

# Effet de serre = la vie humaine

Rayonnement solaire

Composition de l'atmosphère  
en gaz carbonés et équivalents

**équilibre**

**à  $\pm 15$  °...**

(faibles variations)

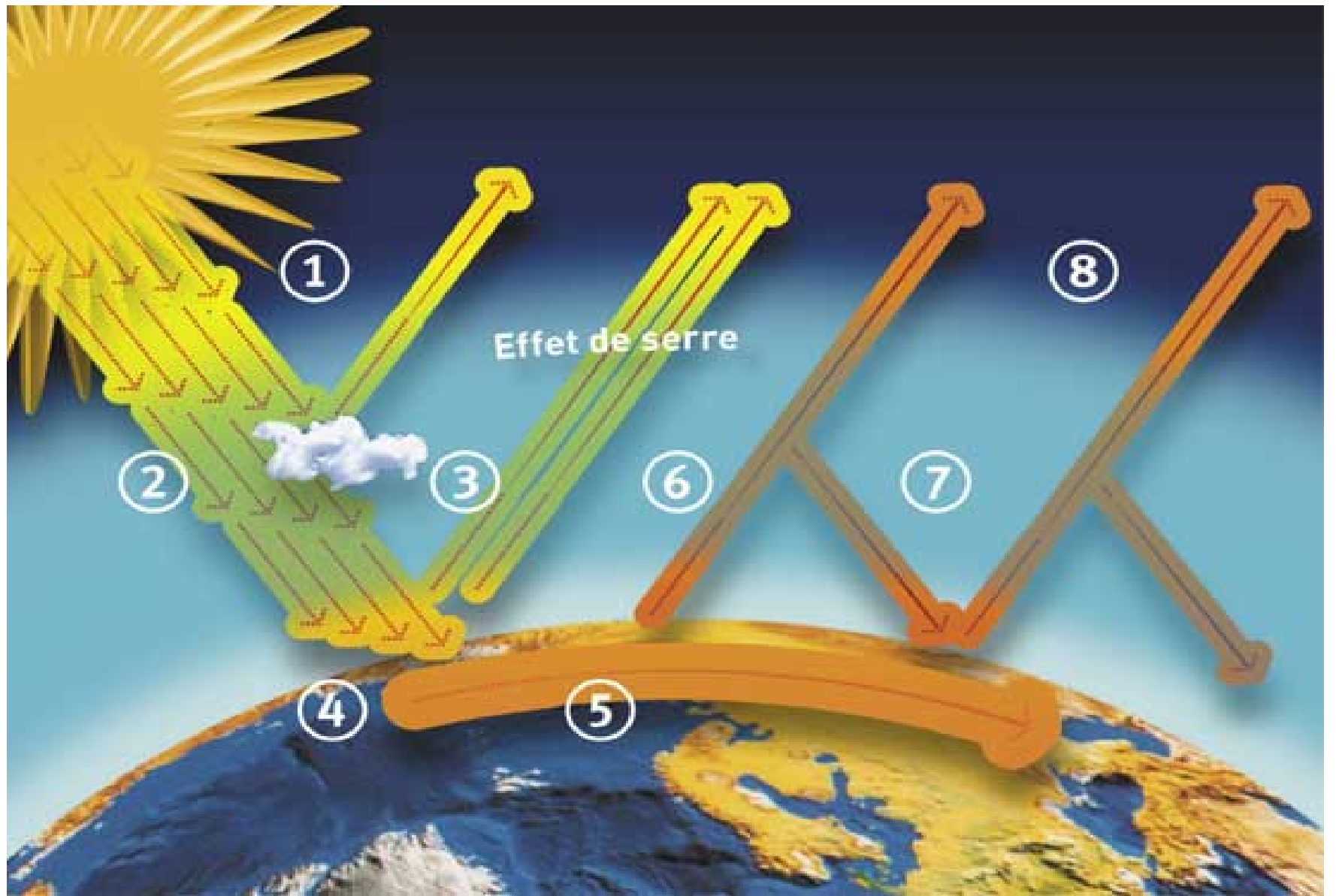
(balance émissions/absorptions)

**...ou**

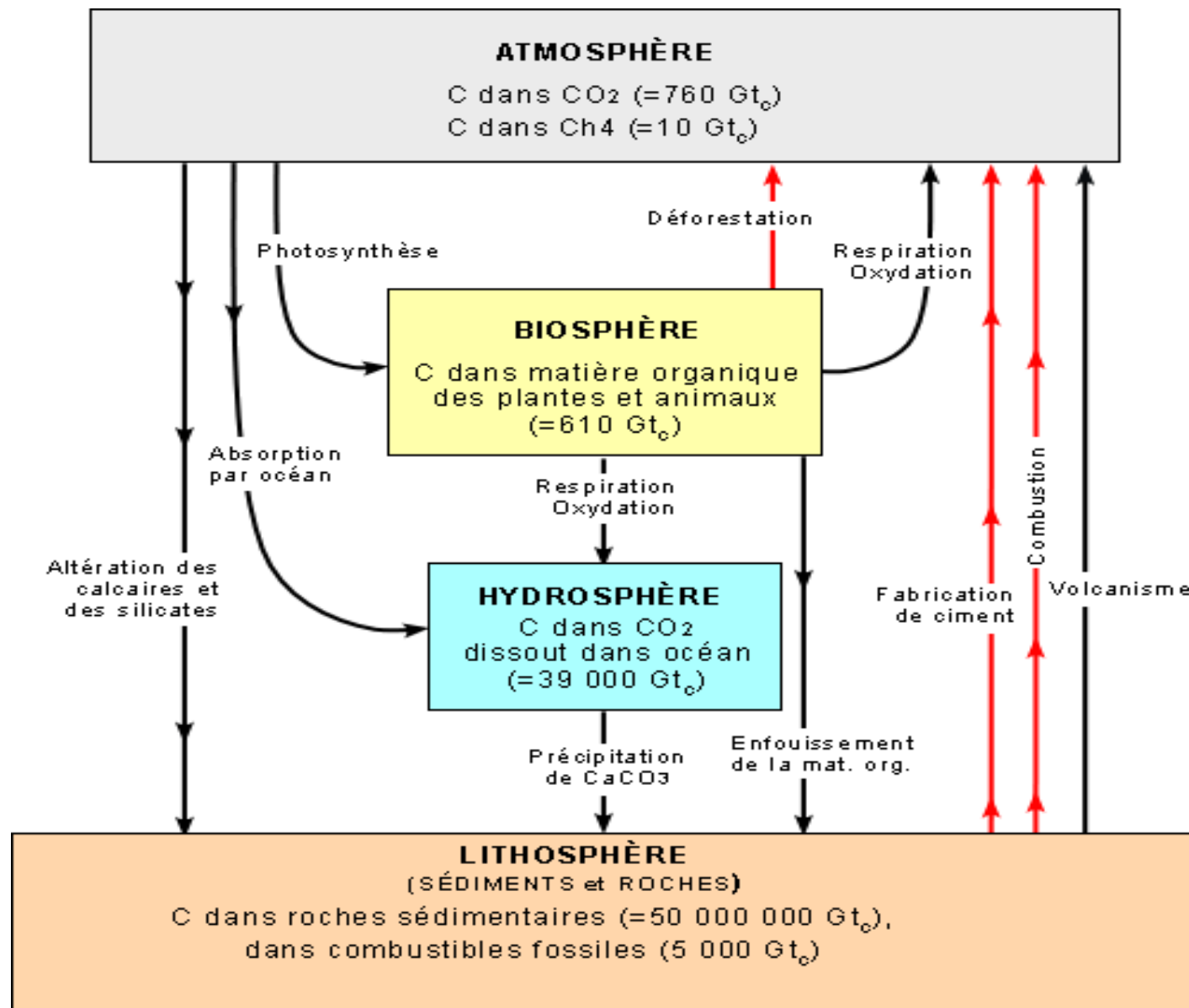
**Non**

(fortes variations  
naturelles)

(variation des émissions  
 $\neq$   
variation de l'absorption)



# le cycle du carbone



Valeurs en Gt<sub>c</sub> (gigatonnes de carbone),  
selon Berner et Berner (1996);  
Kump, Kasting et Crane (1999) Prentice Hall

# Les gaz à effet de serre

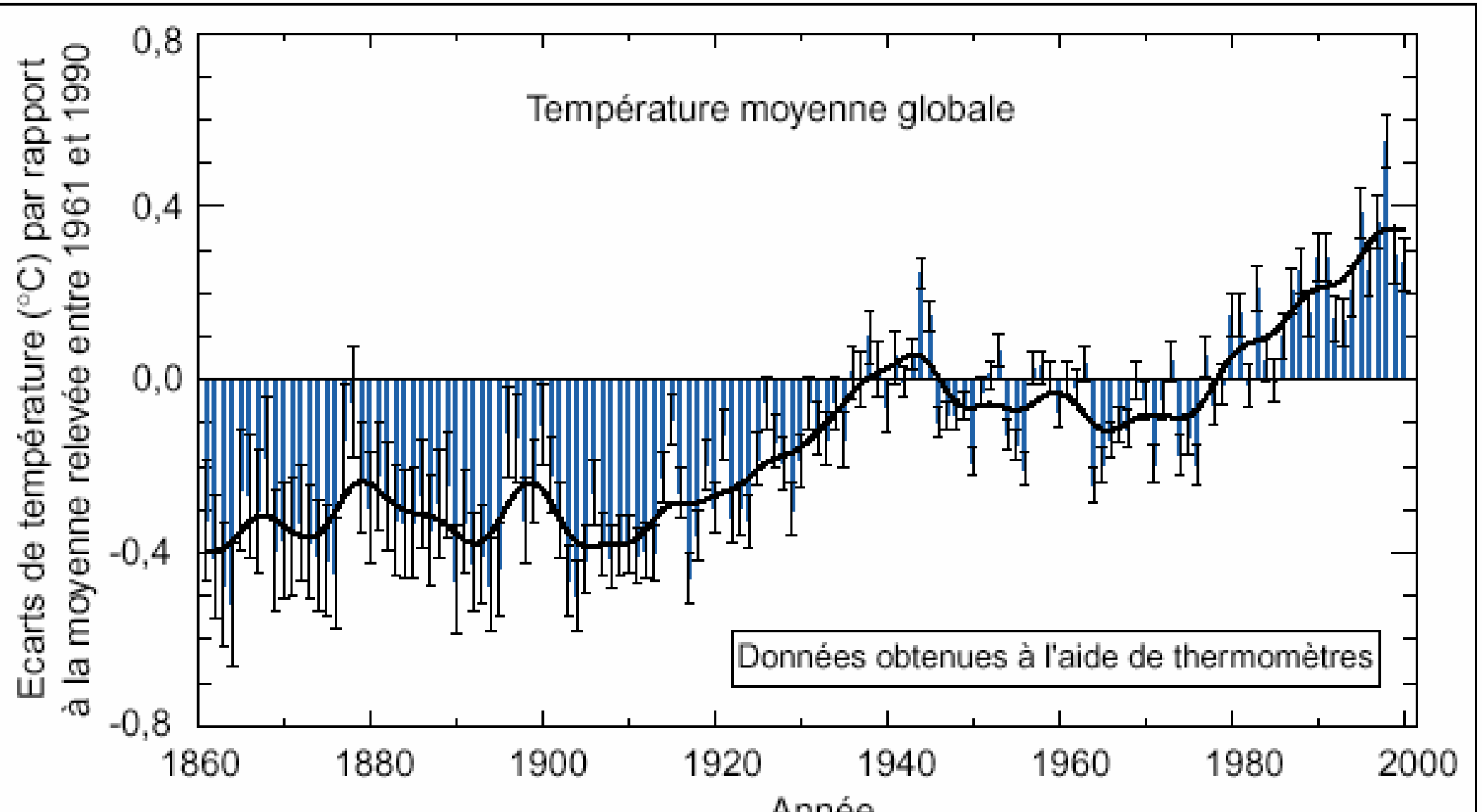
<b>GAZ</b>	<b>%</b>	<b>PRG</b>
• <b>Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)</b> <i>[gaz carbonique]</i>	<b>63</b>	<b>1</b>
• <b>Méthane (CH<sub>4</sub>)</b> 21	<b>19</b>	<b>21</b>
• <b>Oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O)</b> <i>[protoxyde d'azote]</i>	<b>4</b>	<b>310</b>
• <b>Hexafluorure de soufre(SF<sub>6</sub>)</b>	<b>10</b>	<b>24000</b>
• <b>Hydrocarbures perfluorés(PFC)</b> }	<b>3</b>	<b>7000</b>
• <b>Hydrofluorocarbones</b> }		<b>à 12000</b>

# Le réchauffement existe !...

- *...sur dix ans ...*

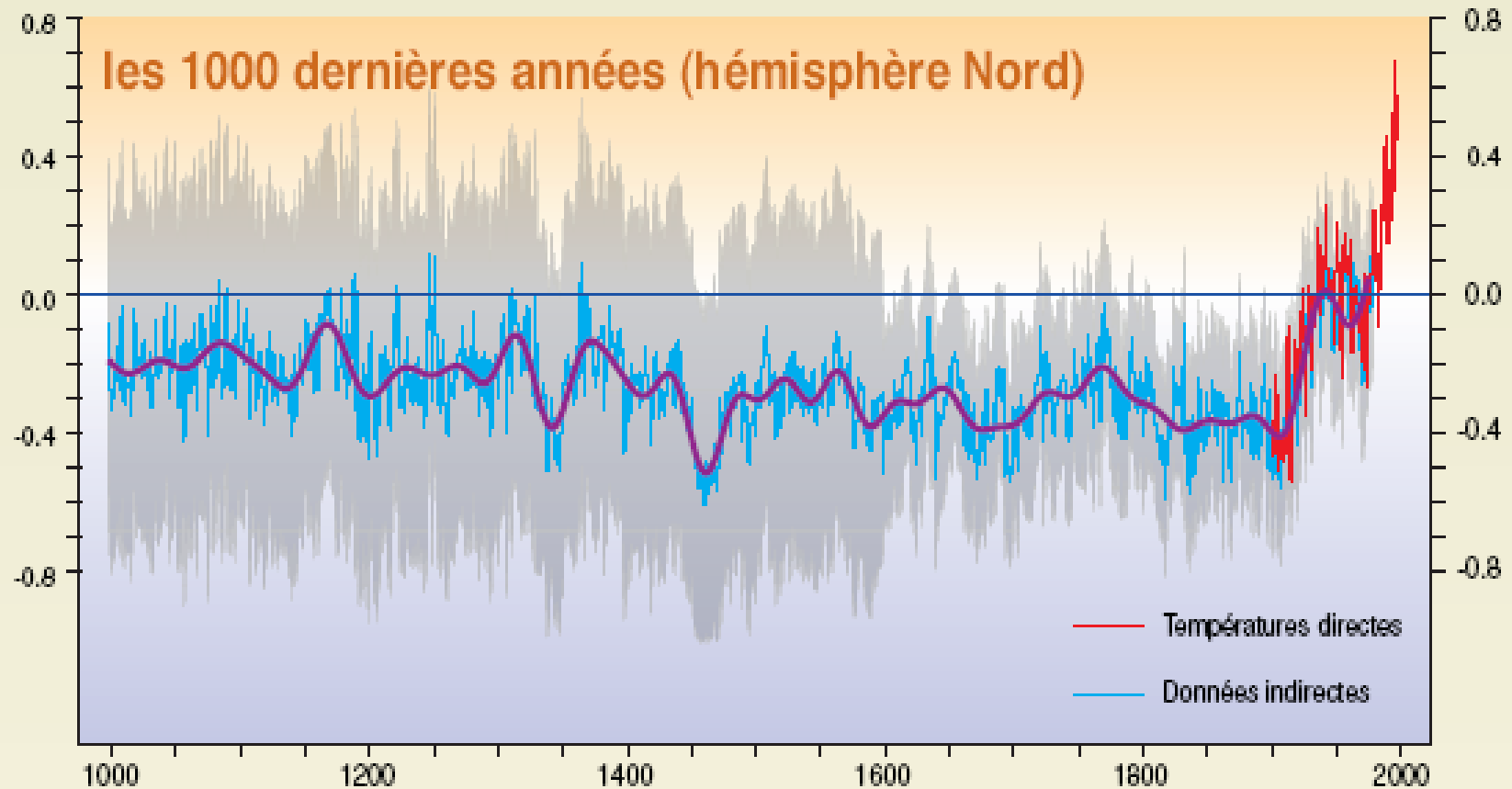
*Presque chacune des douze dernières années a été plus chaude que la précédente*

# Sur cent ans...



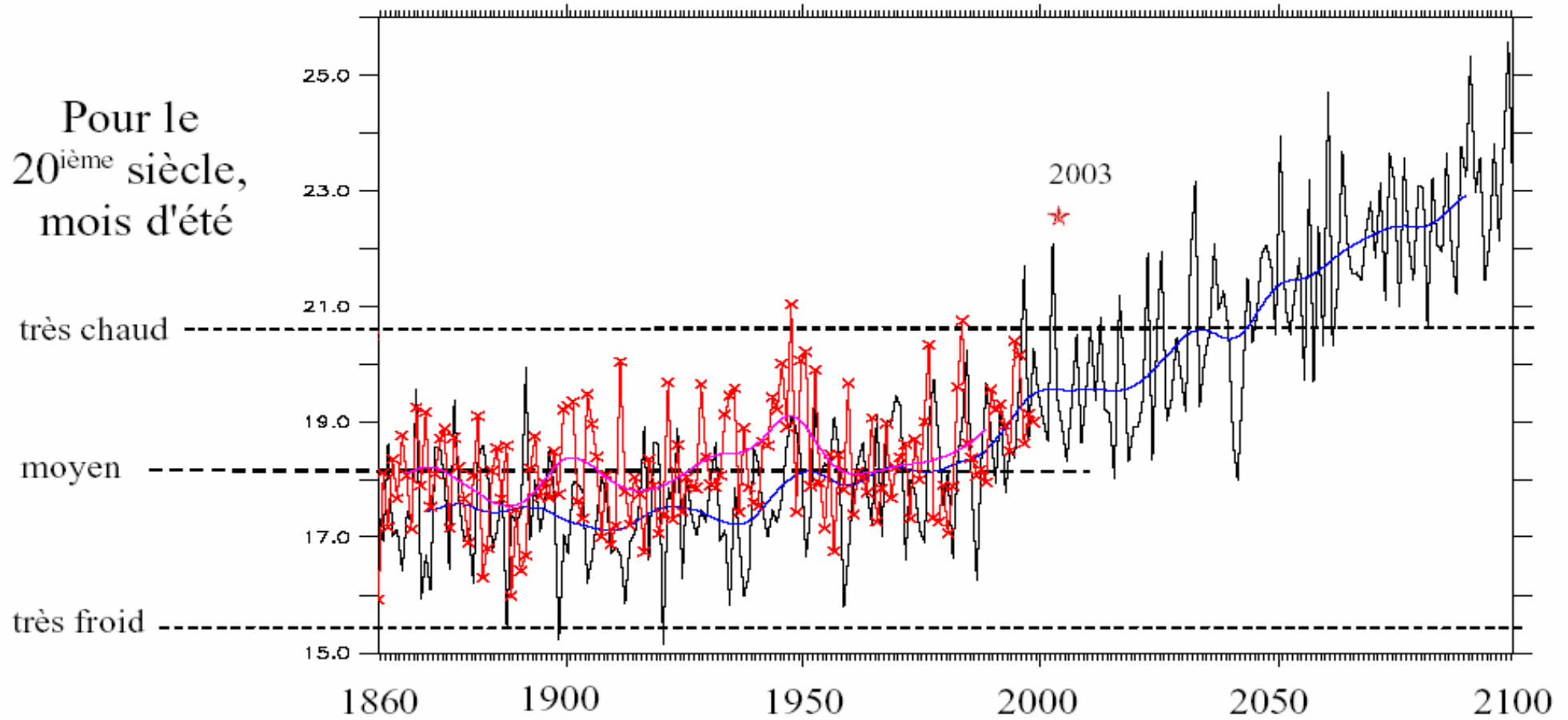
# ... sur mille ans...

Ecarts thermiques en °C (pour la moyenne 1961-1990)



# Evolution de la température moyenne en été en France de 1860 à 2100 (modèle de l'IPSL, scénario SRES A2, sans aérosols)

Pour le  
20<sup>ième</sup> siècle,  
mois d'été



— Modèle      — Modèle moyenné sur 20 ans      — Observations 20<sup>ième</sup> siècle





# L'évolution des glaciers continentaux

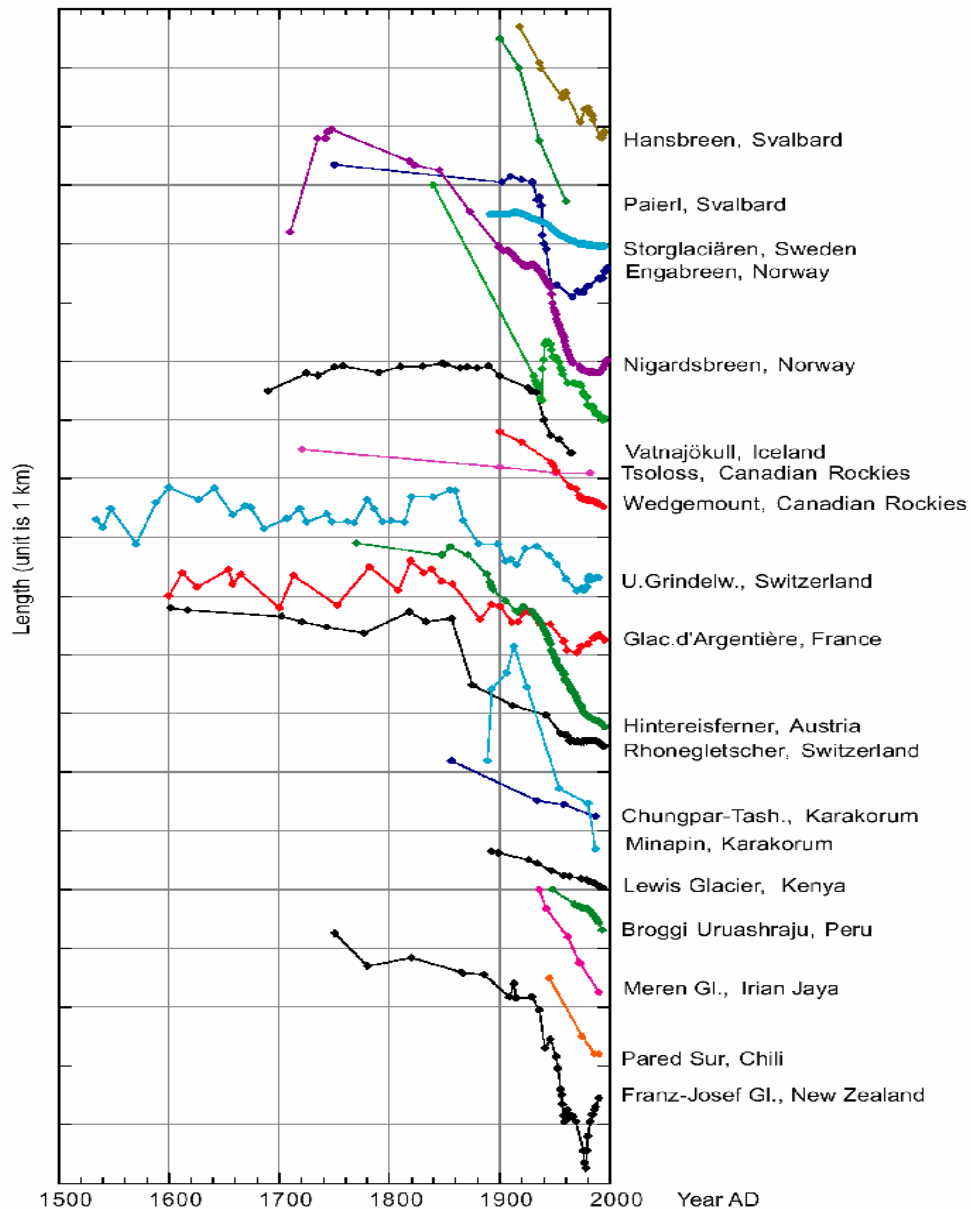
1850



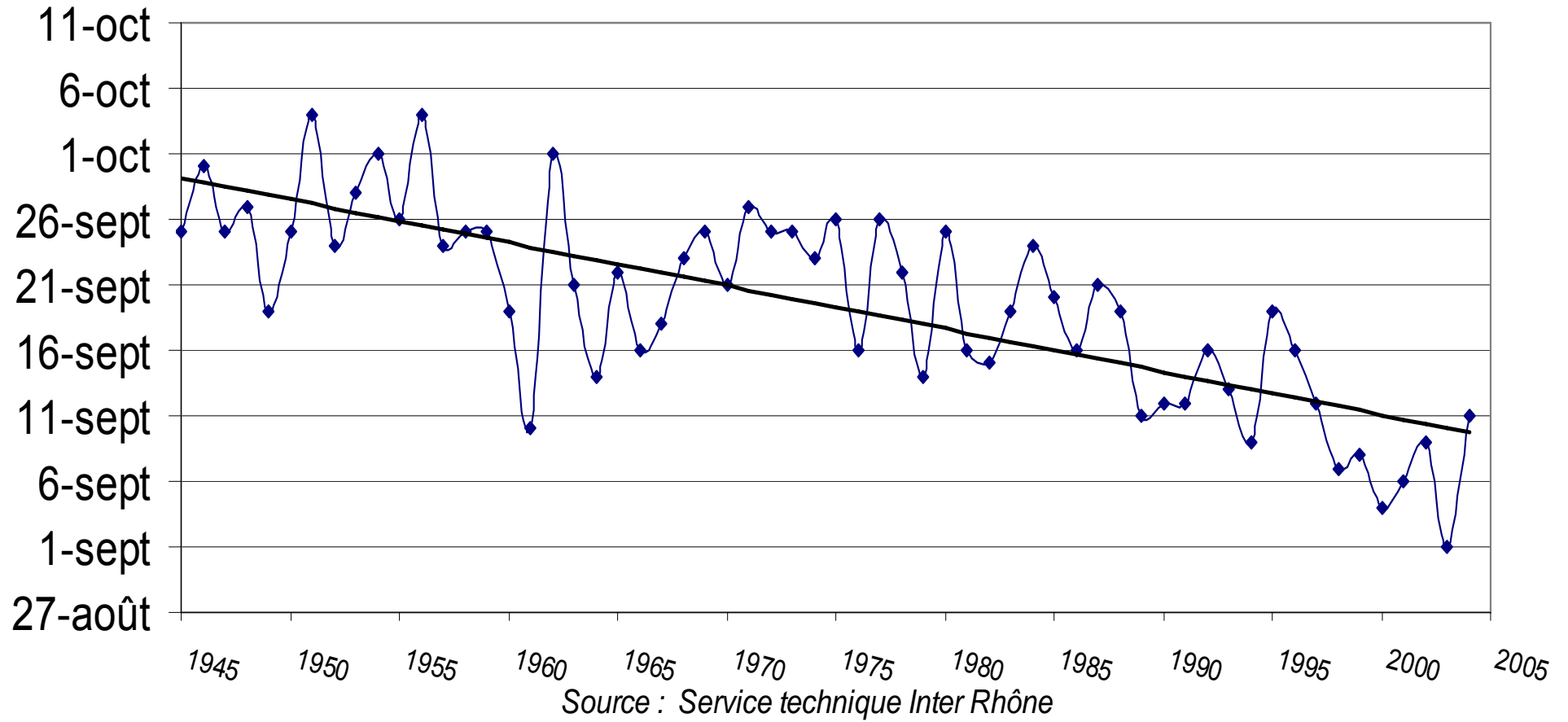
1960



**Le glacier de l'Argentière  
(Alpes)**



## DATE DE DEBUT DES VENDANGES A CHATEAUNEUF DU PAPE depuis 1945



rayonnement solaire

déséquilibré

(fortes variations  
naturelles)

équilibre

Composition de l'atmosphère  
en gaz contenant C

libre

|

(variation des émissions

frédéric1

≠

variation de l'absorption)

RIEN/ADAPTATION

ADAPTATION/ATTENUATION

## Diapositive 12

---

frédéric1

MOUSEL; 21/12/2006

# Or les scientifiques nous disent que..

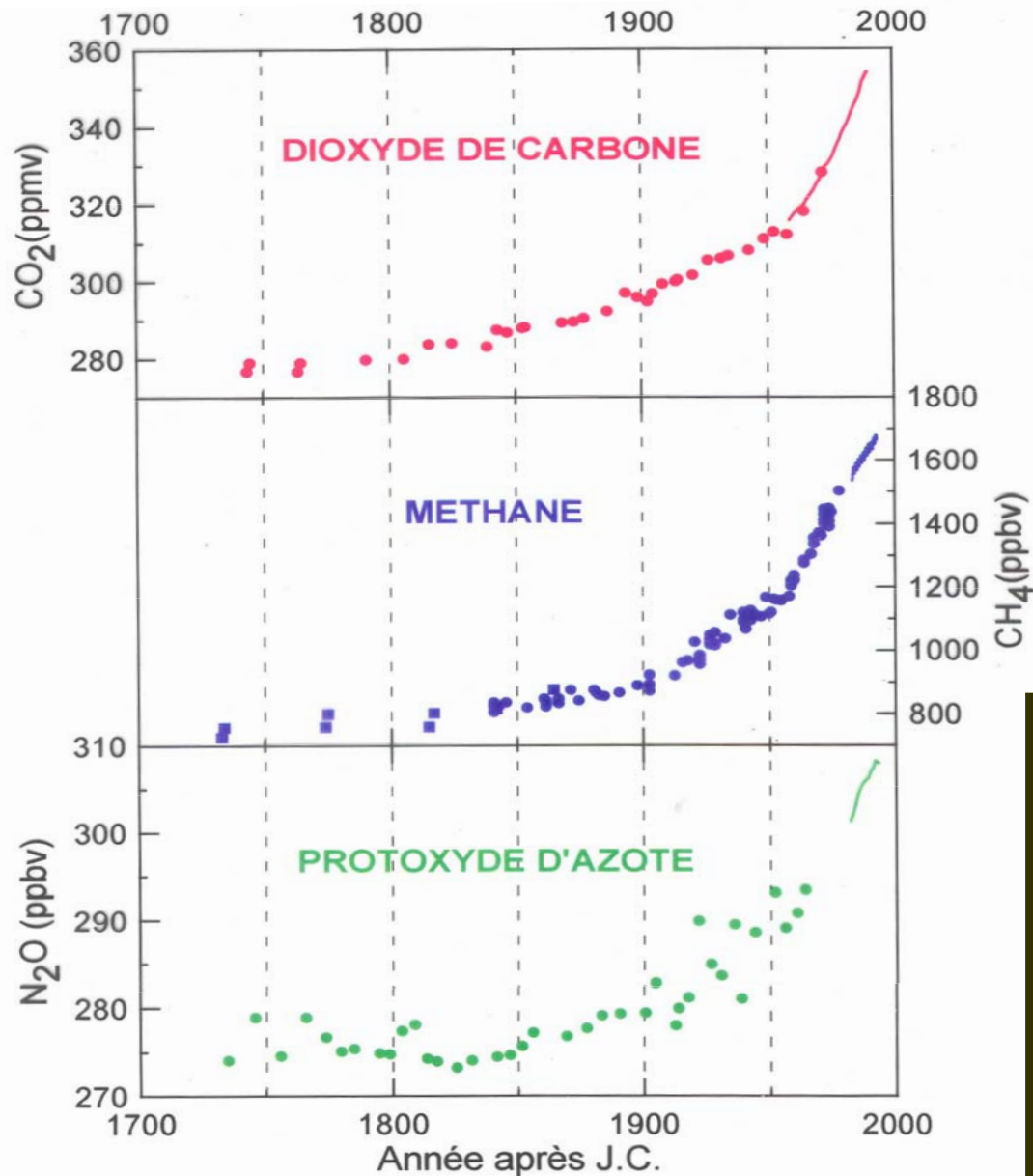
S'il faut bien sûr prendre en compte les épisodes de radiation solaire, (ou d'activité volcanique)

Leur ampleur et leurs courtes durées actuelles ne permettent pas de les invoquer comme explication principale

Il y a surtout un **élément nouveau** depuis le début de ce siècle : l'accroissement des émissions de gaz

- Issus de l'activité humaine
- Amplifiant la variation d'activité solaire
- Et risquant de faire... « boule de neige »...





**Les activités humaines modifient  
La composition de l'atmosphère  
en gaz à effet de serre**

- Gaz carbonique 30%
- Méthane + multiplié par 2,45
- Oxydes d'azote + 15%

Depuis le début de l'ère industrielle la quantité d'énergie disponible pour « chauffer » les basses couches de l'atmosphère a augmenté de 2,5 Watts/m<sup>2</sup> (de 240 à 242,5)

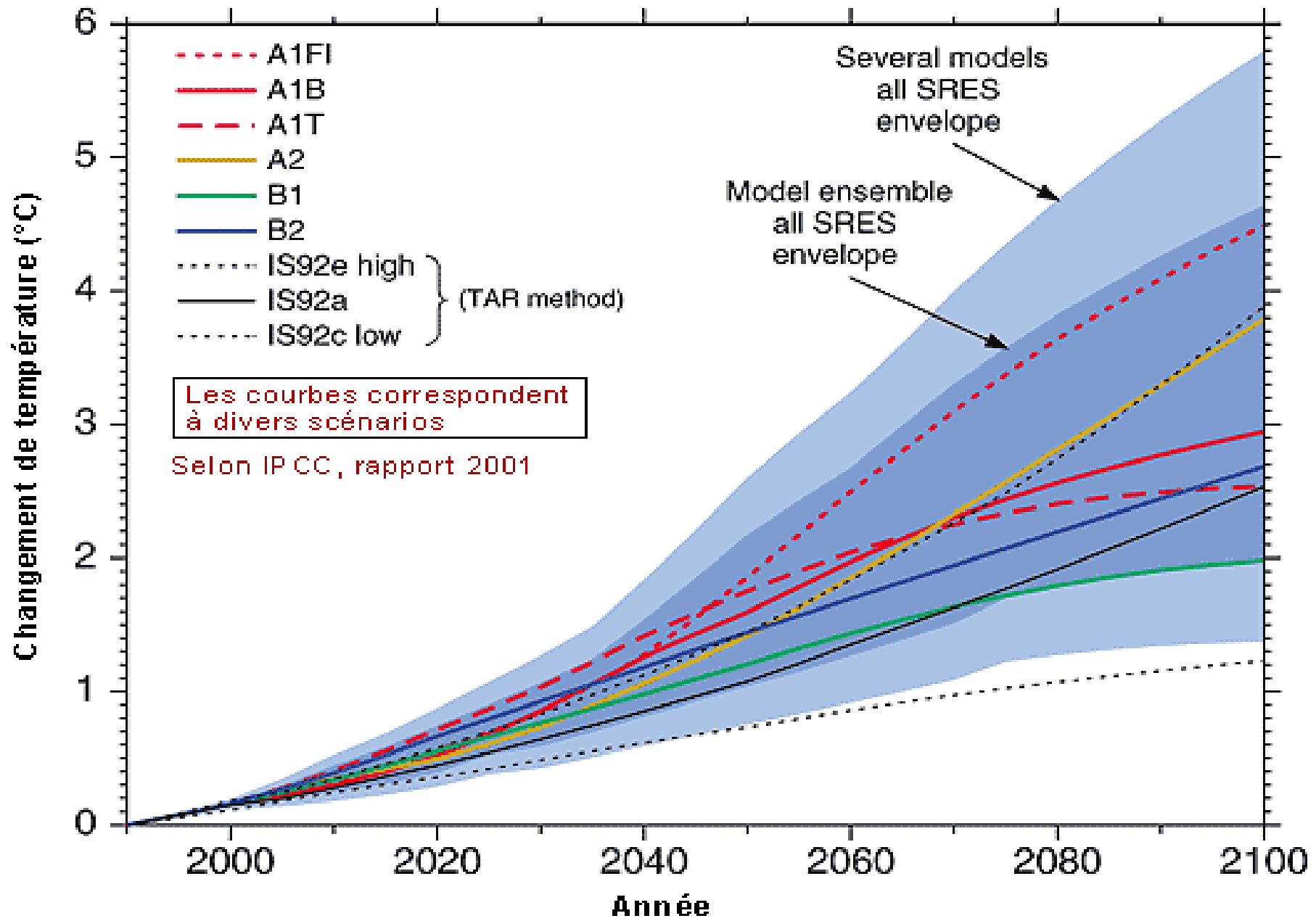
Dont :

- \* Près de 60% pour le gaz carbonique
- \* Environ 20% pour le méthane
- \* Longue durée de vie pour CO<sub>2</sub>



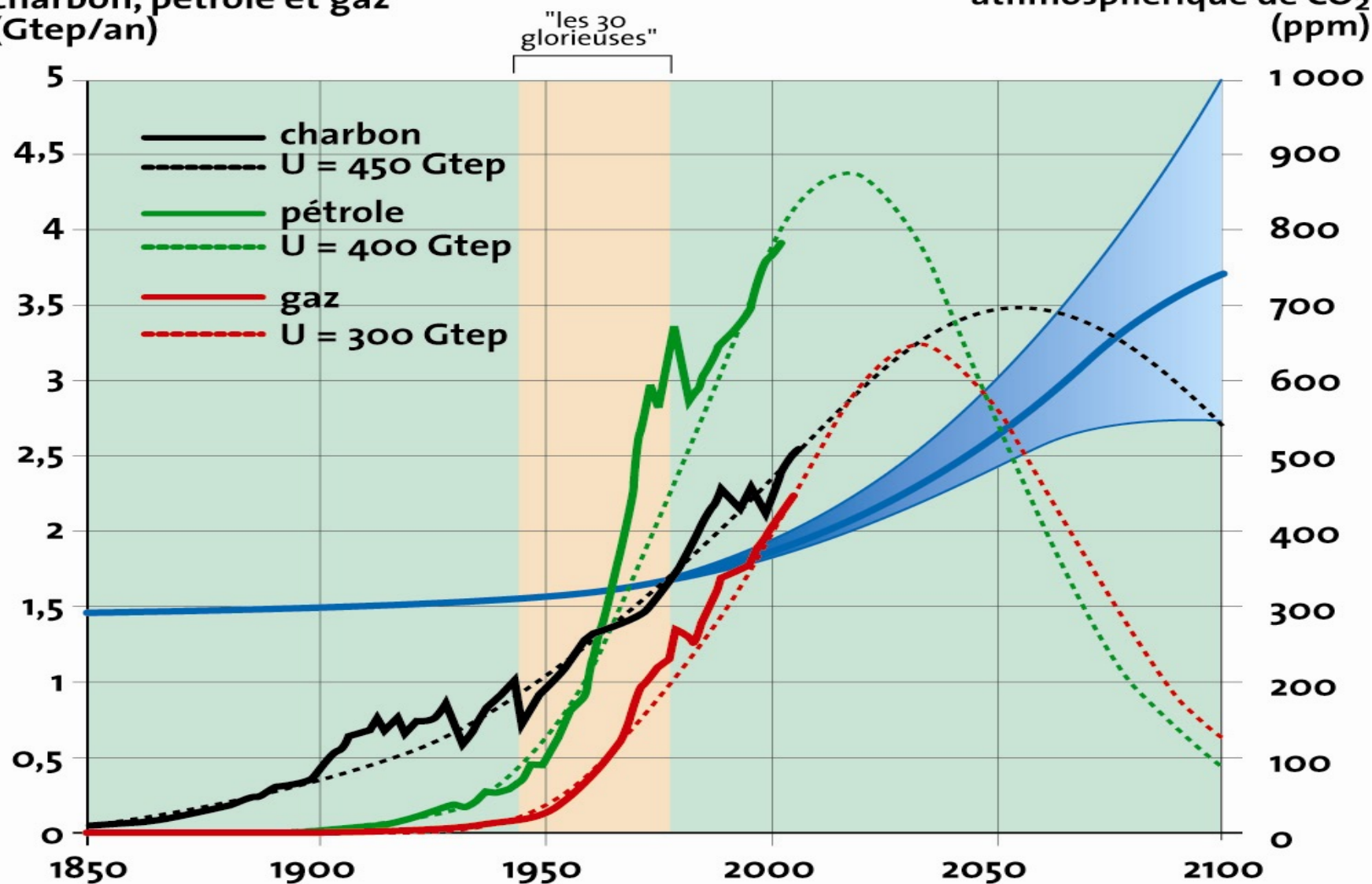


# • Et ça ira en s'amplifiant



# Production de charbon, pétrole et gaz (Gtep/an)

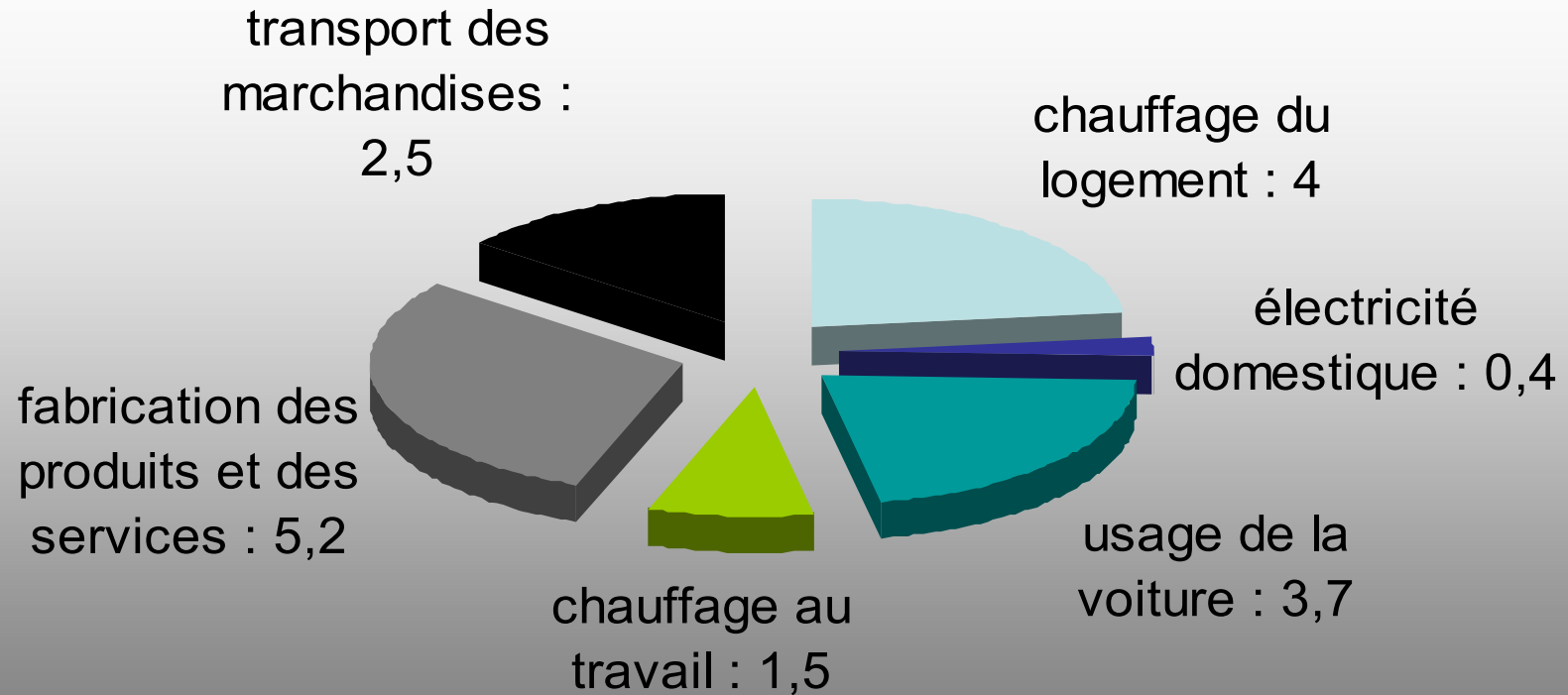
# Concentration atmosphérique de CO<sub>2</sub> (ppm)



▲ évolution de la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> selon les scénarios du GIEC  
— valeur moyenne de cette évolution

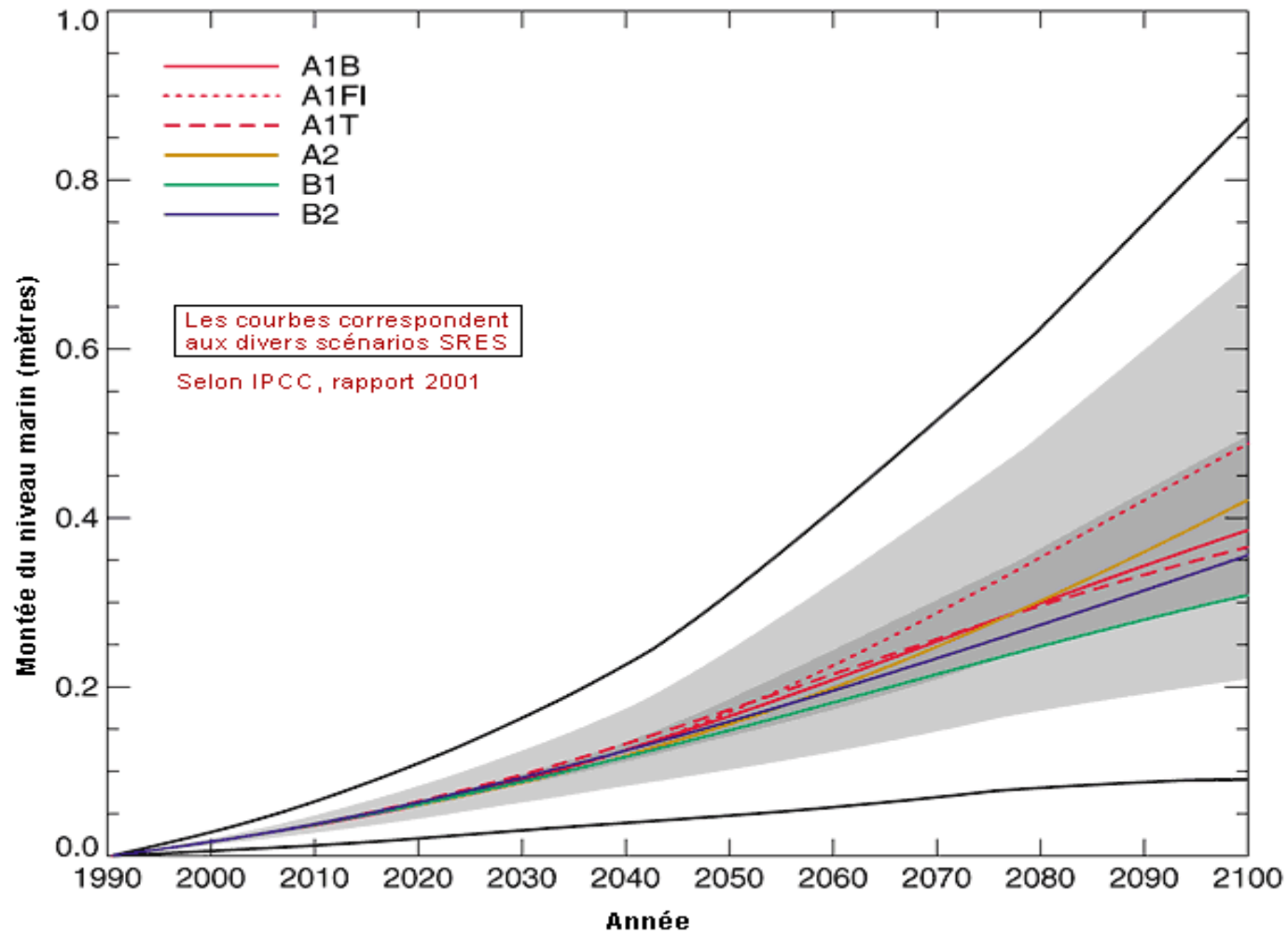


# Émissions de CO<sub>2</sub> d'un ménage français moyen : 17 tonnes / an





# Niveau des mers

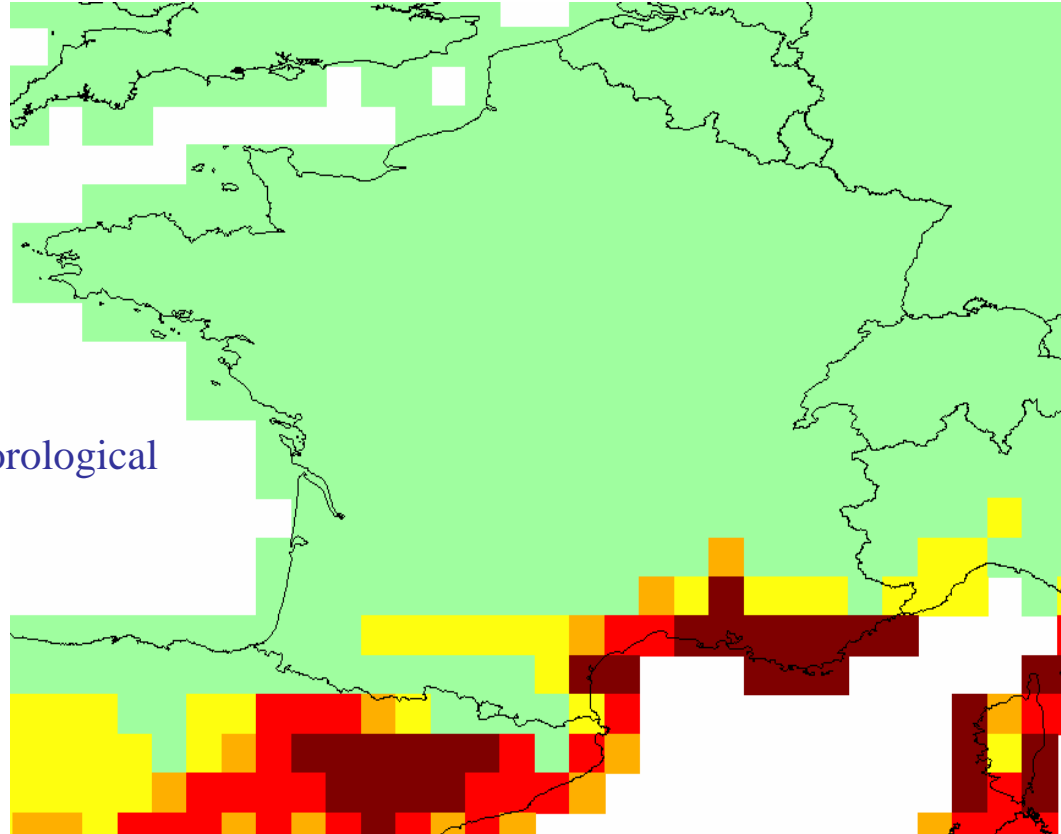






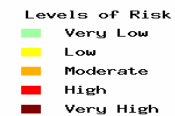
# Situation normale 13 août 2004

JRC Forest meteorological index



European Forest Fire Risk Forecasting System

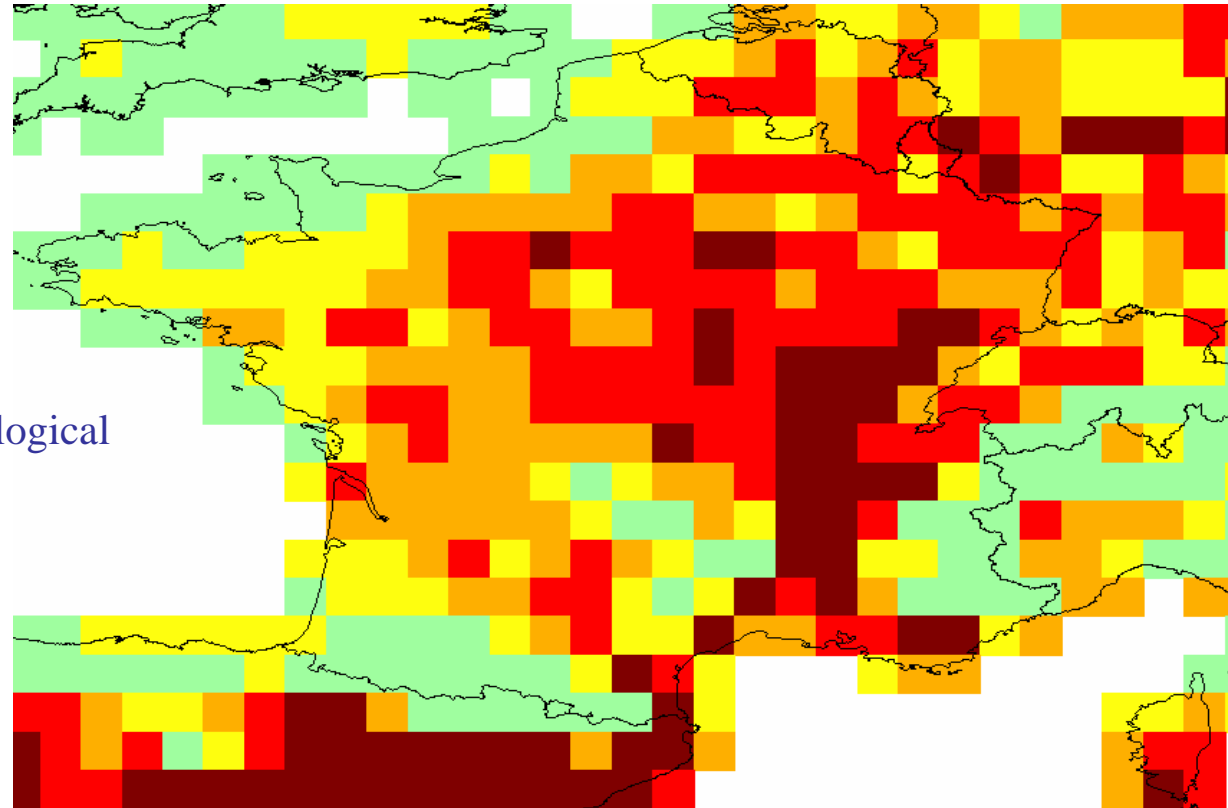
Index: Canadian FWI  
Day: 2004-08-14 (Forecast +1)





# Forte probabilité de feux 13 août 2003

JRC Forest meteorological index



European Forest Fire Risk Forecasting System

Index: Canadian FWI

Day: 2003-08-13 (Forecast +1)

Levels of Risk  
Very Low  
Low  
Moderate  
High  
Very High

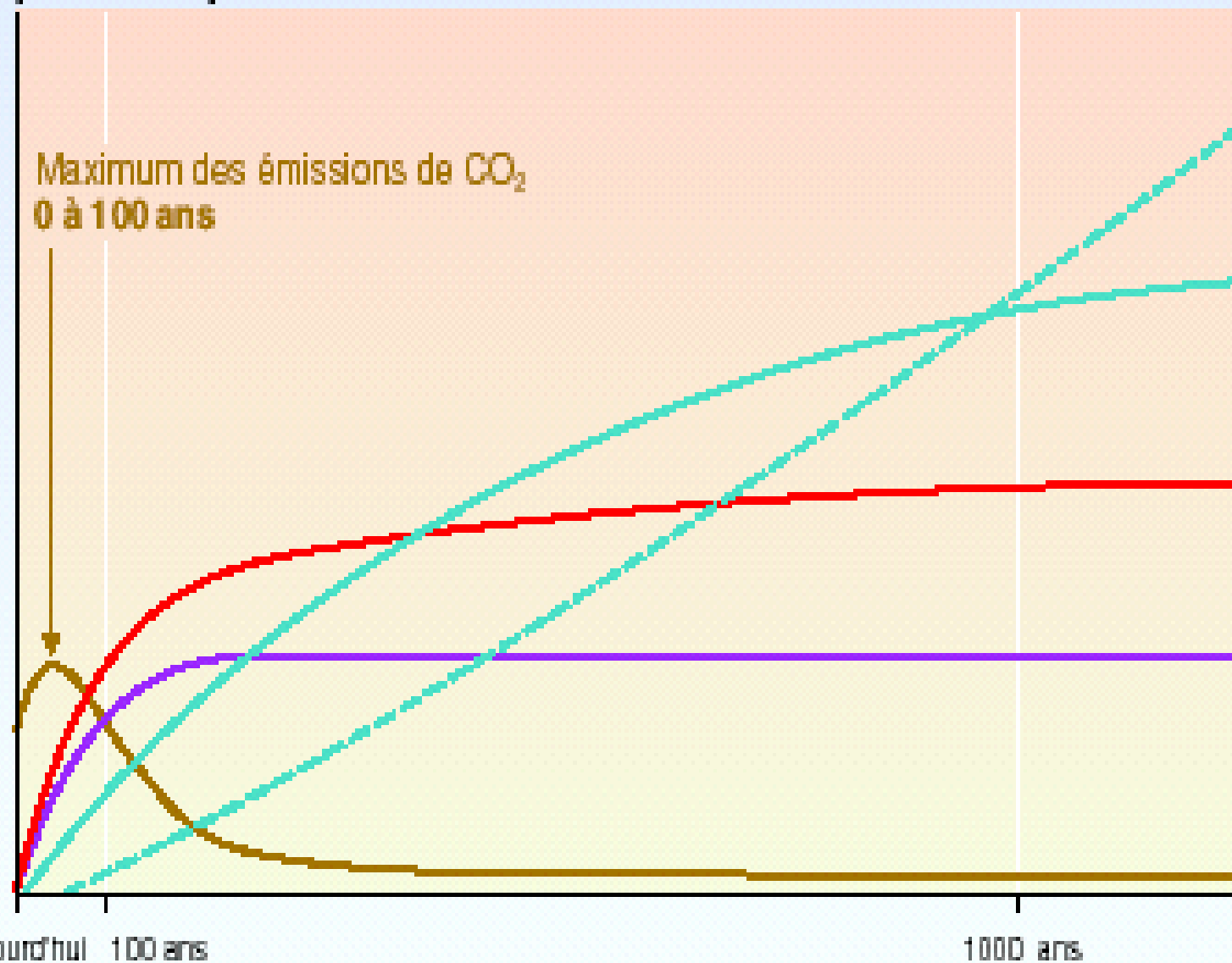
Ministère de l'intérieur

# Un 1/2 siècle de transition énergétique

- Temps court, temps long
- Facteur 2 / facteur 4
- Nord et sud, engagements de l'après Kyoto
- Sud:
  - Pays à scénarios « à l'occidentale »
  - Pays « en mal de développement »

# La concentration de CO<sub>2</sub>, la température, et le niveau de la mer continuent d'augmenter bien après la réduction des émissions

Ampleur de la réponse



Temps nécessaire pour parvenir à l'équilibre

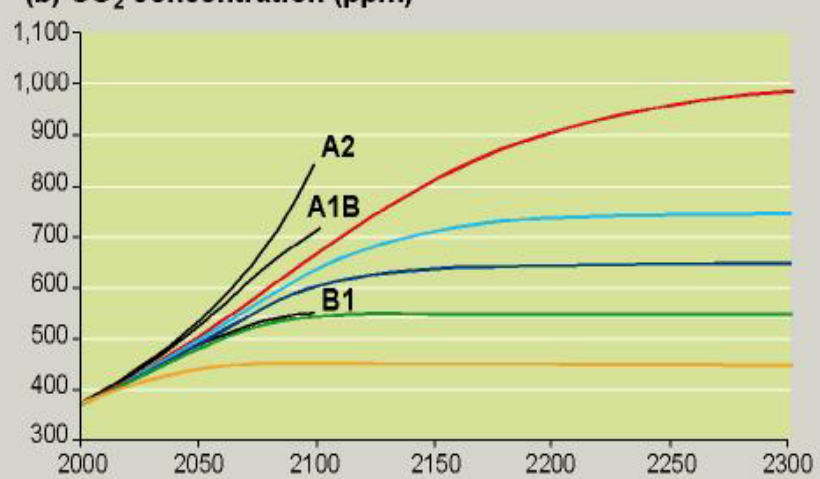
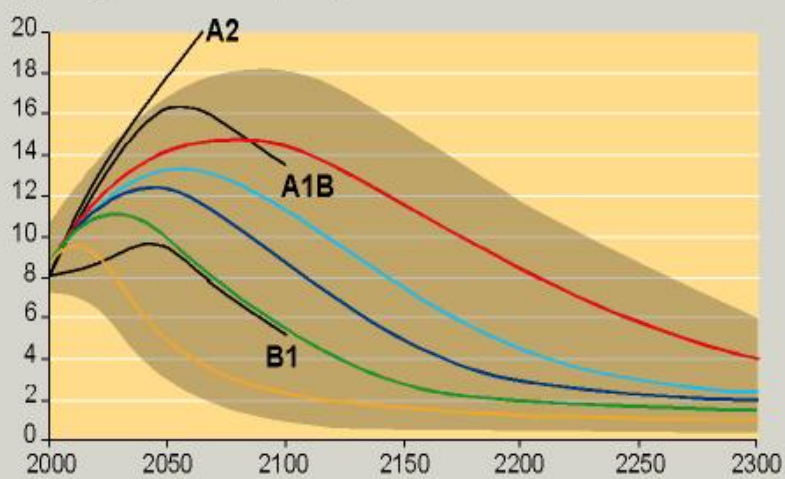
Elévation du niveau de la mer due à la fonte des glaces :  
Plusieurs milliers d'années

Elévation du niveau de la mer due à la dilatation thermique :  
Des siècles à des millénaires

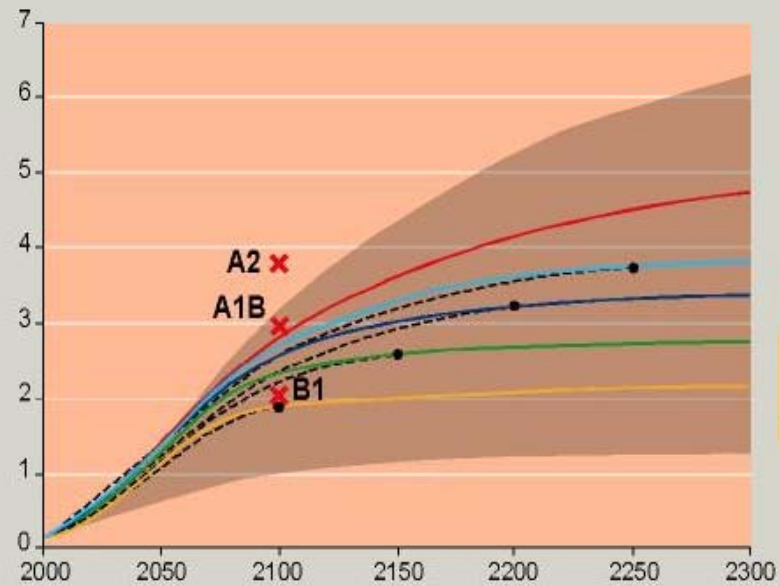
Stabilisation de la température :  
Quelques siècles

Stabilisation du CO<sub>2</sub> :  
100 à 300 ans

Emissions de CO<sub>2</sub>



(c) Global mean temperature change (°C)



**WRE profiles**

- WRE 1000
- WRE 750
- WRE 650
- WRE 550
- WRE 450

**S profiles**

----

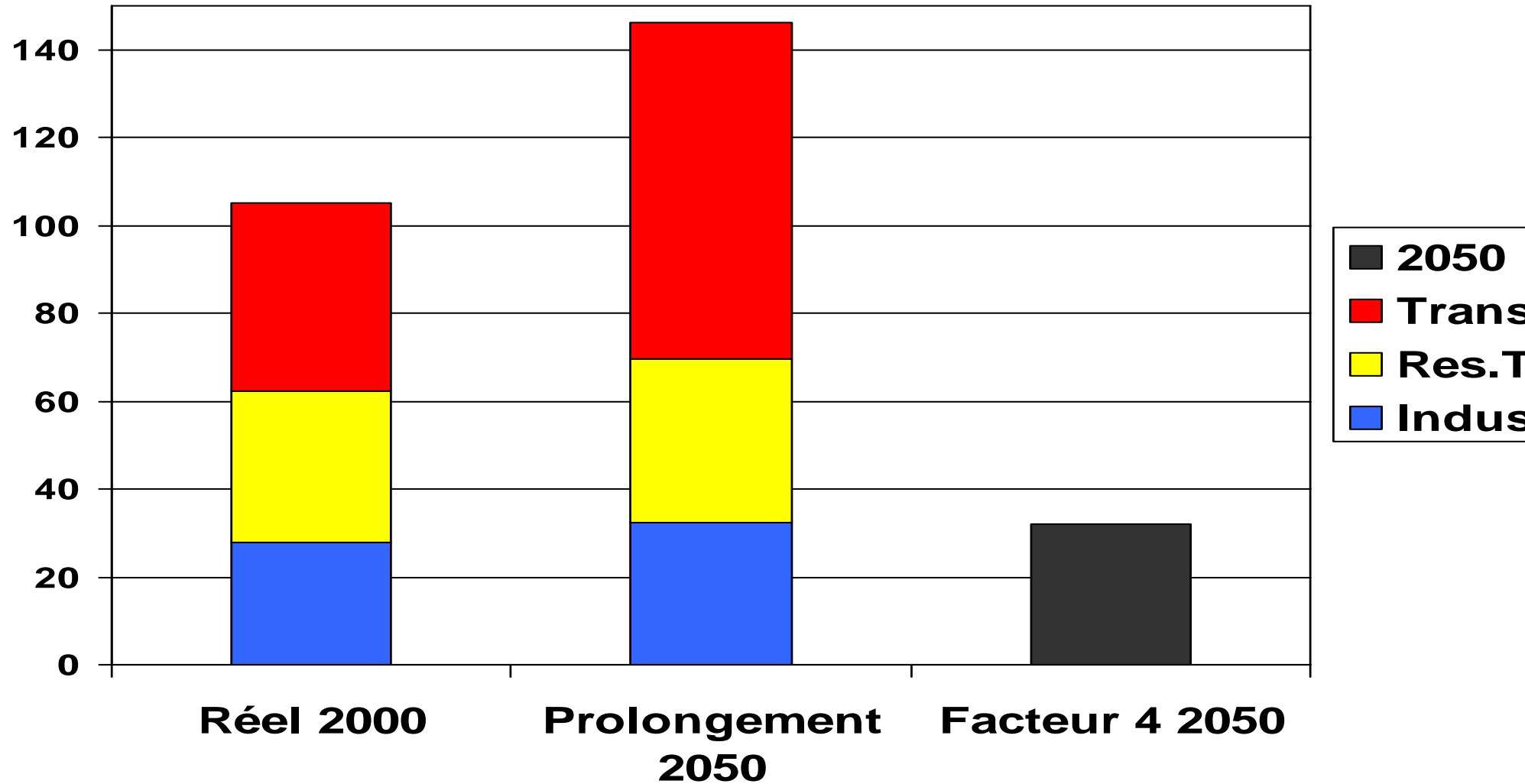
**SRES scenarios**

—

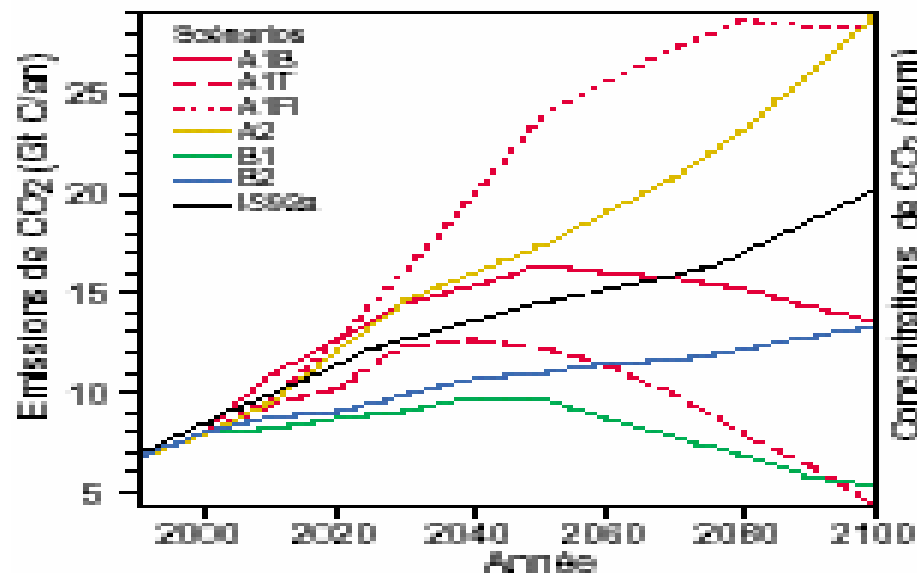


# France : émissions à l'horizon 2050

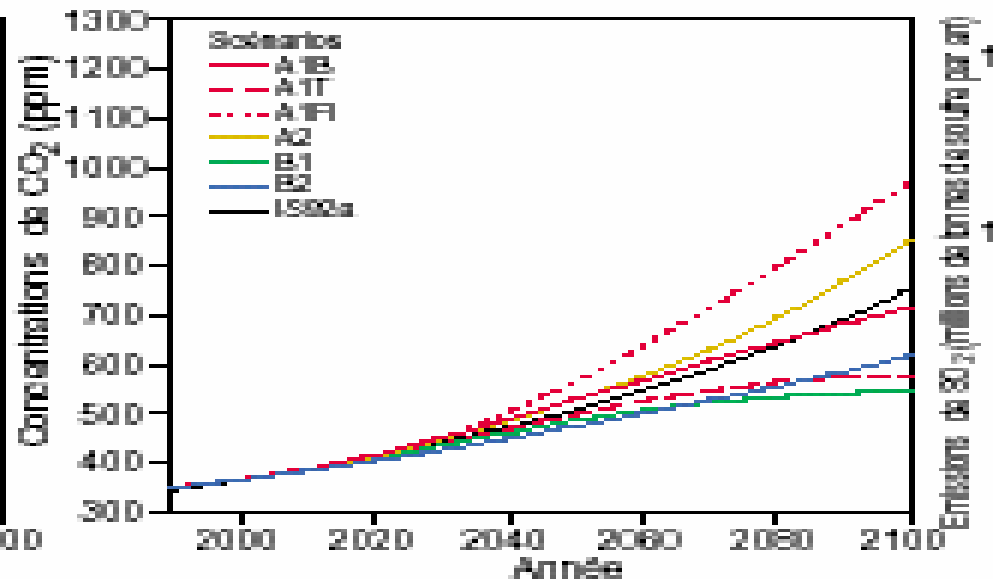
En MtC



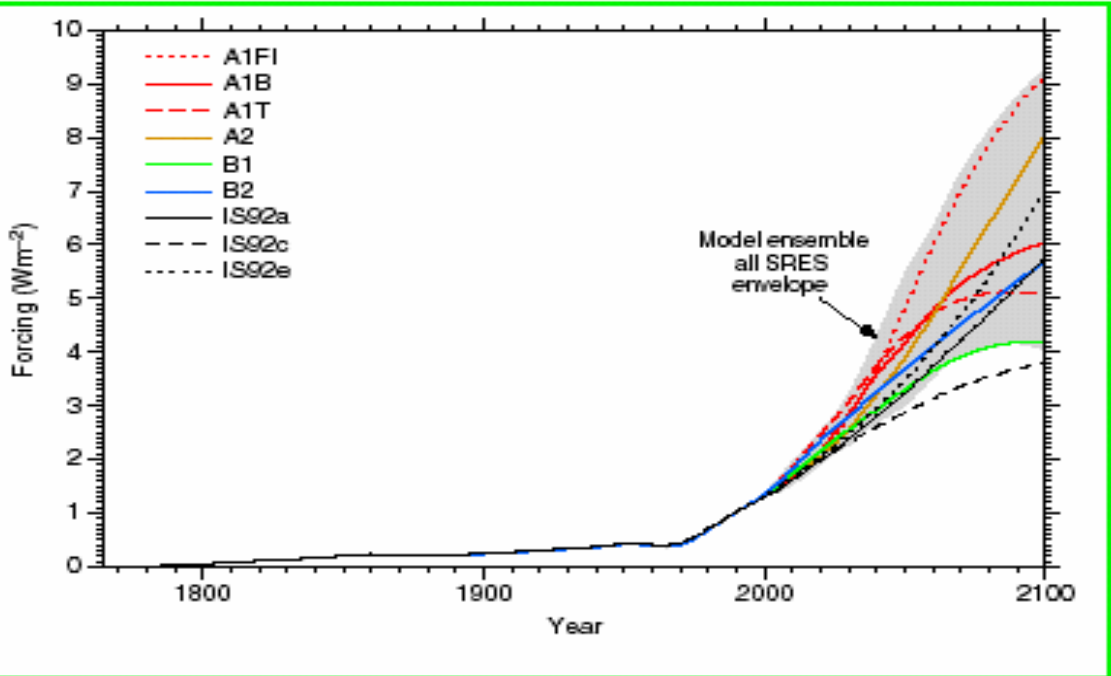
a) Emissions de CO<sub>2</sub>



b) Concentrations de CO<sub>2</sub>



Emissions de CO<sub>2</sub> (millions de tonnes équivalent par an)



**L'effet de serre va continuer à augmenter**

**Les scénarios du GIEC tiennent compte de l'ensemble des gaz à effet de serre et des aérosols**

**Pas de surprise : plus les émissions sont élevées plus les concentrations le sont.**

**Et plus l'effet de serre augmente**



# Transition énergétique...

## ...ou sociétale

- Les fondamentaux :
  - Sobriété énergétique = - action sur la **demande**
    - efficacité des technologies
    - Limitation de l'**usage** des fossiles
  - rapprochement Offre de la **demande**

Réduire  
l'empreinte  
énergétique

**Décarboniser**

**limiter les autres  
impacts  
négatifs**

**Economiser**

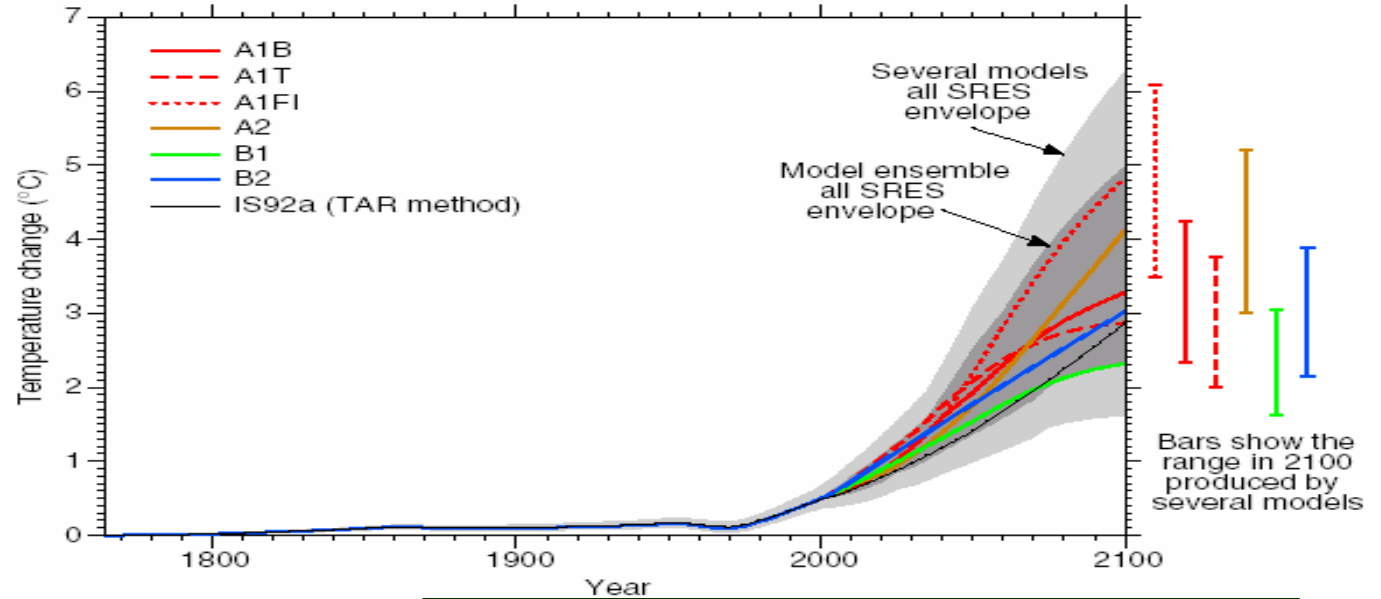
- Cycle
- contexte



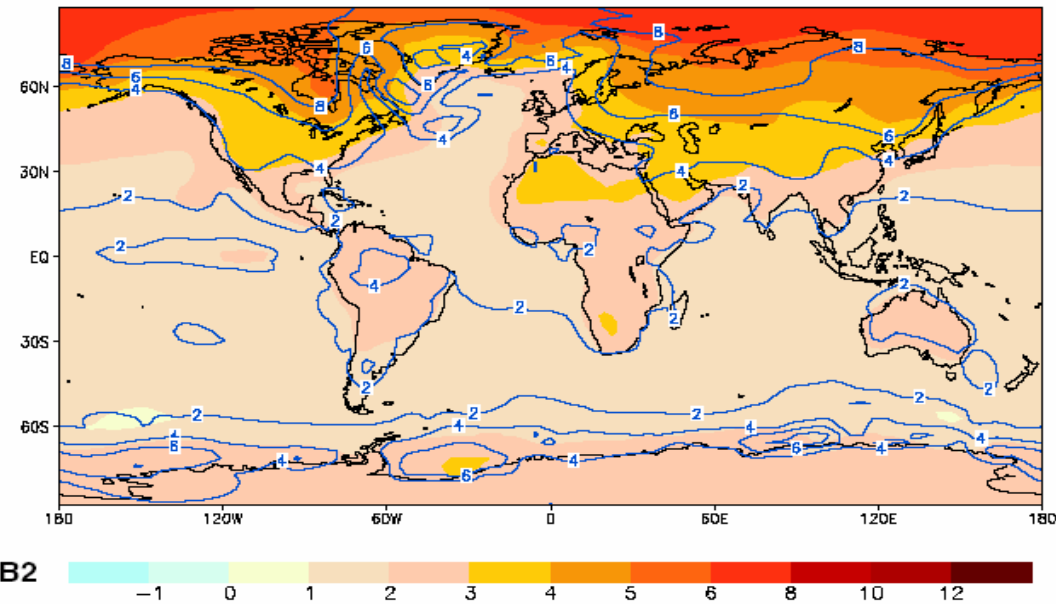


# Prévision d'évolution du climat : résultats

Température globale



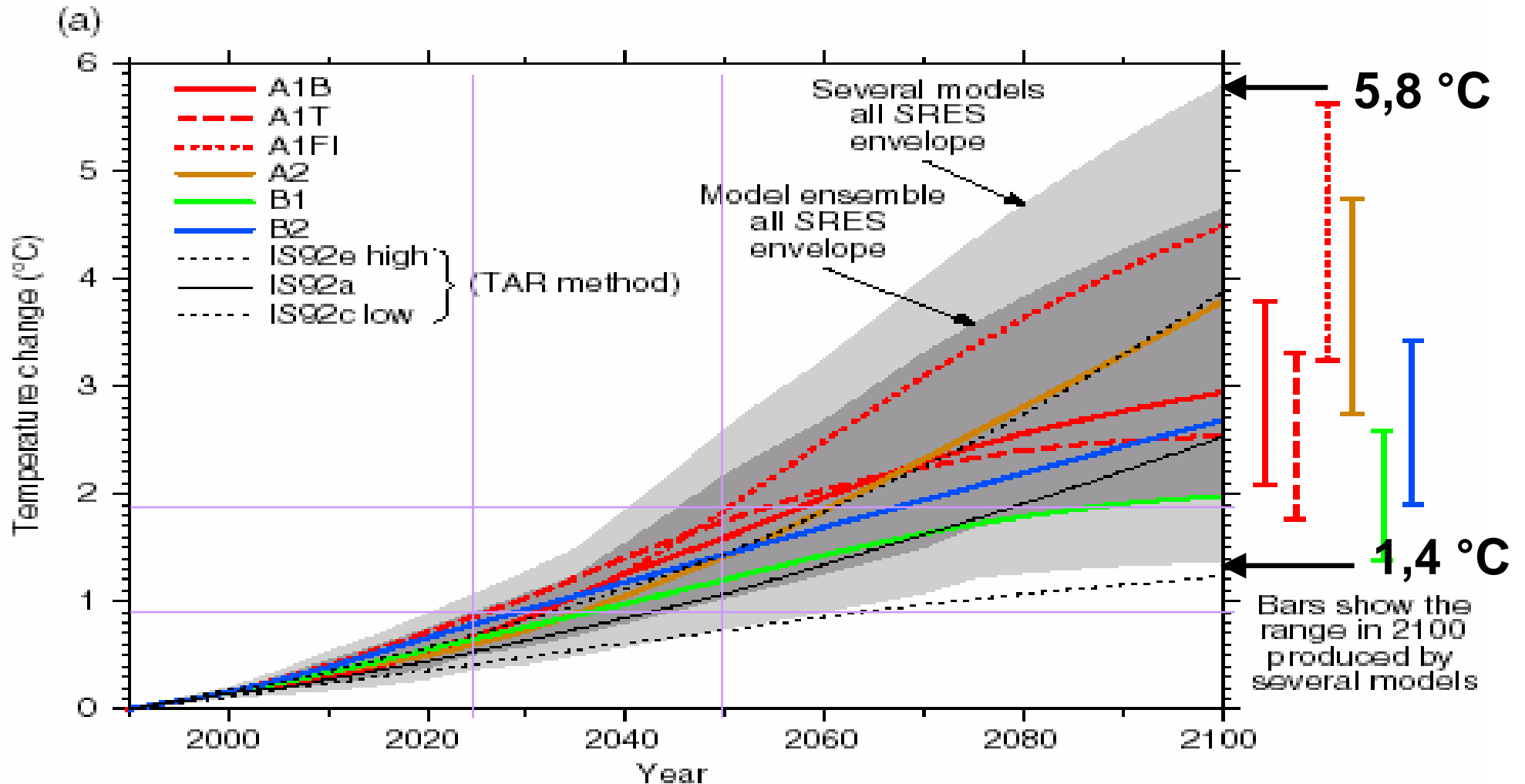
Changement prévu en 2070-2100

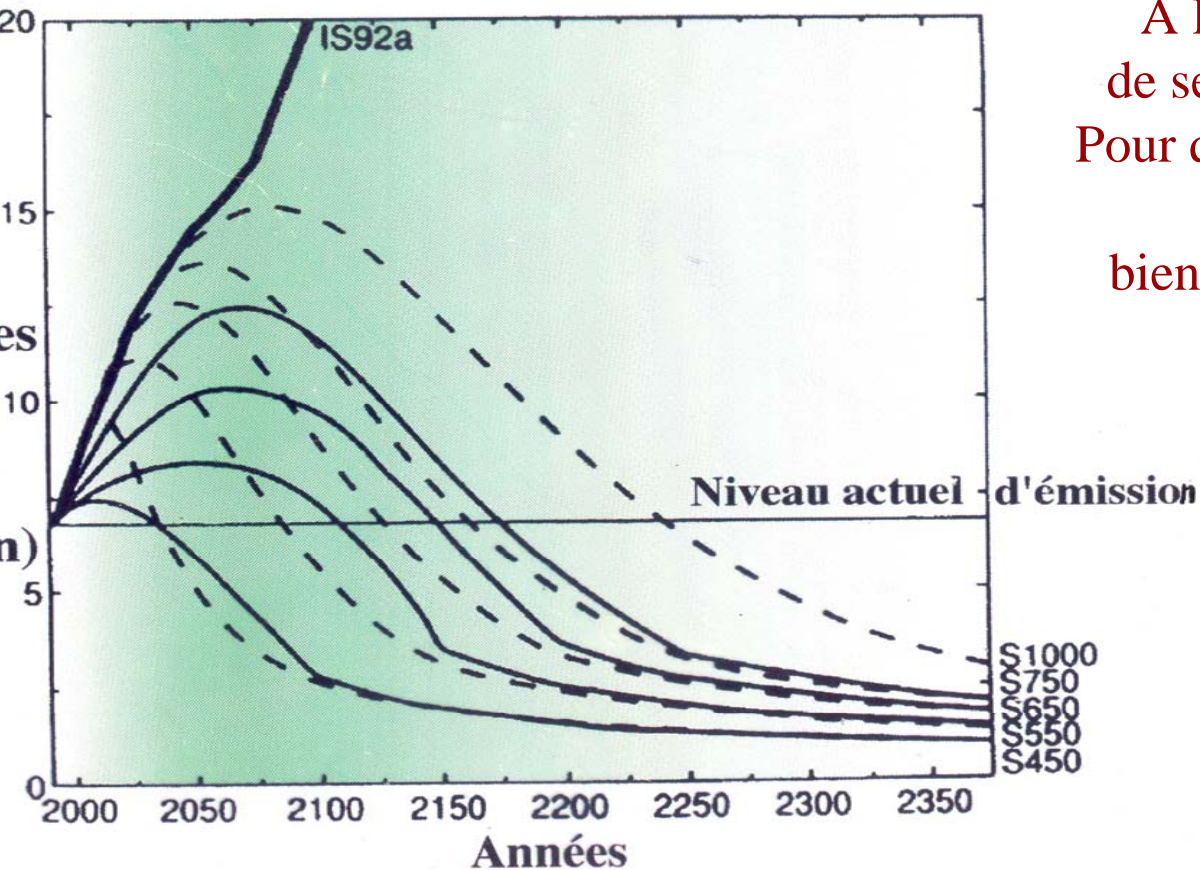


La température moyenne de globale devrait augmenter de 1.4 à 5.8 °C  
Cette incertitude est liée pour environ moitié à notre comportement (plus l'effet de serre augmente, plus le climat se réchauffe) et pour l'autre, au comportement du système climatique (rétroactions difficiles à prendre en compte correctement : nuages .....

# Scenarios GIEC de réchauffement du climat

augmentation de la température moyenne à la surface du Globe





A long terme, la stabilisation de l'effet de serre requiert celle du gaz carbonique. Pour que le CO<sub>2</sub> se stabilise il est nécessaire que les émissions redescendent bien en - dessous des émissions actuelles et ce quel que soit le niveau de stabilisation visé

## 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 »

## Dans le monde

### Gaz carbonique : CO<sub>2</sub>

- 6,4 GtC/an (années 1990)
- Pétrole
- Charbon
- Gaz naturel
- Cimenteries (3%)
- Puits : Océans (1,7 GtC/an)
- Végétation (1,7 GtC/an)

### Méthane : CH<sub>4</sub>

- Emissions naturelles (marais)
- Hydrocarbures
- Agriculture
- Décharges ....

### Oxyde Nitreux

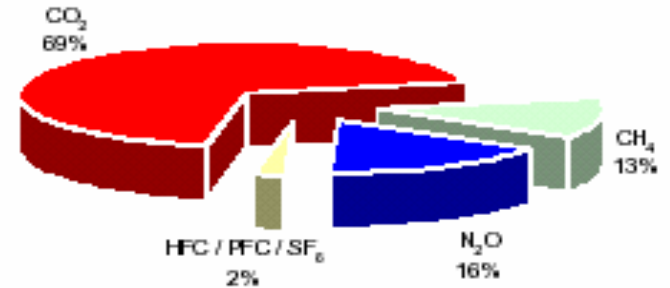
- Emissions naturelles
- Agriculture, élevage, biomasse
- Activités industrielles

### HFC, PFC, SF<sub>6</sub>

### Ozone ....

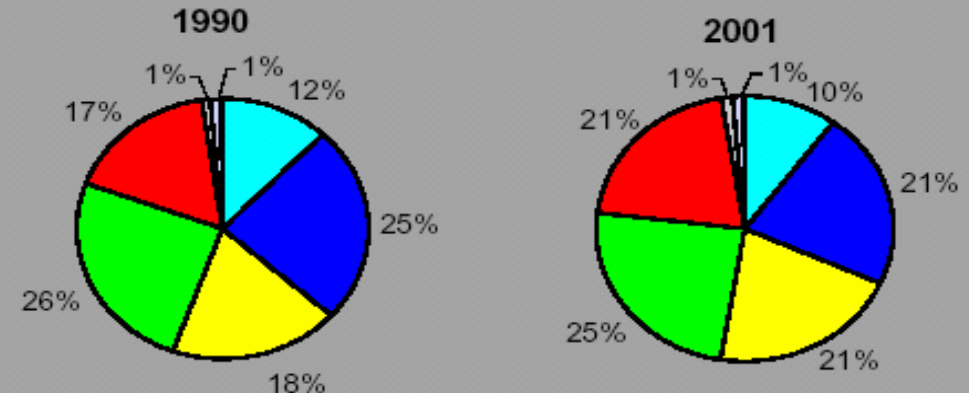
## En France

Contribution des différents gaz à effet de serre au PRG en 2001 (France métropolitaine)

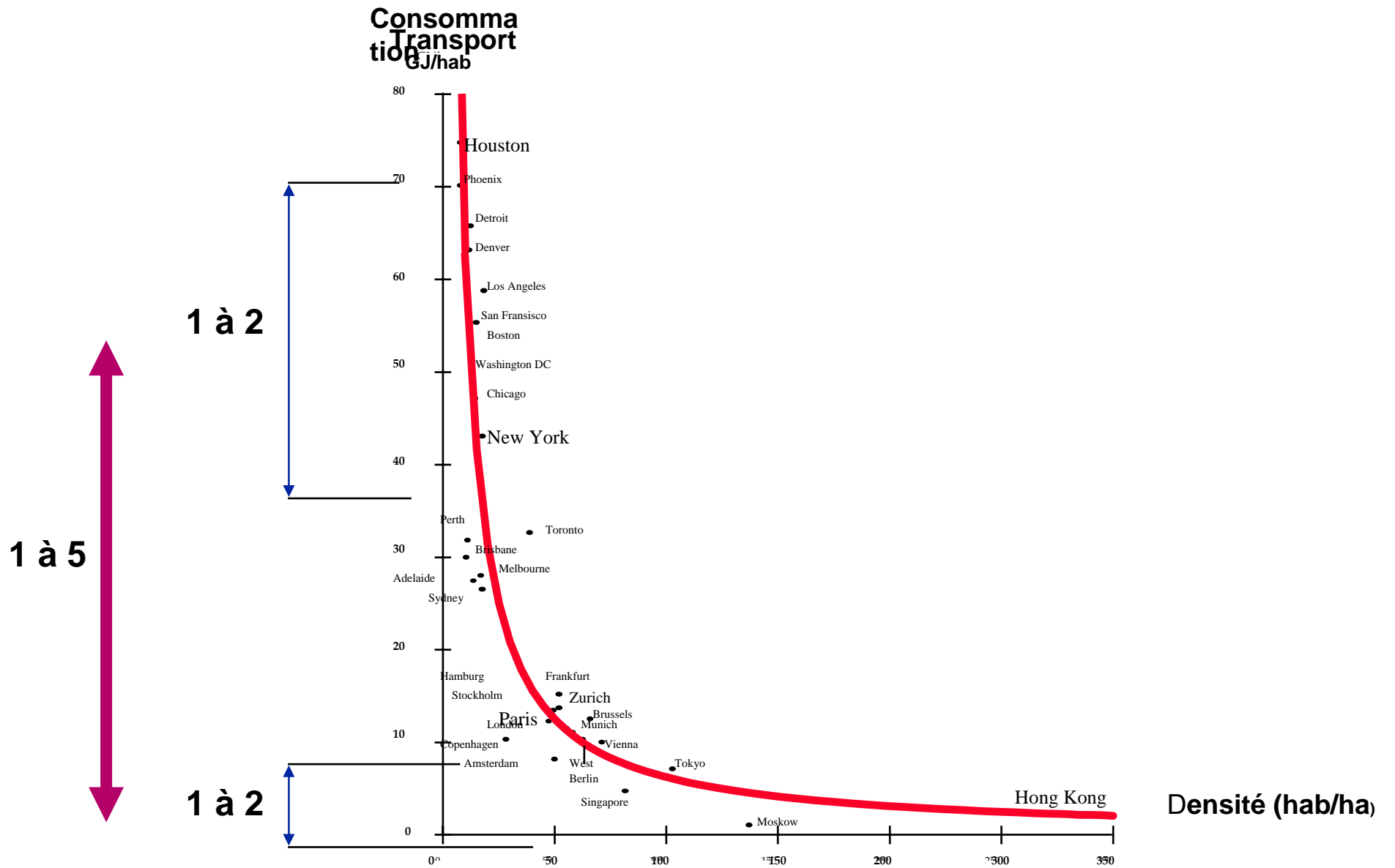


CITEPA / CORALIE / format SECTEN - février 2003

Répartition des émissions de PRG hors puits par secteur



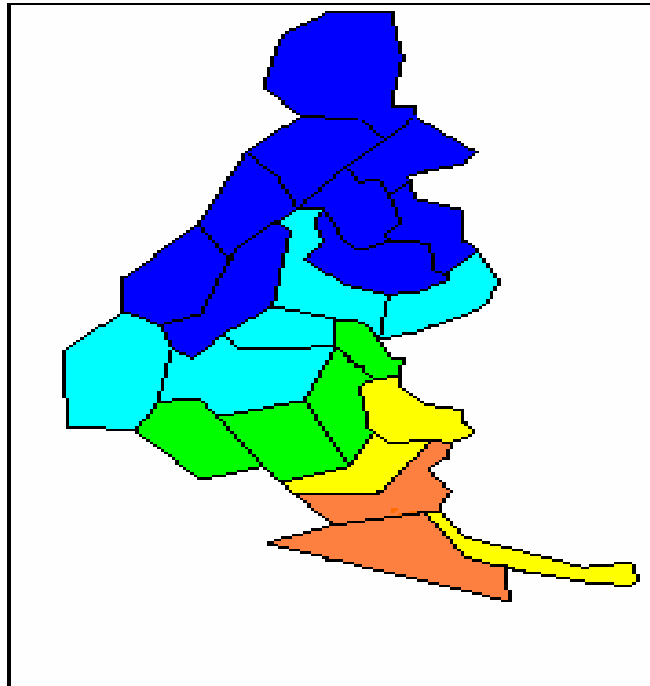




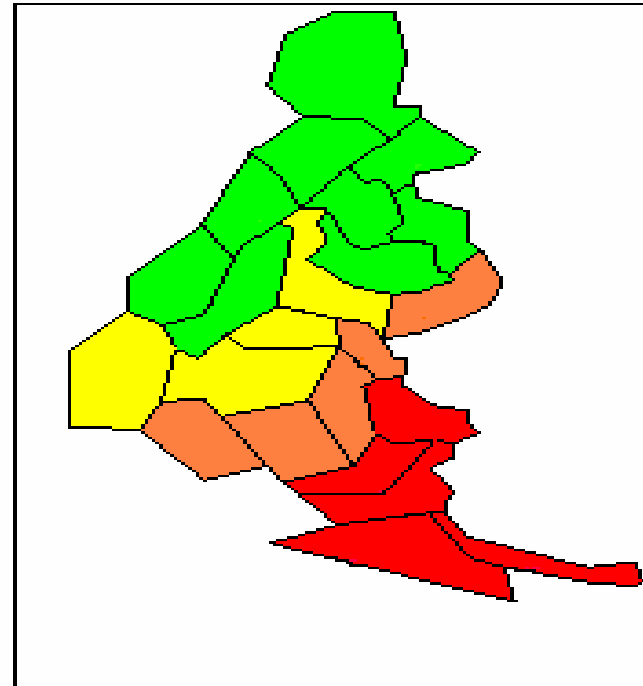
Source NEWMAN & KENWORTHY

# Number of days with snow at 1500m in the Alps Optimistic scenario (550 ppm)

Present



2050









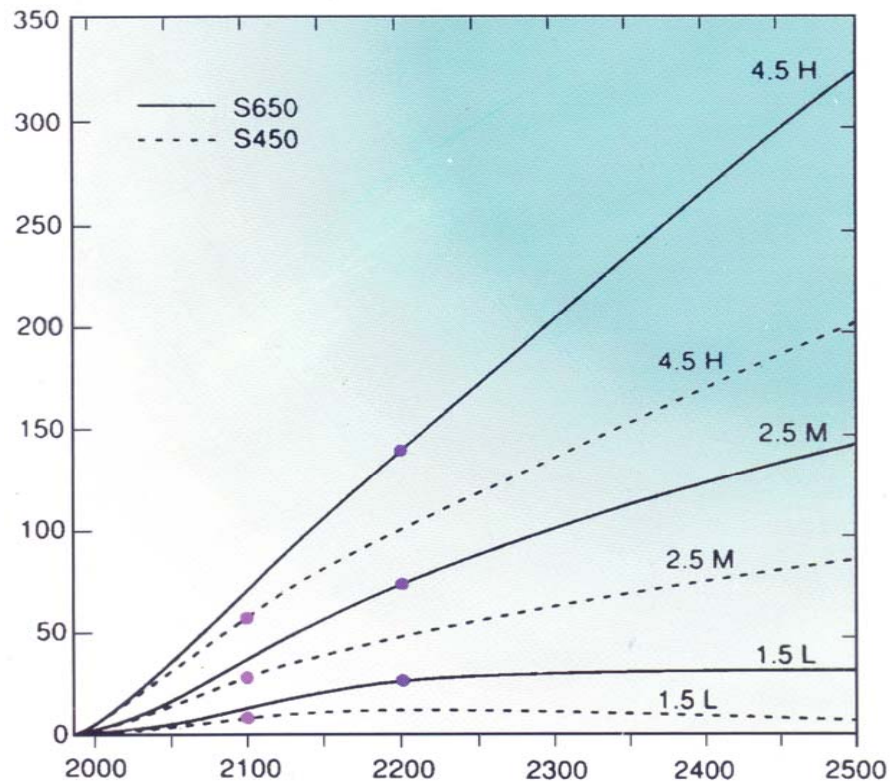








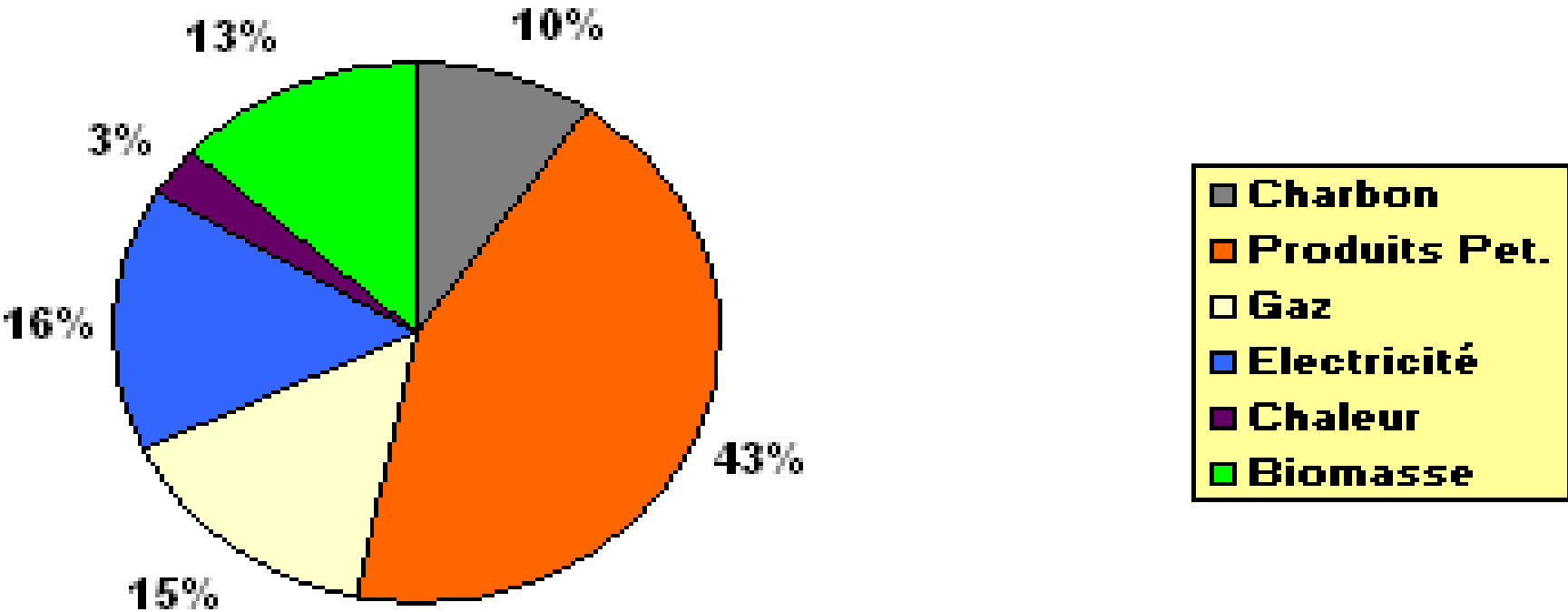
**L'inertie du système climatique** : même si nous arrêtons toutes les émissions, nous devrions faire face à un réchauffement équivalent à celui du XX<sup>e</sup> siècle



**L'inertie du système climatique** : est encore plus importante pour ce qui concerne la contribution de la dilatation de l'océan à l'élévation du niveau de la mer

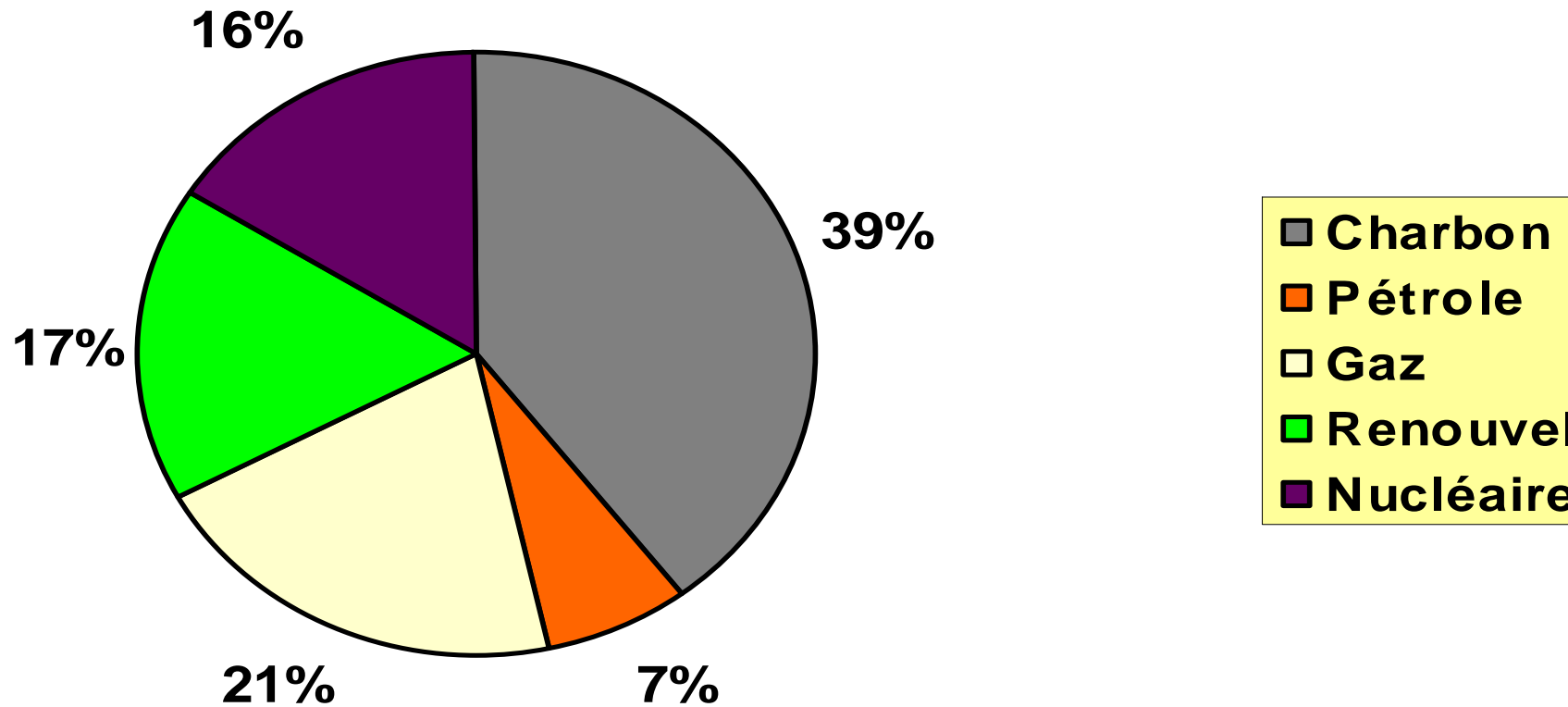
Même en cas de stabilisation de l'effet de serre à la fin du siècle le niveau de la mer va continuer à augmenter régulièrement. S'y ajoute à l'échelle de quelques siècles un risque de fonte partielle du Groenland. **On peut craindre une élévation du niveau de la mer de 3 à 4 mètres au milieu du millénaire .**

**Figure 5 - Monde : Energie finale par produit (2004)**



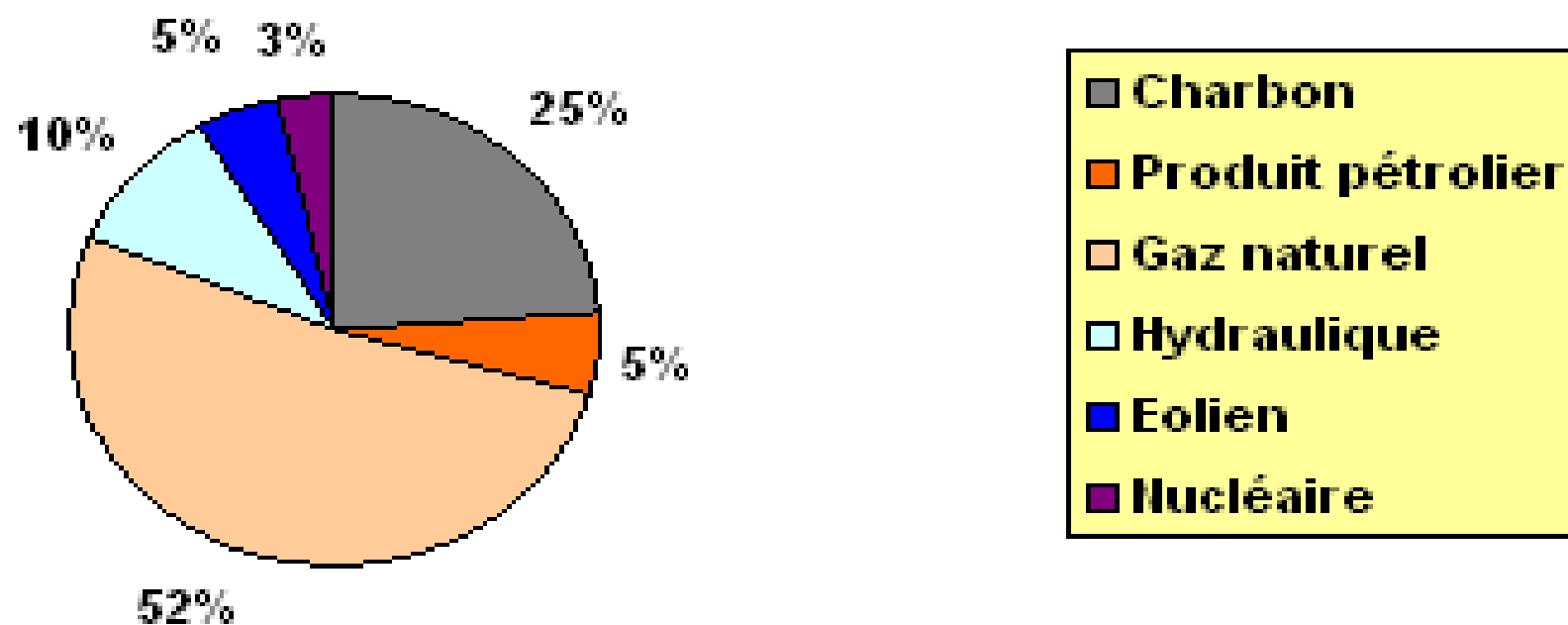


**Figure 9 - Monde : Production d'électricité par source (2004)**

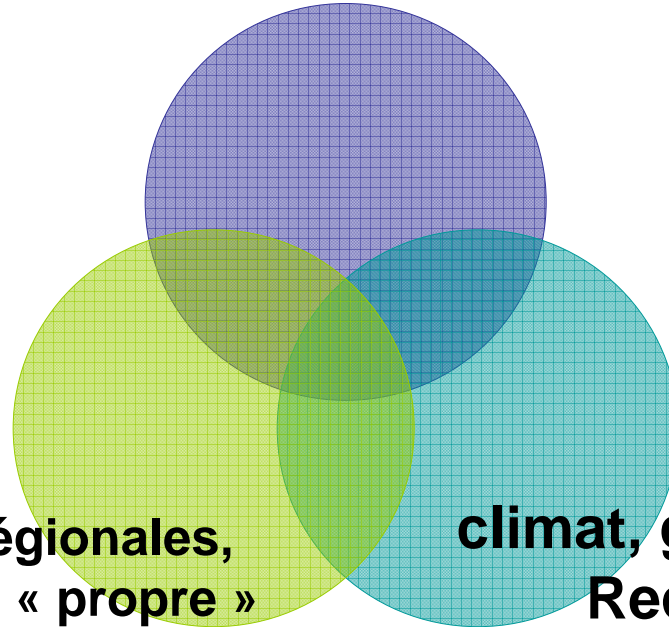




**Figure 10 - Monde : Puissance électrique installée supplémentaire**  
**(Moyenne annuelle sur 2000-2004 : 133 GW)**



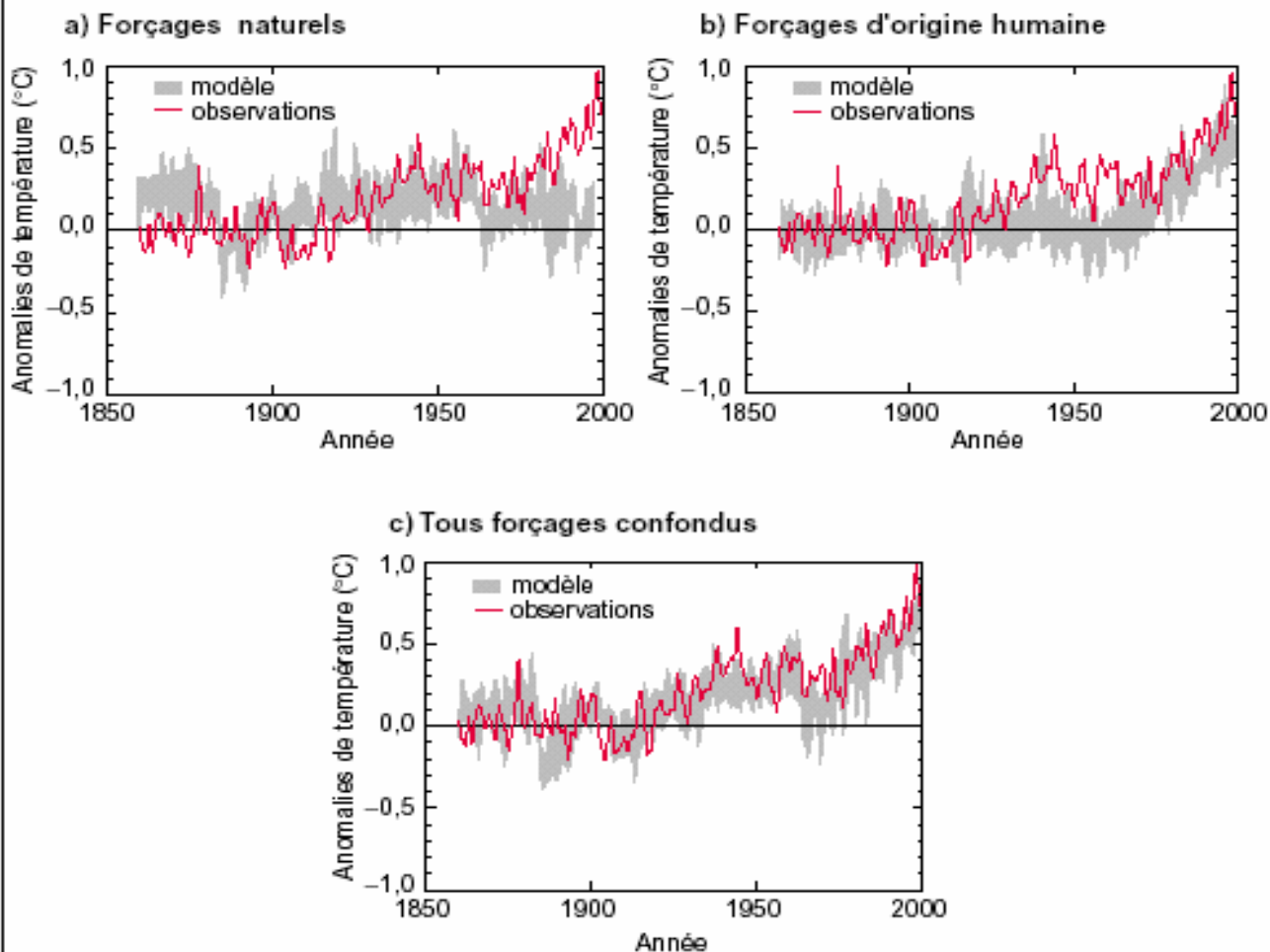
**Charges locatives, nouveaux emplois,  
Reconquête espace public,  
services**



**Valorisation ressources régionales,  
Requalification industrielle « propre »  
Productivité facteurs matériels**

**climat, gestion des ressources  
Recyclage matériaux,  
Eau, air, bruit...**

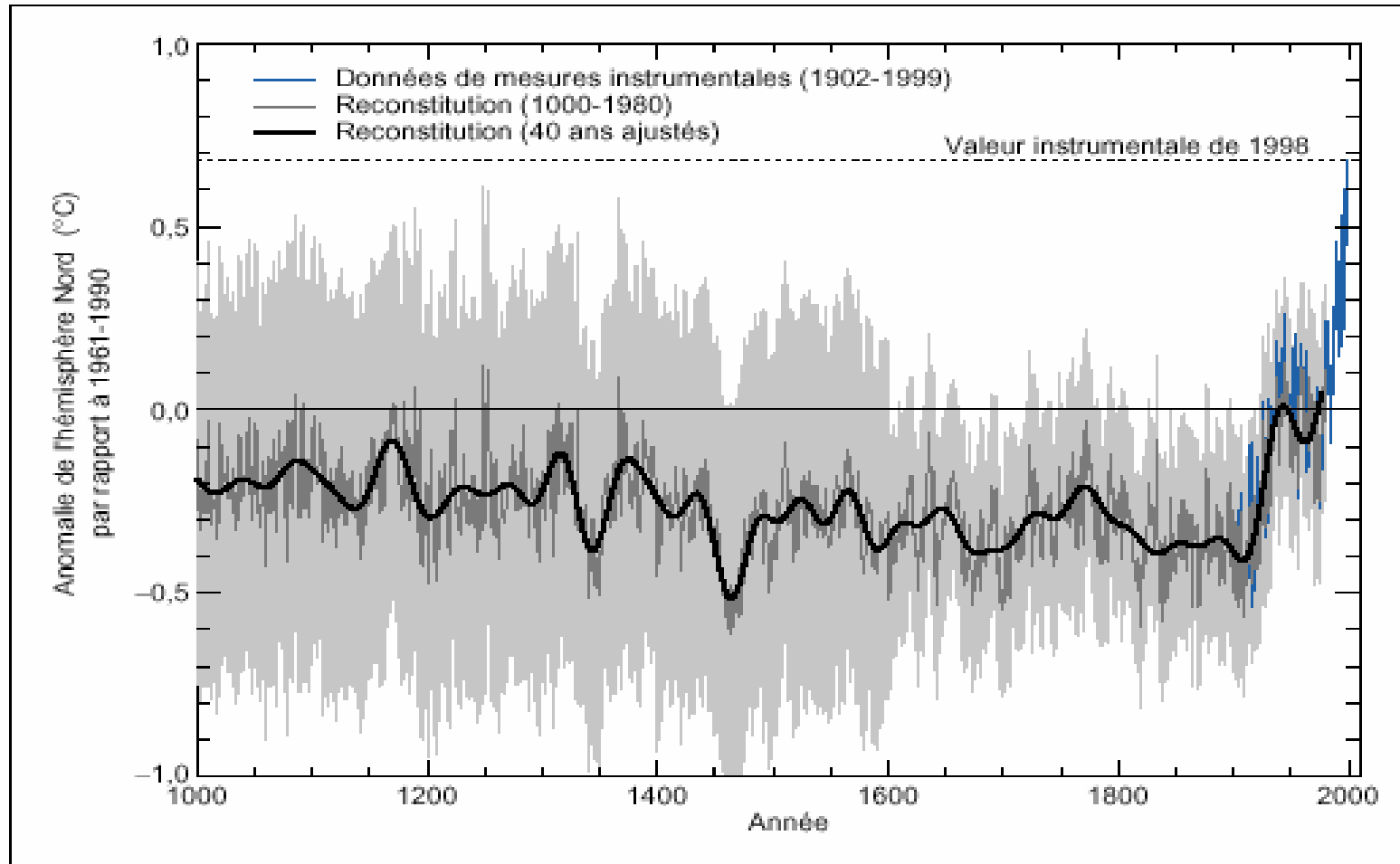
## Températures à la surface simulées et moyennées annuellement et globalement



**Il est nécessaire de combiner les forçages naturels (volcans, rayonnement solaire) et anthropiques (effet de serre, aérosols) pour rendre compte des observations**

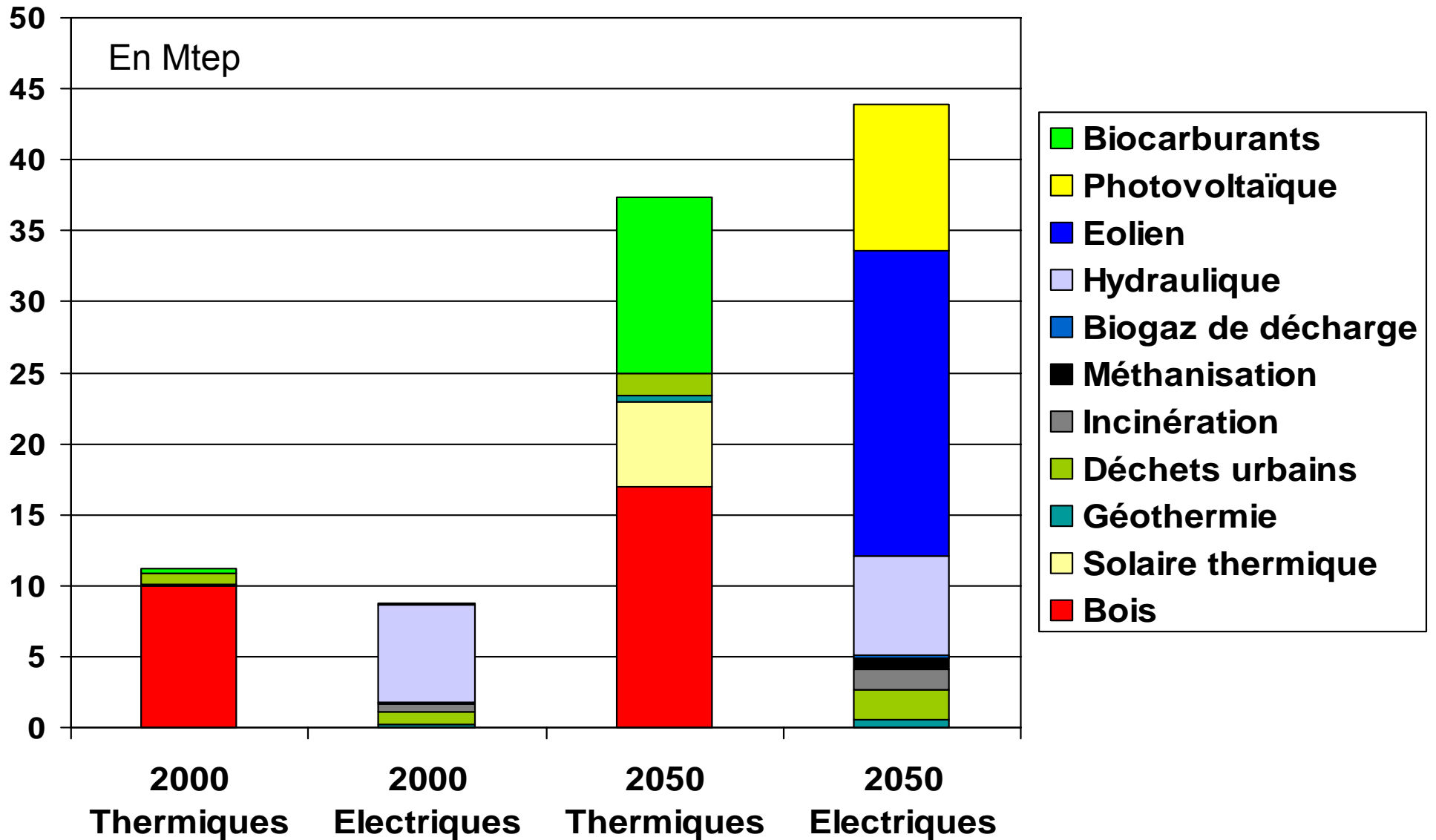


# Meilleure connaissance de la variabilité naturelle du climat



Il est probable que, dans l'hémisphère Nord, le réchauffement observé au XX<sup>e</sup> siècle ait été le plus important des 1000 dernières années. Il est également probable que les années 90 y ait été la décennie la plus chaude

# énergies renouvelables



# 4 Services de 4D

