

Comprendre les bouleversements climatiques à l'échelle globale



Sylvie Joussaume
CNRS

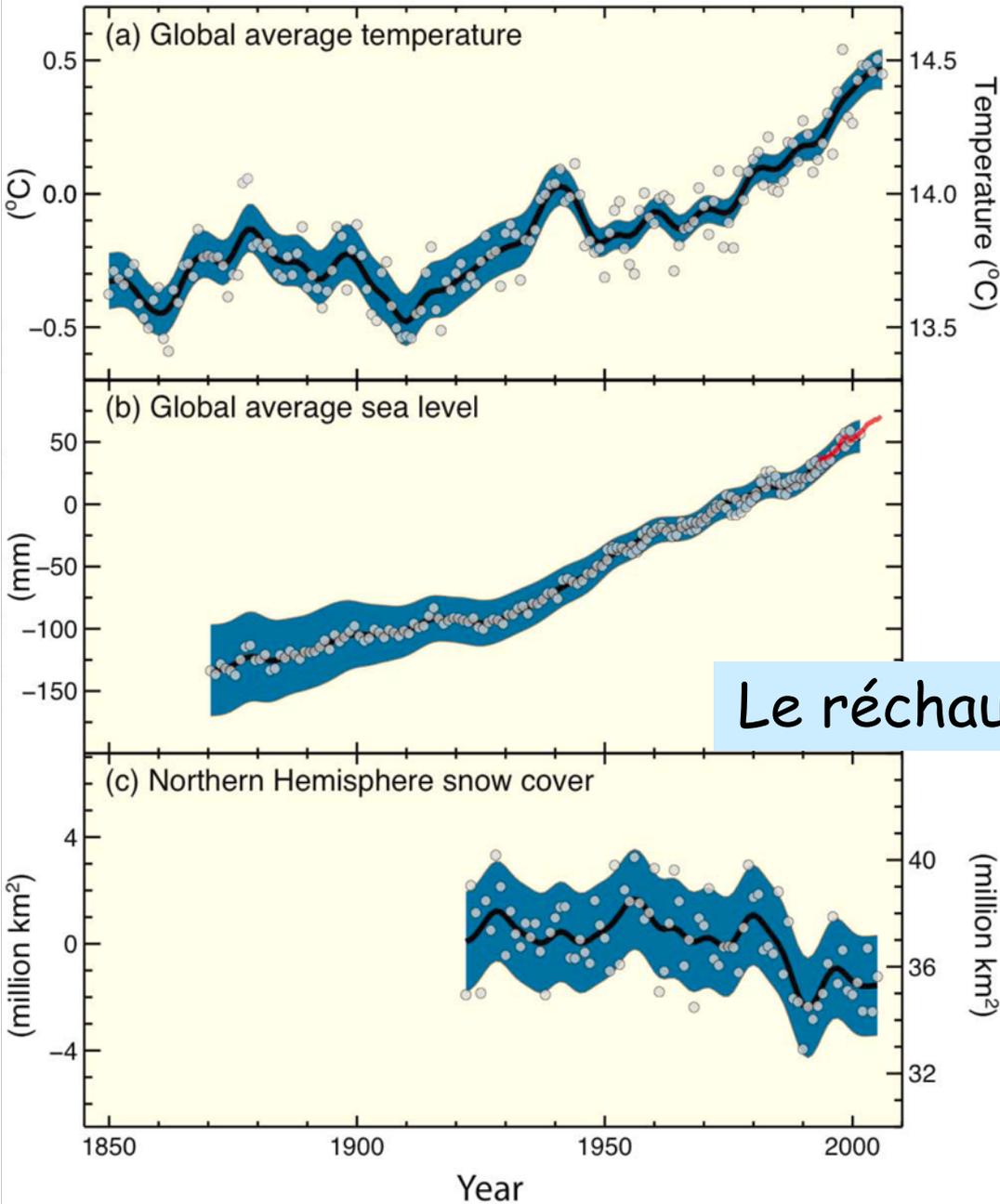
Institut Pierre Simon Laplace

Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement

directrice GIS « Climat-Environnement-Société »



Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover



1995-2006 : 11 des 12 années les plus chaudes depuis 1850

+ 0,76 [0,57-0,95] °C

+1,8 [1,3-2,3] mm/yr 1961-2003
+3,1 [2,4-3,8] mm/yr 1993-2003

Le réchauffement est sans équivoque

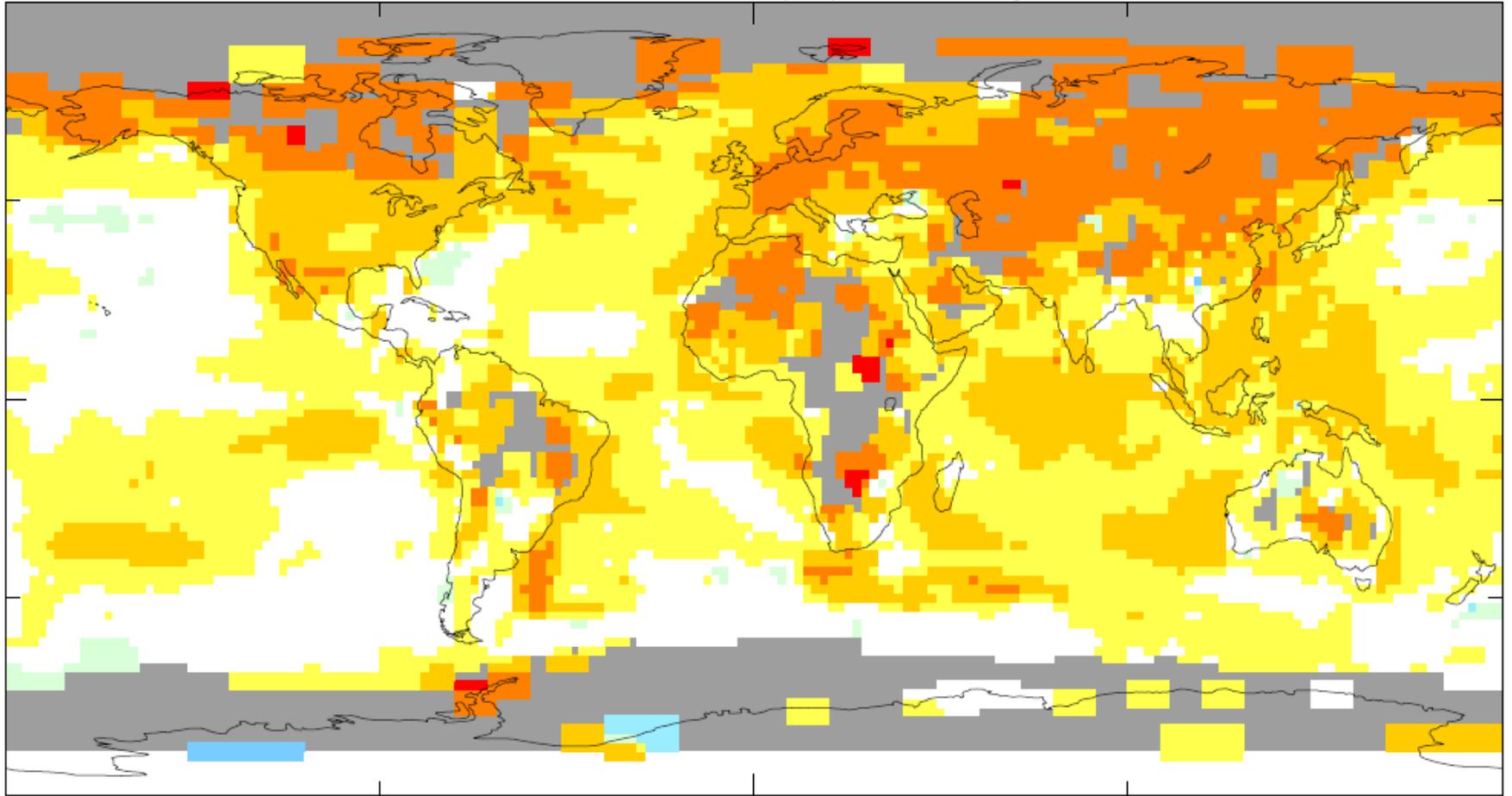
© ipcc (2007)

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

Annual J-D 1996-2009

L-OTI(°C) Anomaly vs 1951-1980

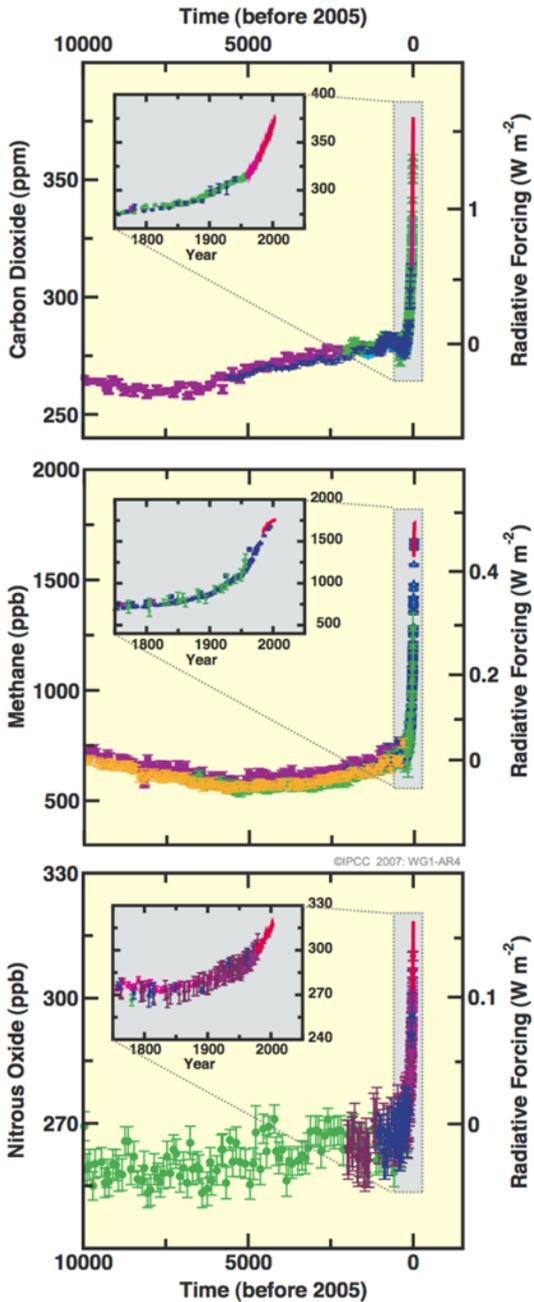
.45



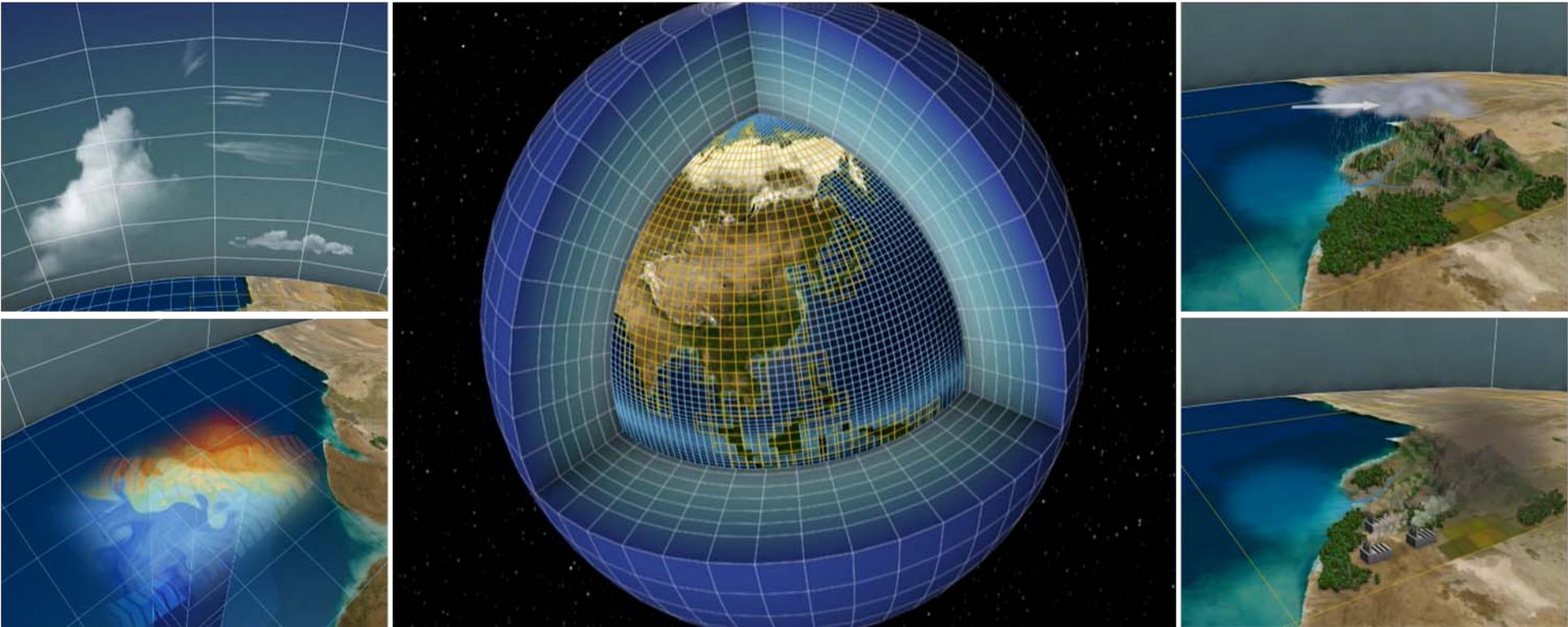
-4.1 -4 -2 -1 -0.5 -0.2 .2 .5 1 2 4 4.1

Changes in Greenhouse Gases from ice-Core and Modern Data

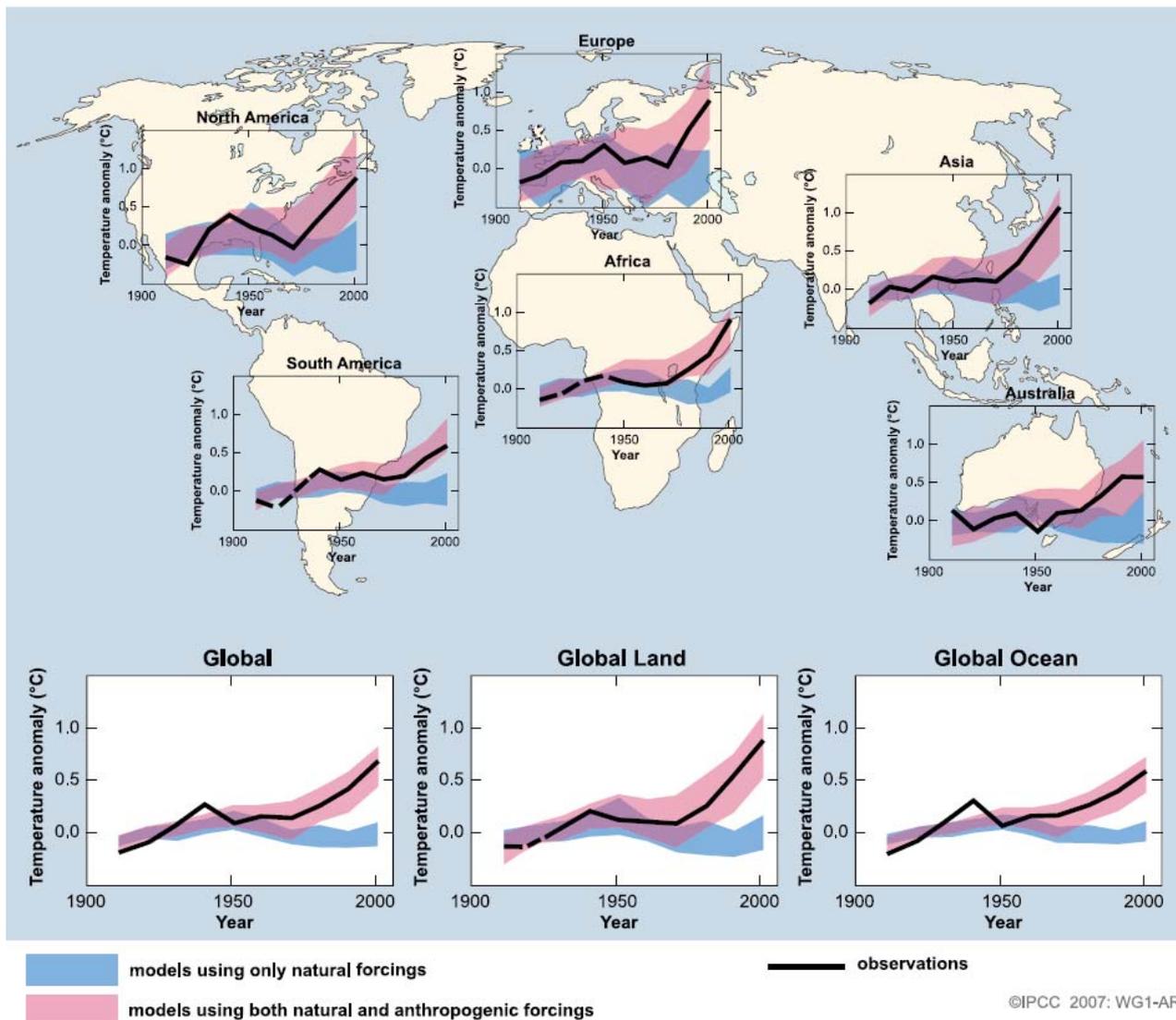
La concentration des gaz à effet de serre augmente



Modèles de climat



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



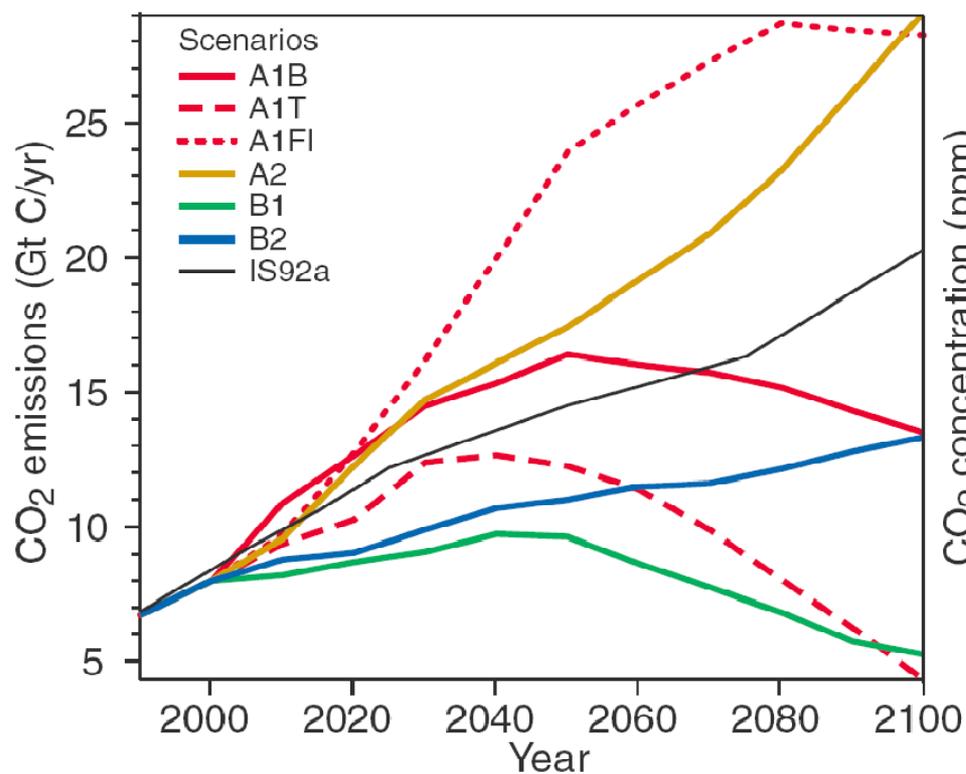
« La majeure partie du réchauffement des 50 dernières années est très probablement due à l'augmentation de l'effet de serre par les activités humaines »

21^{ème} siècle

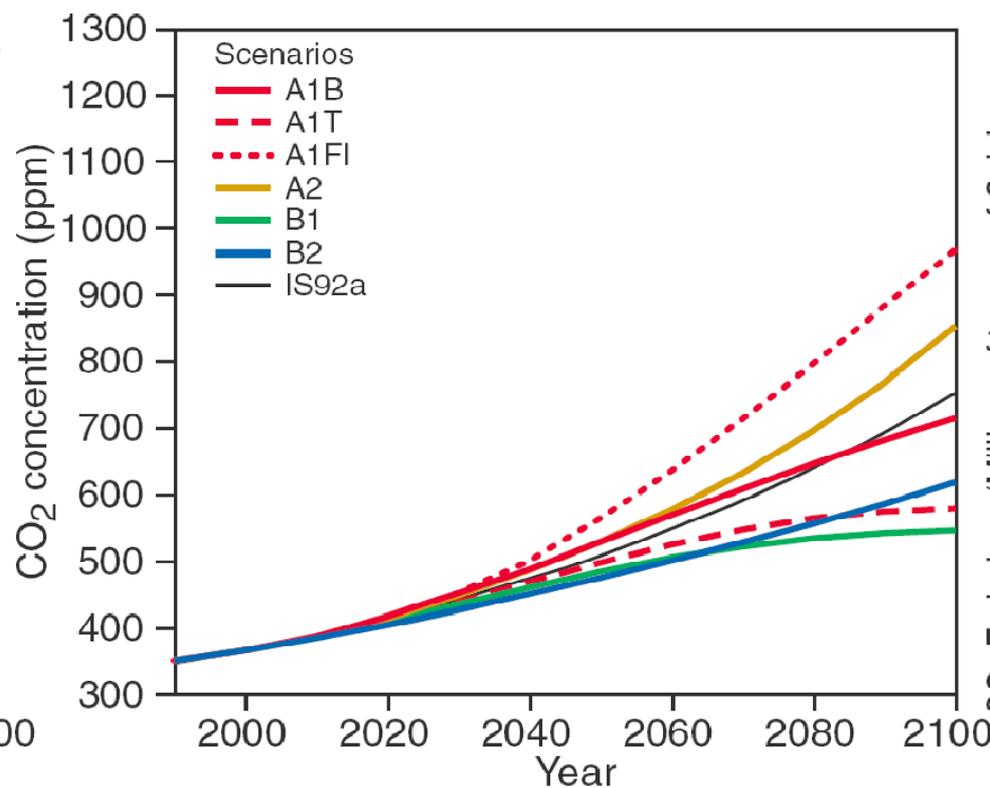
l'augmentation des émissions de GES va se poursuivre

scénarios :

(a) CO₂ emissions

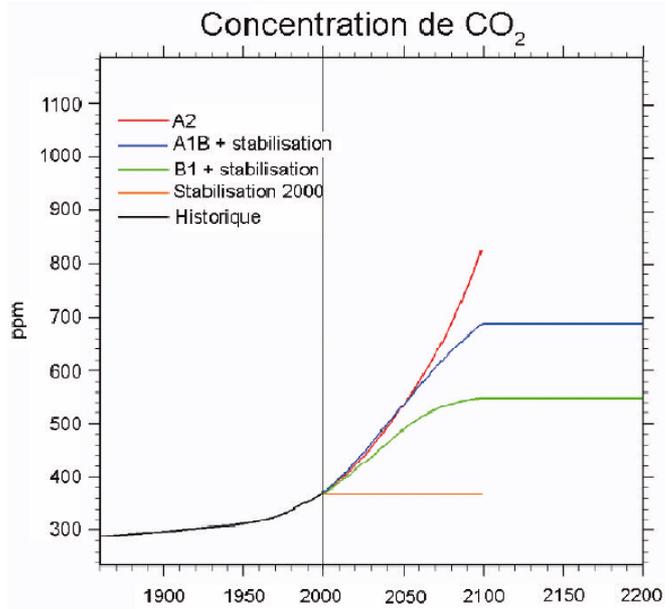
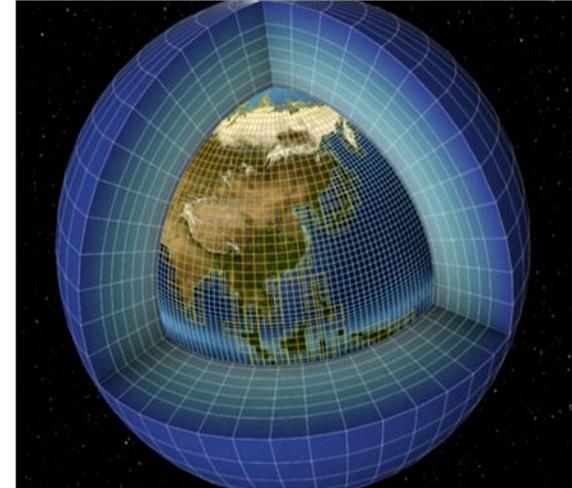


(b) CO₂ concentrations



© ipcc (2001)

Evolution de la température globale pour différents scénarios économiques



CO₂ en 2100

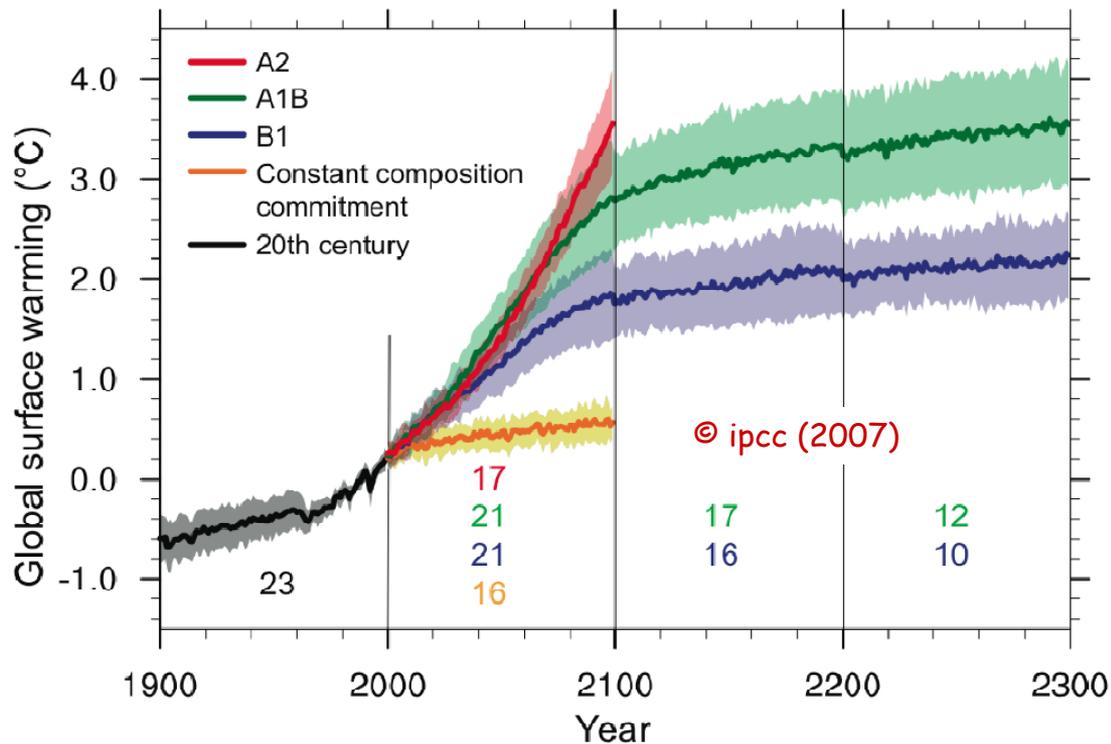
— ~ 850 ppm

— ~ 700 ppm

— ~ 550 ppm

CO₂ constant

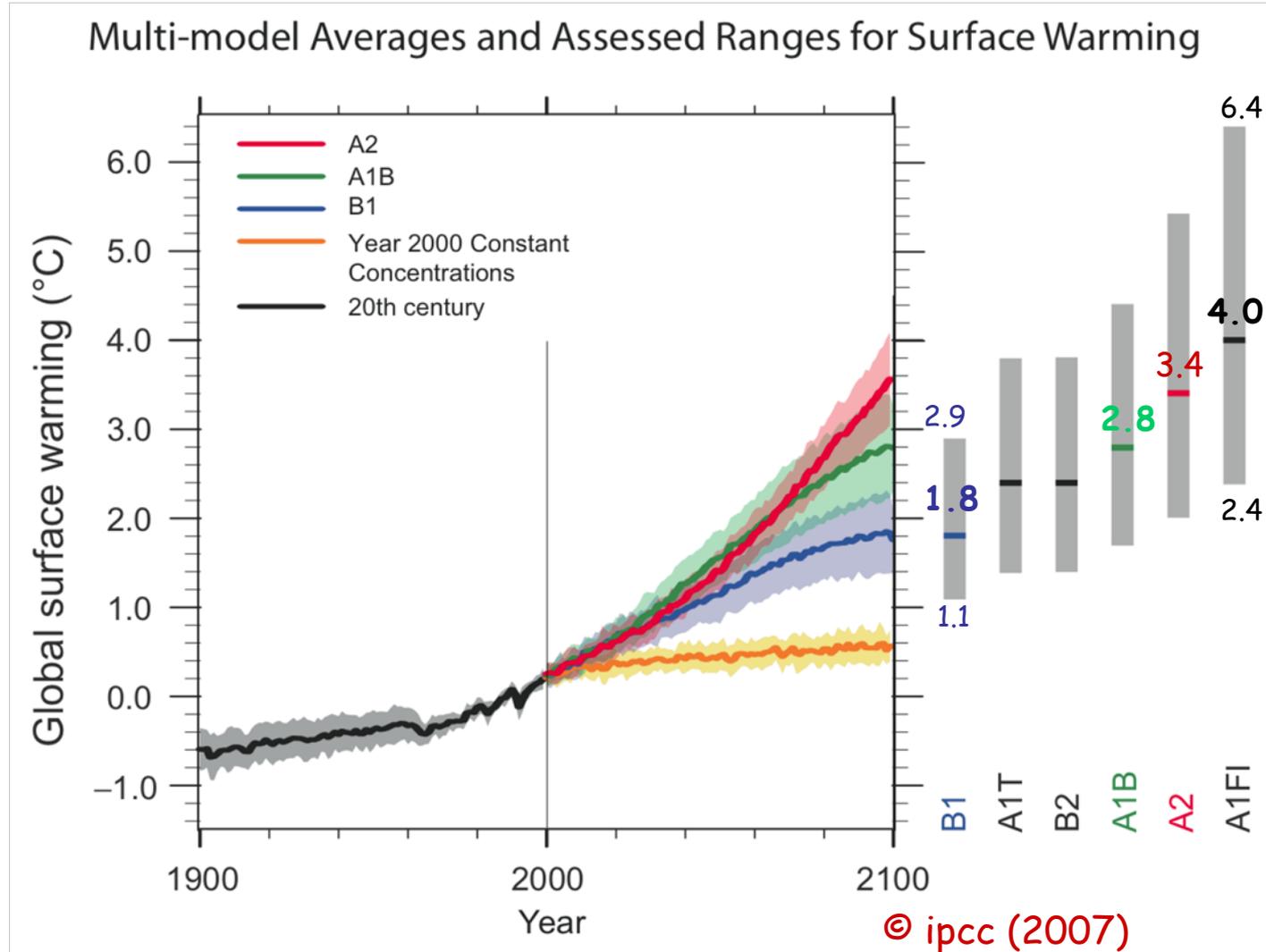
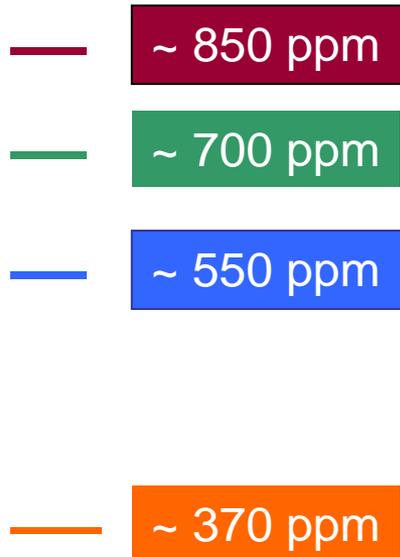
— ~ 370 ppm



Période de référence 1980-1999

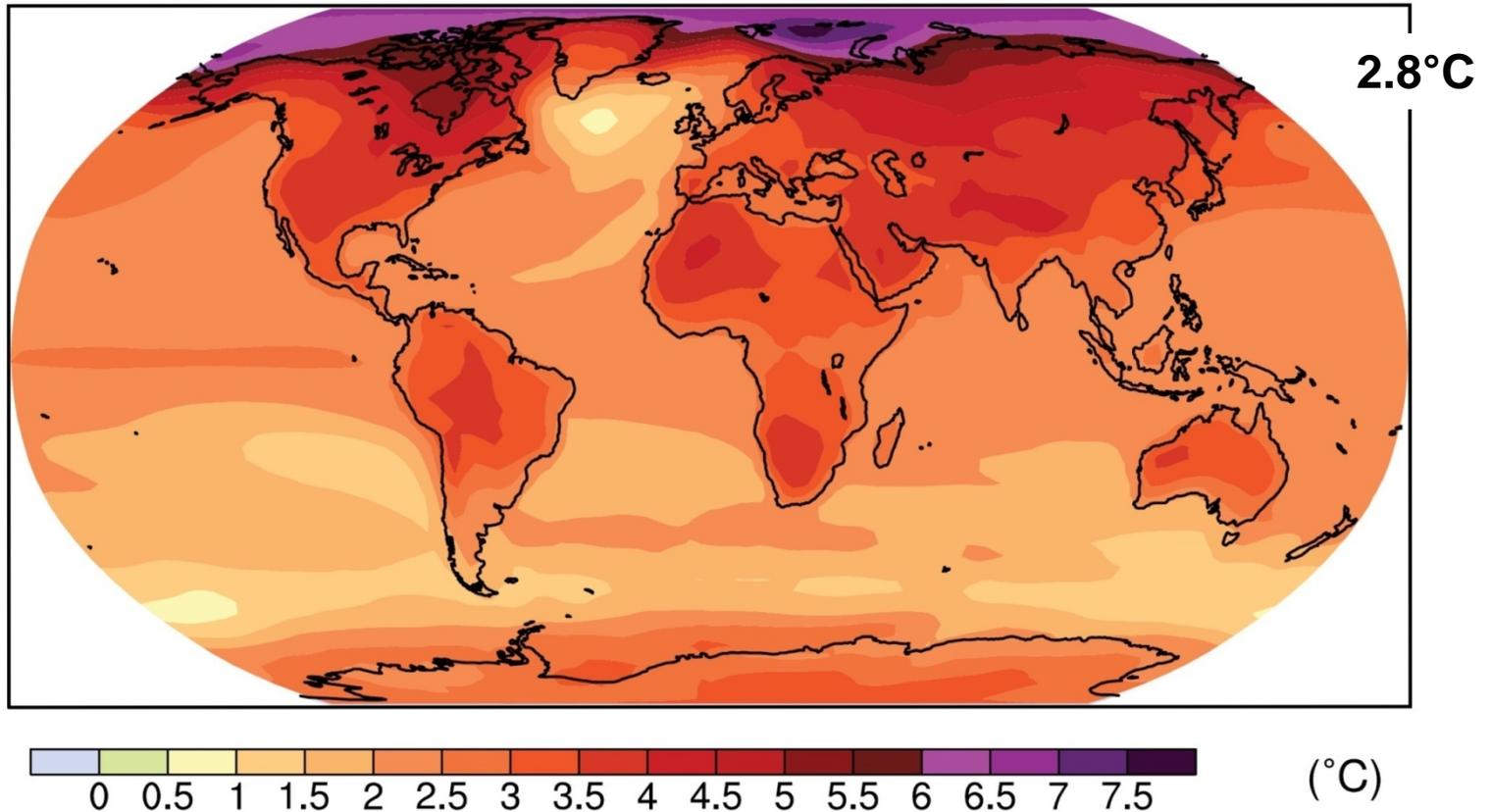
Projections futures :

le changement climatique réduit les puits de carbone (océan et continents)



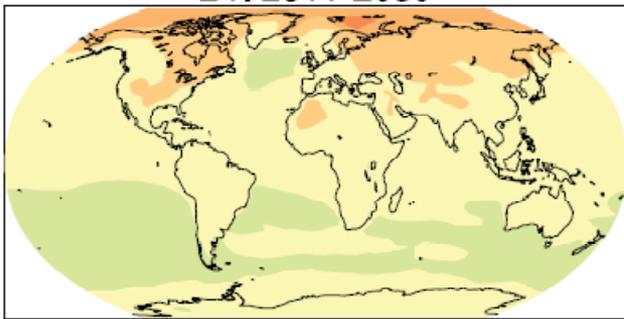
Réchauffement global

A1B multi-model annual mean temperature change end of 21st century

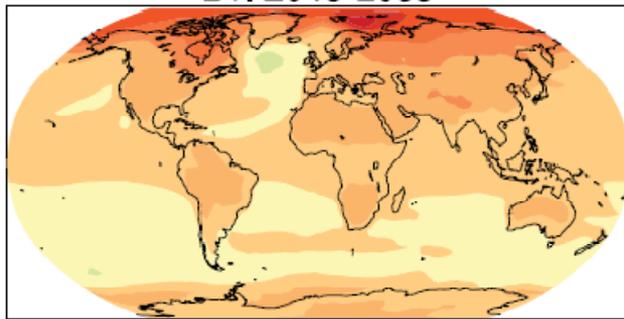


L'amplitude dépend du scénario économique
Plus de vagues de chaleur & moins de vagues de froid

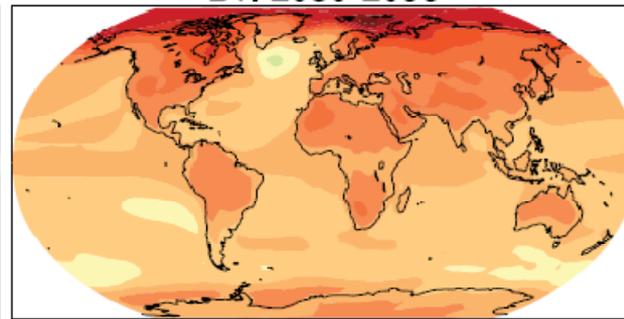
B1: 2011-2030



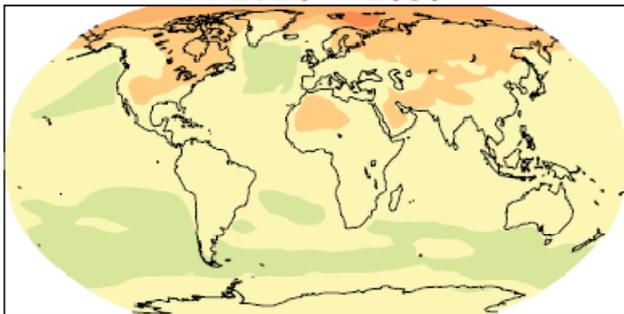
B1: 2046-2065



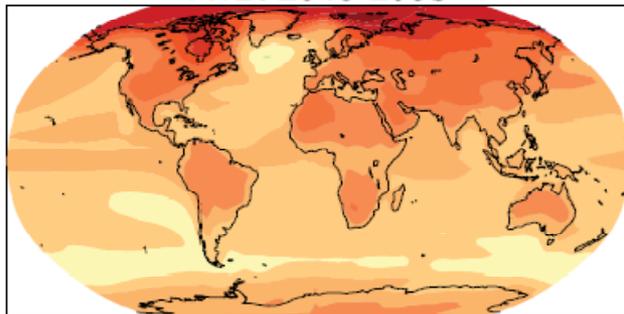
B1: 2080-2099



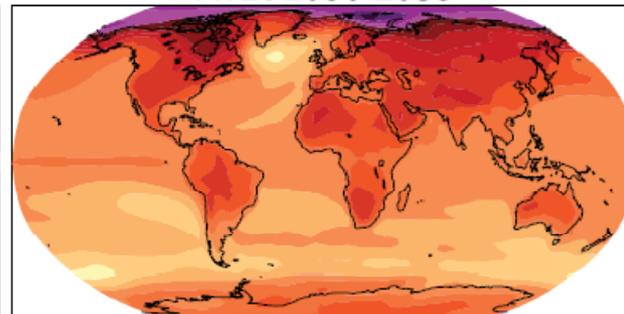
A1B: 2011-2030



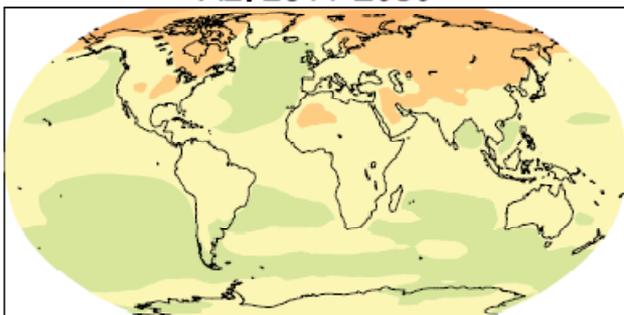
A1B: 2046-2065



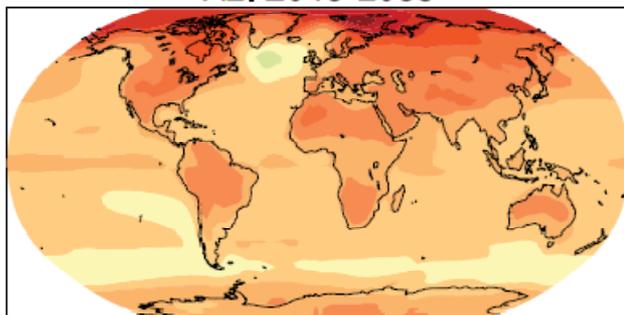
A1B: 2080-2099



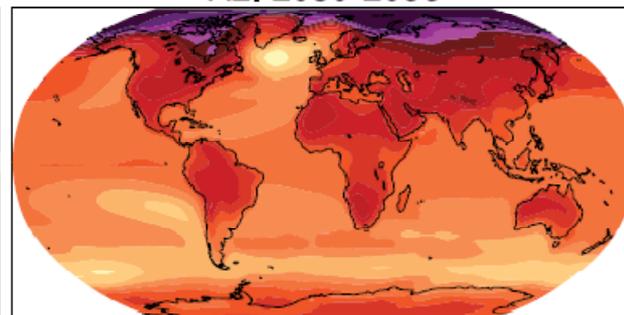
A2: 2011-2030



A2: 2046-2065



A2: 2080-2099

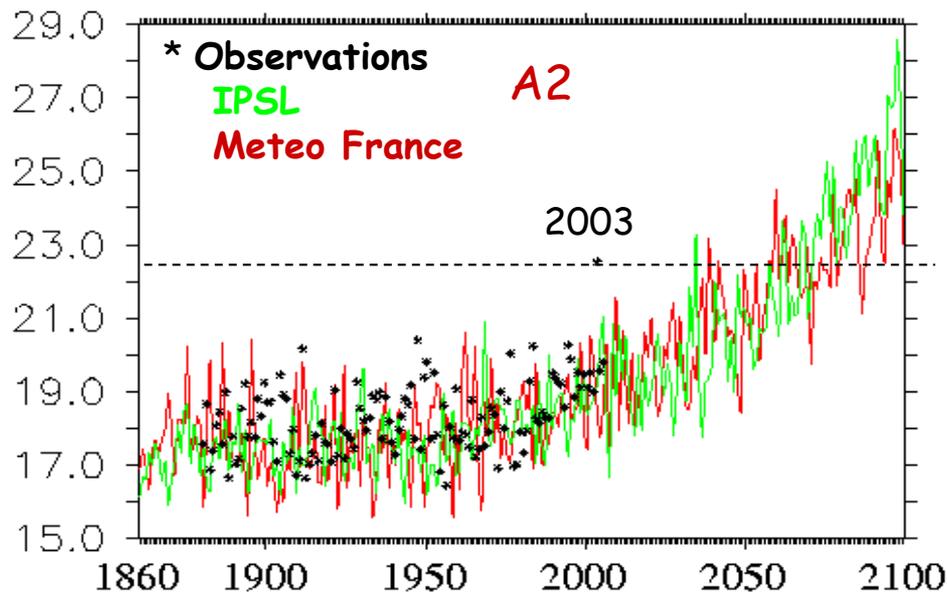
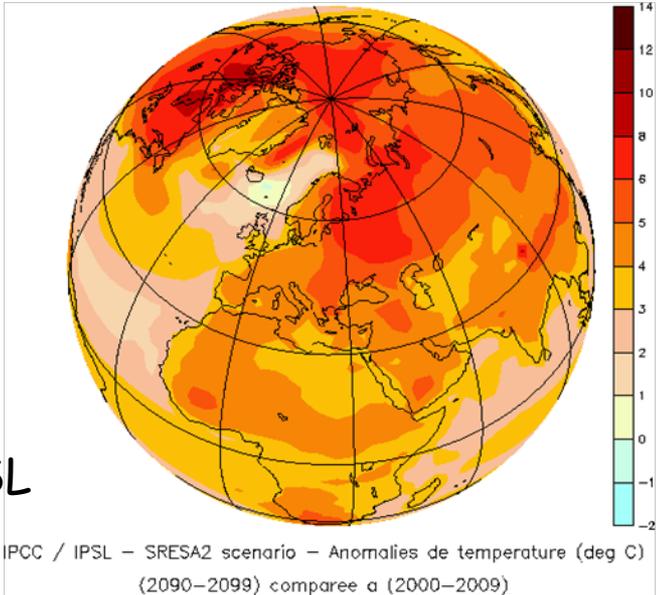


(°C)

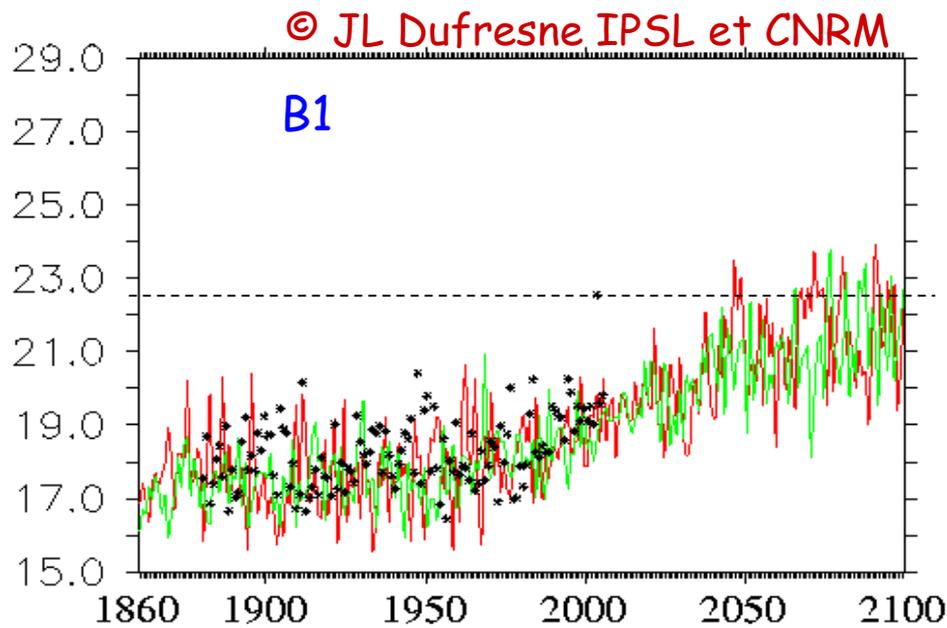
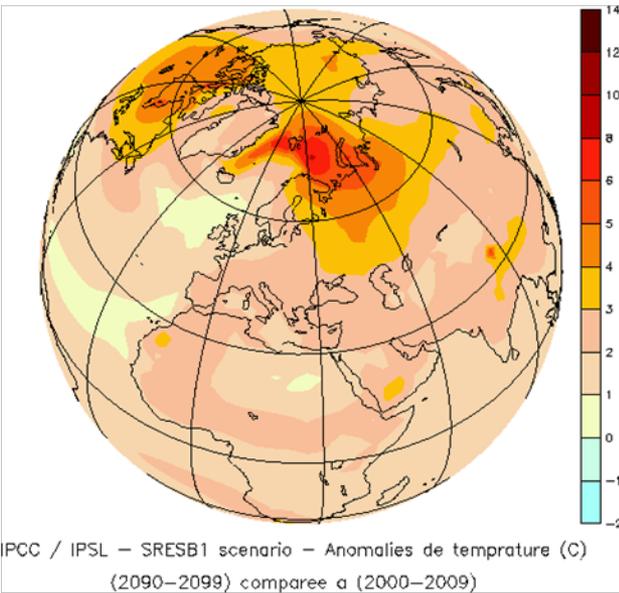
High (A2 - 850ppm)

Summer Temperature in France

IPSL

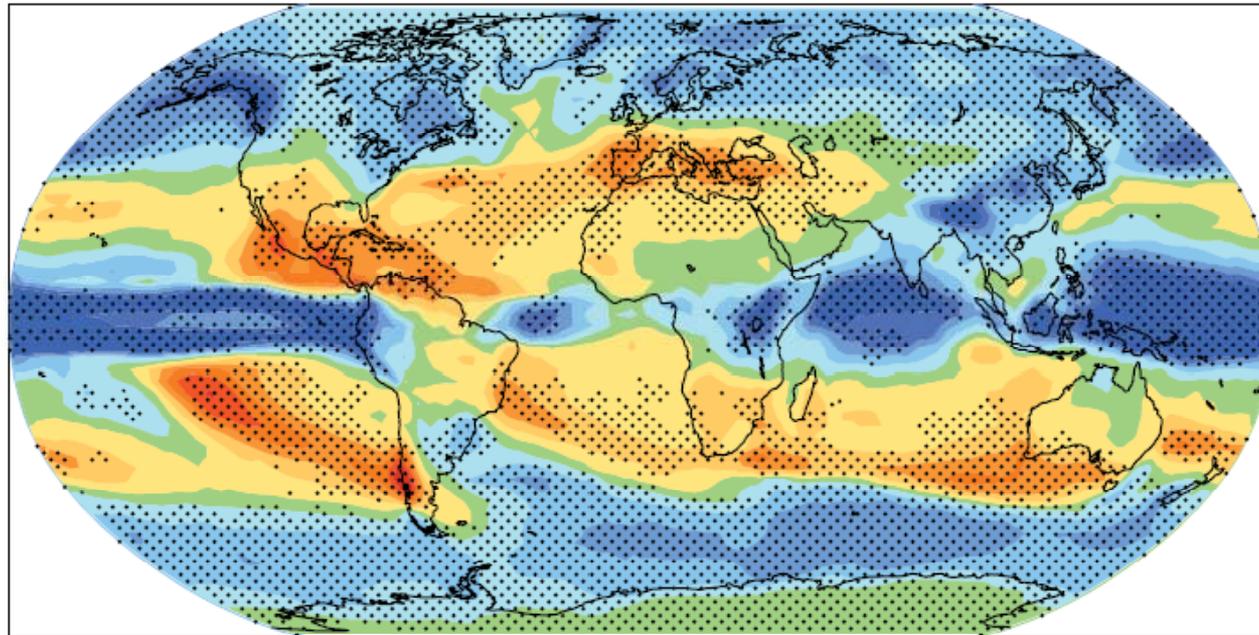


Low (B1 - 550 ppm)



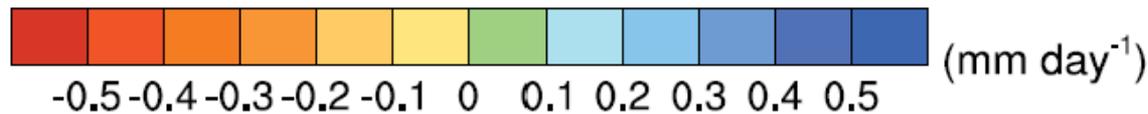
Impacts sur les précipitations

Changement des précipitations annuelles (multi-modèles) A1B



2080-2099 moins 1980-1999

80% accord



Pluies plus intenses

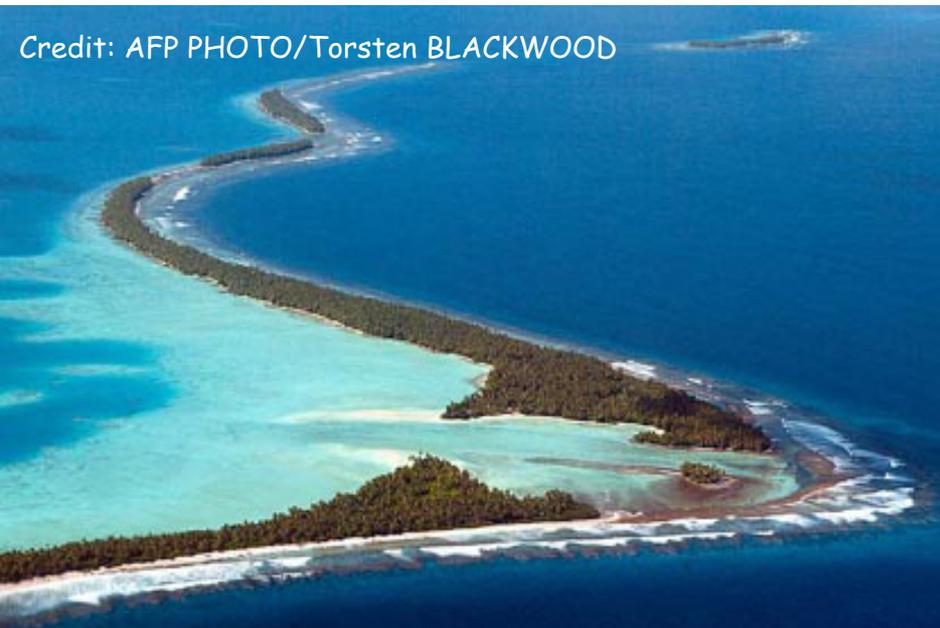
**Diminution de la disponibilité en eau
Dans des régions déjà relativement sèches**

Cyclones tropicaux plus intenses

Augmentation du niveau de la mer

(gonflement océans & fonte glaces)

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



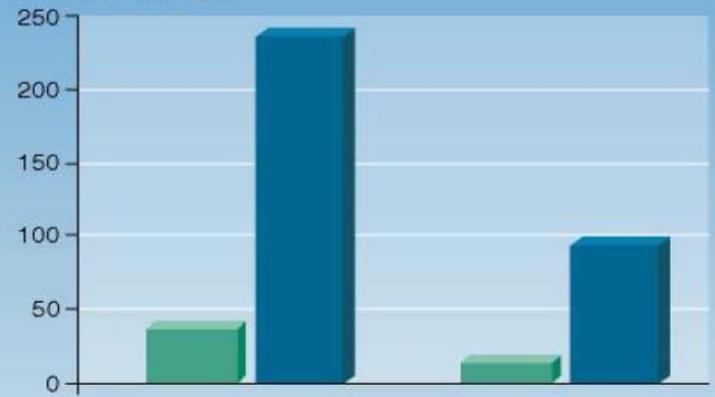
Credit: AFP PHOTO/Torsten BLACKWOOD

Exemple: Tuvalu (Pacifique),
11000 ha
Préparation immigration

Risques :
surcotes, érosion côtière,
salinisation
migrations

Adaptation and average annual number
of people flooded by coastal storm
surges, projection for 2080s

Millions of people



Constant protection

Enhanced protection

Present sea level

40 cm sea-level rise

Phenomenon ^a and direction of trend	Likelihood that trend occurred in late 20th century (typically post 1960)	Likelihood of a human contribution to observed trend ^b	Likelihood of future trends based on projections for 21st century using SRES scenarios
Warmer and fewer cold days and nights over most land areas	<i>Very likely^c</i>	<i>Likely^d</i>	<i>Virtually certain^d</i>
Warmer and more frequent hot days and nights over most land areas	<i>Very likely^e</i>	<i>Likely (nights)^d</i>	<i>Virtually certain^d</i>
Warm spells/heat waves. Frequency increases over most land areas	<i>Likely</i>	<i>More likely than not^f</i>	<i>Very likely</i>
Heavy precipitation events. Frequency (or proportion of total rainfall from heavy falls) increases over most areas	<i>Likely</i>	<i>More likely than not^f</i>	<i>Very likely</i>
Area affected by droughts increases	<i>Likely in many regions since 1970s</i>	<i>More likely than not</i>	<i>Likely</i>
Intense tropical cyclone activity increases	<i>Likely in some regions since 1970</i>	<i>More likely than not^f</i>	<i>Likely</i>
Increased incidence of extreme high sea level (excludes tsunamis) ^g	<i>Likely</i>	<i>More likely than not^{f,h}</i>	<i>Likelyⁱ</i>

Virtually certain > 99% probability of occurrence, Extremely likely > 95%, Very likely > 90%, Likely > 66%, More likely than not > 50%

Conséquences :

Réchauffement du climat
Augmentation des vagues de chaleur
Diminution des vagues de froid

Augmentation du niveau de la mer en 2100 : + 18 à + 59 cm
se poursuivra au-delà

Diminution de la glace de mer
En Arctique pourrait disparaître en été

Pluies plus intenses
Risques inondations

Diminution de la disponibilité en eau
Dans des régions déjà relativement sèches

Cyclones tropicaux plus intenses

Production agricole :
augmentation moyennes latitudes (réchauffement < 1-3°C)
Décroissance régions tropicales sèches

Extinction des espèces :
probable 20 à 30% pour +2-3°C

Acidification des océans

Des impacts sur la santé

Conclusions

- **Adaptation processus « dynamique »**
Changements observés / Tendances observées / Tendances simulées
- **Vulnérabilité des sociétés face aux risques :**
Ressources en eau, agriculture, infrastructures, santé
- **Projections par les modèles : aide**
tendances & analyse des observations

Incertitudes :

- 1) scénarios (moyen d'action)
- 2) processus représentés : nuages & cycle du carbone
- 3) échelle spatiale : difficultés à l'échelle « régionale »
ex Précipitations

Enjeu : améliorer les prévisions à l'échelle régionale