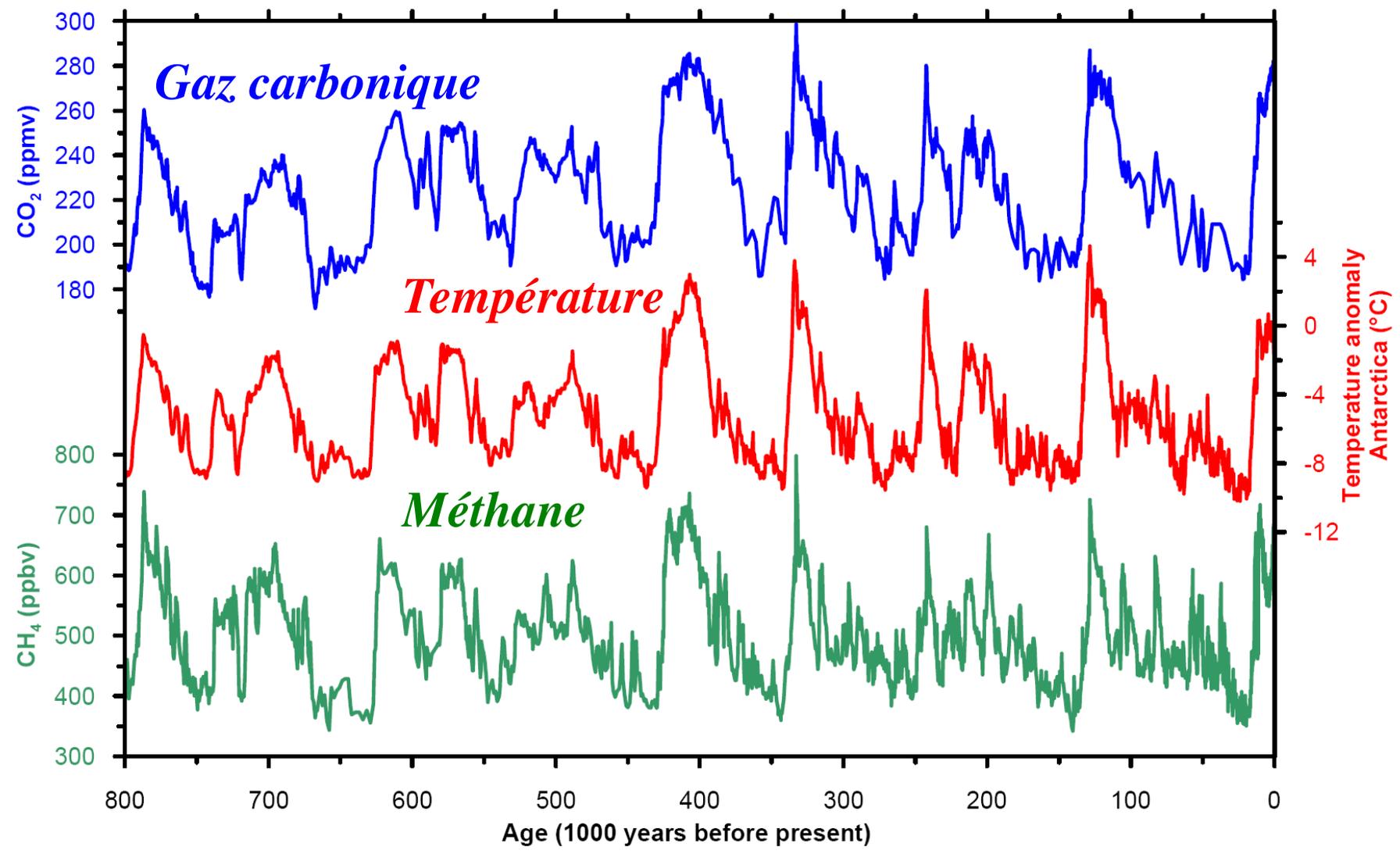


- En 2004, près de 75 % des émissions de GES étaient dues au CO<sub>2</sub> (combustibles fossiles pour plus de 80%). Le CH<sub>4</sub> a contribué pour 14 % (rizières, décharges, ruminants, ..) et le N<sub>2</sub>O pour 8% (engrais, fumiers, fossiles, ...).
- Depuis le début de l'ère industrielle la quantité d'énergie disponible pour « chauffer » les basses couches de l'atmosphère a augmenté de 1% (2,5 W/m<sup>2</sup>).



## ***L'effet de serre lié aux activités humaines***

# Témoignage du passé : lien climat – effet de serre

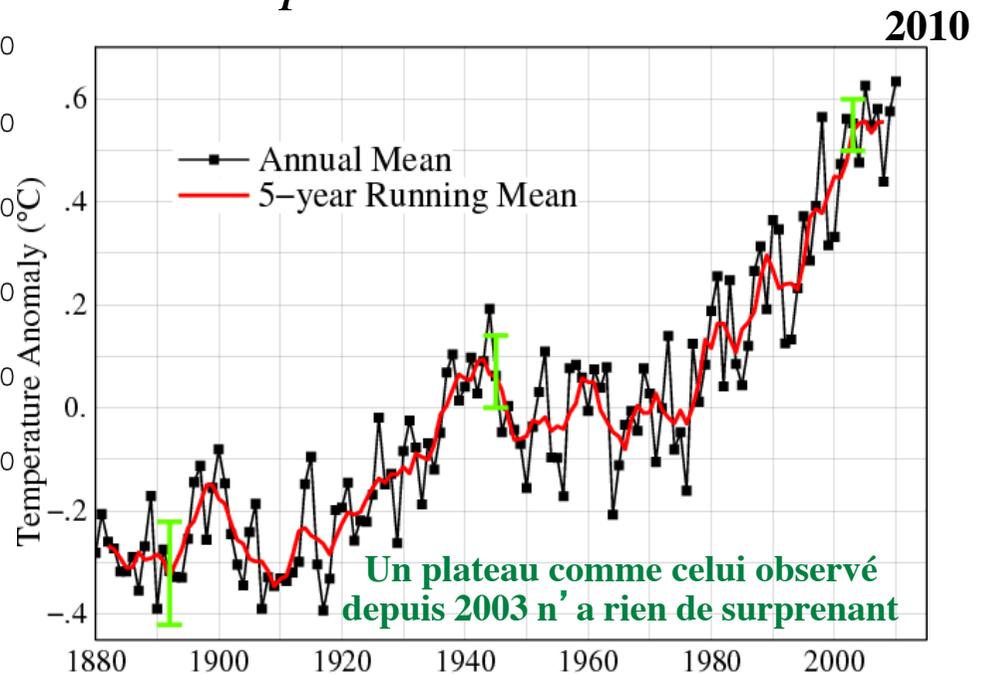
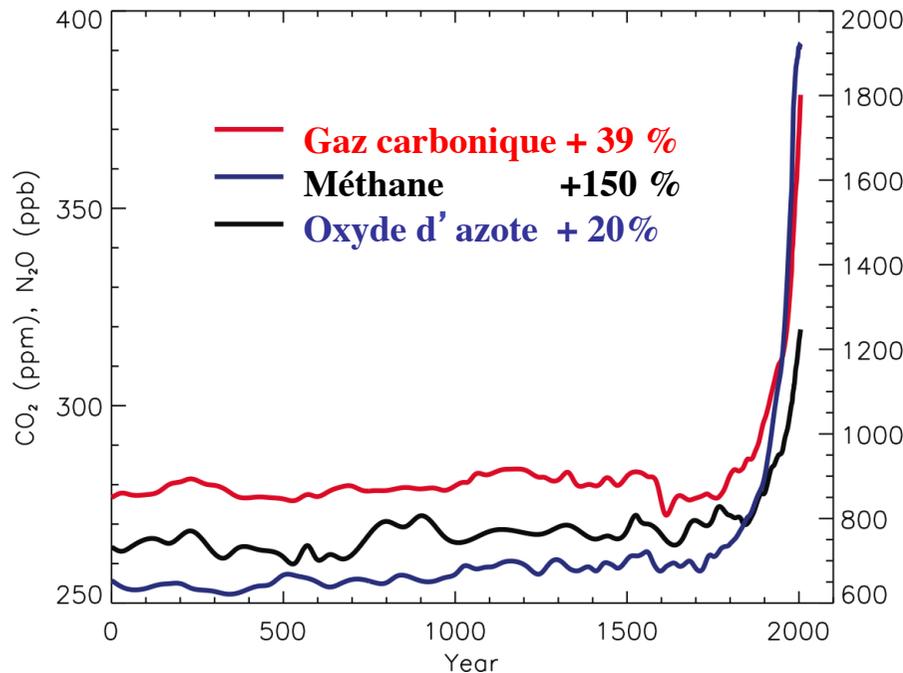


## *Le constat scientifique : Nous avons trois certitudes*

1) *Les activités humaines modifient la composition de l'atmosphère en gaz à effet de serre*

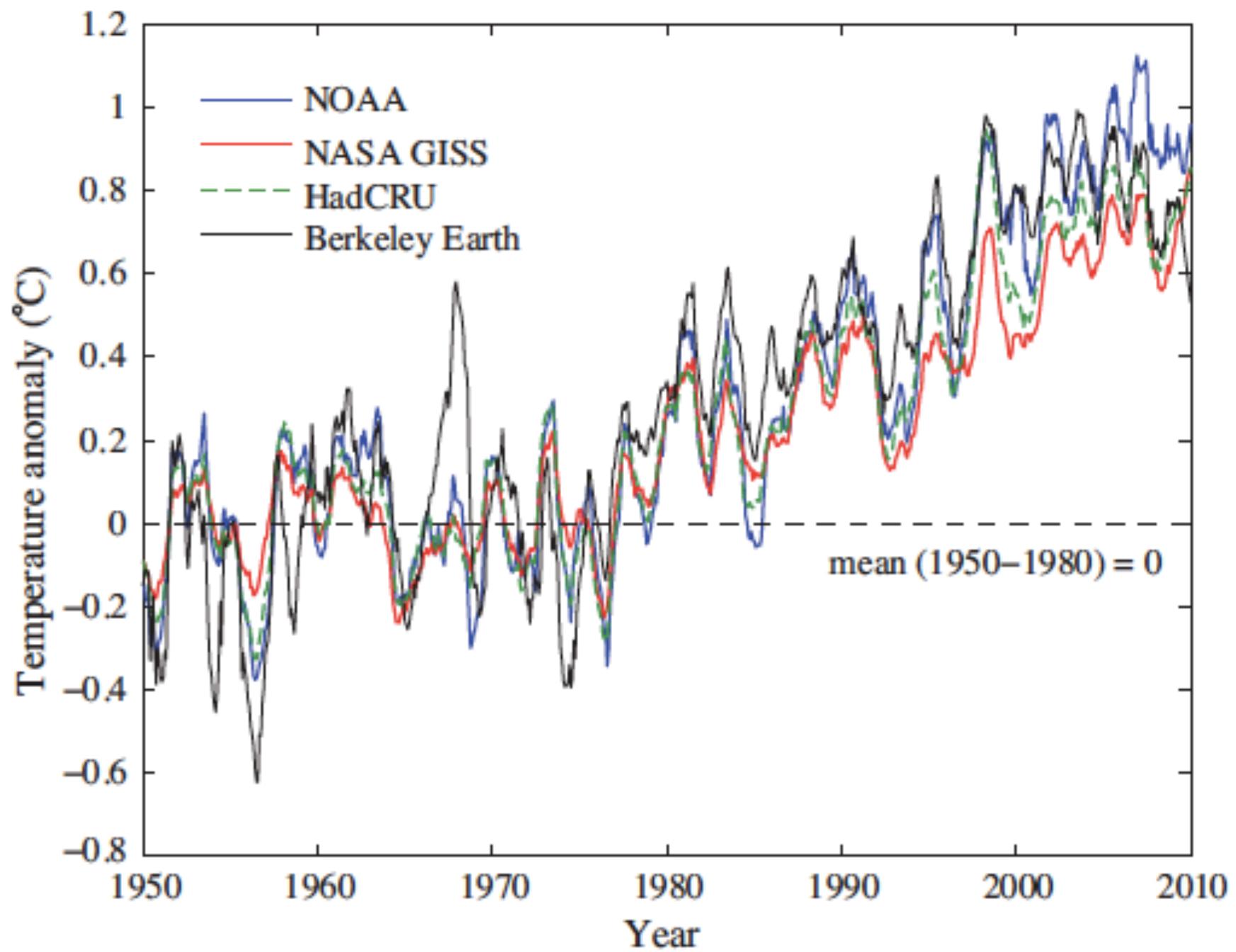
2) *Le réchauffement est sans équivoque (près de 1°C en 100 ans), glaciers, glace de mer, niveau de la mer .....*

3) *Le réchauffement va se poursuivre*

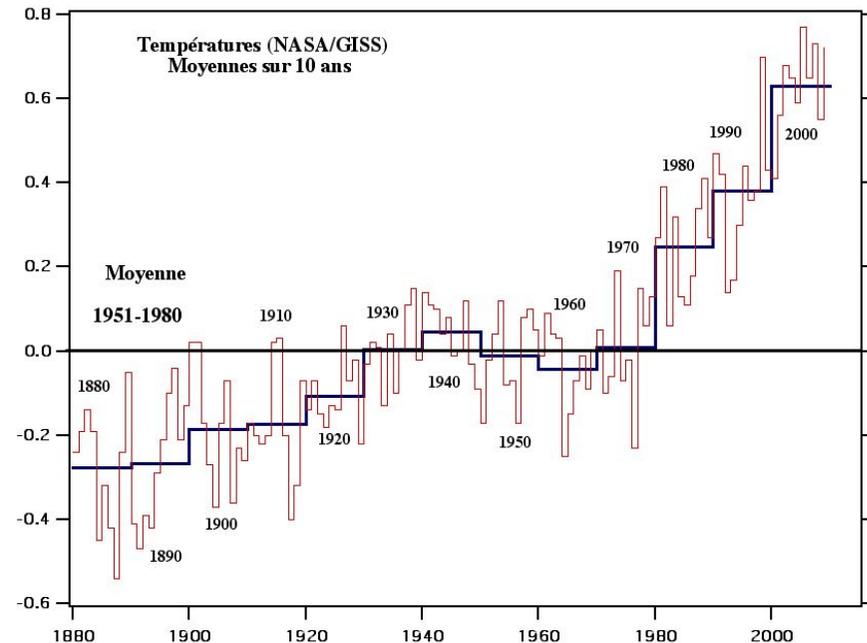
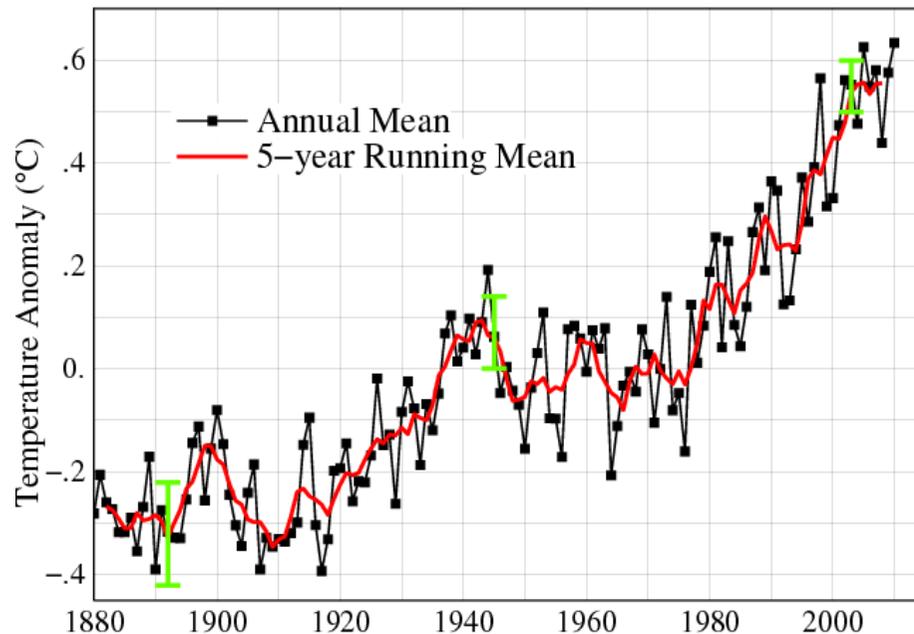


*Nous sommes presque certains que l'essentiel du réchauffement des cinquante dernières années est lié aux activités humaines*

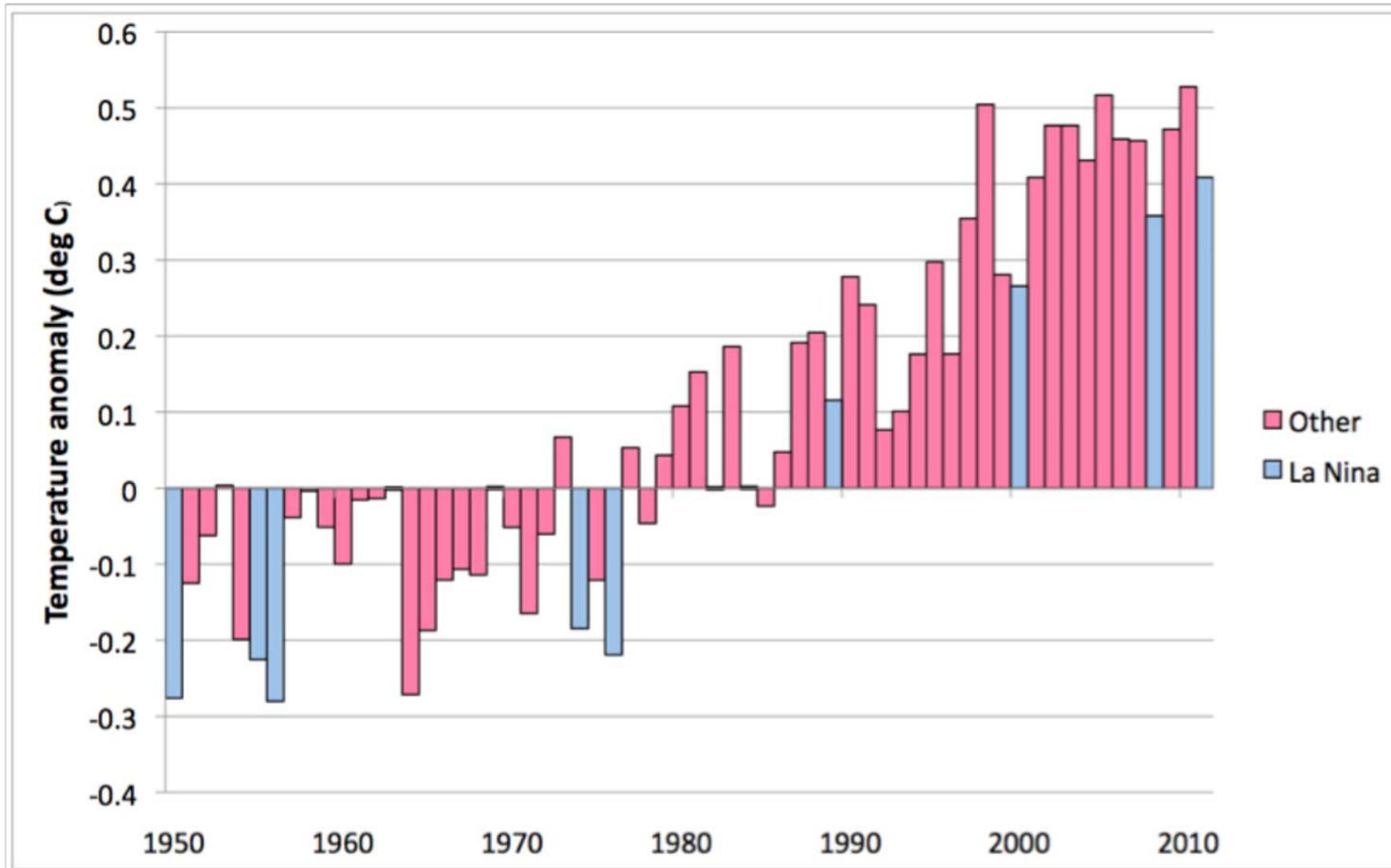
*De nombreuses incertitudes subsistent*



***Le réchauffement est sans équivoque***  
***(près de 1°C en 100 ans),***  
***glaciers, glace de mer, niveau de la mer .....***



***La décennie 2000 a été la plus chaude depuis 1880. Un plateau comme celui observé entre 2003 et 2011 n'a rien de surprenant (simulations).***

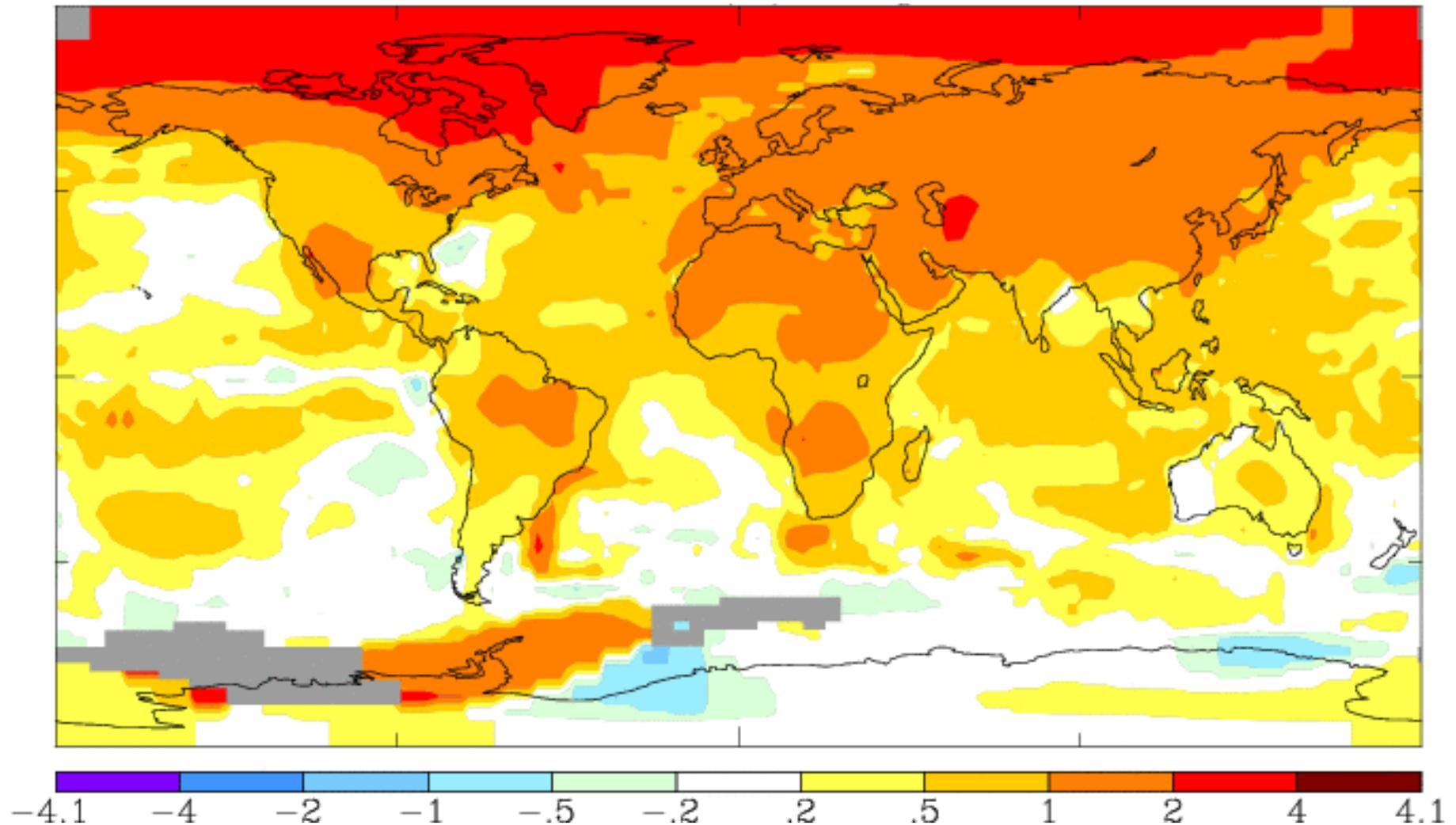


***The last decade has been exceptionally warm***

***2010 is the warmest year since mid 19th century***

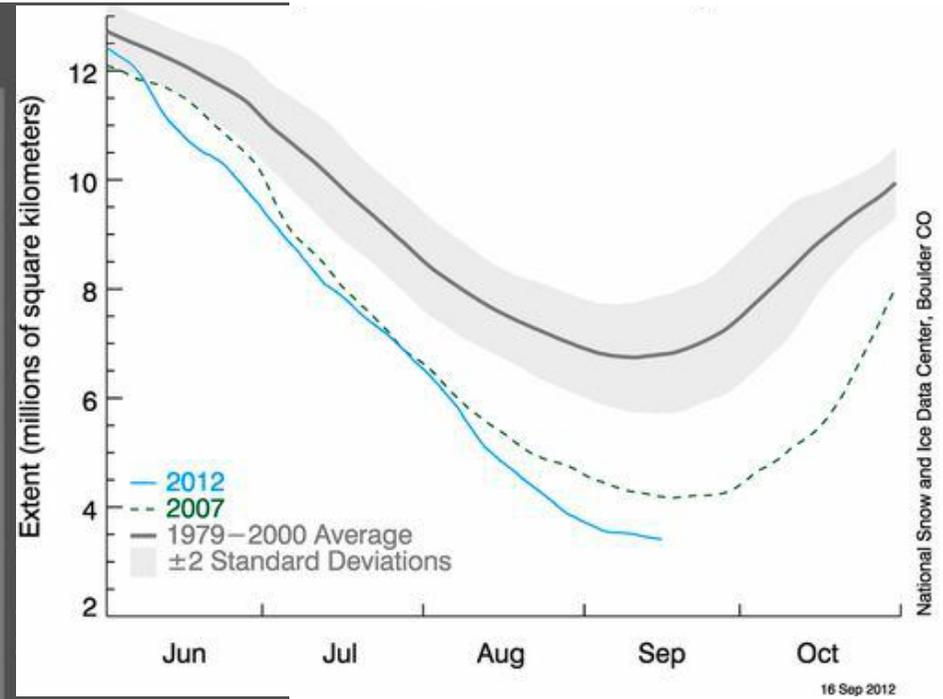
***2011 is slightly less warm but it is a « La Nina » year***

## L'arctique sentinelle du réchauffement climatique



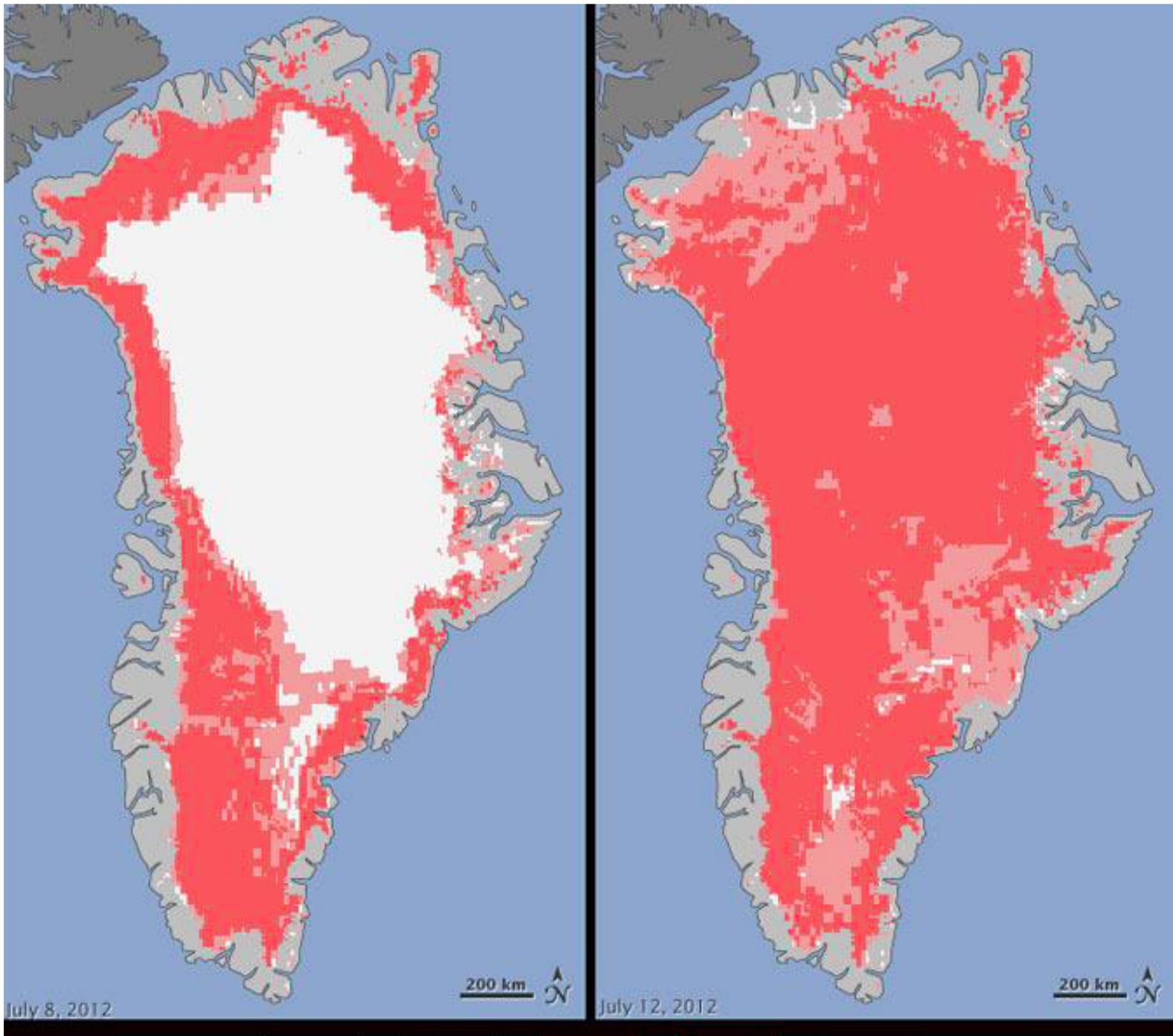
**Différence de température entre 2010 /1970 (Hansen et al., 2011)  
Réchauffement moyen de 0.66 °C ; deux fois plus en Arctique**

Sea Ice Extent  
09/16/2012



2007	4.17
2008	4.59
2009	5.13
2010	4.63
2011	4.33
2012	3.41
1979 to 2000	6.70

■ median  
1979–2000



No Data

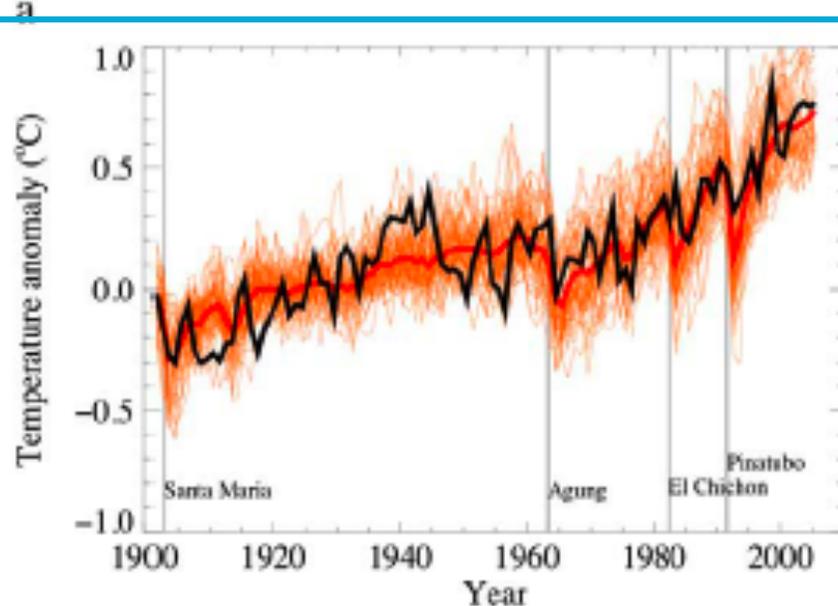
Ice/Snow Free

Probable Melt

Melt

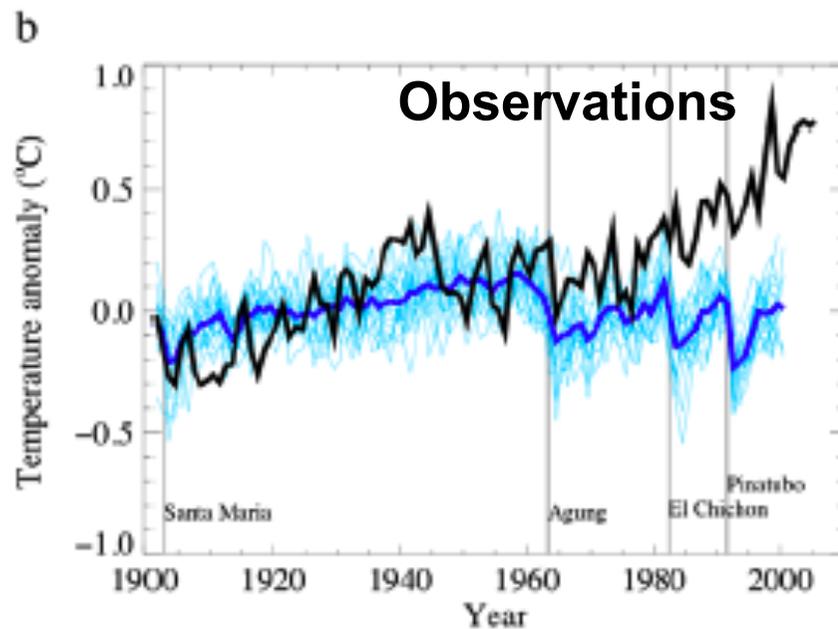
No Melting

# Les activités humaines ont-elles déjà influencé le climat ?



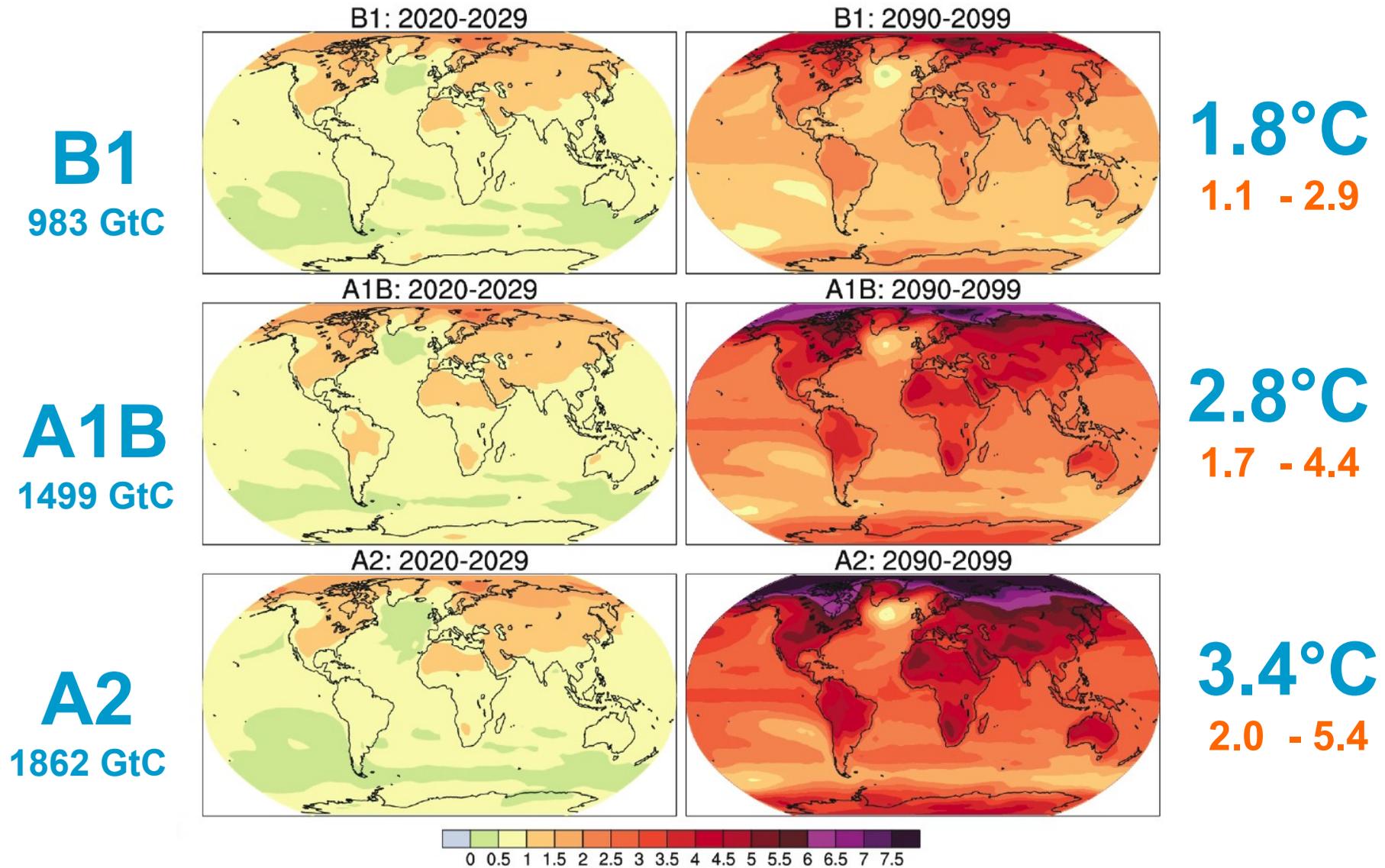
**Activités humaines**  
Effet de serre et aérosols  
**+ Forçages naturels**

L'essentiel de l'accroissement observé sur la température moyenne globale depuis le milieu du 20<sup>e</sup> siècle est *très vraisemblablement* dû à l'augmentation observée des gaz à effet de serre anthropiques



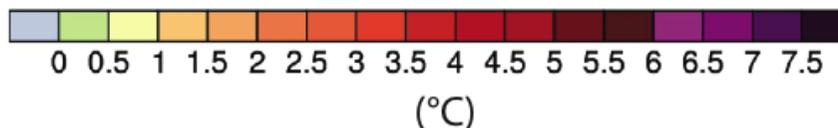
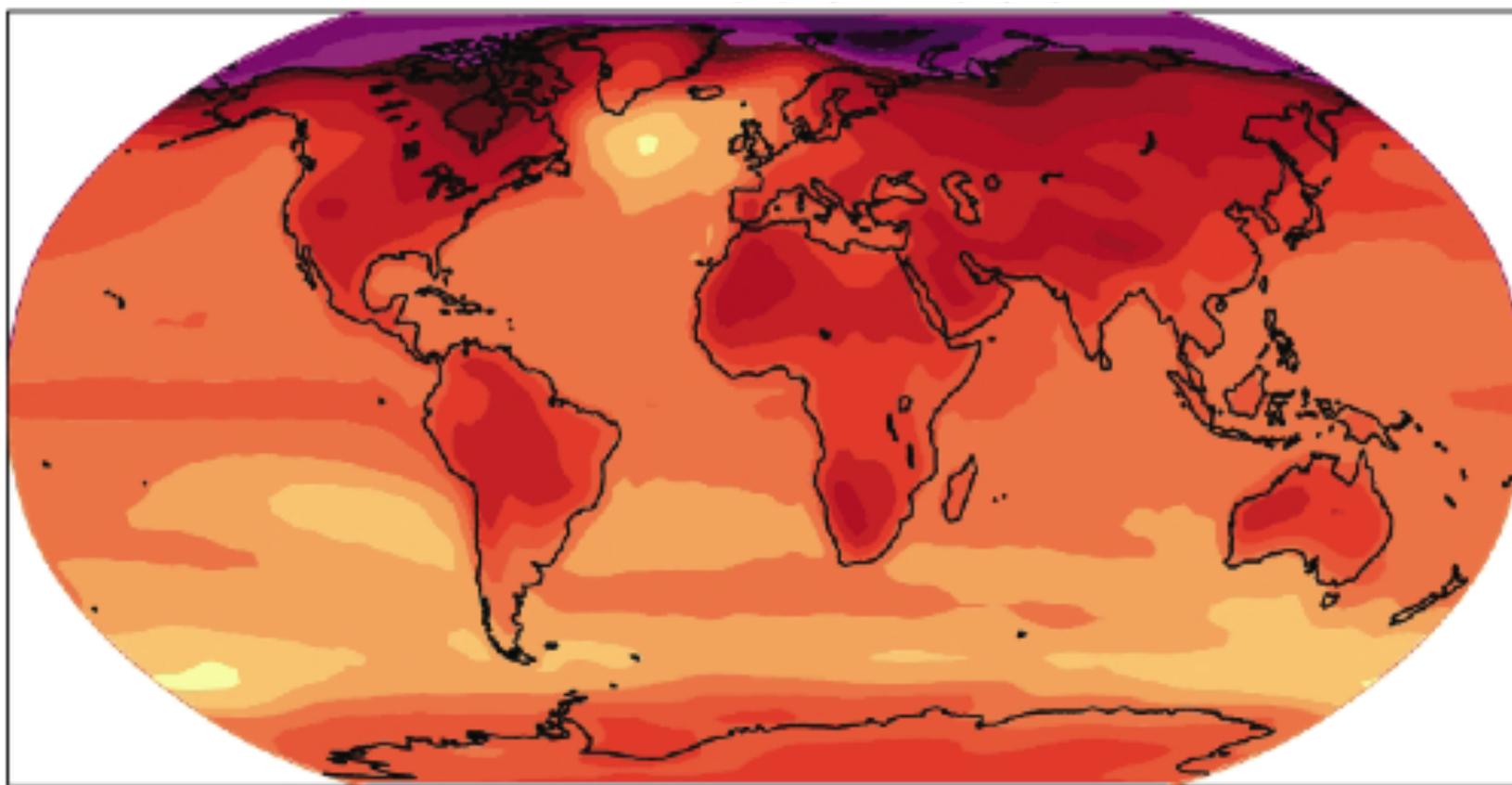
**Forçages naturels**  
(activité solaire, volcans)

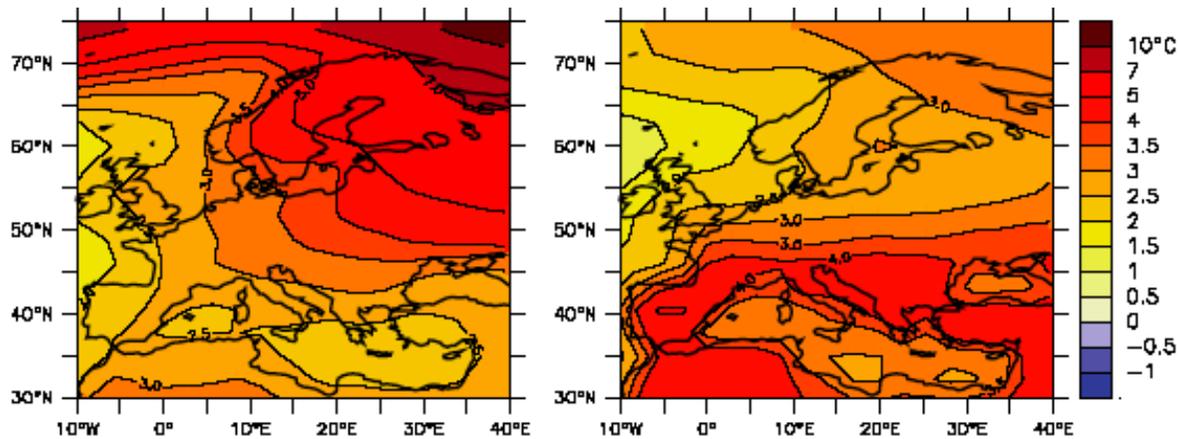
# Le climat des 20 prochaines années est joué



Mais celui de la fin du siècle dépend de nous

**A1B is a typical « business asusual scenario »**  
**At the end of the century (2090 – 2099),**  
**the projected global warming is of 2.8°C (average value)**  
**Much of land areas warms by ~ 3°5 C ; Arctic warms about 7°C ;**  
**less if less emissions ; more if more emissions**





Hiver

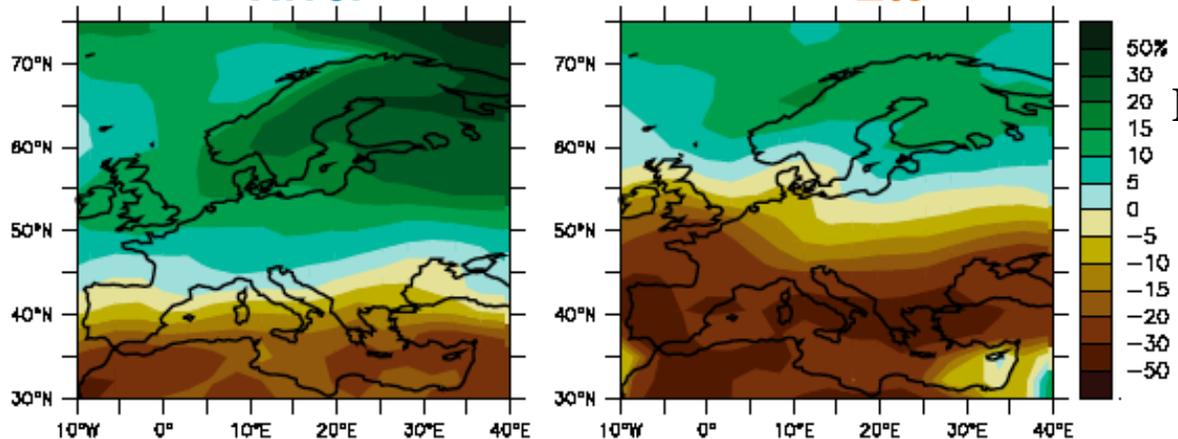
Eté

Une autre certitude :  
*Le climat va continuer  
à se réchauffer*

Températures

Europe

La fin du siècle par rapport à 2000



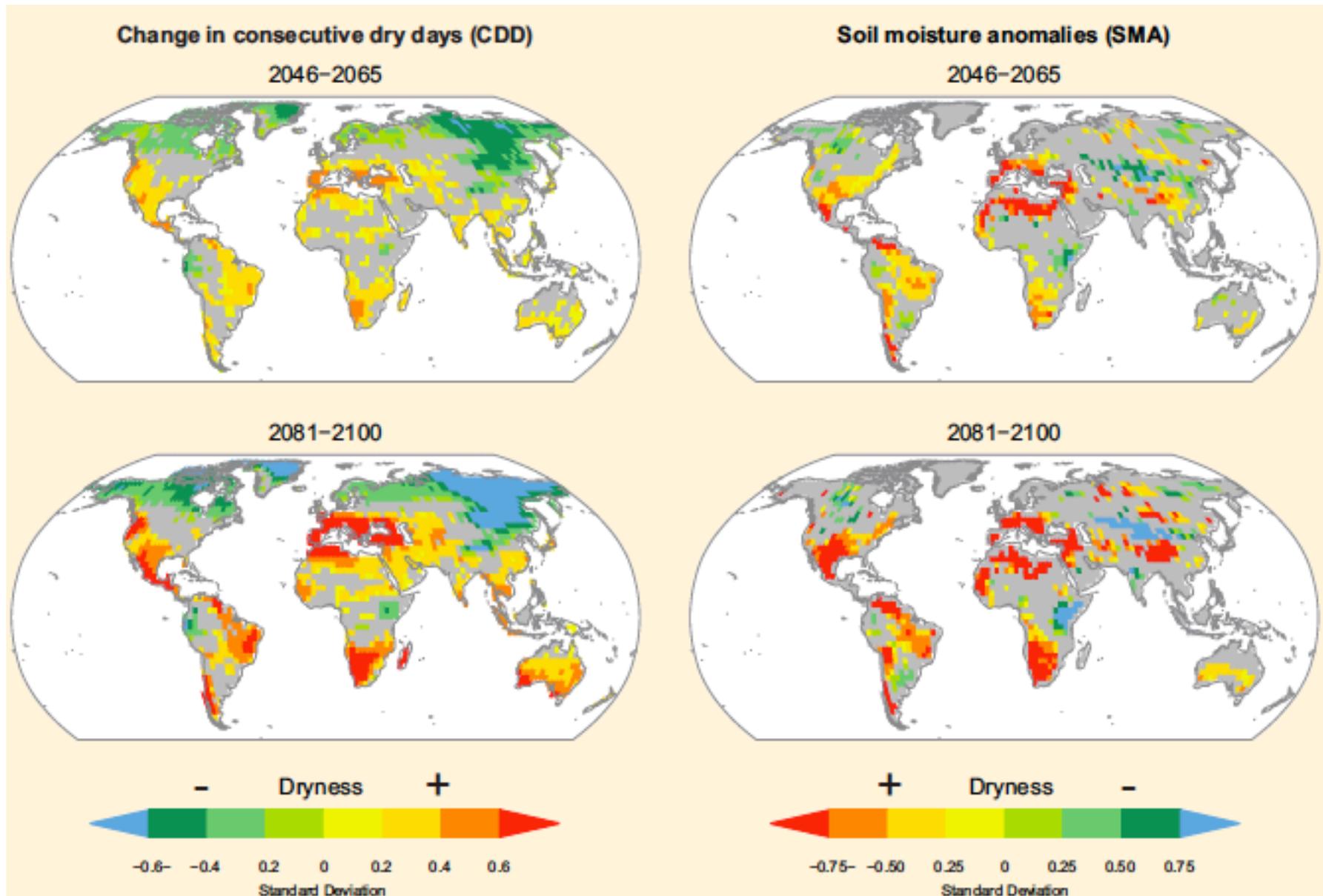
Précipitations

**Des conséquences multiples :**

- *plus de vagues de chaleur (extrêmes 2011)*
- *plus de régions affectées par la sécheresse*
- *risques d'inondations dans d'autres régions*
- *plus d'événements de précipitation intense*
- *plus de cyclones tropicaux intenses*
- *Elévation du niveau de la mer*
- *Acidification des océans, écosystèmes, santé..*
- *Agriculture, tourisme, infrastructures, ...*

**De nombreuses incertitudes :**

- *importance des émissions*
- *ampleur du réchauffement*
- *caractéristiques régionales, précipitations*
- *rôle des nuages, des aérosols*
- *Evolution des calottes glaciaires*
- *Surprises climatiques*
- *.....*



**Sécheresses, cyclones, niveau de la mer, régions montagneuses  
Migrations, coûts, gestion du risque.....**

De 20 à 60 cm d'ici la fin du siècle, voire plus  
avec des risques de plusieurs mètres d'ici quelques siècles



La population devrait augmenter rapidement  
dans les régions côtières avec des risques accrus  
liés à l'élévation du niveau de la mer

B 2

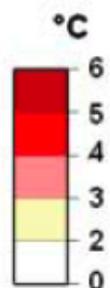
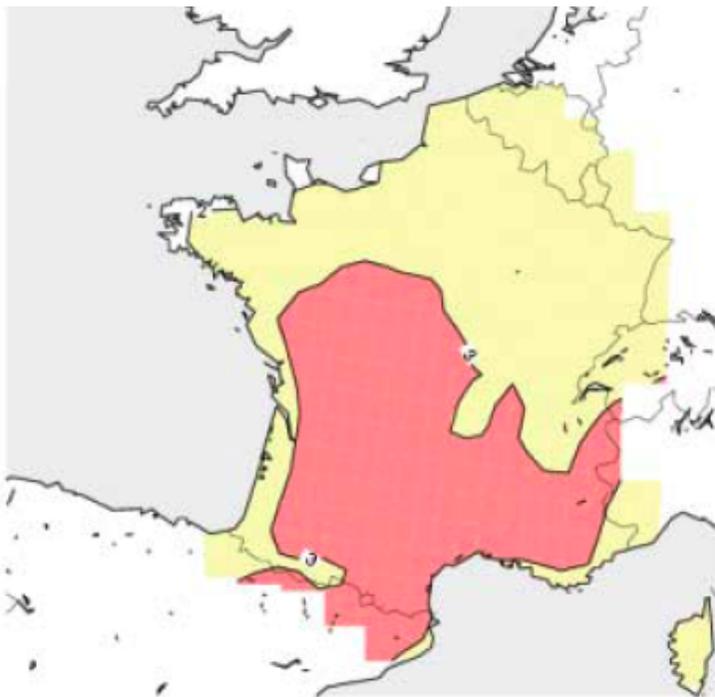
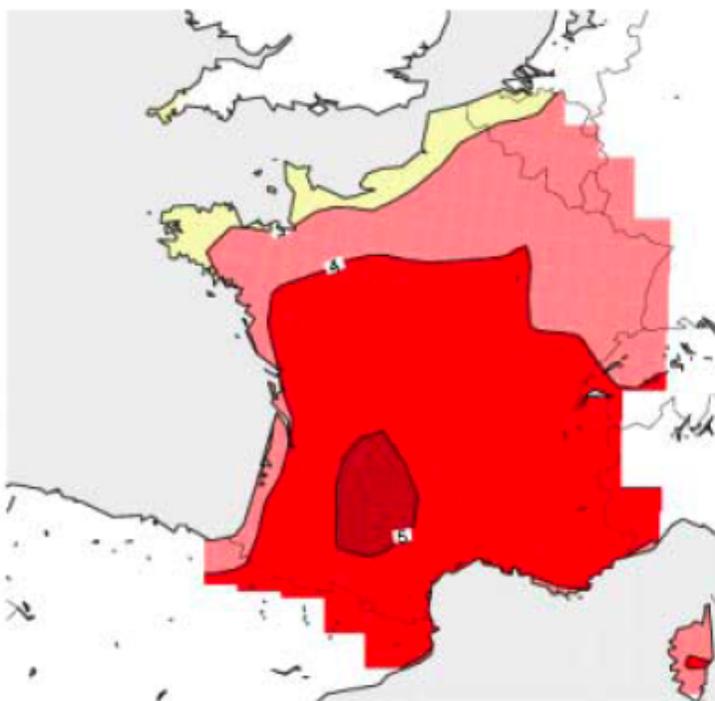
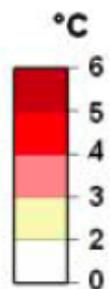


Figure 1-a



A 2

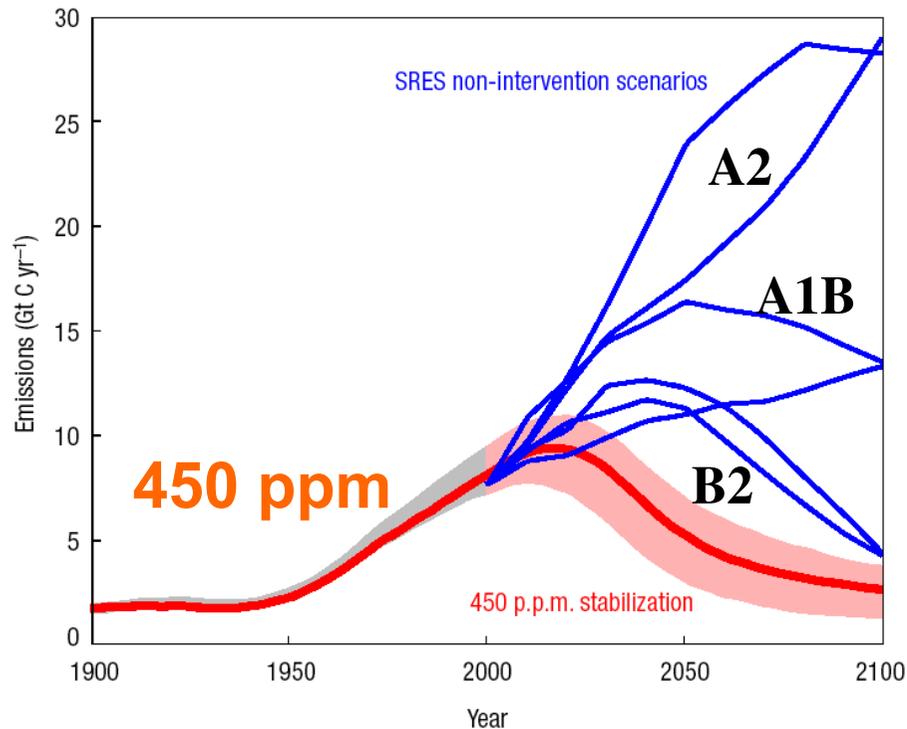


Modèle ARPEGE  
Météo - France

**Réchauffement  
l'été**

**2070-2099 /  
1960-1989**

## *Le contexte politique : La Convention Climat*



- Le réchauffement climatique est **inéluçtable** mais nous devons tout faire pour le limiter et en limiter les conséquences :

- **Copenhague + Cancun : 2°C (voire 1.5) mais les engagements nous emmènent vers 3°C, au moins.**

- **Double nécessité**

- **diminuer nos émissions**  
Par 2 au moins (3) d'ici 2050
- **s'adapter**

### **Convention cadre des Nations-Unies sur le changement climatique (CCNUCC)**

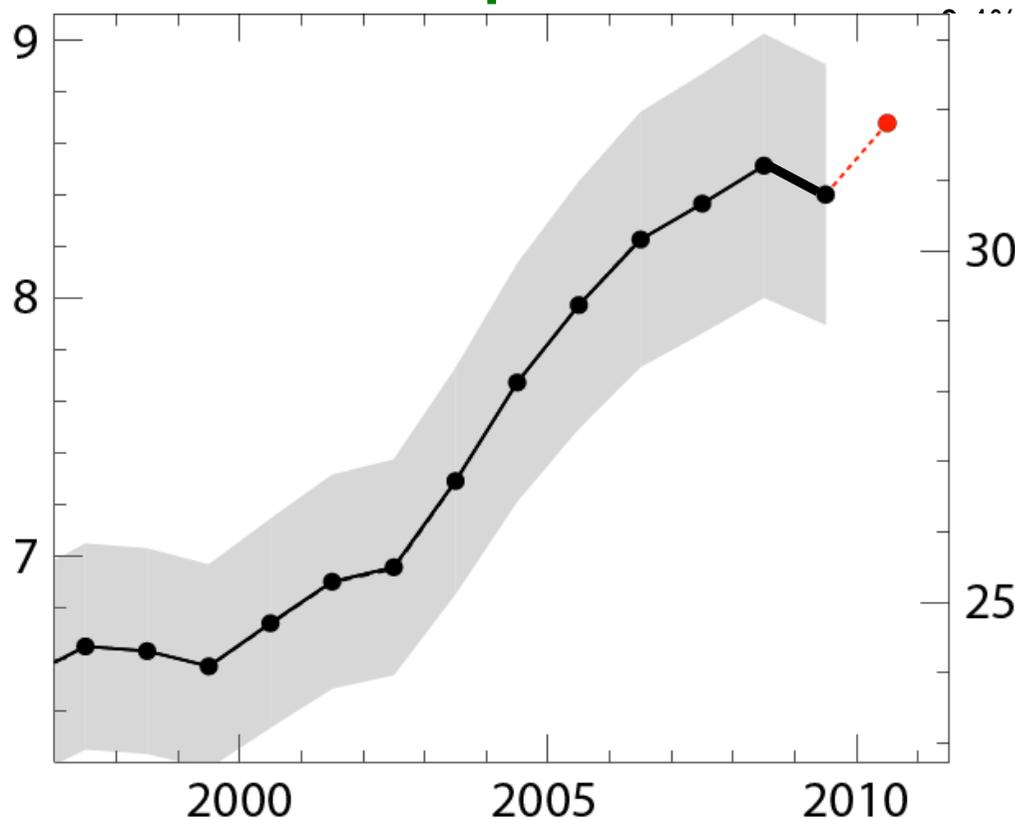
Article 2 « stabiliser les concentrations des gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation dangereuse du système climatique.

Il conviendra d'atteindre ce niveau dans un délai convenable pour que les écosystèmes puissent s'adapter naturellement aux changements, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement économique puisse se poursuivre d'une manière durable »

# Vers une société sobre en carbone ? : un immense défi

Pays développés : **45%** Pays émergents et en voie de développement : **55%**  
Mais c'est l'inverse si les émissions sont attribuées au pays consommateur

## Gaz carbonique

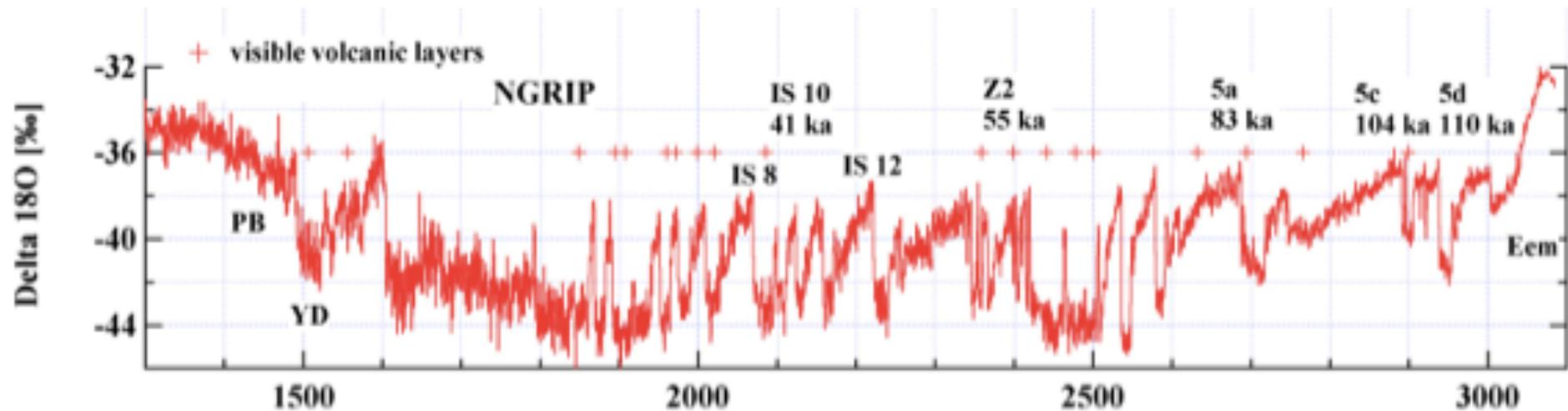


**2008:**  
Emissions: 8.7 PgC  
Growth rate: 2.0%  
1990 levels: +41%

2000-2008  
Growth rate: 3.4%

**Les émissions ont légèrement diminué en 2009 (crise économique)**  
**Mais c'est reparti comme avant**

# *Témoignage du passé : variations rapides*

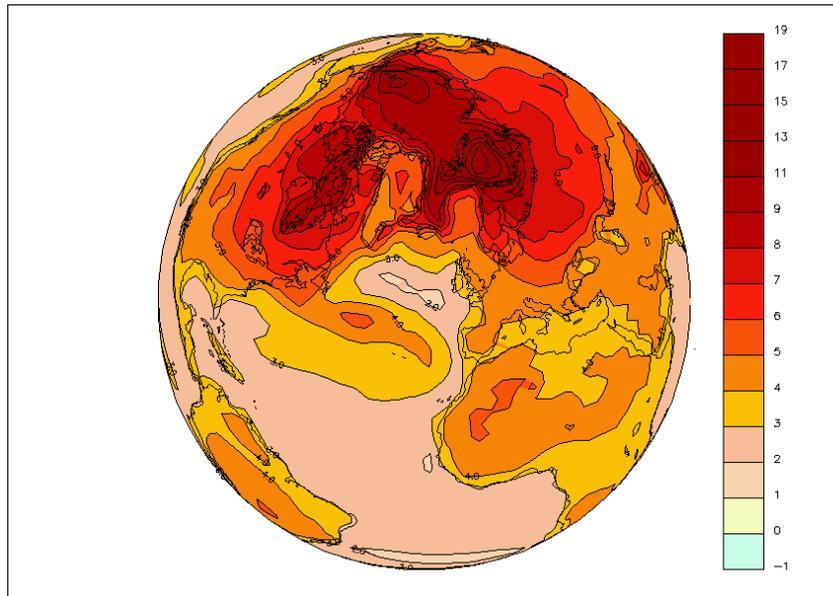


**North GRIP : Groenland**

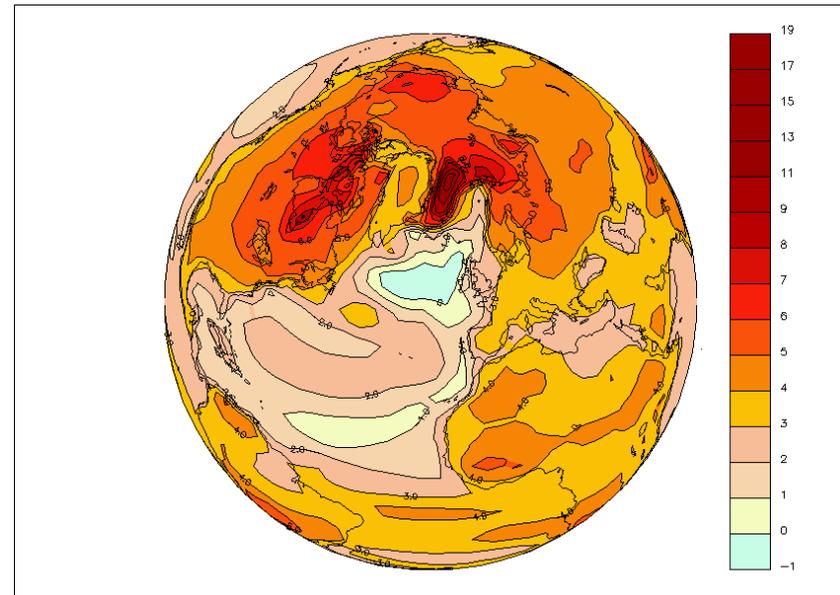
# Influence of Greenland melting on the **Oceanic circulation**

**\_CO<sub>2</sub> doubling during 500 years**

**Without Greenland melting : 3°5 C**



**With Greenland melting : 3°2 C**



*Swingedouw et al, 2007*



# Impacts pour la France

## Ressources en eau

Risques naturels et assurances

Biodiversité

Santé

Agriculture

Forêt

Energie

Tourisme

Infrastructures routières

Territoires

**Déficit potentiel : 2 Mds de m<sup>3</sup> à horizon 2050**  
**Etiages plus précoces et plus sévères**  
**Zones les plus touchées : déjà en situation délicate**



# Impacts pour la France

Ressources en eau

## Risques naturels et assurances

**Biodiversité**      **A horizon 2100 : dizaines de milliers de logements exposés au risque de submersion marine rien que dans le Languedoc-Roussillon**

**Santé**                      **Coûts annuels du gonflement des argiles : pourrait être multiplié par 3 à 6**

**Agriculture**              **Incertitude sur les inondations de débordement**

**Forêt**

**Energie**

**Tourisme**

**Infrastructures routières**

**Territoires**



# Impacts pour la France

Ressources en eau

Risques naturels et assurances

## **Biodiversité**

Santé

**Ensemble de pressions subies par les écosystèmes**

Agriculture

**Risques de pertes économiques liées aux services écosystémiques**

Forêt

Energie

Tourisme

Infrastructures routières

Territoires



# Impacts pour la France

Ressources en eau

Risques naturels et assurances

Biodiversité

**Santé**

**Fréquence accrue de vagues de chaleur**

Agriculture

**Qualité de l'air**

Forêt

Energie

Tourisme

Infrastructures routières

Territoires



# Impacts pour la France

Ressources en eau

**Impacts des vagues de chaleur sur le blé**

Risques naturels et assurances

**Hausses de rendement pour les grandes cultures mais risques liés à la variabilité climatique**

Biodiversité

Santé

**Pertes à horizon 2050 pour les prairie de zone péri méditerranéenne**

**Agriculture**

**Forts impacts sur la viticulture : disparités, risques de baisse de la qualité des vins**

Forêt

Energie

Tourisme

Infrastructures routières

Territoires



# Impacts pour la France

Ressources en eau

Risques naturels et assurances

Biodiversité **Aggravation de l' aléa « feux de forêts »**

Santé **Compensations possibles entre productivité et impacts des aléas (sécheresses, dépérissement) d' ici à 2050**

Agriculture **Au-delà de 2050, effets défavorables**

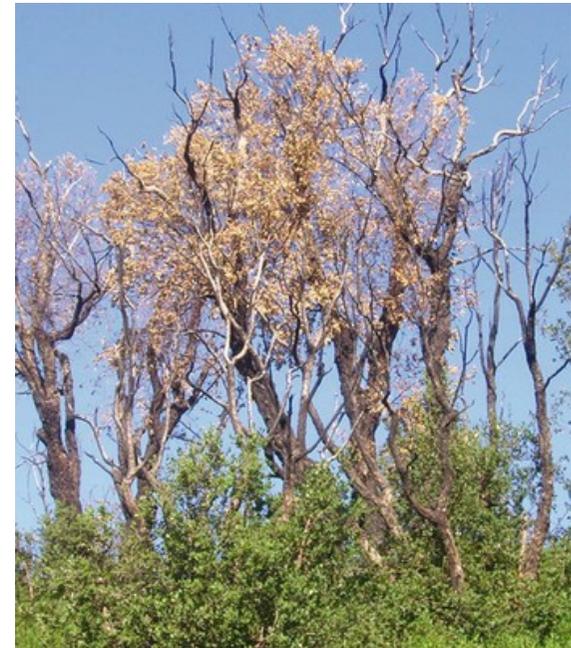
**Forêt**

Energie

Tourisme

Infrastructures routières

Territoires



# Impacts pour la France

Ressources en eau

Risques naturels et assurances

Biodiversité

Santé

**Baisse de la demande en hiver, hausse en été : -3% (mais pourrait diminuer de moitié avec le développement spontané de la climatisation)**

Agriculture

Forêt

**Baisse de la production hydroélectrique (~15%)**

**Energie**

Tourisme

Infrastructures routières

Territoires



# Impacts pour la France

Ressources en eau

Risques naturels et assurances

Biodiversité

Santé

Agriculture

Forêt

Energie

**Tourisme**

Infrastructures routières

Territoires



**Fiabilité de l'enneigement : stations < 1500 m pourraient ne plus être viables**

**Dégradation confort climatique en été, baisse de l'attractivité touristique : chiffre d'affaire exposé très important**

# Impacts pour la France

Ressources en eau

Risques naturels et assurances

Biodiversité

Santé

**En cas de montée du niveau des mers d' environ 1 mètre : risque de submersion, coût pour la métropole estimé à 2 Mds €**

Agriculture

Forêt

Energie

Tourisme

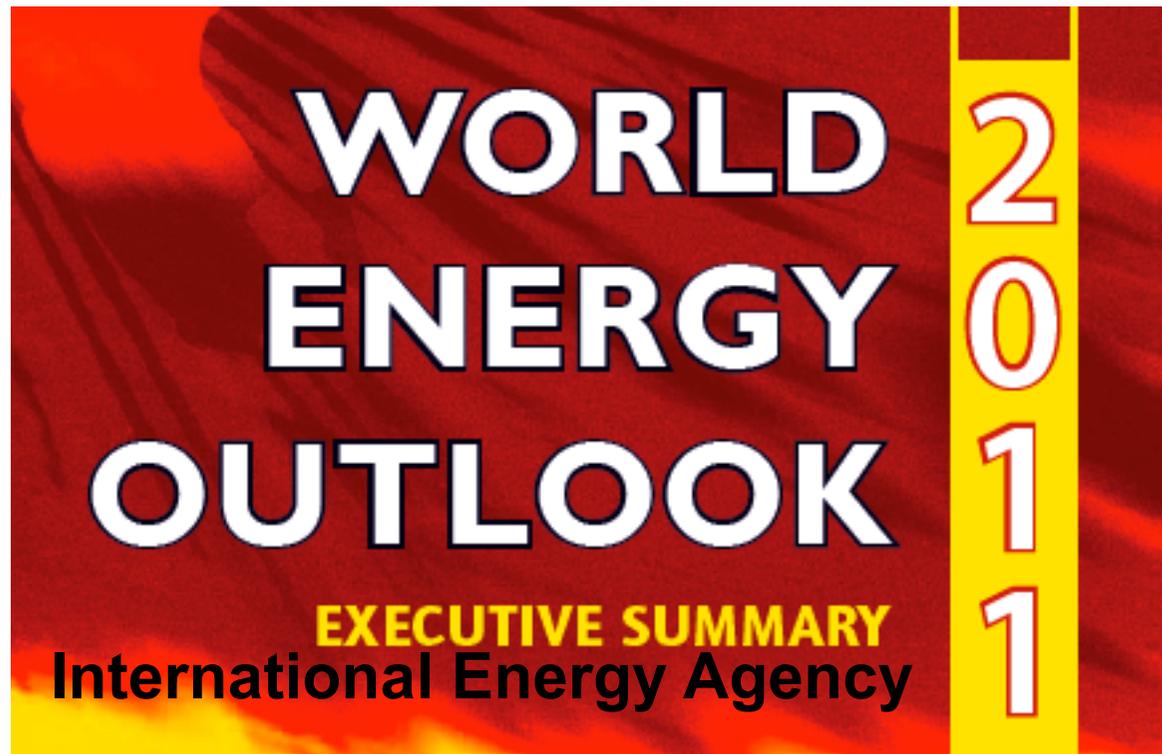
**Infrastructures routières**

Territoires

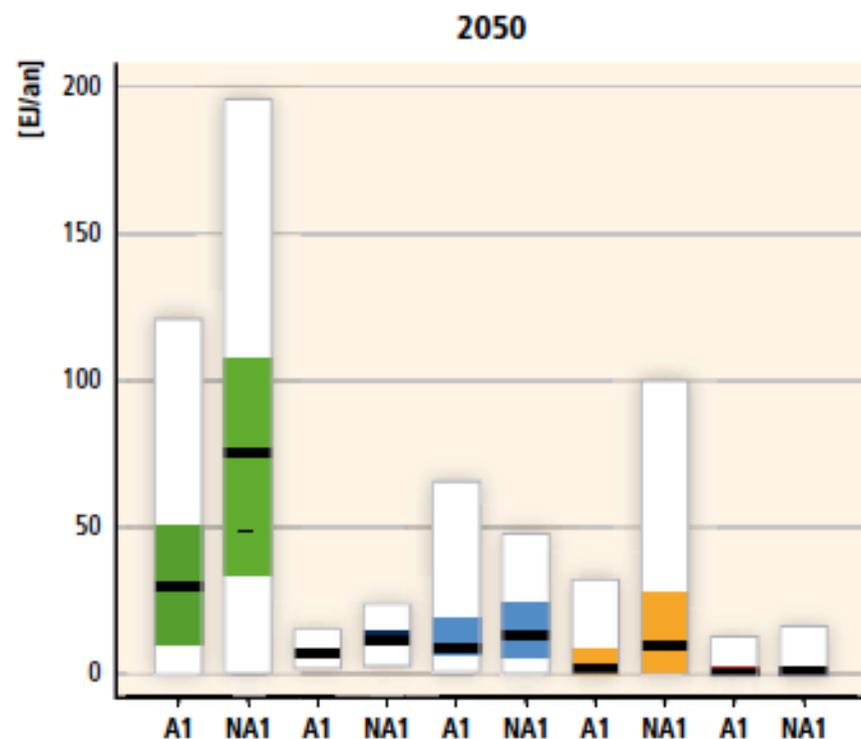
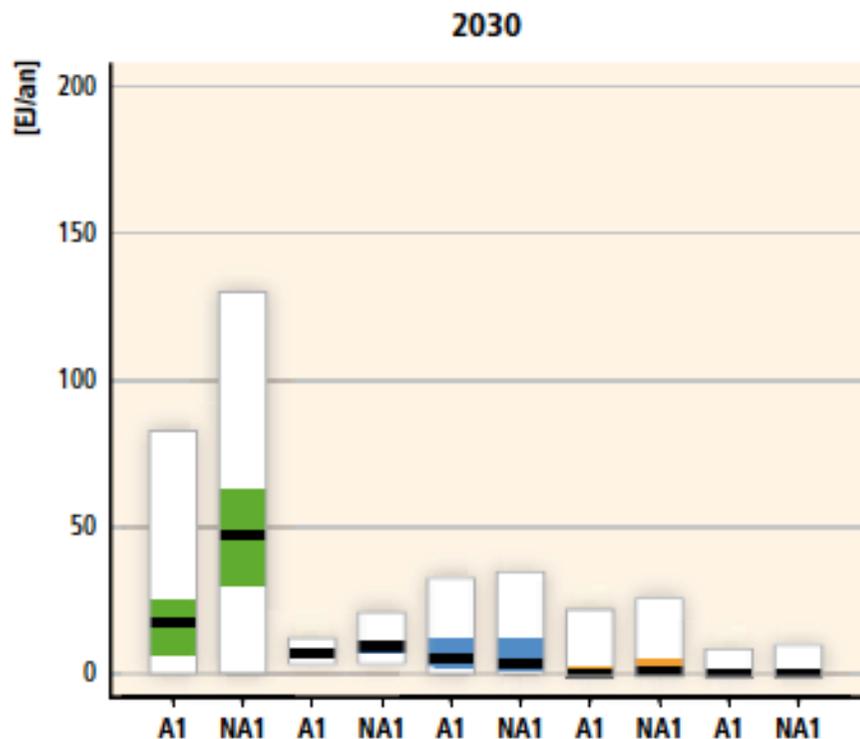


# ***Les négociations « Climat »***

- ◆ ***COP 3 : Kyoto (1997)***
- ◆ ***COP 13 : Bali (2007)***
- ◆ ***COP 15 : Copenhague (2009)***
- ◆ ***COP 16 : Cancun (2010)***
- ◆ ***COP 17 : Durban (2011)***
- ◆ ***COP 18 : Doha (2012)***
- ◆ ***COP 21 : Paris ? (2015)***

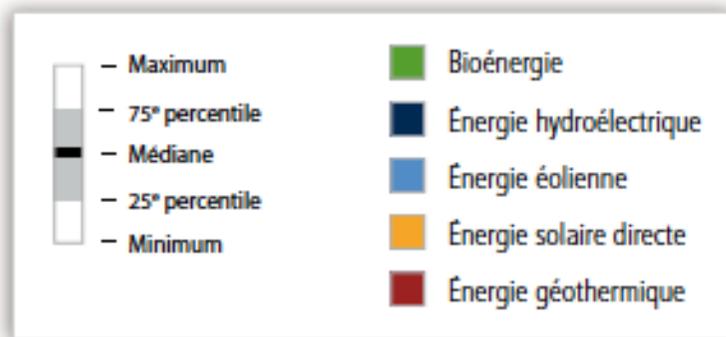


- **Nous ne pouvons pas nous permettre de remettre à plus tard l' action contre le changement climatique si nous voulons atteindre à un coût raisonnable l' objectif 2°C.**
- **Scénario « nouvelles politiques » : vers 3.5°C ; sinon vers 6°C ou plus ...**
- **Faute d' entreprendre des actions radicales d' ici 2017, il sera trop tard (plus de marge)**
- **En reportant l' action, nous réaliserions de fausses économies : chaque dollar d' investissement non réalisé dans le secteur de l' électricité avant 2020 entraînerait 4,3 dollars de dépenses supplémentaires après cette date afin de compenser l' augmentation des émissions.**

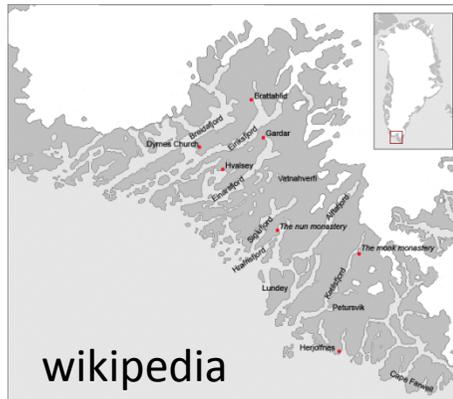


*En 2050, entre 27 et 77% de l'énergie primaire pourrait provenir des renouvelables.*

*50 % est un objectif raisonnable*

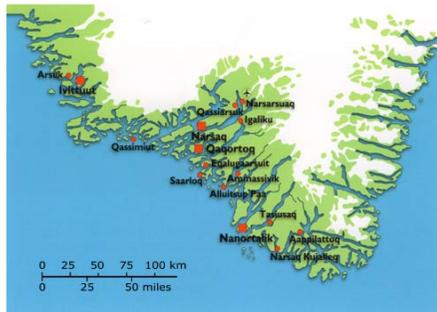


# Idée reçue fausse : le Groenland « terre verte » pendant la période médiévale



- Multiples carottes de glace dans l'inlandsis : Présence d'une calotte comparable à l'actuelle à l'an mil, anomalie médiévale chaude comparable aux années 1920-1930 ou 1990-2000

- Analyse des pollens dans les sédiments des lacs du sud Groenland : même végétation depuis l'an ~ 600 A.D.

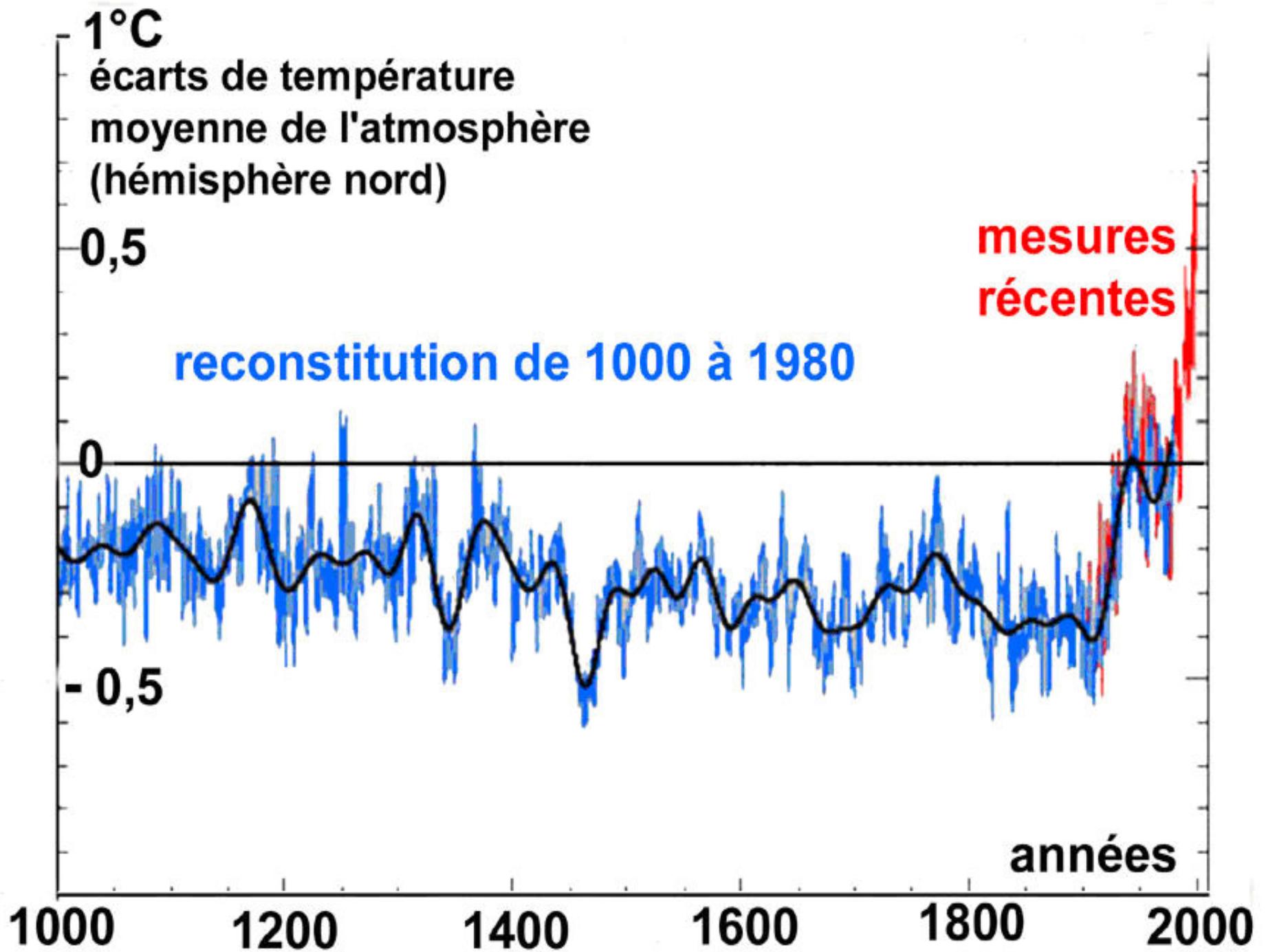


Chambre agricole

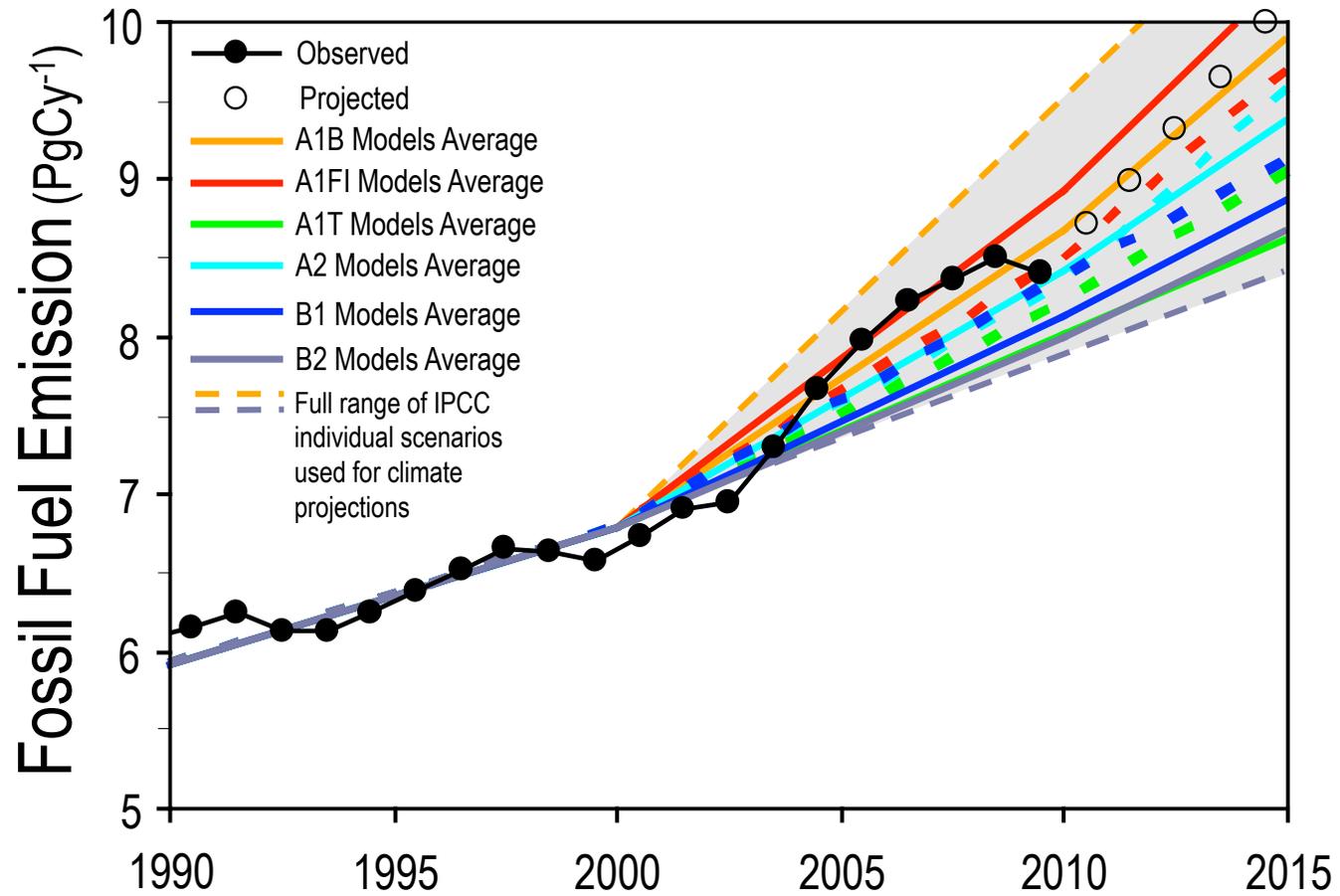


- Estimations de variations du niveau moyen des océans pendant la période médiévale ~10-20 cm : pas de déglaciation majeure

- Saga d'Erik le Rouge: « Erik alla vivre sur la terre qu'il avait découverte et qu'il appela Groenland, parce que, dit-il, les gens désireraient bien davantage y aller si cette terre avait un bon nom »...



# Fossil Fuel Emissions: Actual vs. IPCC Scenarios



Updated from Raupach et al. 2007, PNAS; Data: Gregg Marland, Thomas Boden-CDIAC 2010; International Monetary Fund 2010