



**UCL**

Université  
catholique  
de Louvain

Institut d'Astronomie et de Géophysique G. Lemaître  
Chemin du Cyclotron, 2  
1348 Louvain-la-Neuve

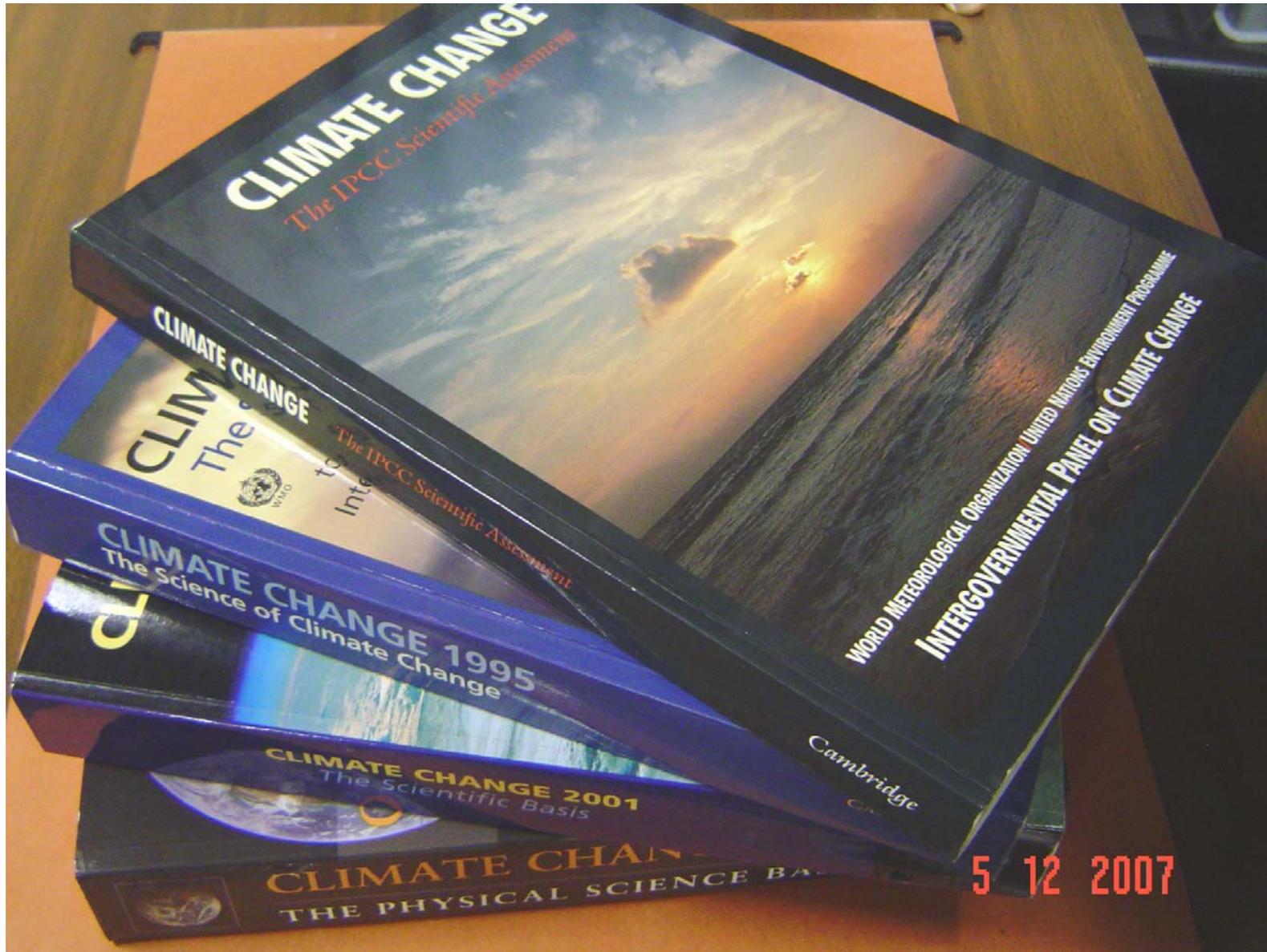
# **RÉCHAUFFEMENT GLOBAL**

## **état des lieux 2011**

**A. Berger**

Cercle Gaulois, Fondation pour l'Environnement Urbain Pierre Laconte,  
Bruxelles 18 février 2011

1990 - 1995 - 2001 - 2007



Working Group I The Physical Aspects of Climate

## GIEC WG1 Historique des prises de position.....

**GIEC (1990)** Revue générale de la science du climat, discussion des incertitudes et évidence du réchauffement.

**GIEC (1995)** “Un ensemble de preuves suggèrent une influence humaine discernable sur le climat global.”

**GIEC (2001)** “Une grande partie du réchauffement des 50 dernières années est vraisemblablement (>66%) due aux activités humaines.”

**GIEC (2007)** “Le réchauffement est irréfutable, et la plus grande partie en est très vraisemblablement (90%) due à l'accroissement des gaz à effet de serre.”

Seuls ceux qui ne **veulent** pas voir  
nient le Réchauffement global et  
l'impact des activités humaines sur  
le climat

Déclarations du GIEC, de 30  
scientifiques américains, de l'AGU  
et de l'Organisation météorologique  
mondiale

Une trentaine de **leaders scientifiques américains** (**Mario Molina, Prix Nobel et autres membres de NAS**) ont écrit une courte mais virulente lettre ouverte à propos du [Climategate](#). Adressée au Congrès des États-Unis, elle affirme avec une rare détermination leur **colère** contre l'usage fait de courriels volés au [Climate research unit dirigé par Phil Jones](#) (Université de East Anglia) pour «*obscurcir la compréhension du public de la science du climat et du fonctionnement de la science.*» Une colère dont certains médias et journalistes sont manifestement la cible. Ce texte affirme que le «*corpus de preuves montrant que l'activité humaine est le facteur dominant du réchauffement est énorme.*» Et que les emails volés n'ont aucun impact sur ce corpus, réalisé à travers un processus scientifique rigoureux, «*de haut niveau d'intégrité*» et un débat scientifique vif.

## Climato-sceptiques par André Berger

Je ne connais aucun scientifique-expert qui met en doute la science du réchauffement global ni la part de responsabilité liée aux activités humaines.

Les sceptiques sont des gens:

-qui veulent attirer l'attention sur eux en disant le contraire de ce que disent les experts - **singularisation** (Tazieff)

-qui sont payés par les lobby (**Fred Singer**) ou qui en tirent d'autres profits - **profit**

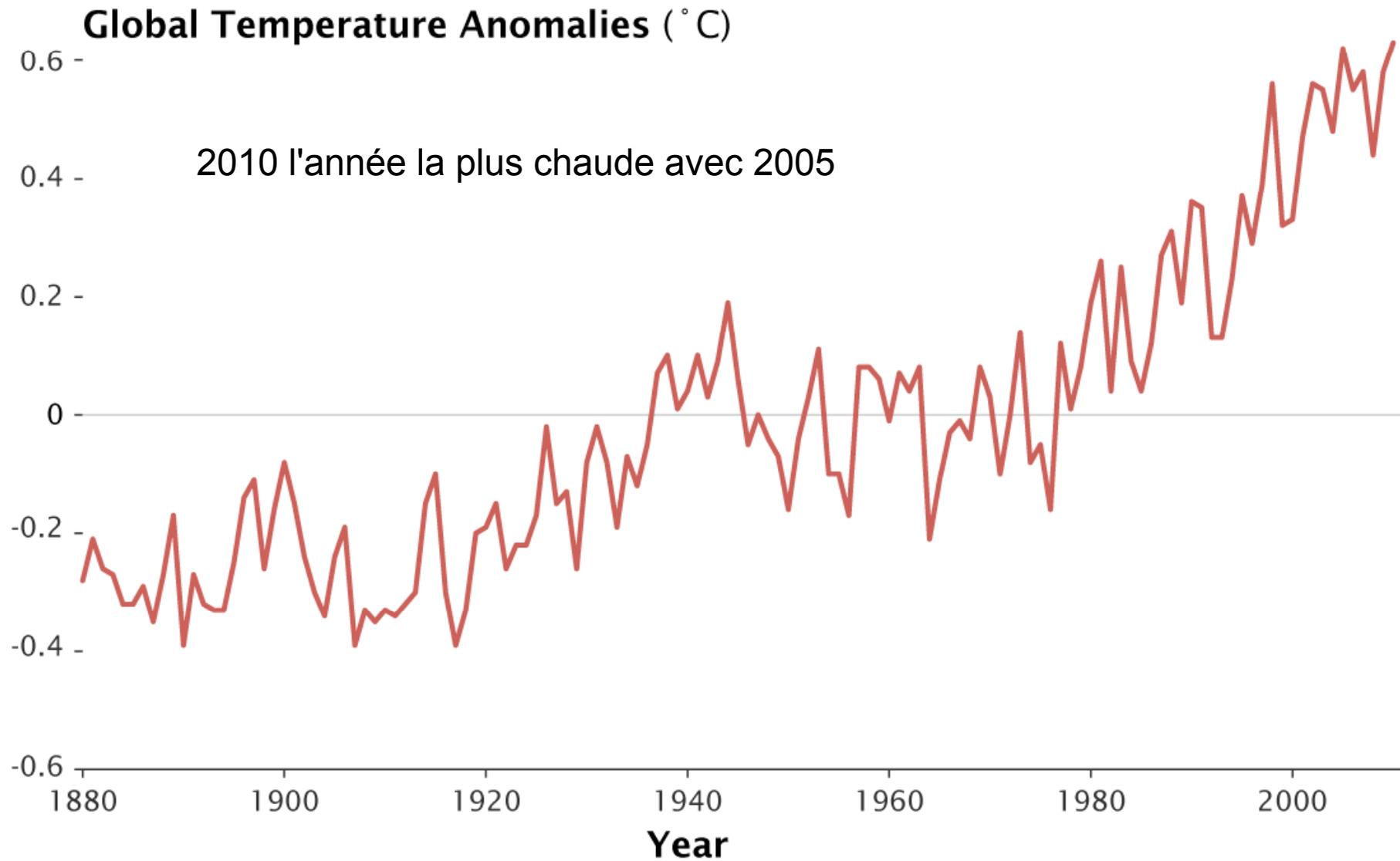
-qui ne veulent pas accepter leur responsabilité dans la pollution /réchauffement global - **irresponsabilité** (**le simple citoyen**)

-qui haïssent la science du climat principalement par **jalousie** parce qu'ils ne sont pas/plus à la une des journaux .On y trouve, physiciens, chimistes, géologues, certains voulant simplement donner l'impression qu'ils en connaissent un brin (**Mr Météo**)

Hormis les observations de température, les impacts du RG sont des plus visibles

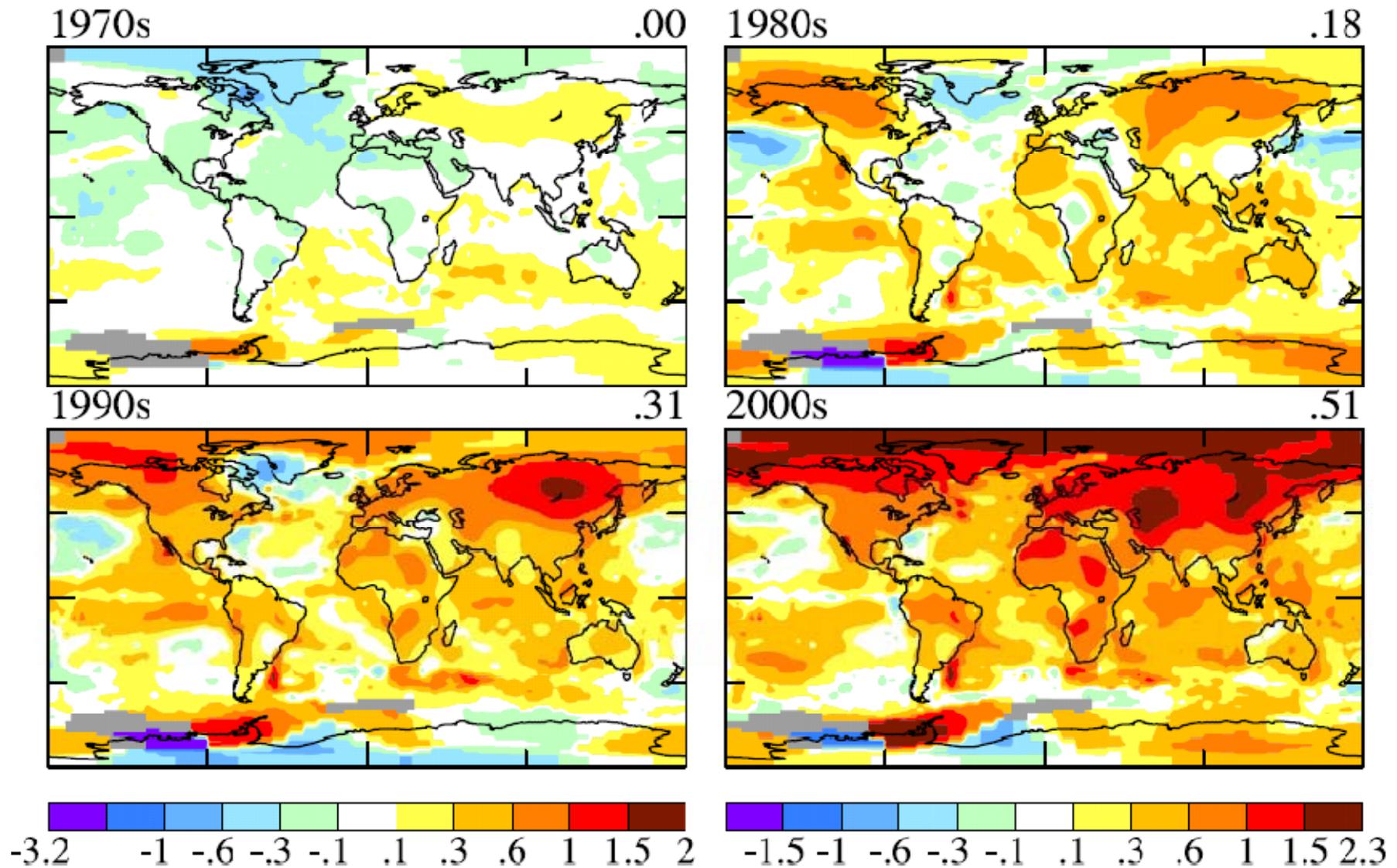
Le RG et conséquences s'accélèrent et il possible que les projections sous-estimeraient l'évolution des températures, de la hausse du niveau des mers et autres conséquences

Les projections nous conduisent vers une situation inégalée au cours de l'histoire récente du climat de la Terre



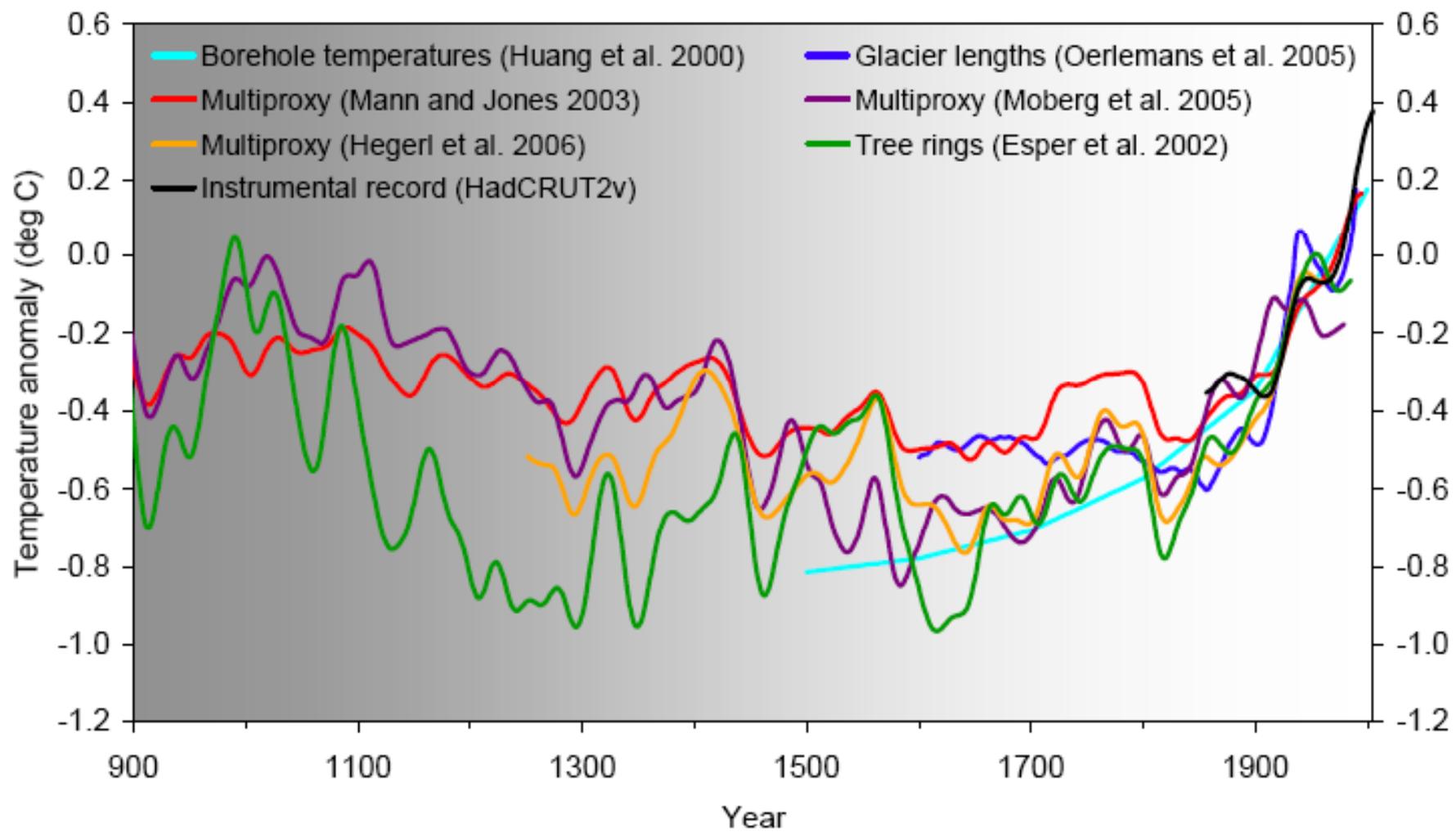
Hansen-GISS NASA ,2011: <http://www.giss.nasa.gov/research/news/20110112/>

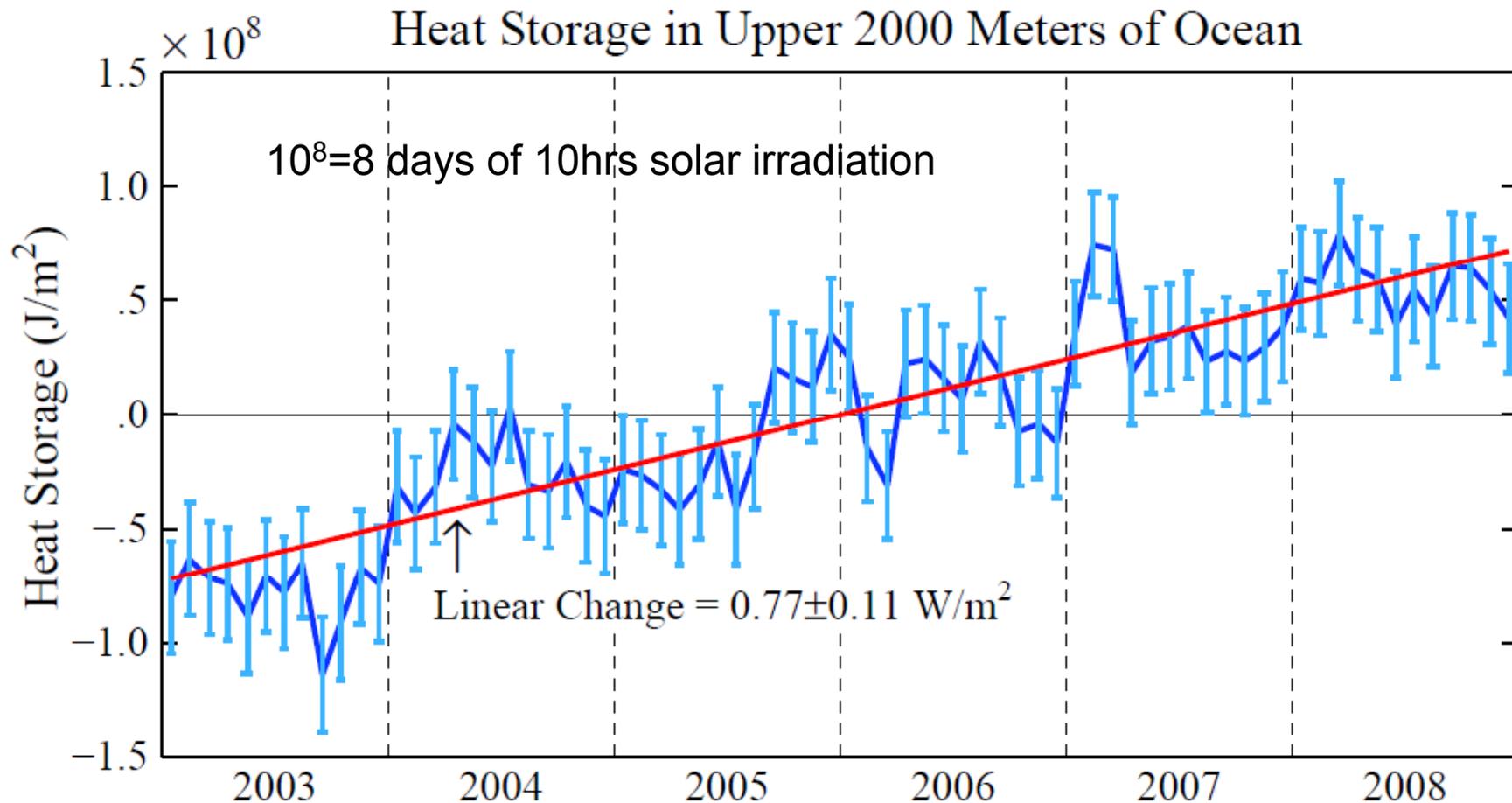
# Decadal Surface Temperature Anomalies (°C)



**Decadal mean surface temperature anomalies relative to base period 1951-1980.**

Source: update of Hansen et al., GISS analysis of surface temperature change. *J. Geophys. Res.* **104**, 30997-31022, 1999.





**Heat storage in upper 2000 meters of ocean during 2003-2008 based on ARGO data.**

**Knowledge of Earth's energy imbalance is improving rapidly as ARGO data lengthens.**

**Data must be averaged over a decade because of El Nino/La Nina and solar variability.**

**Energy imbalance is smoking gun for human-made increasing greenhouse effect.**

Data source: von Schuckmann *et al.* *J. Geophys. Res.* **114**, C09007, 2009, doi:10.1029/2008JC005237.



1864

glacier d'Argentière



1896

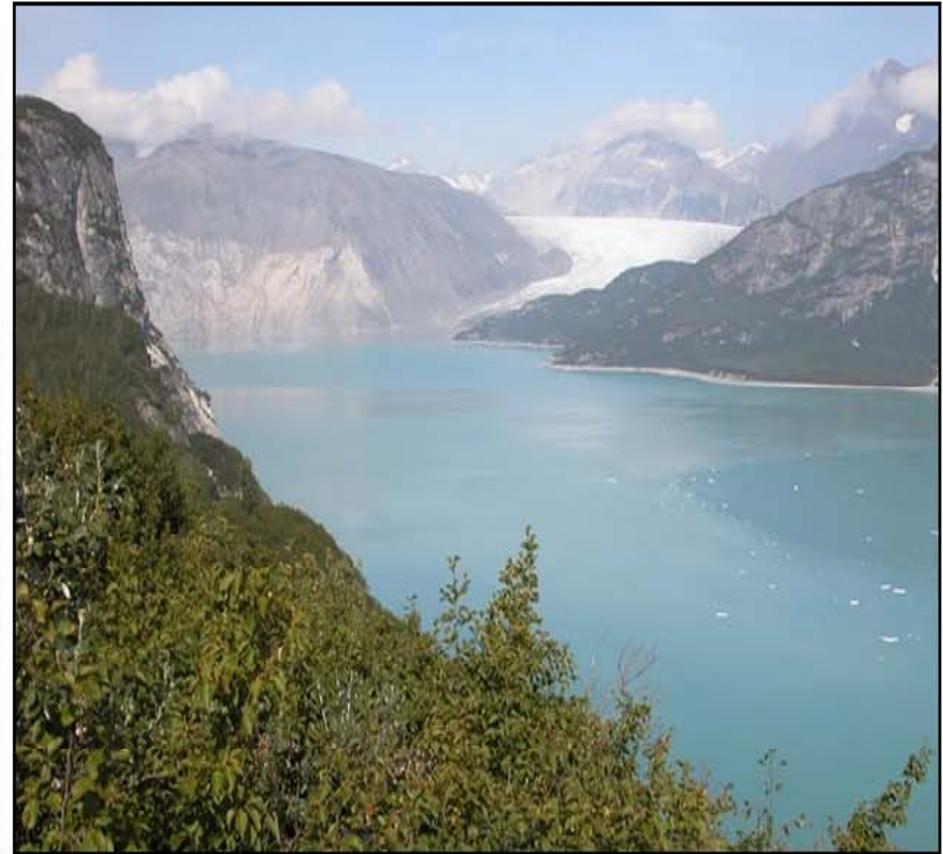


1995

Fily, 2006-ERCA

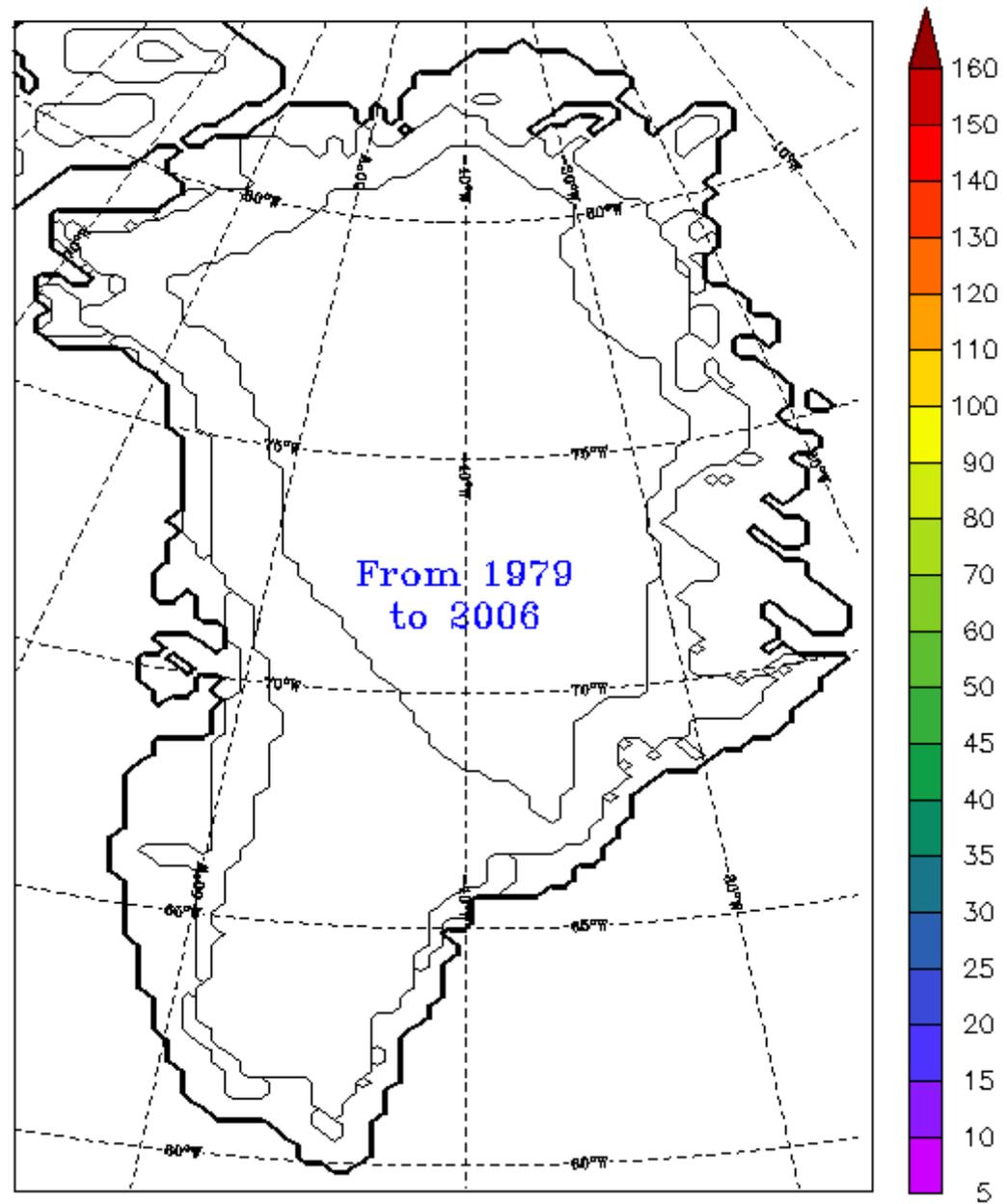


On the left is a photograph of Qori Kalis Glacier (Perou) taken in July 1978, and on the right, a photograph taken from the same vantage in July 2004. Both photographs taken by Lonnie G. Thompson, Byrd Polar Research Center, the Ohio State University.



On the left is a photograph of Muir Glacier (Alaska) taken on August 13, 1941, by glaciologist William O. Field; on the right, a photograph taken from the same vantage on August 31, 2004, by geologist Bruce F. Molnia of the United States Geological Survey (USGS).

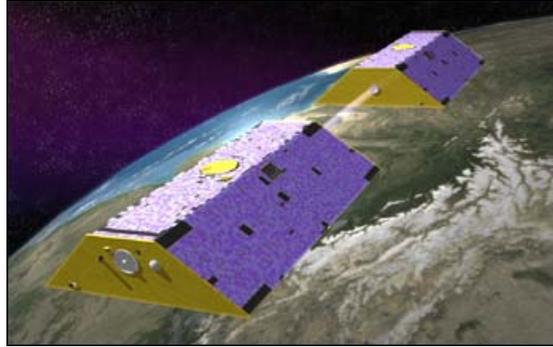
According to Molnia, between 1941 and 2004 the glacier retreated more than twelve kilometers (seven miles) and thinned by more than 800 meters.



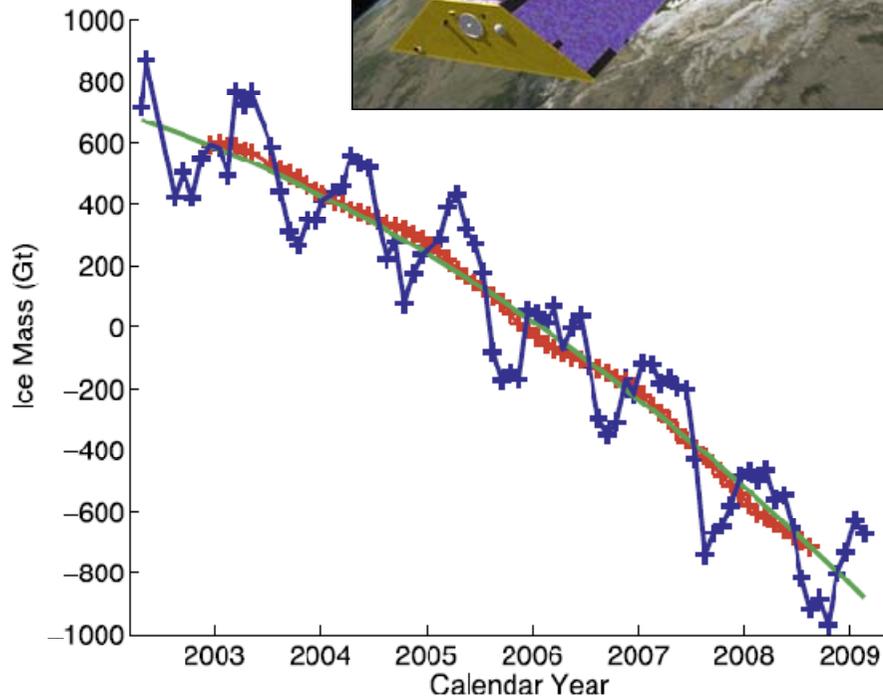
Number of melt days [1979–2006]

Fettweis, 2007

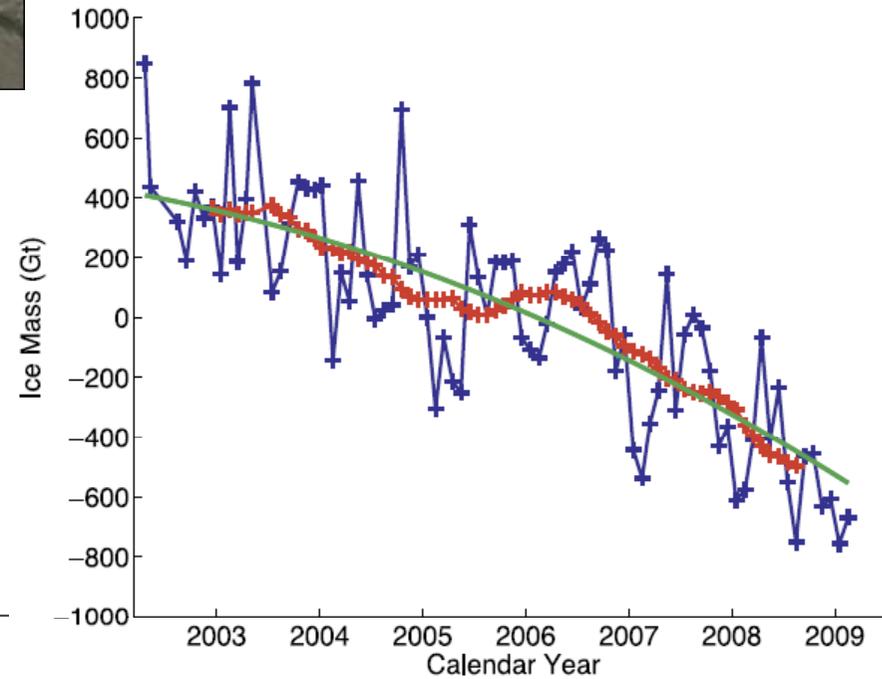
# Gravity Satellite Ice Sheet Mass Measurements



gravity recovery climate  
experiment GRACE 2002-



**Greenland Ice Sheet**

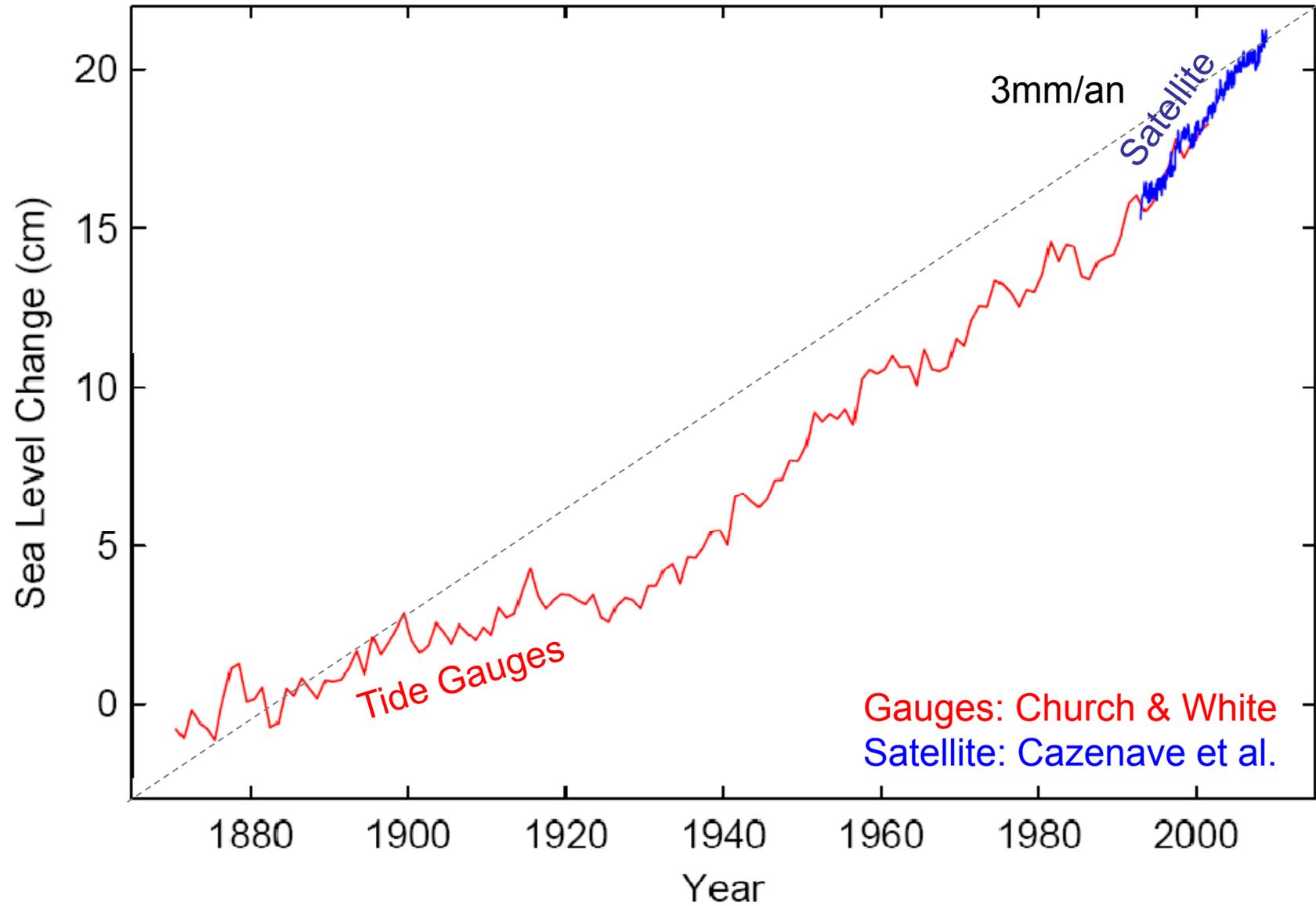


**Antarctic Ice Sheet**

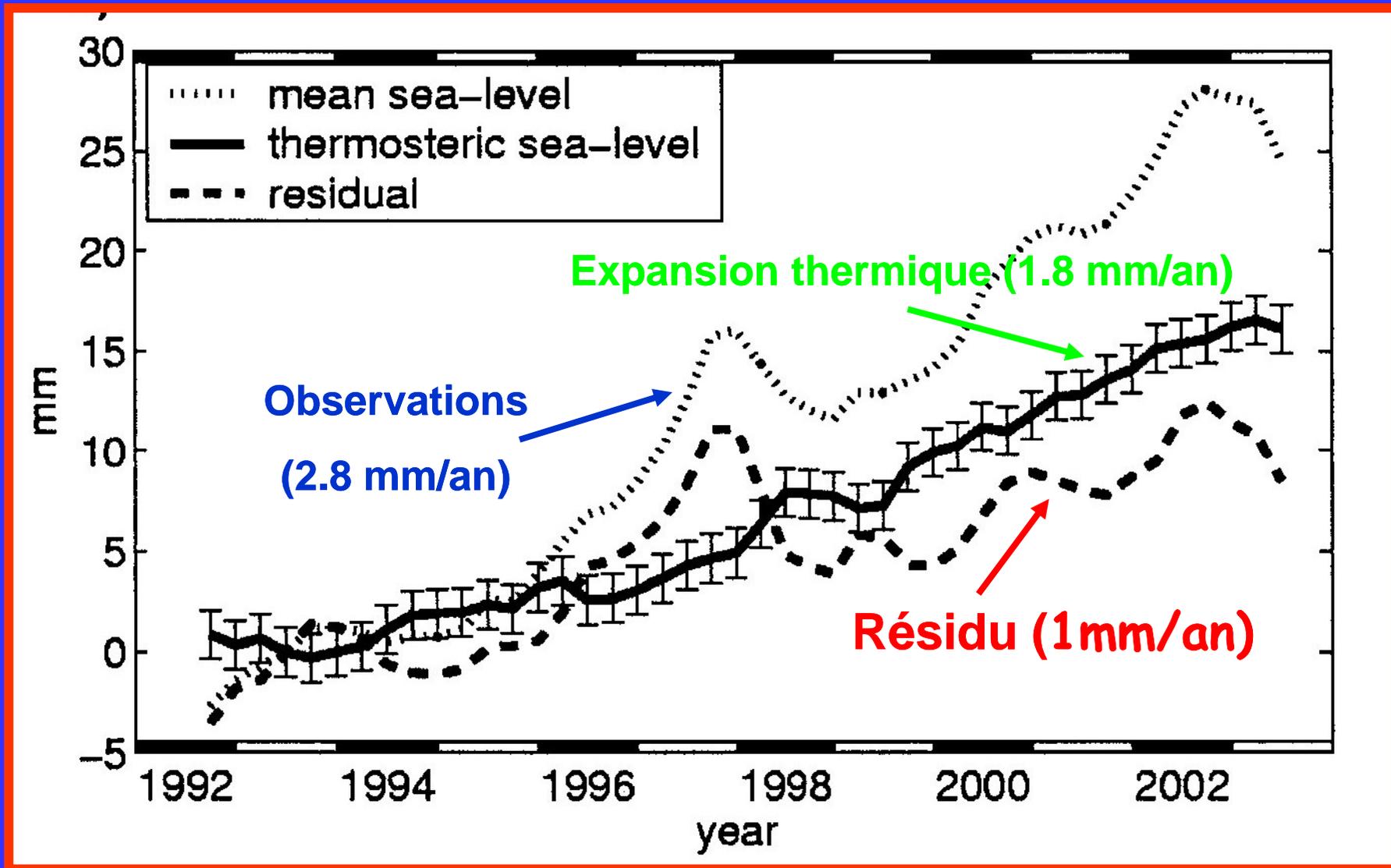
Source: Velicogna, I. *Geophys. Res. Lett.*, **36**, L19503, doi:10.1029/2009GL040222, 2009.



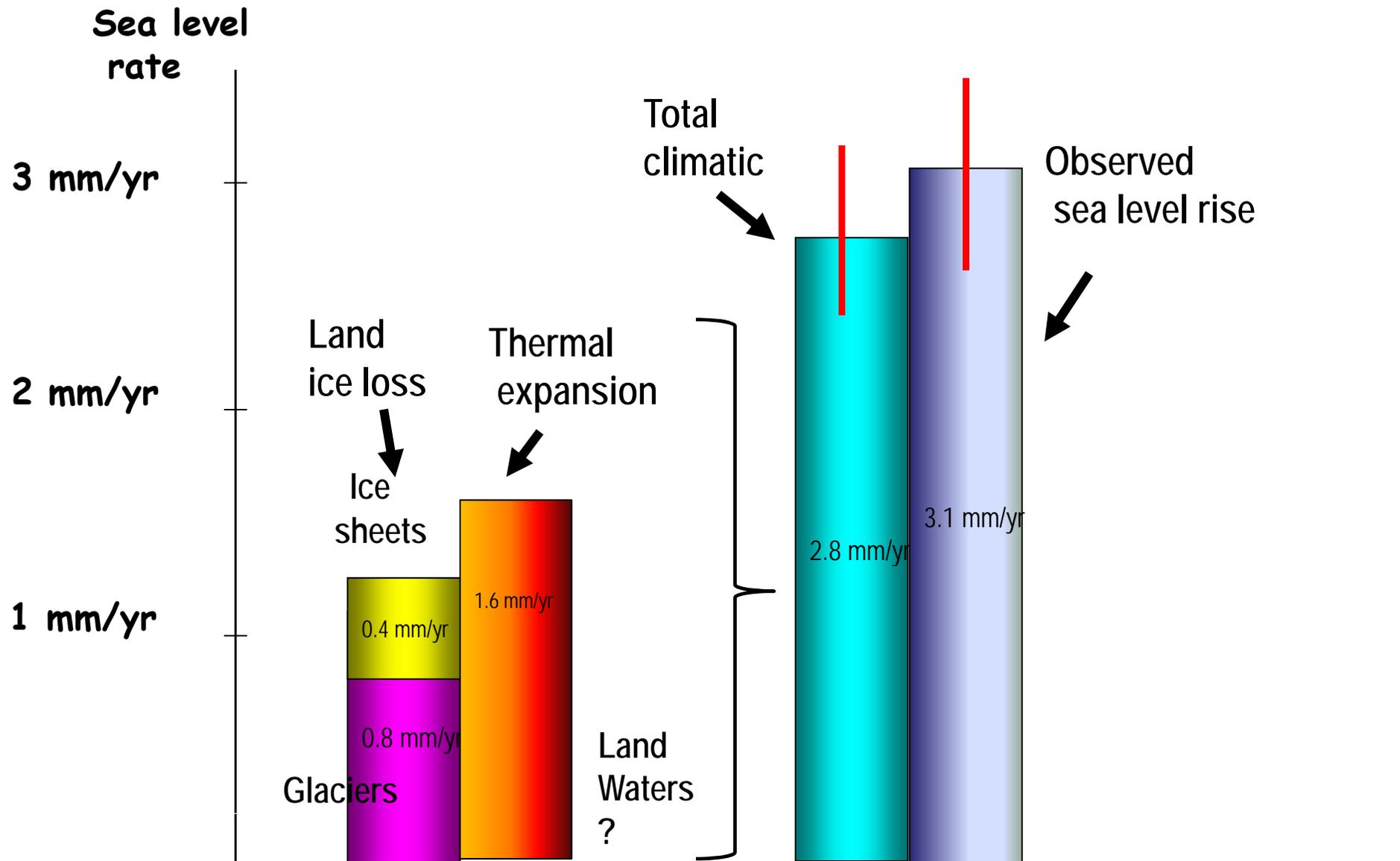
# Sea Level Rise



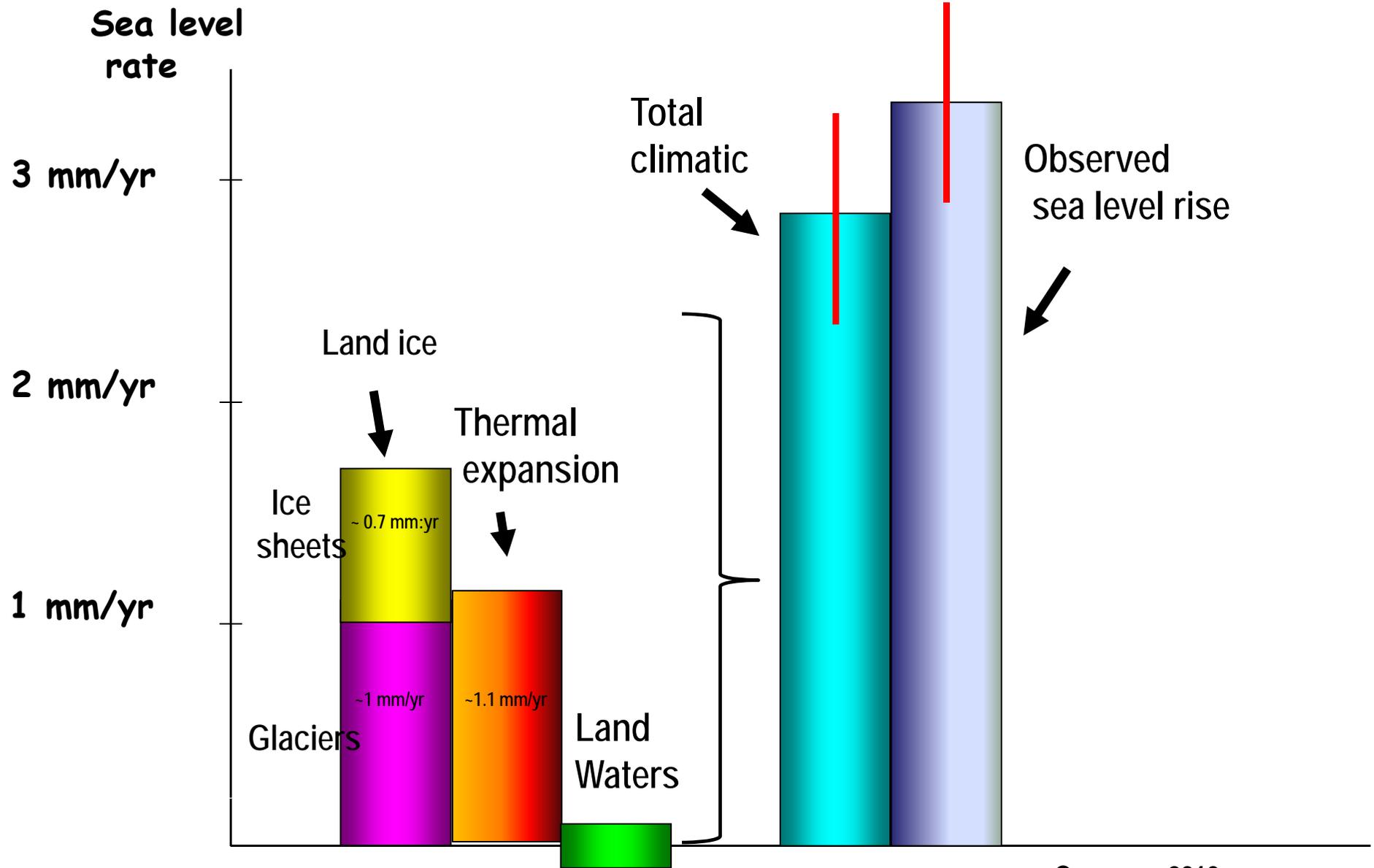
# Sea level rise since 1990



# Sea level budget 1993-2003 (GIEC IPCC AR4)



# Sea level budget 1993-2009



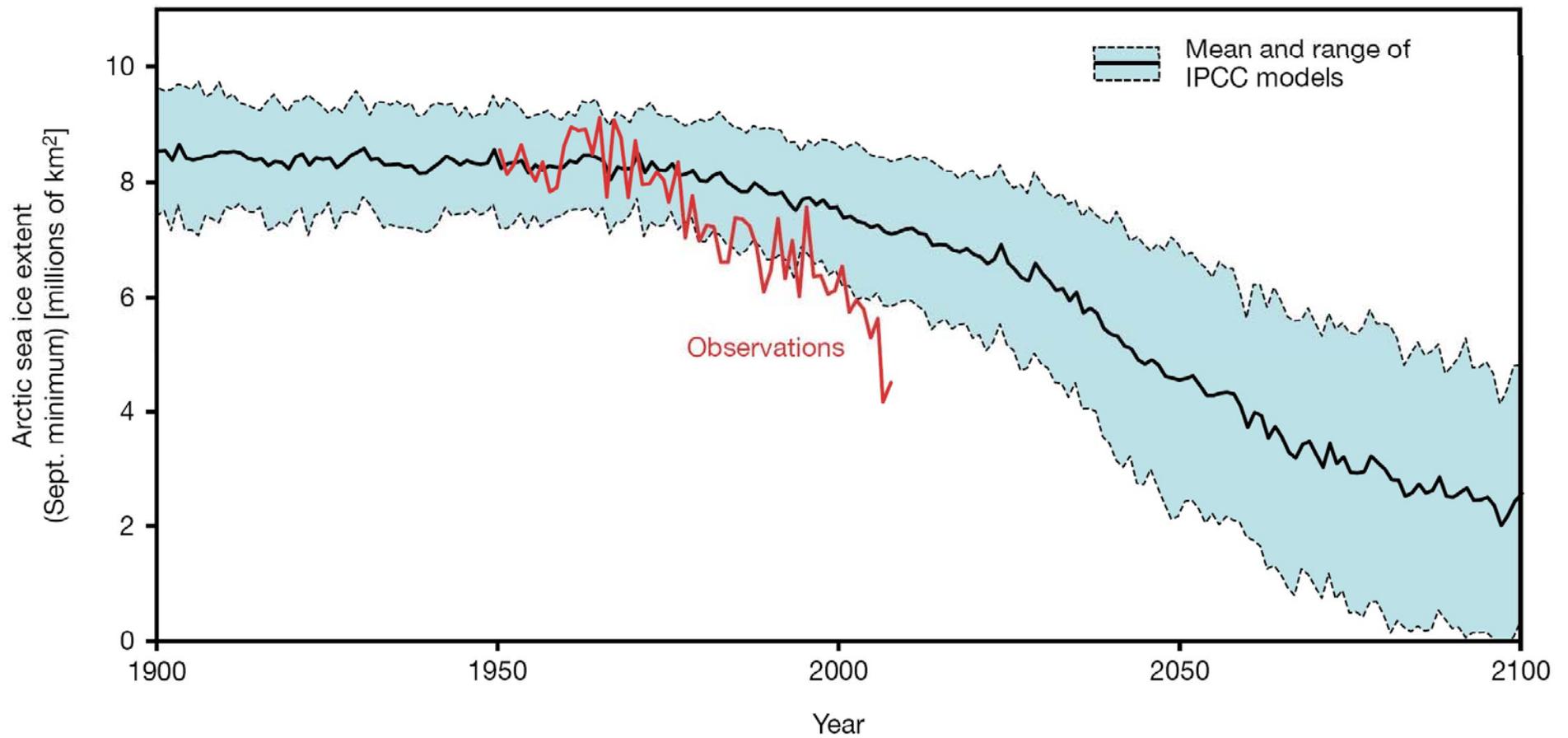


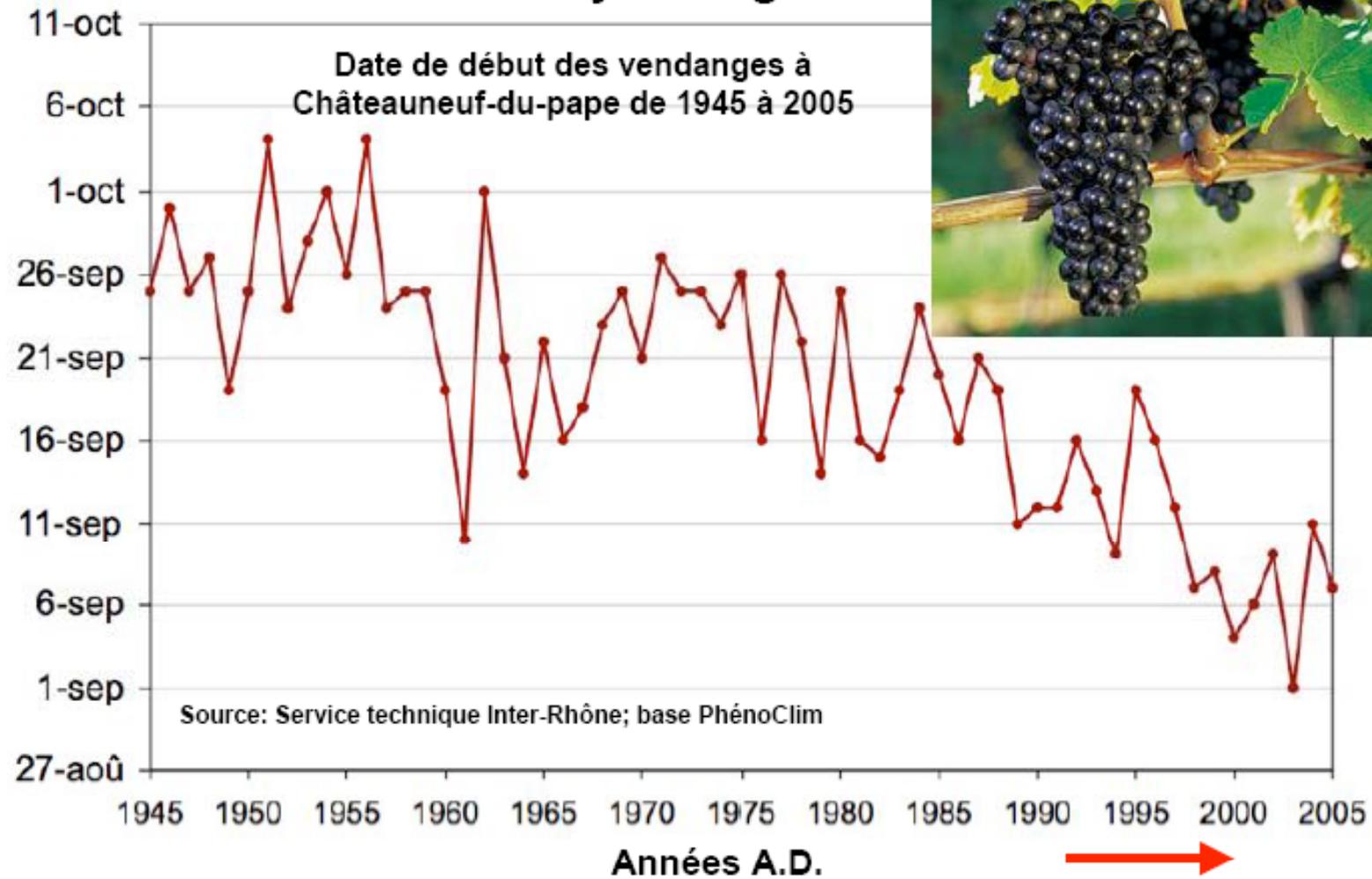
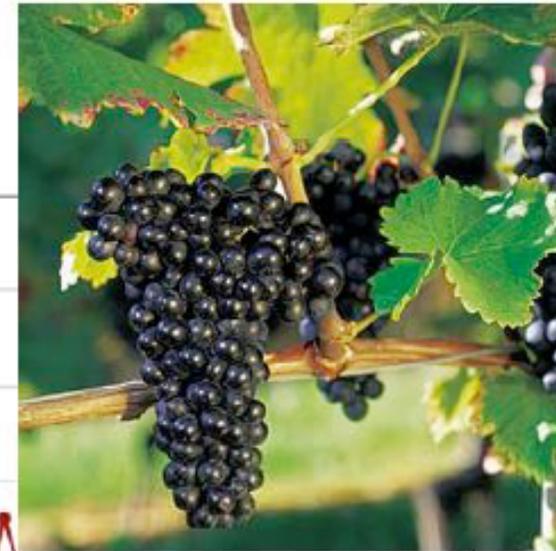
Figure 13: Observed and modeled Arctic sea-ice extent



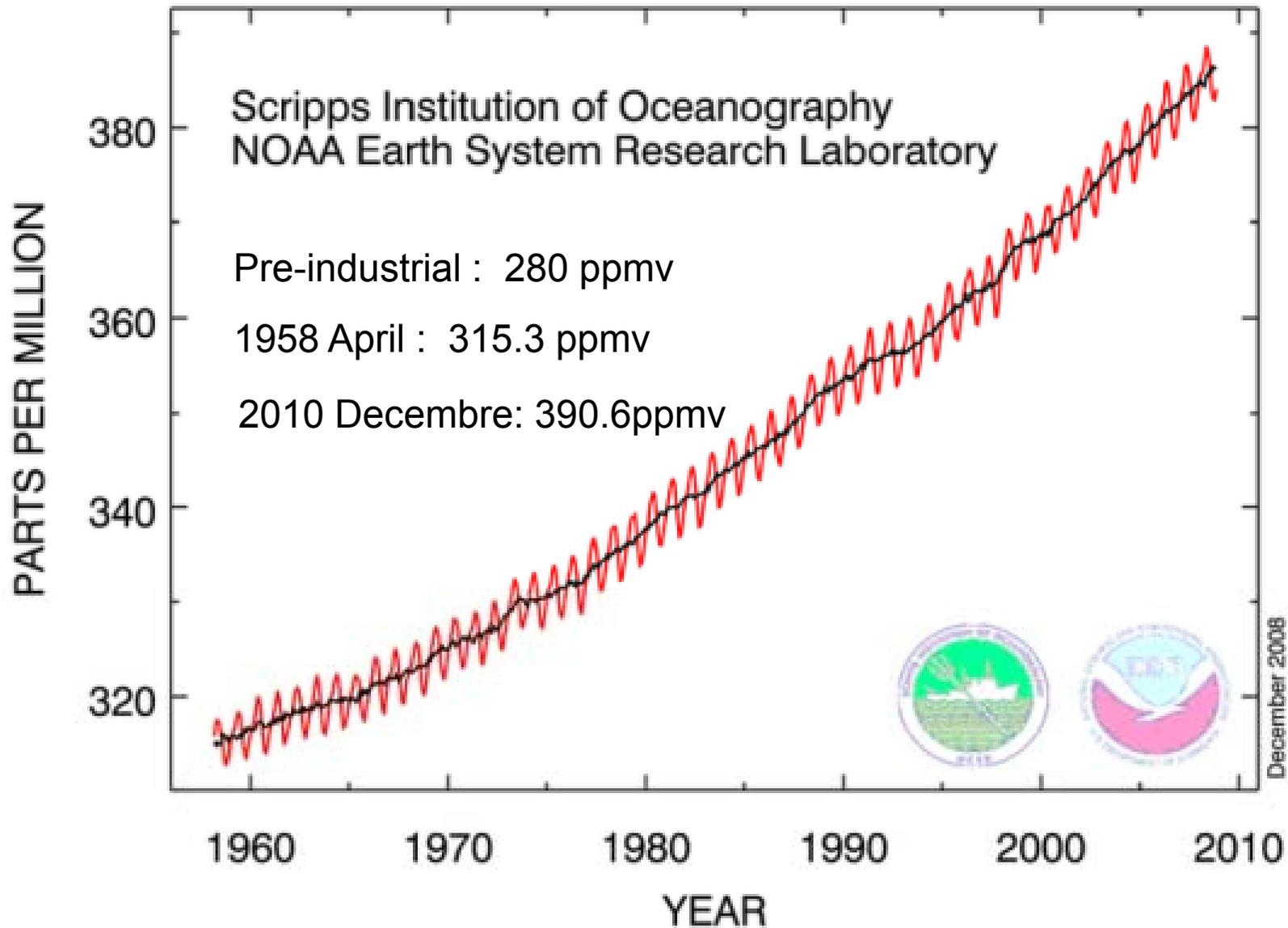
Distance de la route maritime entre la Norvège et le Japon :

- par le canal de Panama : 24 000 km
- par le cap Horn : 35 000 km
- par le canal de Suez (la route de l'Asie) : 21 500 km
- par le passage du Nord-Ouest : 14 500 km**

## Changements écologiques : avancement du cycle végétatif

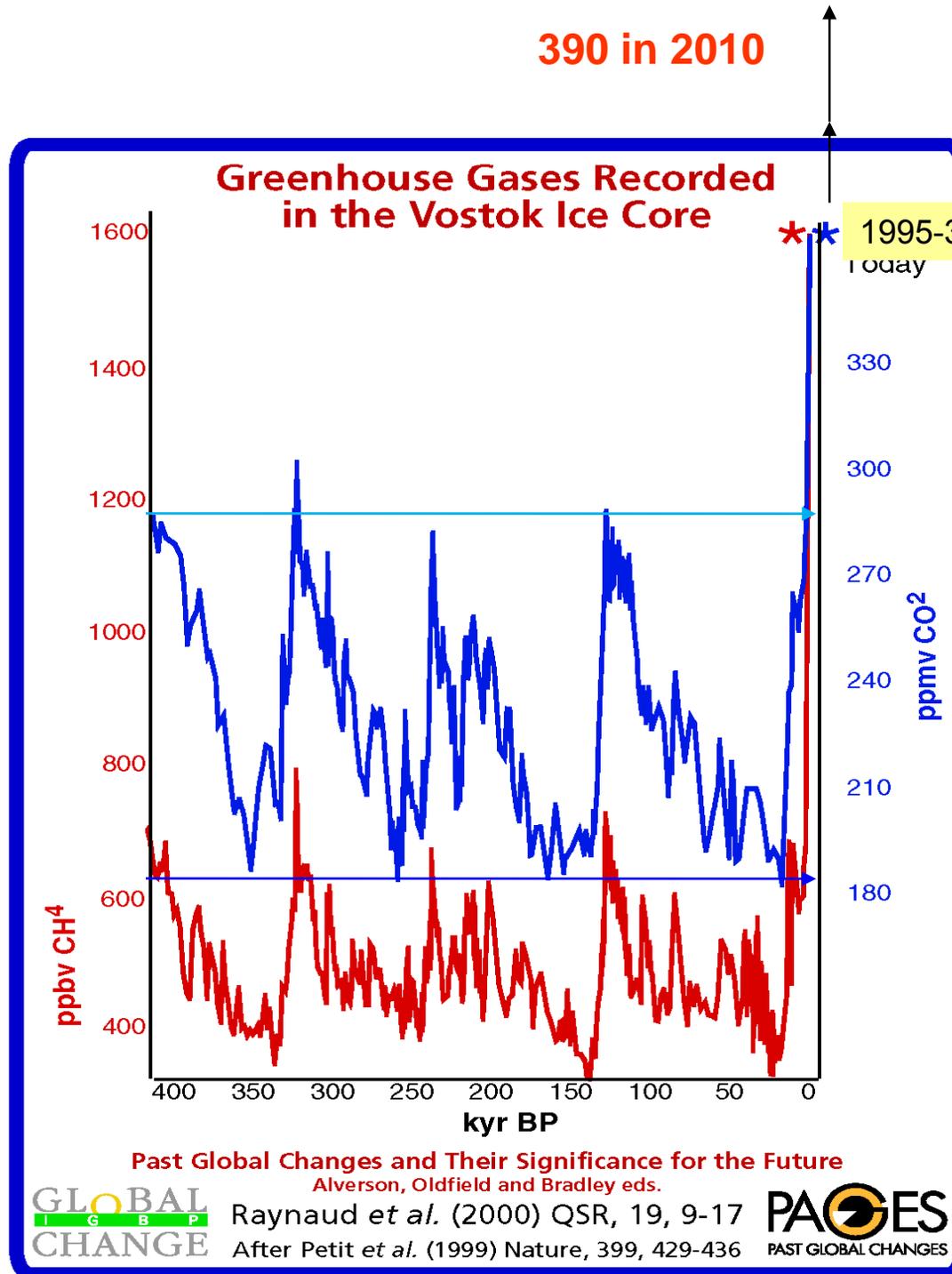


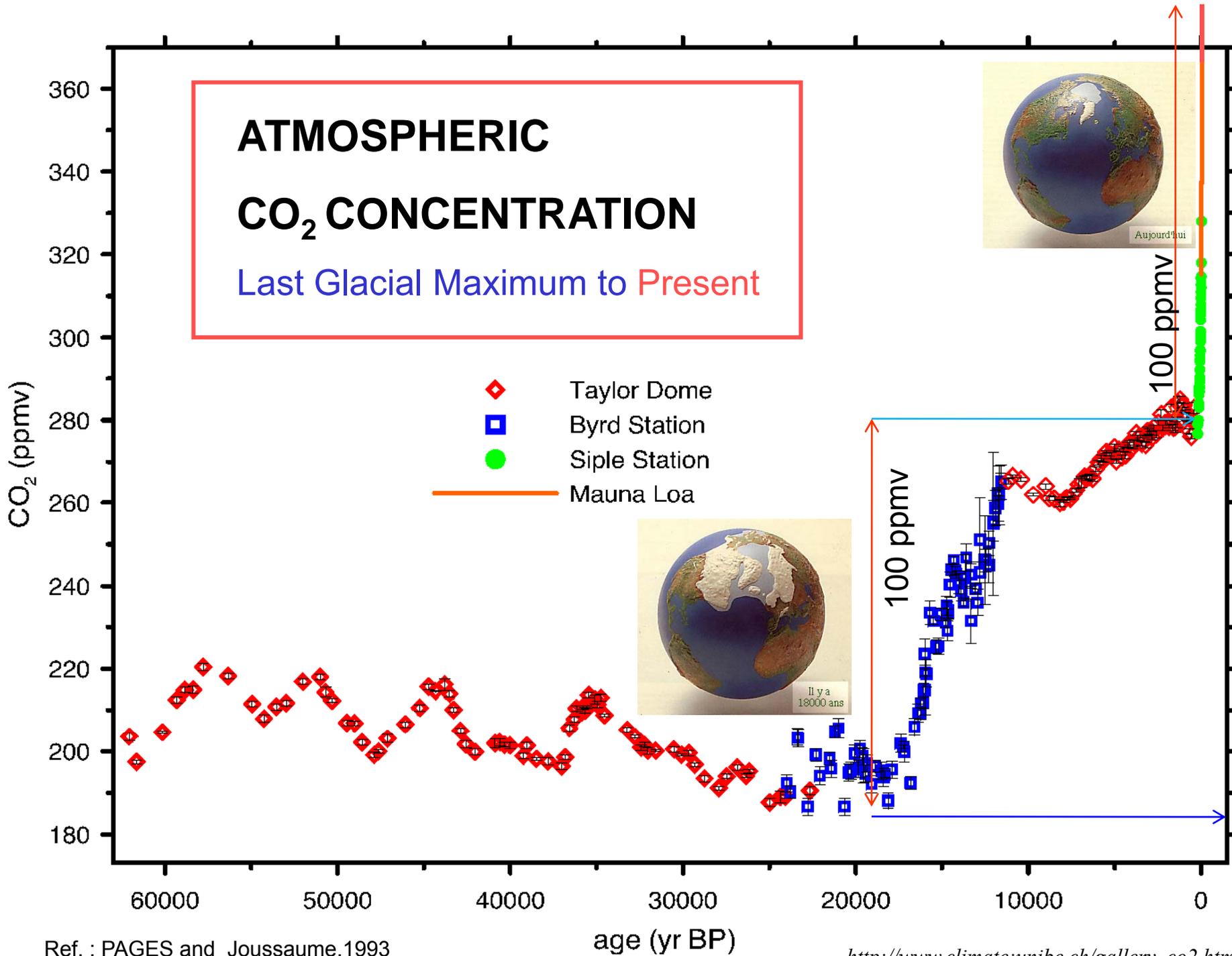
# Atmospheric CO<sub>2</sub> at Mauna Loa Observatory



In 2003 : 465  
ppmv CO<sub>2eq</sub>

390 in 2010



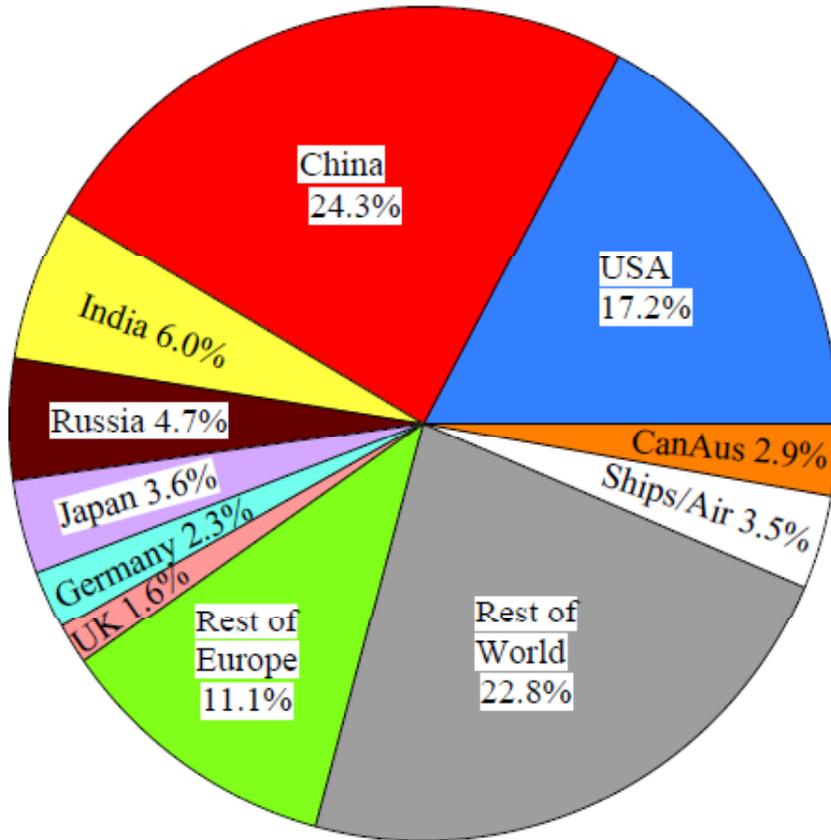


Ref. : PAGES and Joussaume,1993

World 9 GtC/year or 33 GtCO<sub>2eq</sub>/year

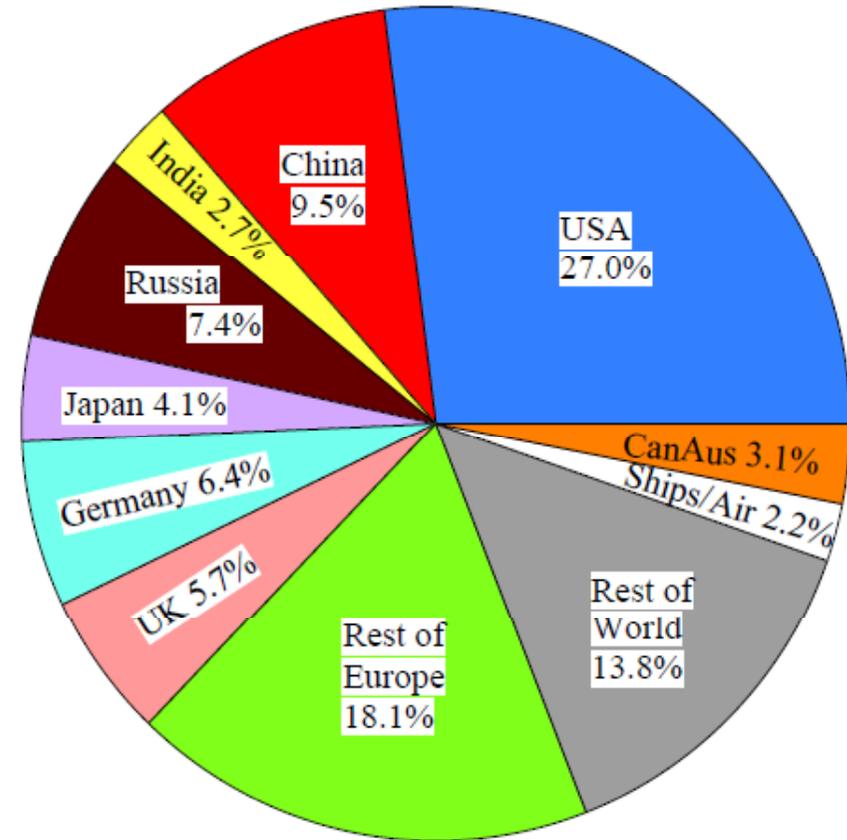
(EC, 2010; Hansen, 2010)

2009 Annual Emissions



Belgium 130.2 MtCO<sub>2eq</sub>  
or 0.036 GtC or 0.4 %

1751–2009 Cumulative Emissions



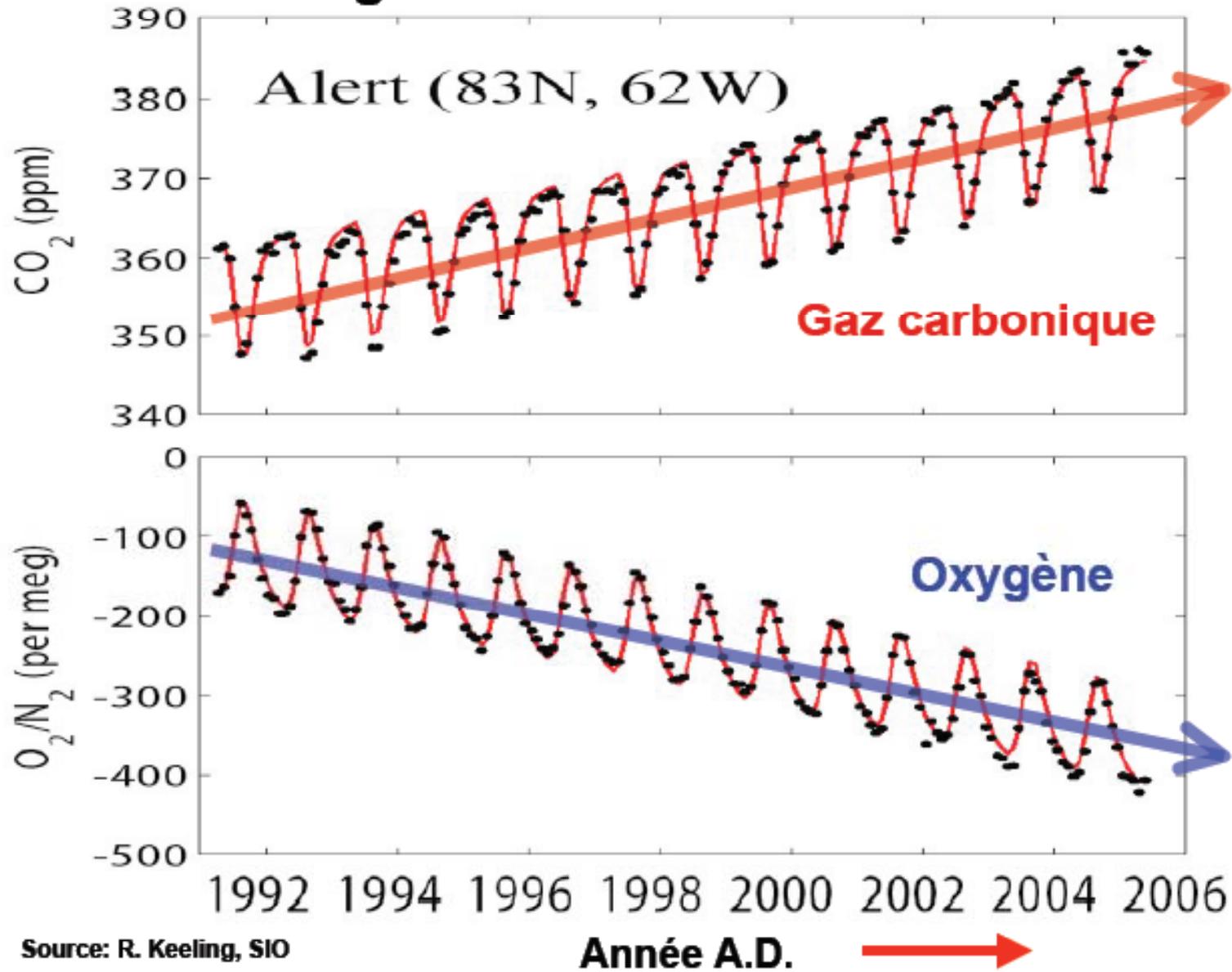
Monde : 6.85 Ghab ( Feb 2011)

EU-27-USA-Japan-Russia : 1.15

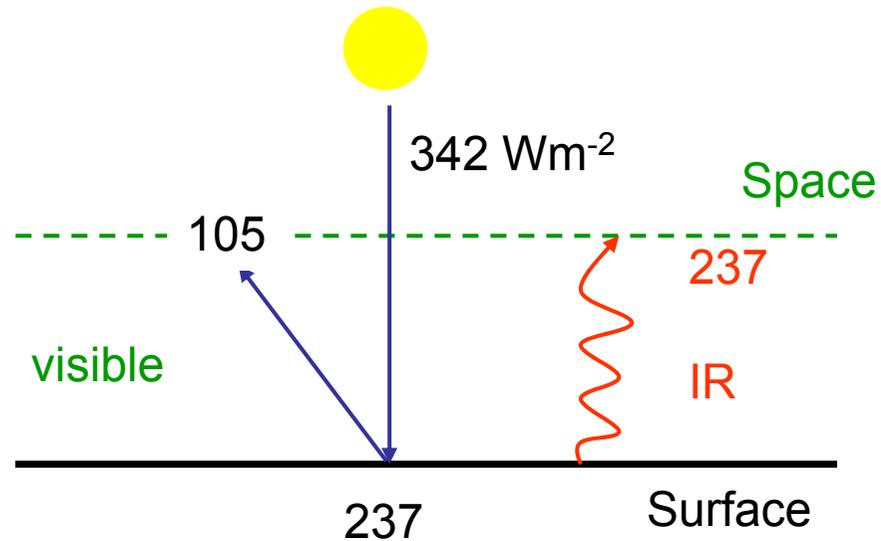
China : 1.31

Belgium : 0.01

# Il s'agit bien d'une combustion !



# Earth **without** Atmosphere



$$S(1 - \alpha) / 4 - \sigma T_e^4 = 0$$

$$\text{Satellite : } S = 1365\text{-}1372 \text{ Wm}^{-2}$$

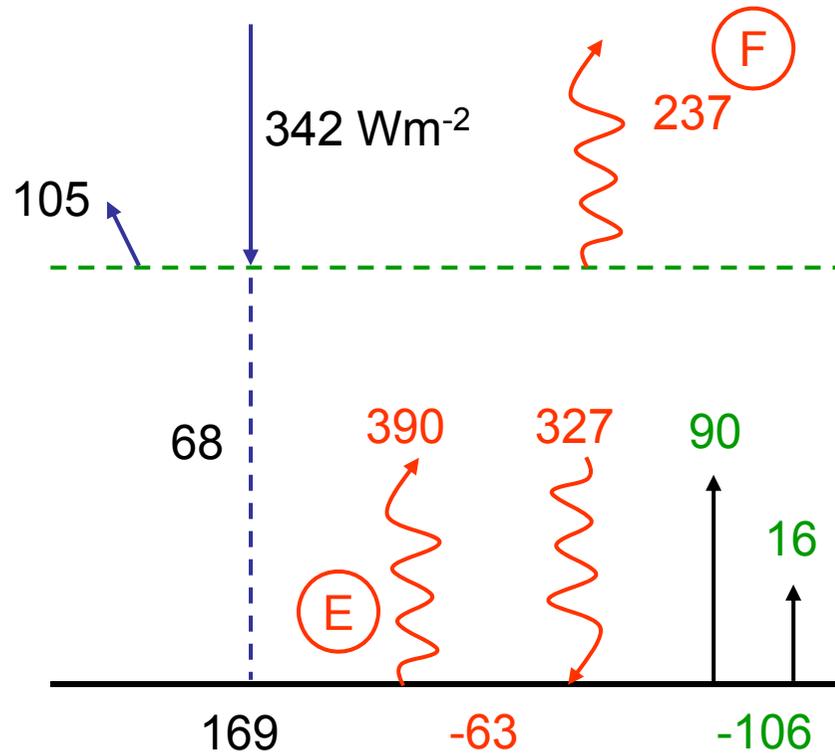
$$\alpha = 0.3 \pm 0.03$$

$$\rightarrow T_e = -18^\circ \text{C} (255\text{K})$$

$$T_s = 288\text{K} = 15^\circ \text{C} \quad \Delta = 33^\circ \text{C}$$

$$\sigma = 0.567 \cdot 10^{-7} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4} \quad \Delta S = \pm 0.02\% / \text{year} - \text{solar activity}$$

# Earth with Atmosphere

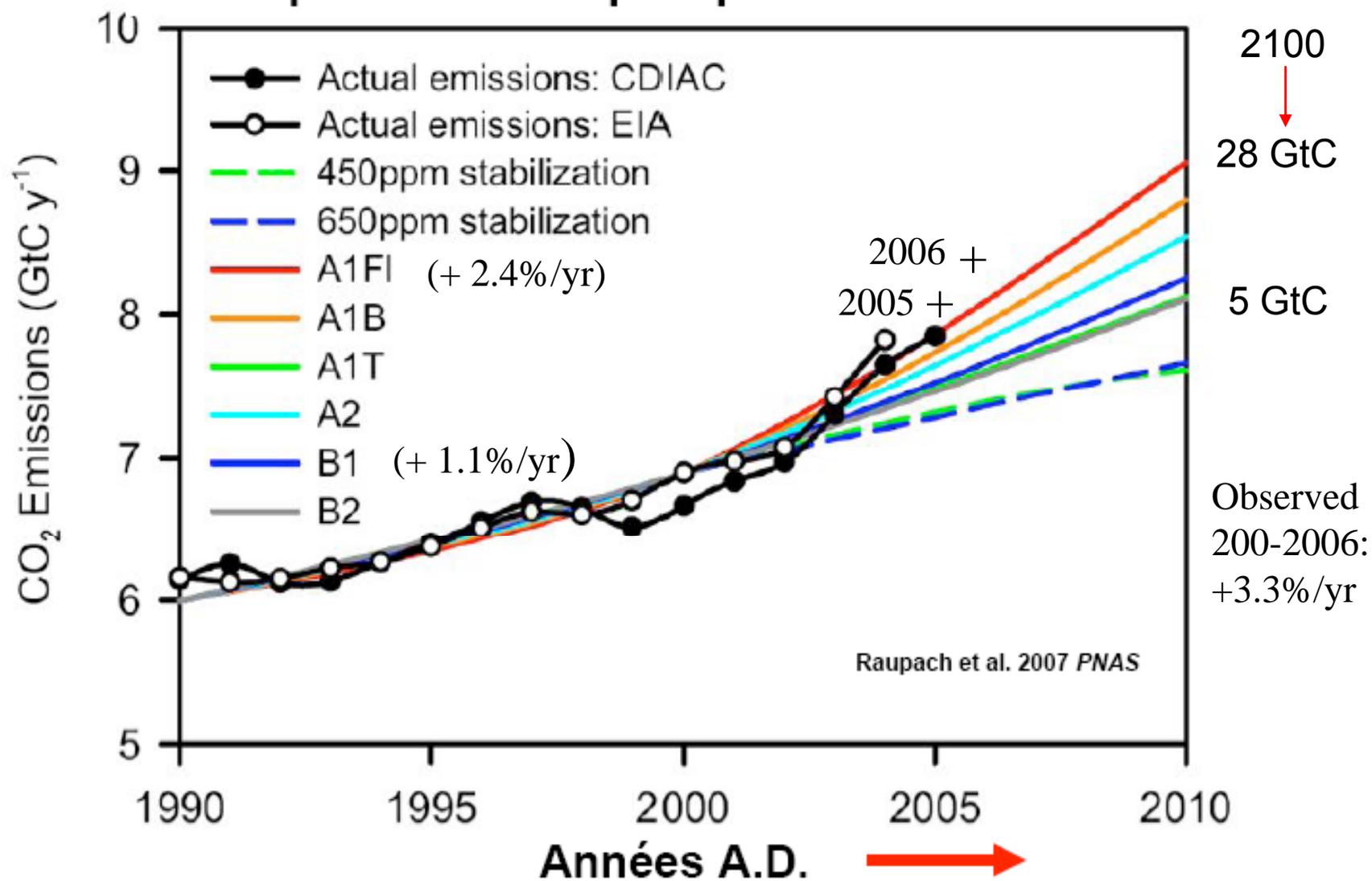


- Water vapor
- CO<sub>2</sub>
- CH<sub>4</sub> O<sub>3</sub>
- N<sub>2</sub>O
- CFC

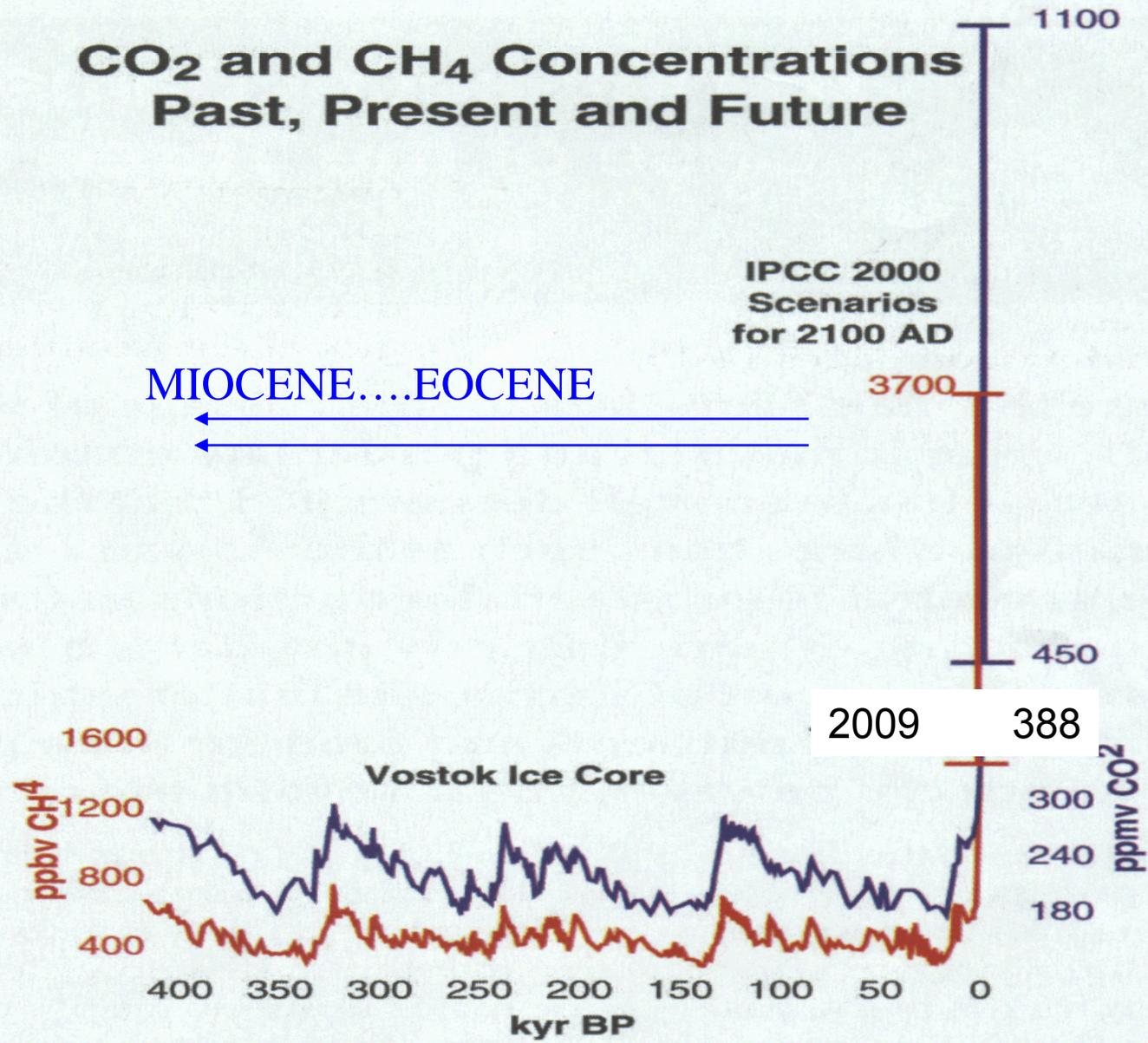
$G = E - F = \text{Greenhouse effect (trapping of IR)} = 153 \text{ Wm}^{-2}$

Causes : visible barely affected IR absorbed  
 temperature decreases with altitude

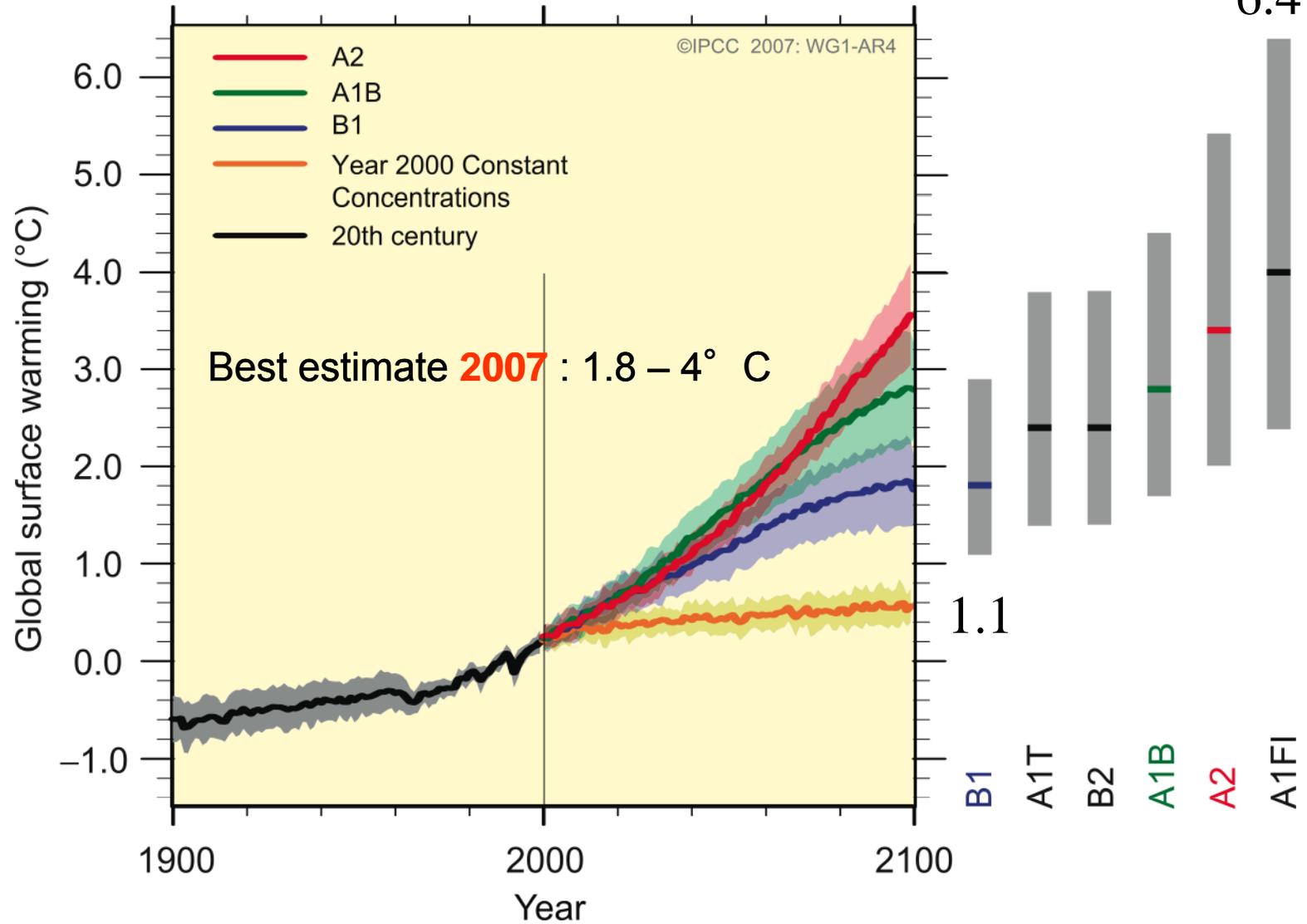
## Les émissions récentes dépassent les prévisions les plus pessimistes ...



# CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> Concentrations Past, Present and Future



(Pedersen, IGBP Newsletter 44, dec 2000, modified by Berger 2009)

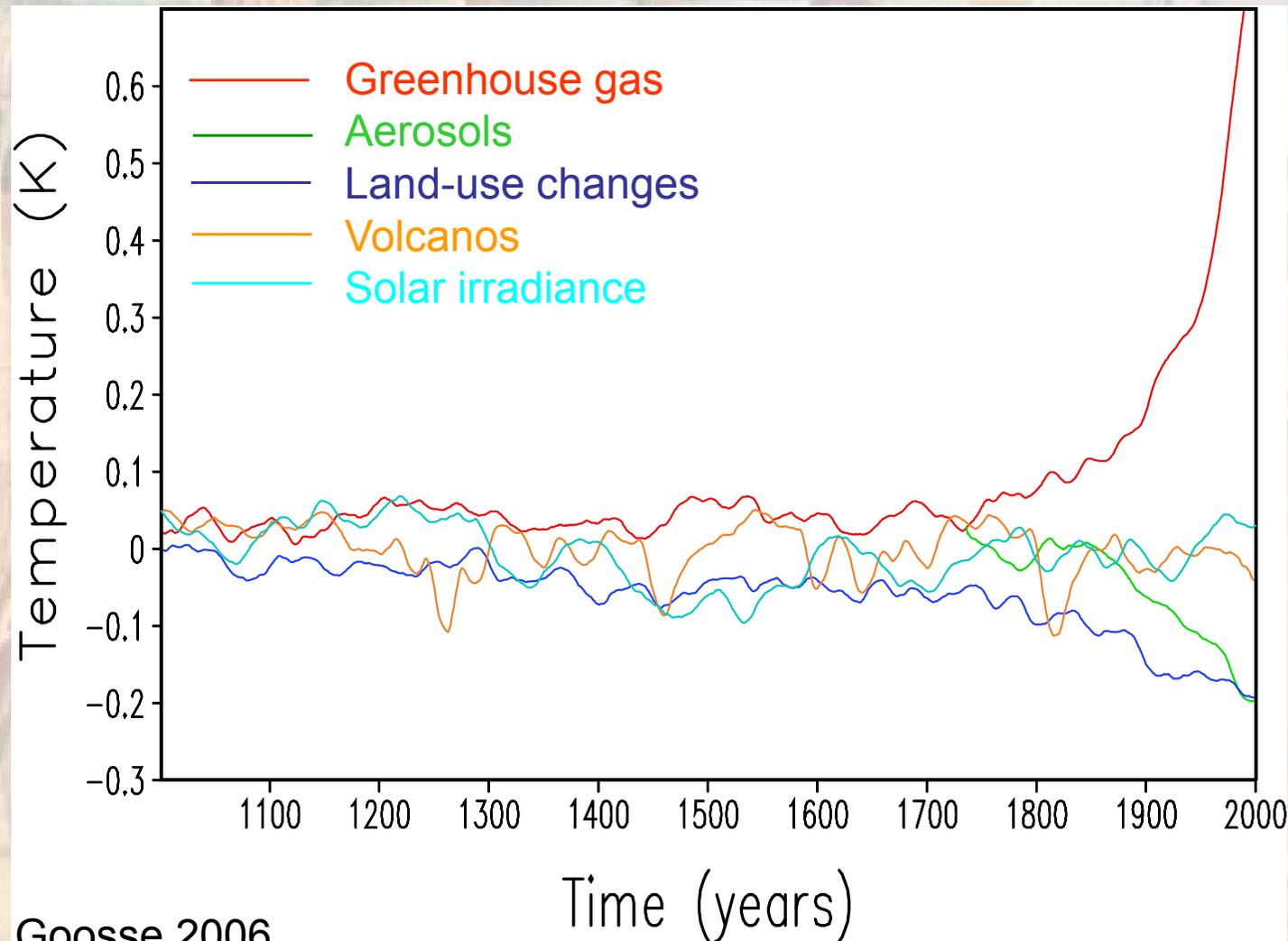


GLOBAL WARMING PREDICTION (IPCC, 2007)

# Role of the various forcings



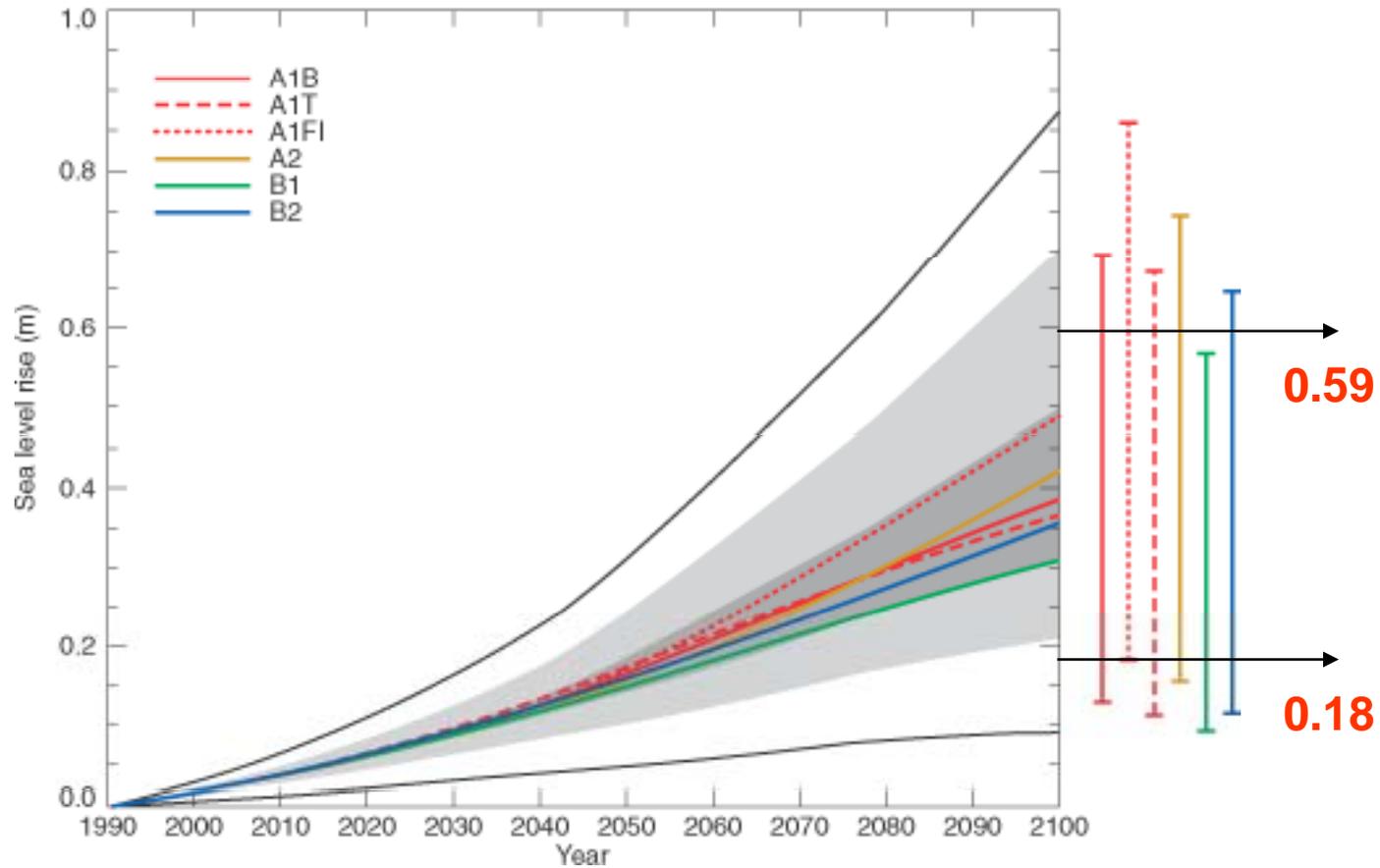
Annual mean temperature in the Northern Hemisphere simulated by ECBILT-CLIO-VECODE using only one forcing at a time



Goosse, 2006

A 25-year running mean has been applied to the time series

# SEA LEVEL CHANGE 1990-2100



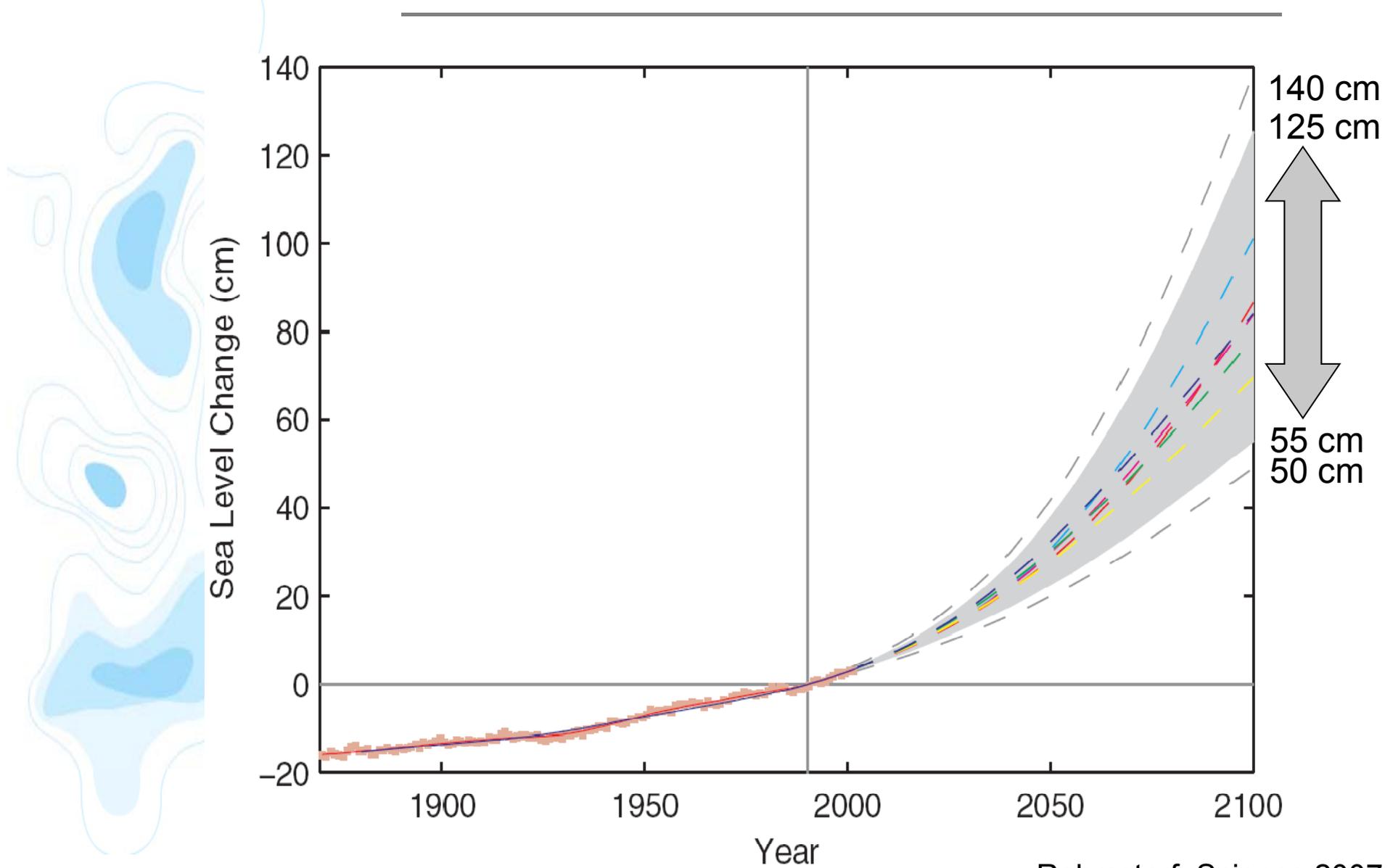
Uncertainty (5-95% level) :  $2\sigma_{2001}$  but  $1.65\sigma_{2007}$

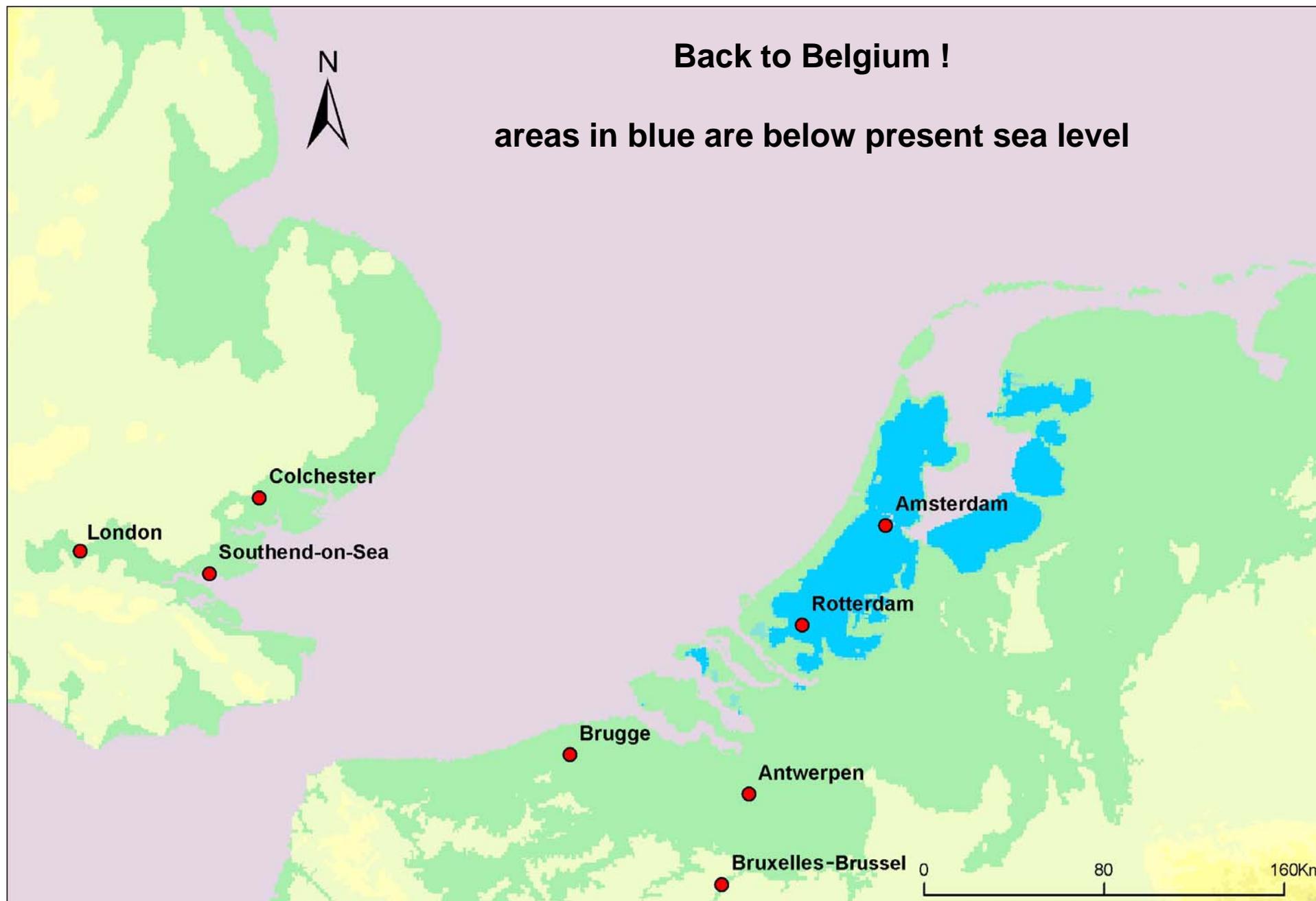
Inlandsis non incluses : +0.1 à 0.2

IPCC ,2001, **2007**

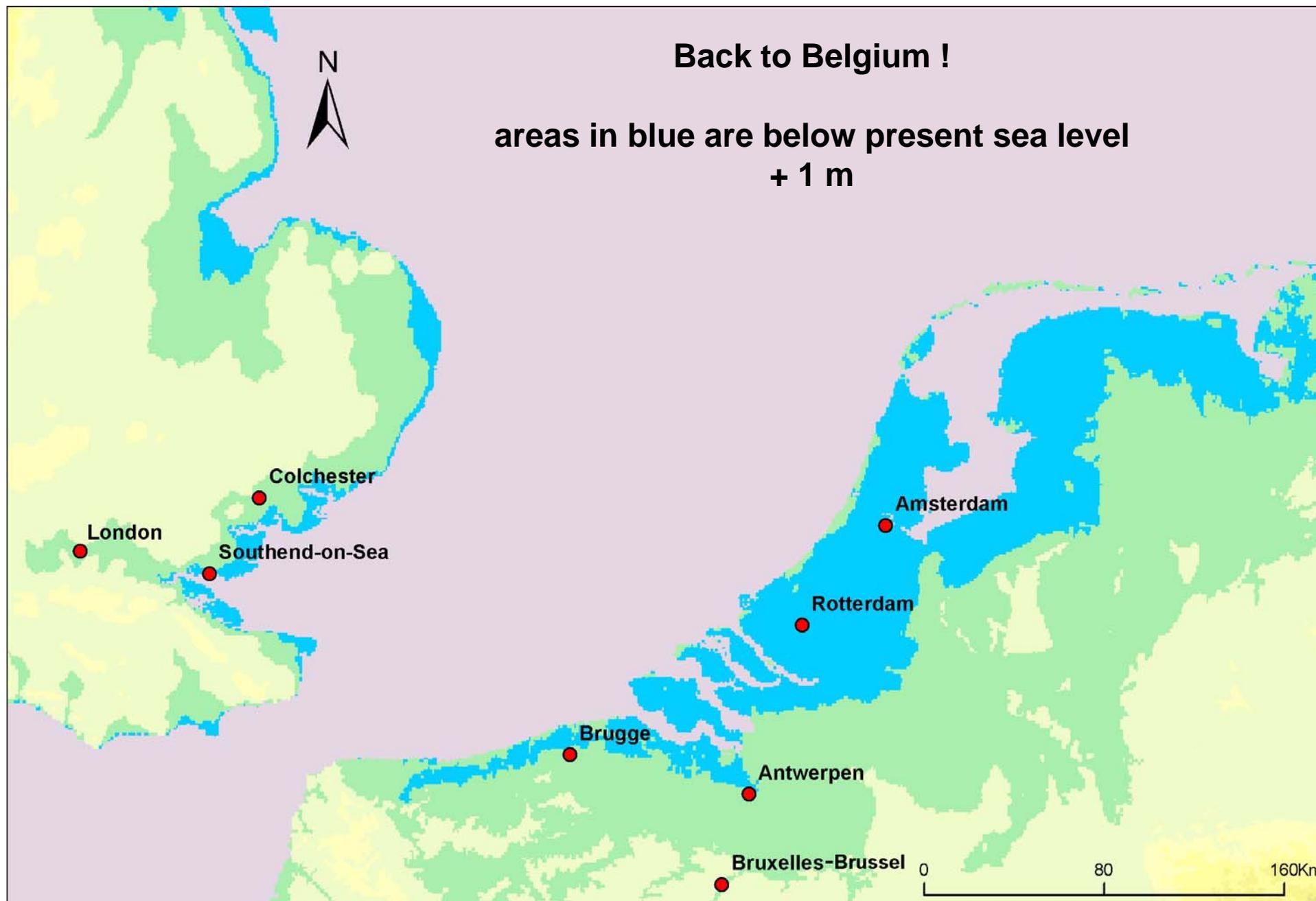


# Sea level projections

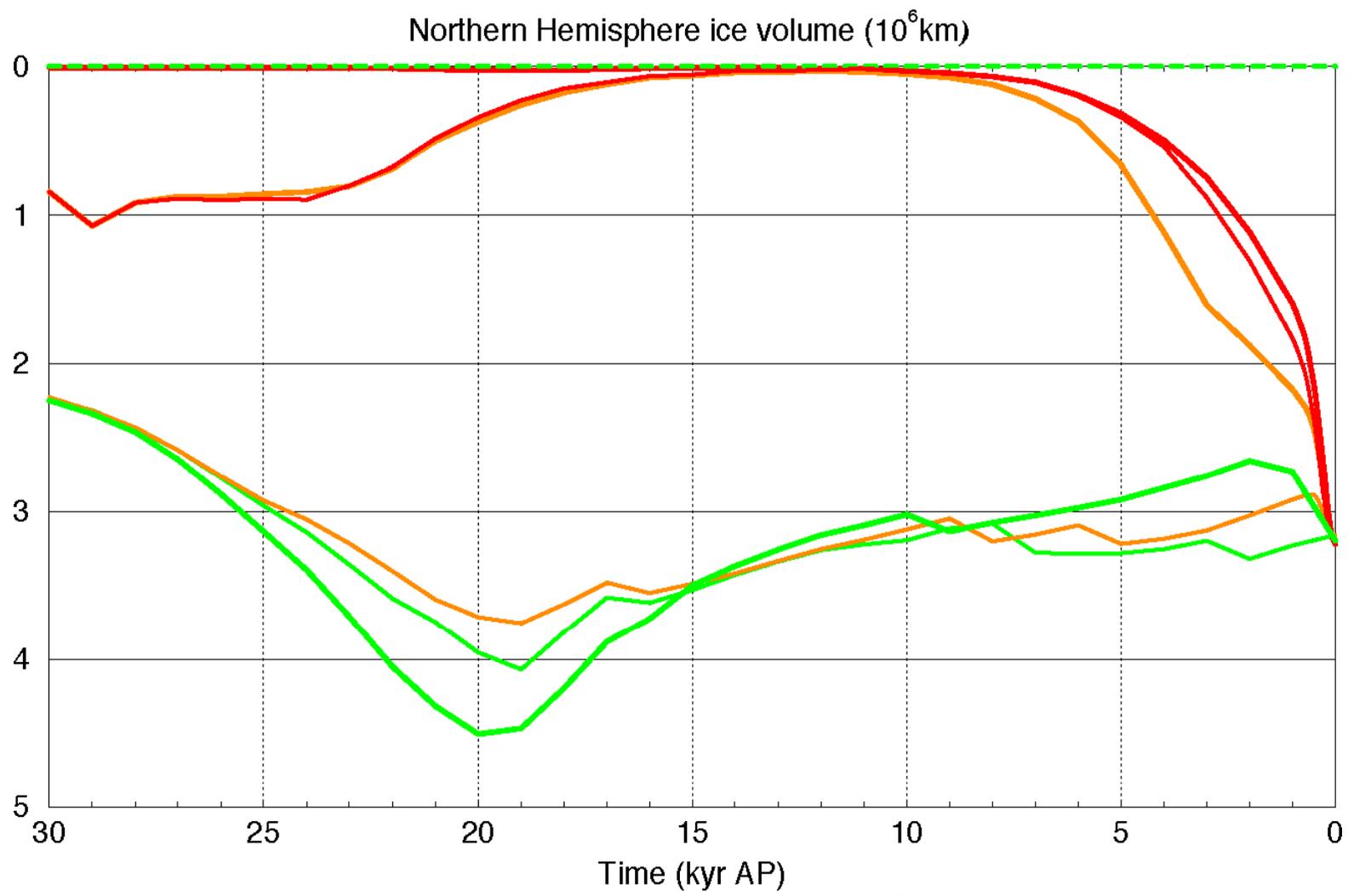




Source: Dendoncker, Marbaix et van Ypersele (UCL [www.climate.be/impact](http://www.climate.be/impact))



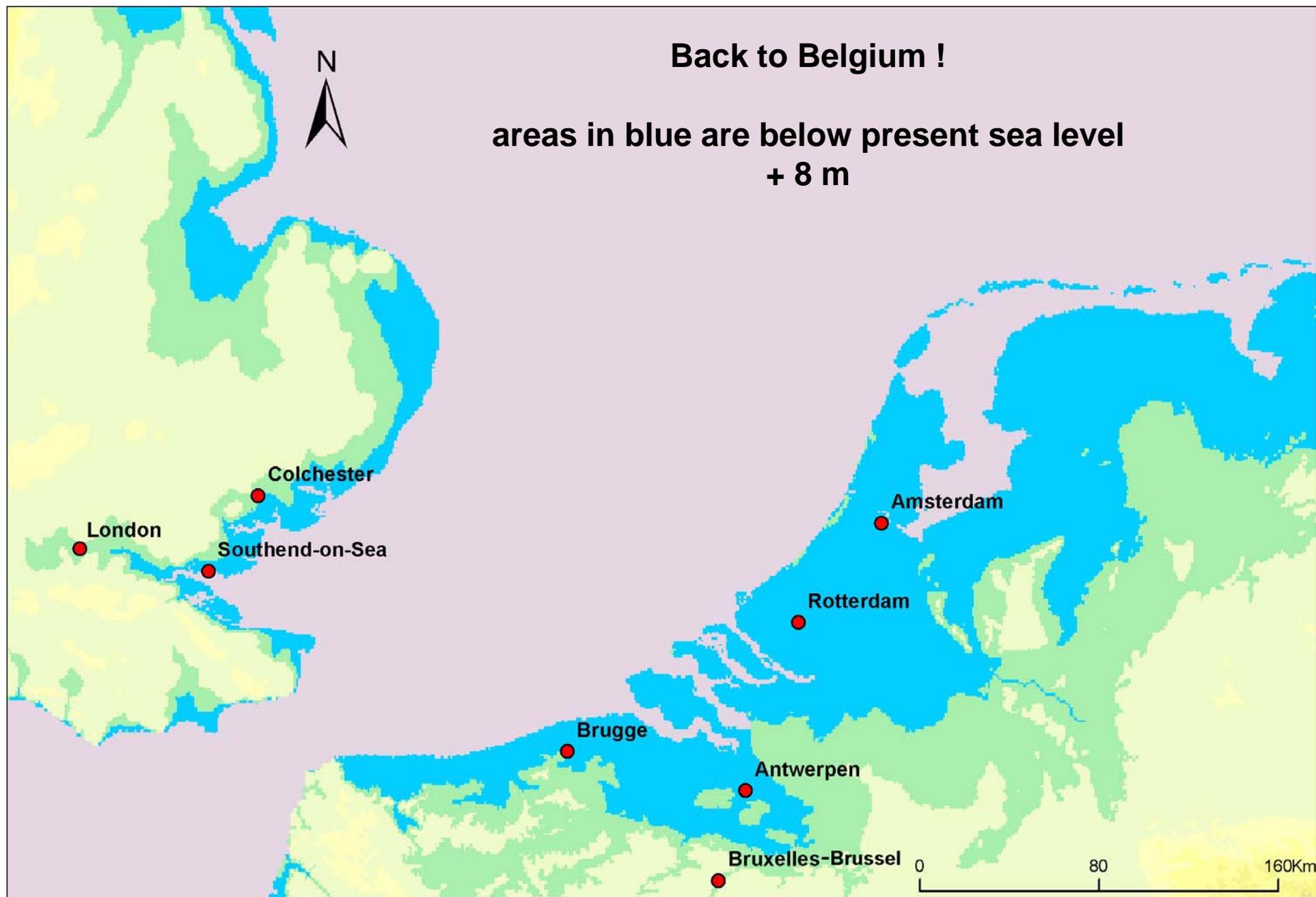
Source: Dendoncker, Marbaix et van Ypersele (UCL [www.climate.be/impact](http://www.climate.be/impact))



tin line - initial conditions from run -200 - 0

thick line - initial conditions from run -122 - 0

Berger and Loutre, 2002



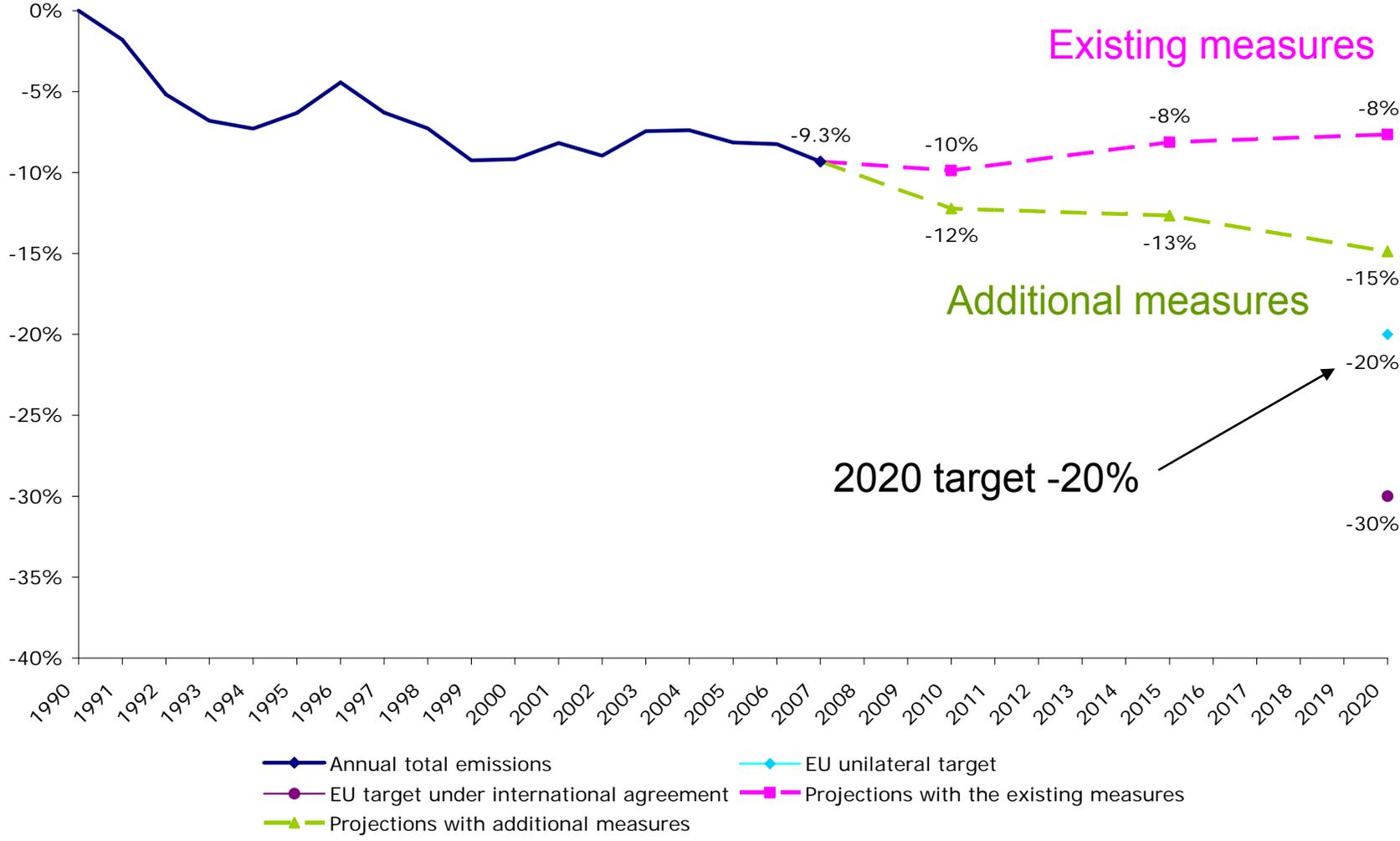
Source: Dendoncker, Marbaix et van Ypersele (UCL [www.climate.be/impact](http://www.climate.be/impact))

# **PROTOCOLE de KYOTO**

**Contraignant à partir de 15 février 2005**

- 1. 2008-2012 : émissions 6 gaz à effet de serre réduites de 5,2 % dans les pays industrialisés par rapport à 1990. Europe : - 8 %. France : statu quo**
- 2. Mécanismes de mise en œuvre :**
  - achat de permis international d'émettre par les pays industrialisés**
  - implantation conjointe entre pays industrialisés**
  - projets de développement propre avec les pays en développement**

**Figure 0.4 EU-27 GHG emission trends and projections to 2020**



Si les Chinois se mettent à consommer comme en Belgique, leurs émissions par habitant et par an passera à 3 tC . Cela représente une augmentation totale de  $2 \times 1,3 \text{ GtC} = 2,6 \text{ GtC/an}$ .

Sur un total actuel de 8 GtC, cela représente une augmentation de 33 %

C'est

la convergence des faits et  
la vraisemblance des résultats des  
modèles

la cohérence faits-modèles  
qui donnent foi dans l'existence du  
réchauffement global et  
dans son origine liée  
aux activités humaines

IL EST PLUS QU'URGENT DE  
COMMENCER A S'**ADAPTER** À LA  
NOUVELLE SITUATION  
CLIMATIQUE

EN PLUS DU DÉVELOPPEMENT  
DES TECHNOLOGIES ET DE  
L'ÉLABORATION DE LOIS QUI  
DEVRAIENT PERMETTRE DE  
RÉDUIRE LE RÉCHAUFFEMENT  
GLOBAL ET SES IMPACTS



**AGIR MAINTENANT POUR  
LES GÉNÉRATIONS FUTURES  
MAIS RÉFLÉCHIR D'ABORD**

**MERCI DE VOTRE ATTENTION**