

DEBAT PUBLIC A 104

Marc DENIS

Docteur en Sciences Physiques
Ingénieur au Centre National d'Etudes Spatiales

Le système Terre

Une source de chaleur : le Soleil

L'atmosphère

~ 79 % d'azote (N_2)

~ 21 % d'oxygène (O_2)

Moins de 1 % de gaz traces

Gaz inertes : argon, xénon, etc.

Gaz à effet de serre : vapeur d'eau (H_2O), gaz carbonique (CO_2), méthane (CH_4), ozone (O_3), etc.

L'océan et les glaces

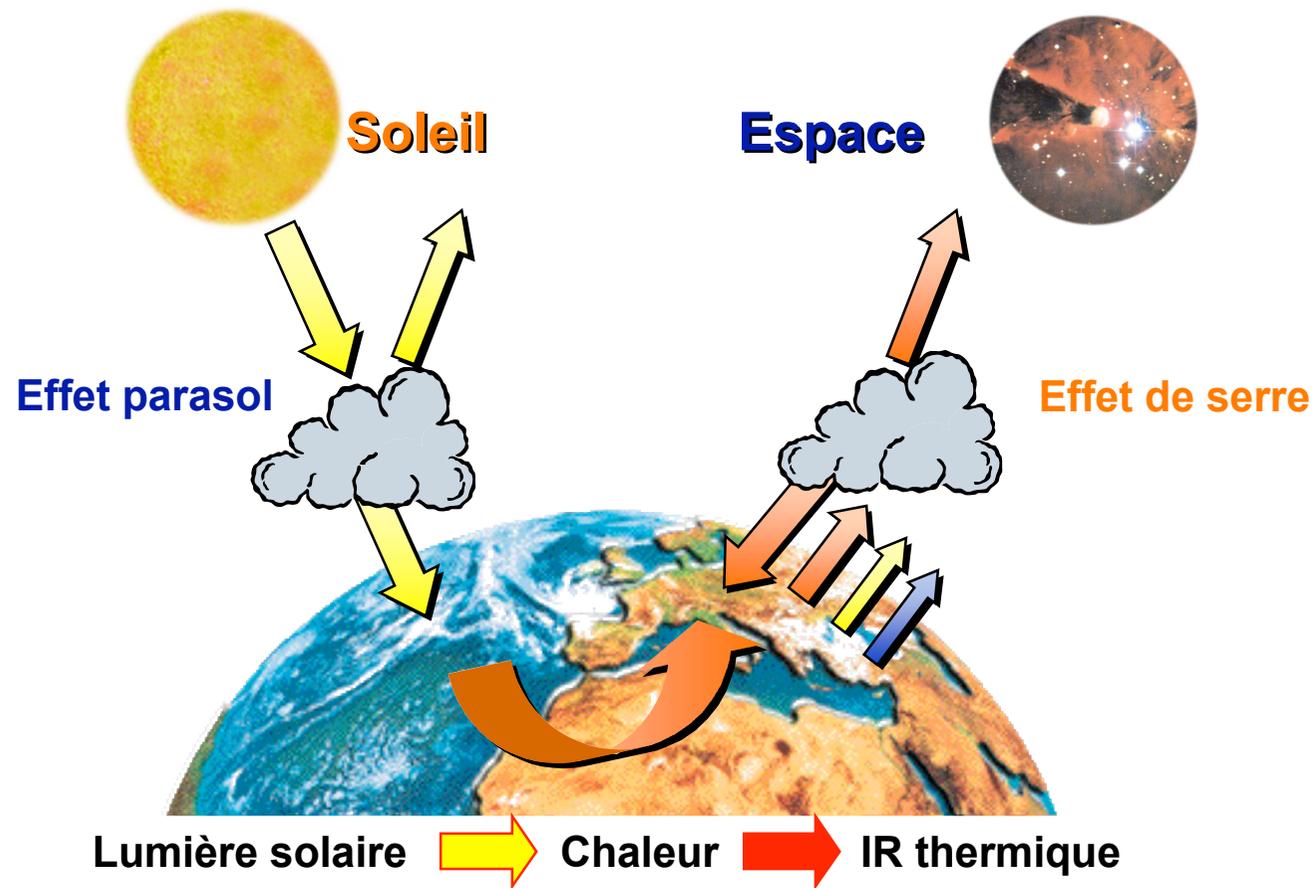
72 % de la surface du globe

Les surfaces continentales, la végétation, les animaux et les hommes

Le climat, une moyenne du temps sur trente ans

- Le climat ne s'observe pas, c'est une « abstraction mathématique », la moyenne du temps en un lieu et à une date donnés.
- Pour toute variable météorologique, on peut calculer une moyenne et un « écart type » par rapport à cette moyenne.
- Plus une valeur s'écarte de la moyenne, moins on a de chances de l'observer
- On appelle **événements extrêmes** les situations qui s'écartent beaucoup de la moyenne, comme les tempêtes, les sécheresses, les inondations, etc.

Comment marche le climat ?



Pourquoi le climat peut changer

- Trois facteurs peuvent modifier le bilan radiatif de la Terre et donc changer son climat :
 - La lumière apportée par le Soleil
 - La lumière réfléchie vers l'espace
 - La chaleur rayonnée par la Terre vers l'espace
- Le mouvement des astres modifie le premier terme, et provoque des glaciations et des périodes chaudes alternées à intervalles de **100.000 ans**, avec des fluctuations de périodes voisines de 19.000 et 40.000 ans.

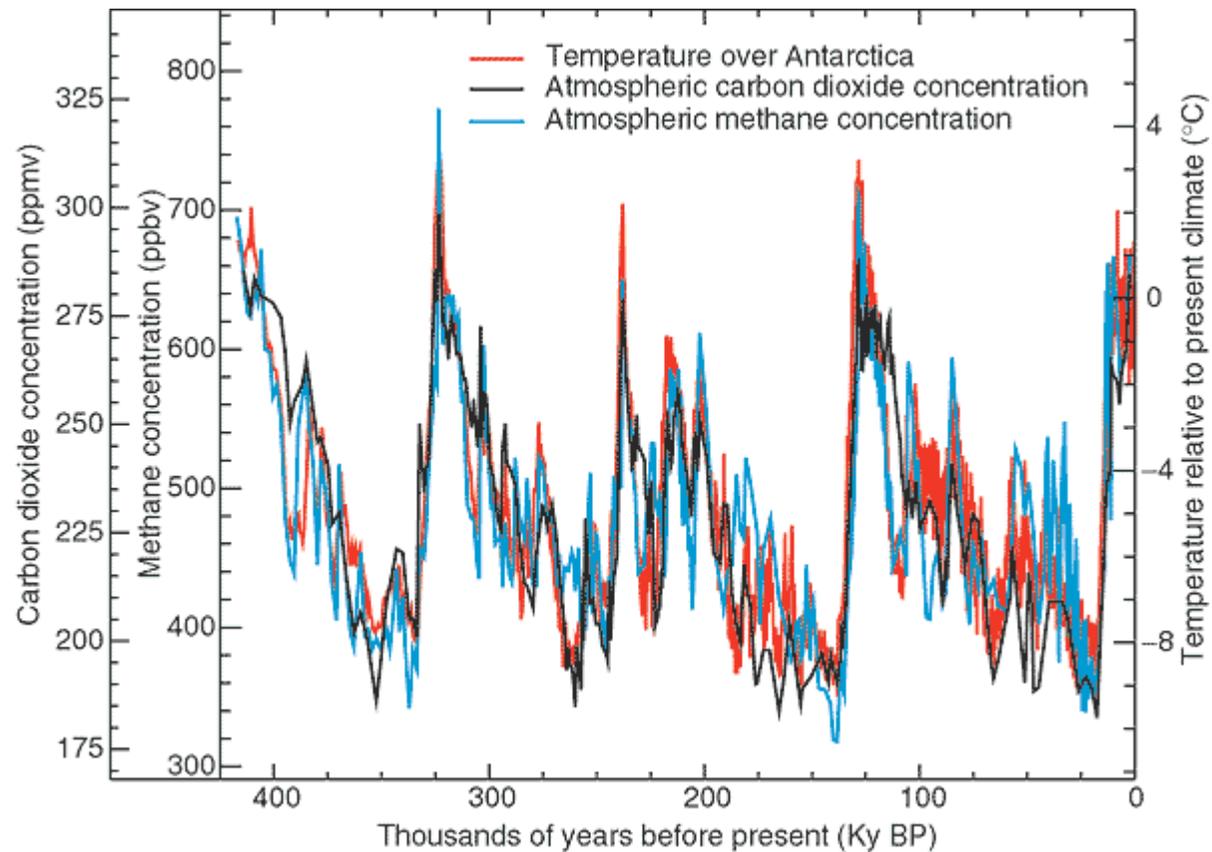
L'effet de serre

- 70 % du rayonnement solaire entrant est absorbé à la surface
- 90 % du rayonnement infrarouge émis par la surface est absorbé dans l'atmosphère, qui reçoit deux fois plus d'énergie du sol que du soleil
- 99 % de l'atmosphère est formée d'azote (N_2) et d'oxygène (O_2)
- Les **gaz à effet de serre** (H_2O , CO_2 , O_3 , CH_4 , etc.) ont trois atomes ou plus
 - La vapeur d'eau fournit la plus grande contribution à l'effet de serre
 - Le gaz carbonique existe en quantité infime dans l'atmosphère, mais sa durée de vie y est beaucoup plus longue
- **Sans effet de serre, la température moyenne de la Terre ne serait que de $-18^\circ C$, au lieu de sa valeur actuelle de $15^\circ C$**

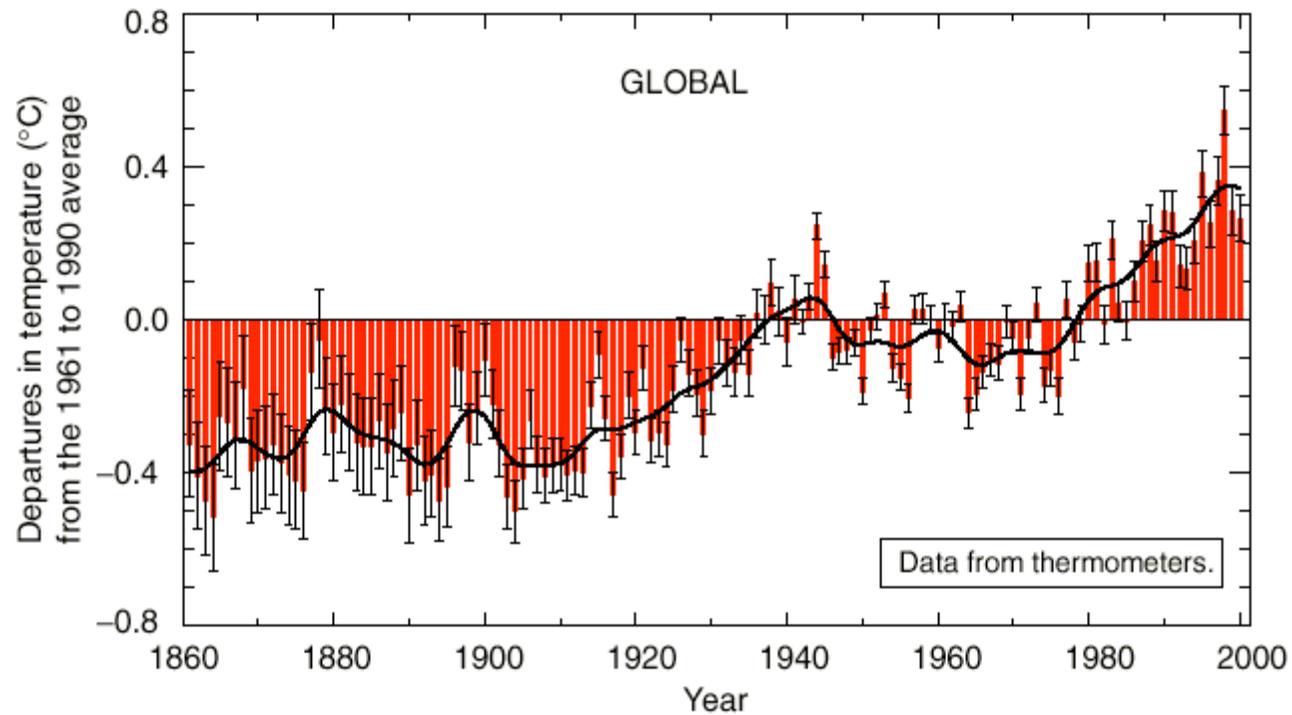
Le changement climatique d'origine humaine

- Depuis deux cents ans, l'activité humaine modifie le bilan radiatif de la Terre par :
 - L'**émission de gaz à effet de serre** (gaz carbonique, méthane, oxydes d'azote, etc.).
 - La **déforestation** dans la zone intertropicale et la **désertification** de vastes espaces.
- L'accroissement de la concentration des gaz à effet de serre provoque un réchauffement, qui entraîne à son tour une accélération du cycle de l'eau qui en amplifie les effets.

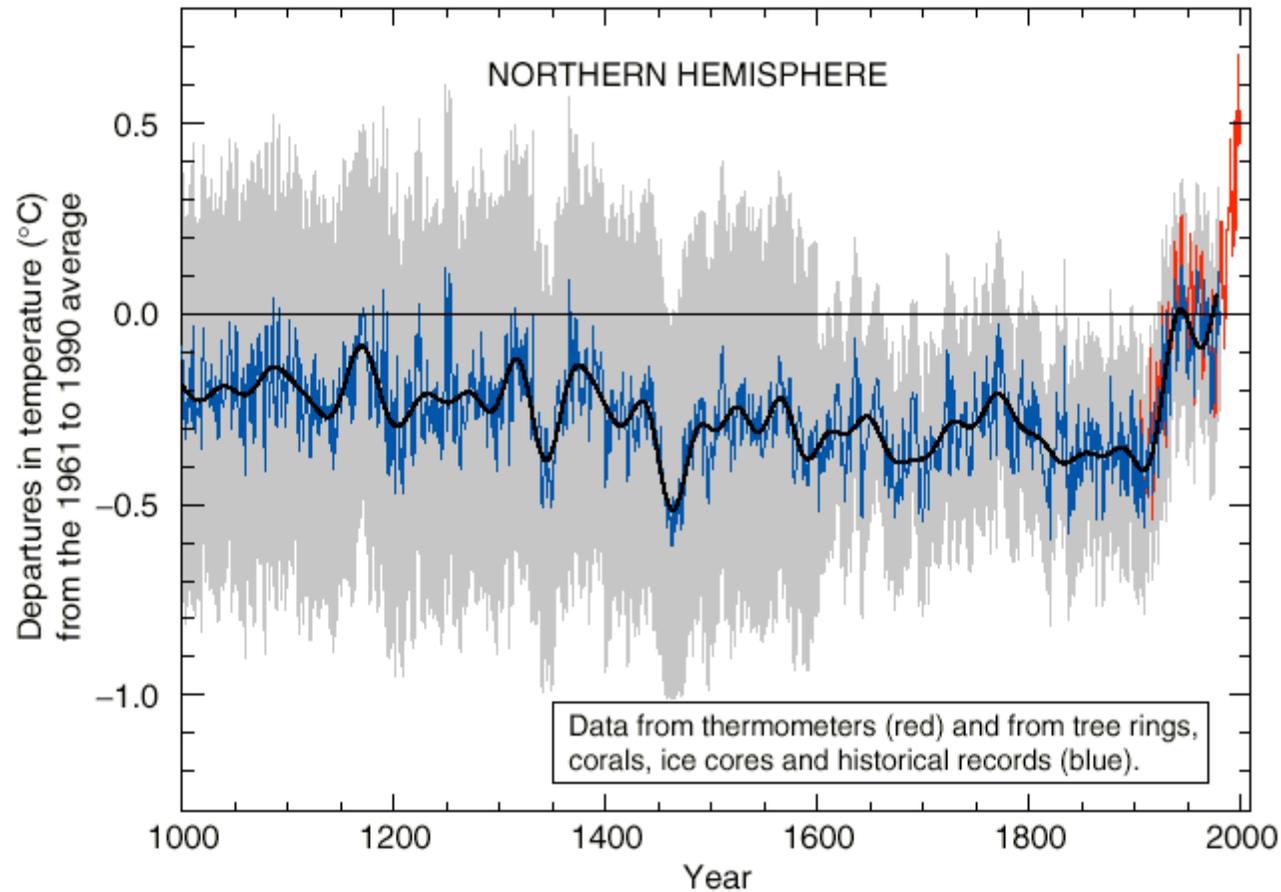
Milliers d'années avant notre ère



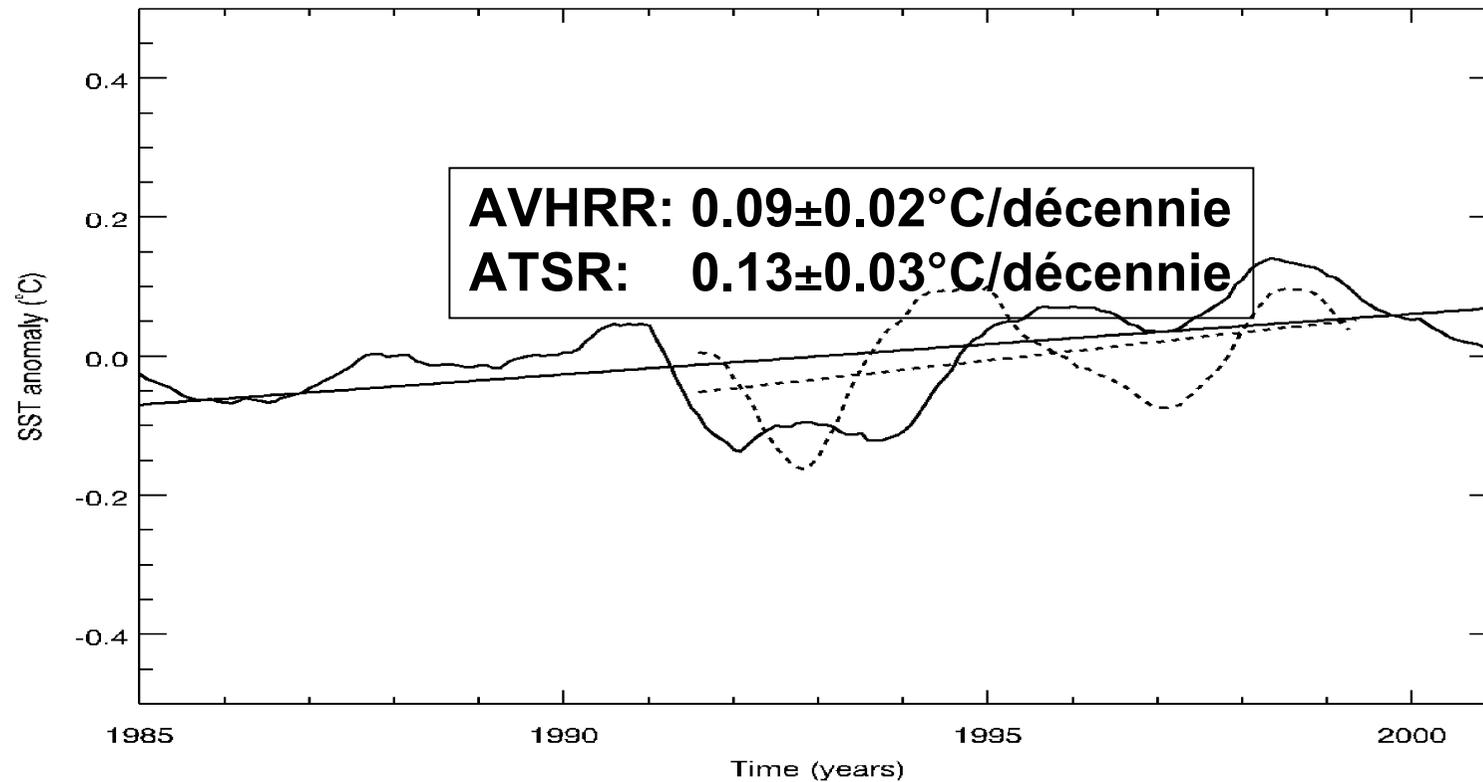
Température moyenne de la Terre, de 1860 à 2000



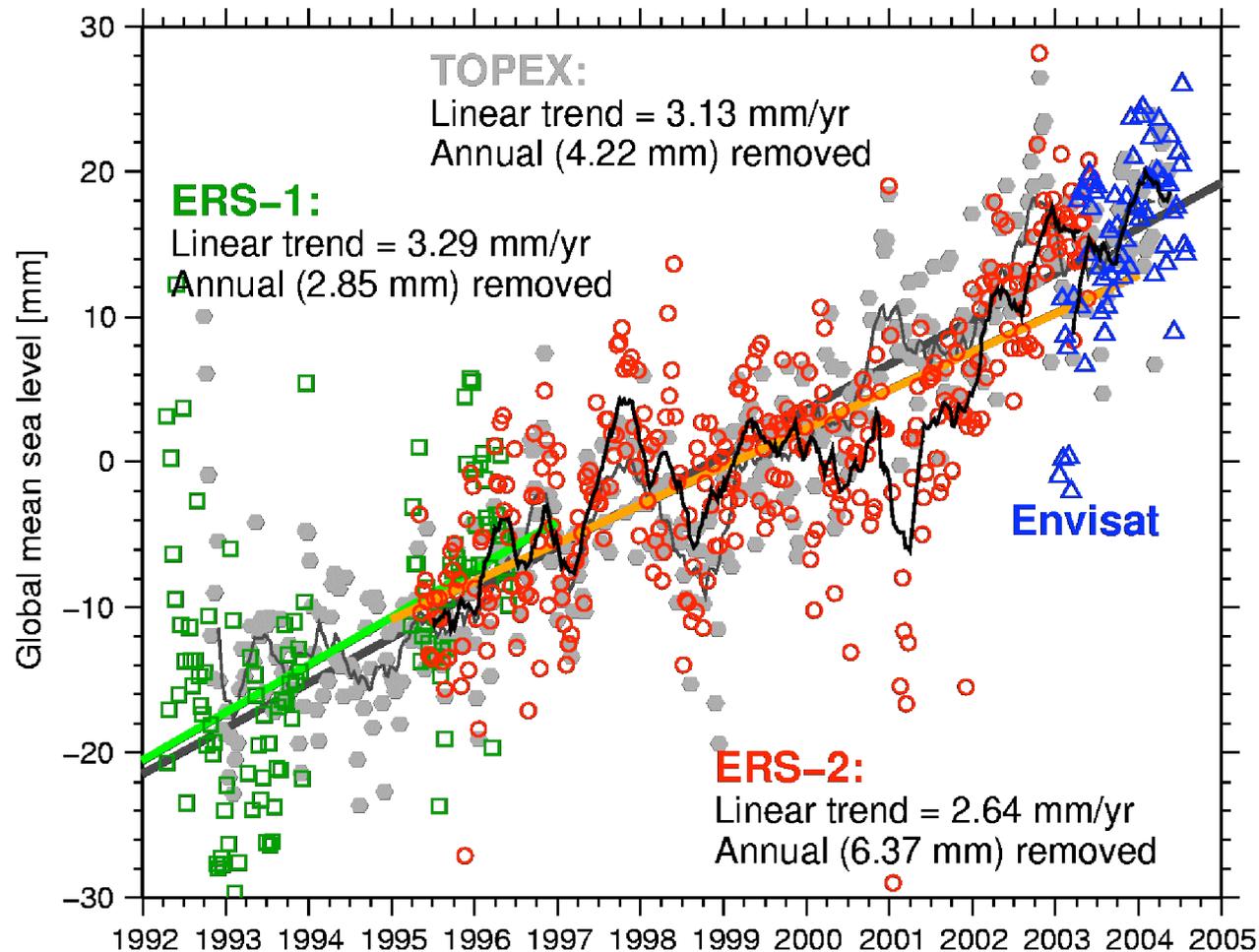
Température moyenne de la Terre depuis mille ans



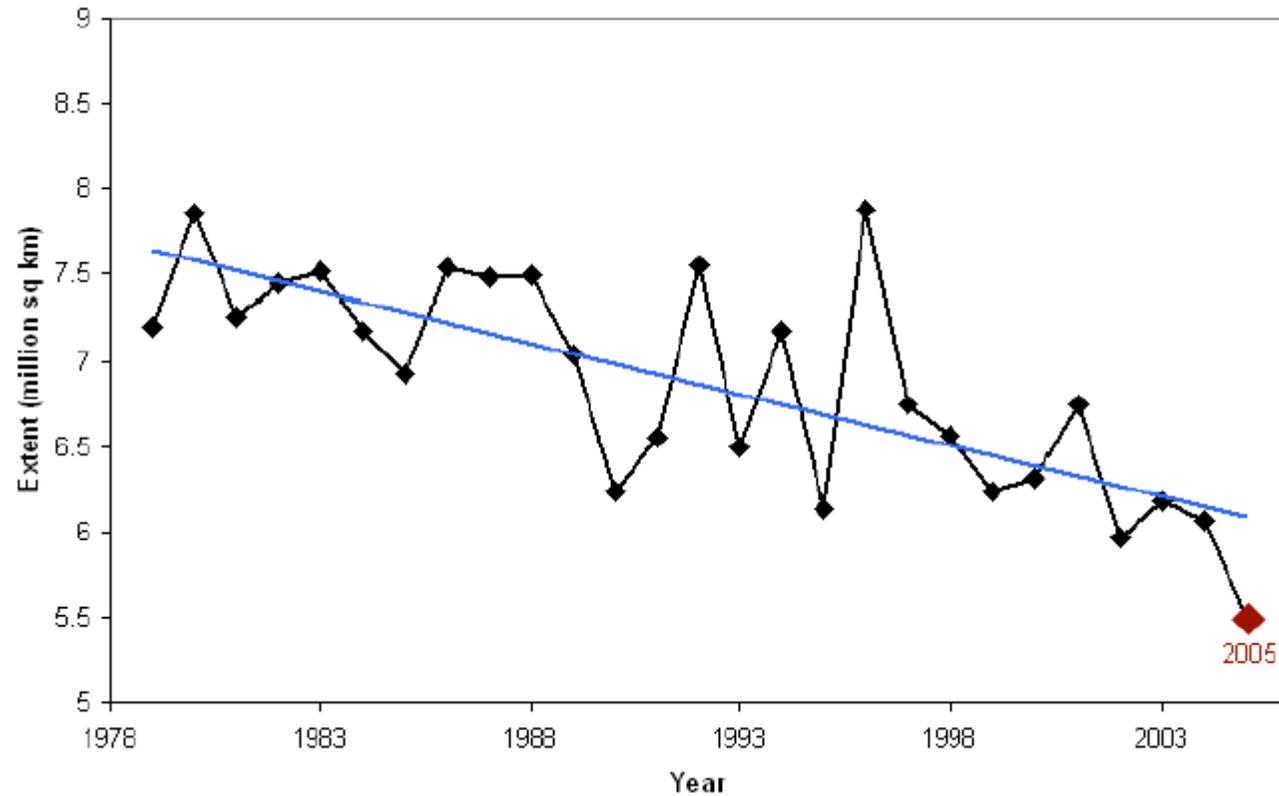
Hausse de la température de surface de la mer d'après ATSR (pointillés) et AVHRR (trait plein)



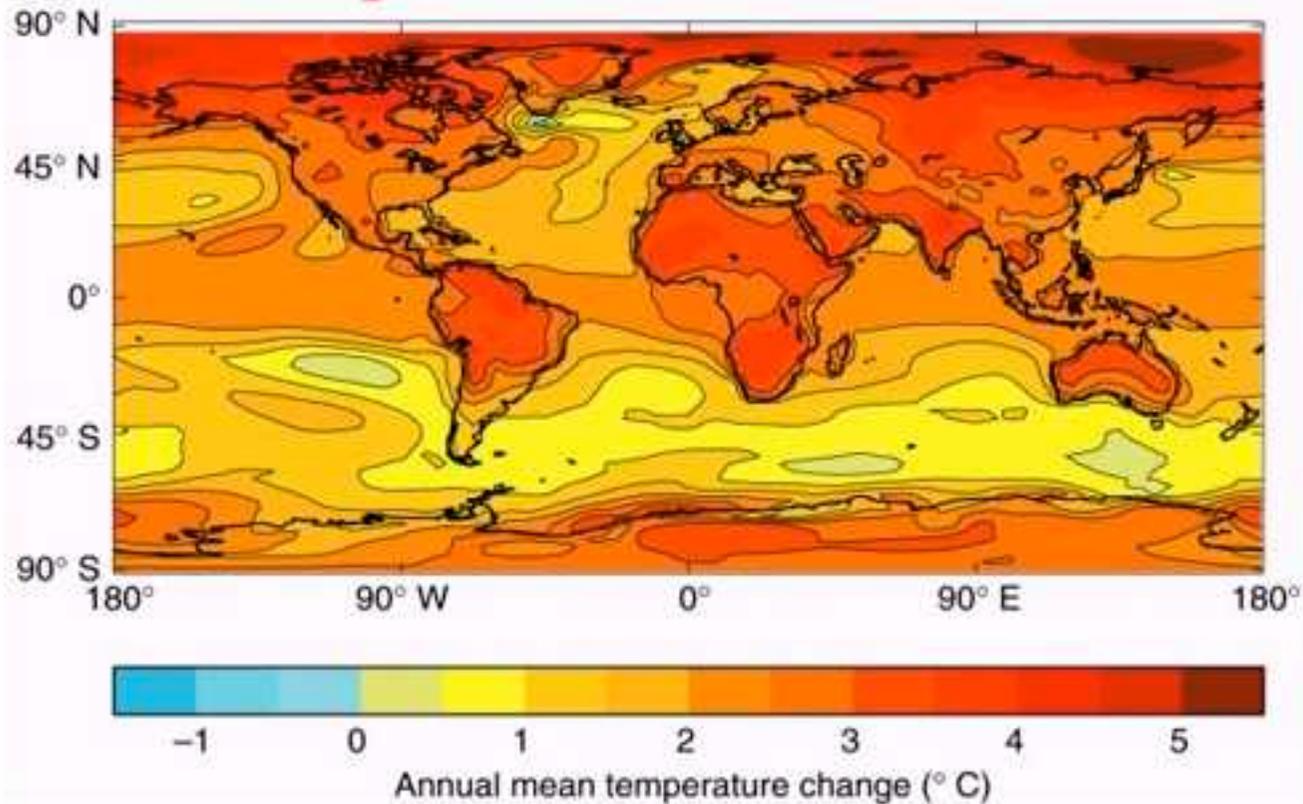
L'élévation du niveau de la mer vue par les satellites Tendance : +3 mm/an



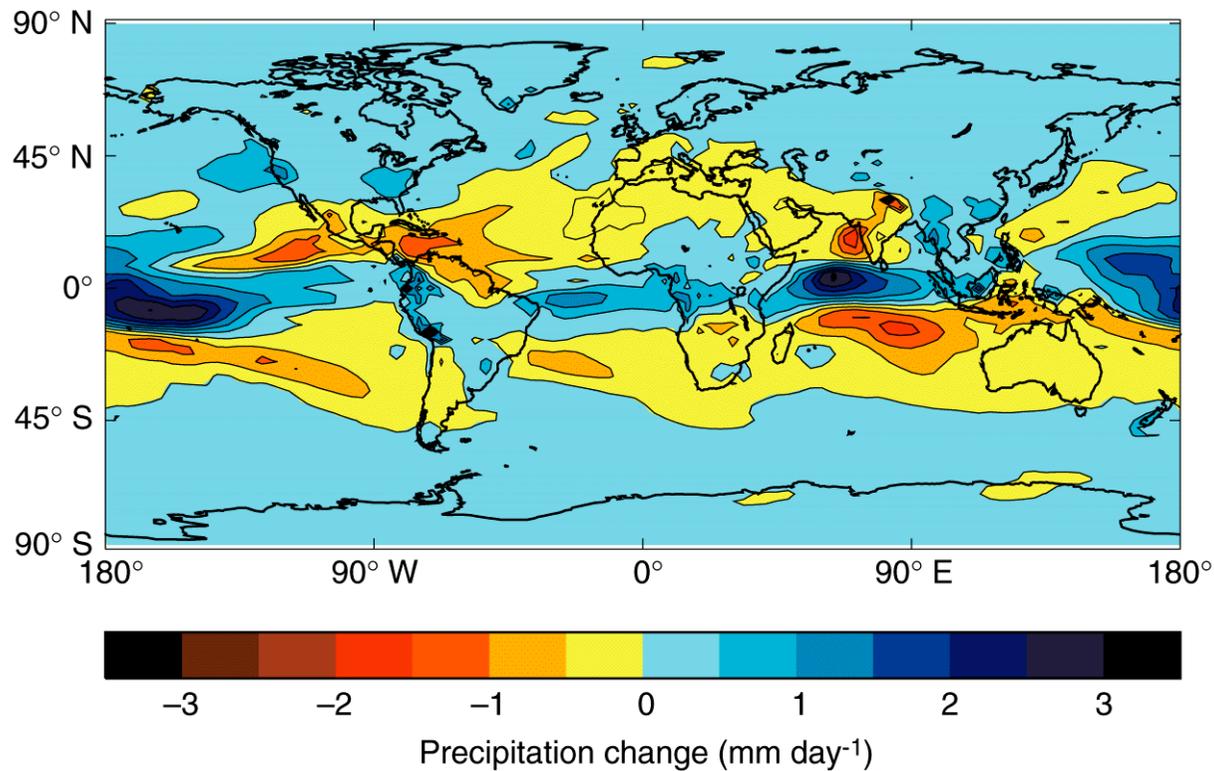
Extension du pack de glaces arctique à la fin septembre de 1979 à 2005



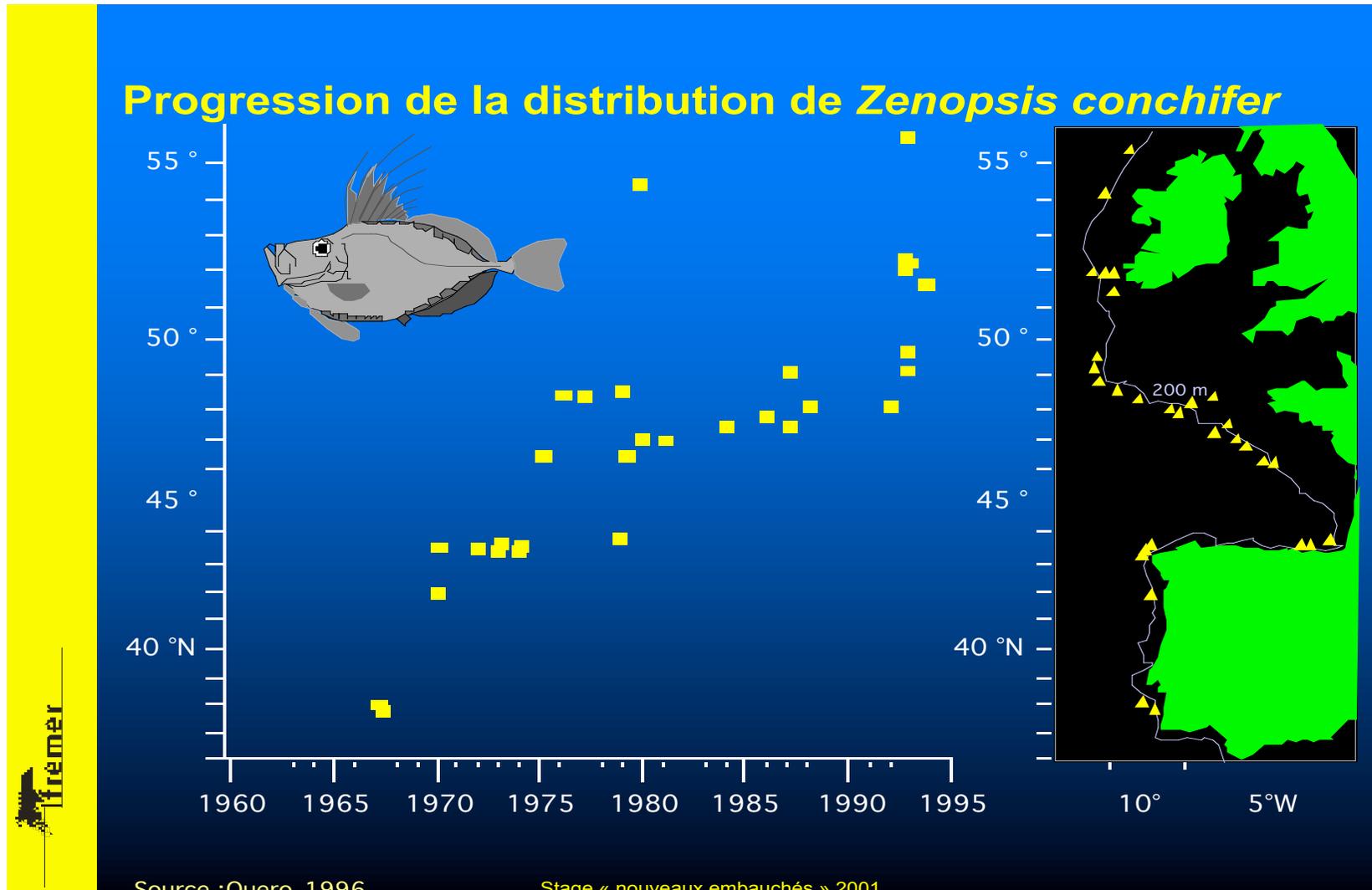
Projection des variations de températures annuelles dans les différentes régions à l'horizon 2050



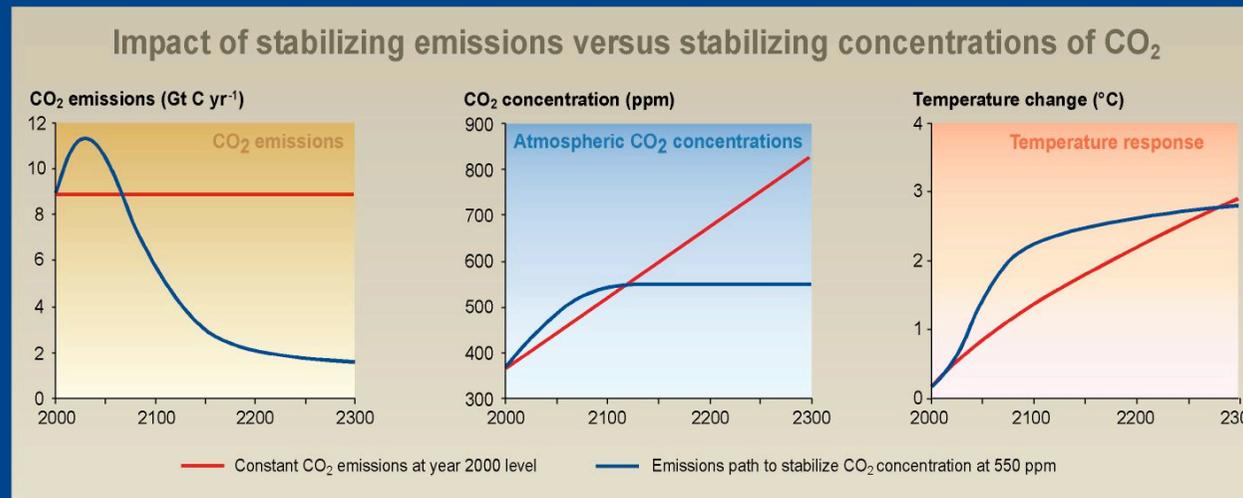
Projection des changements annuels de précipitations par rapport à la situation actuelle pour un accroissement des concentrations de GES de 1% par an.



Impacts biologiques

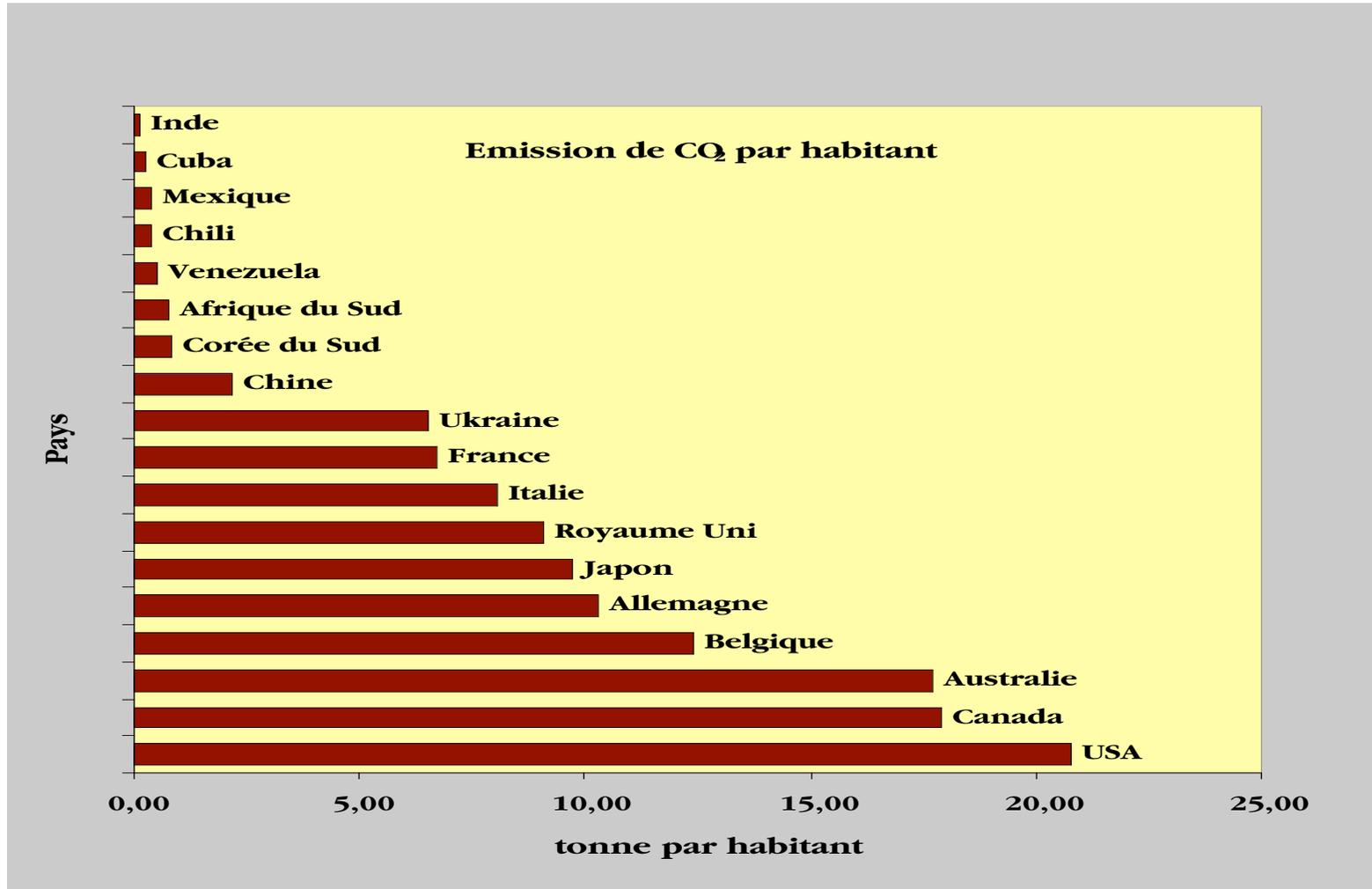


Stabiliser la hausse de temperature : le facteur 4

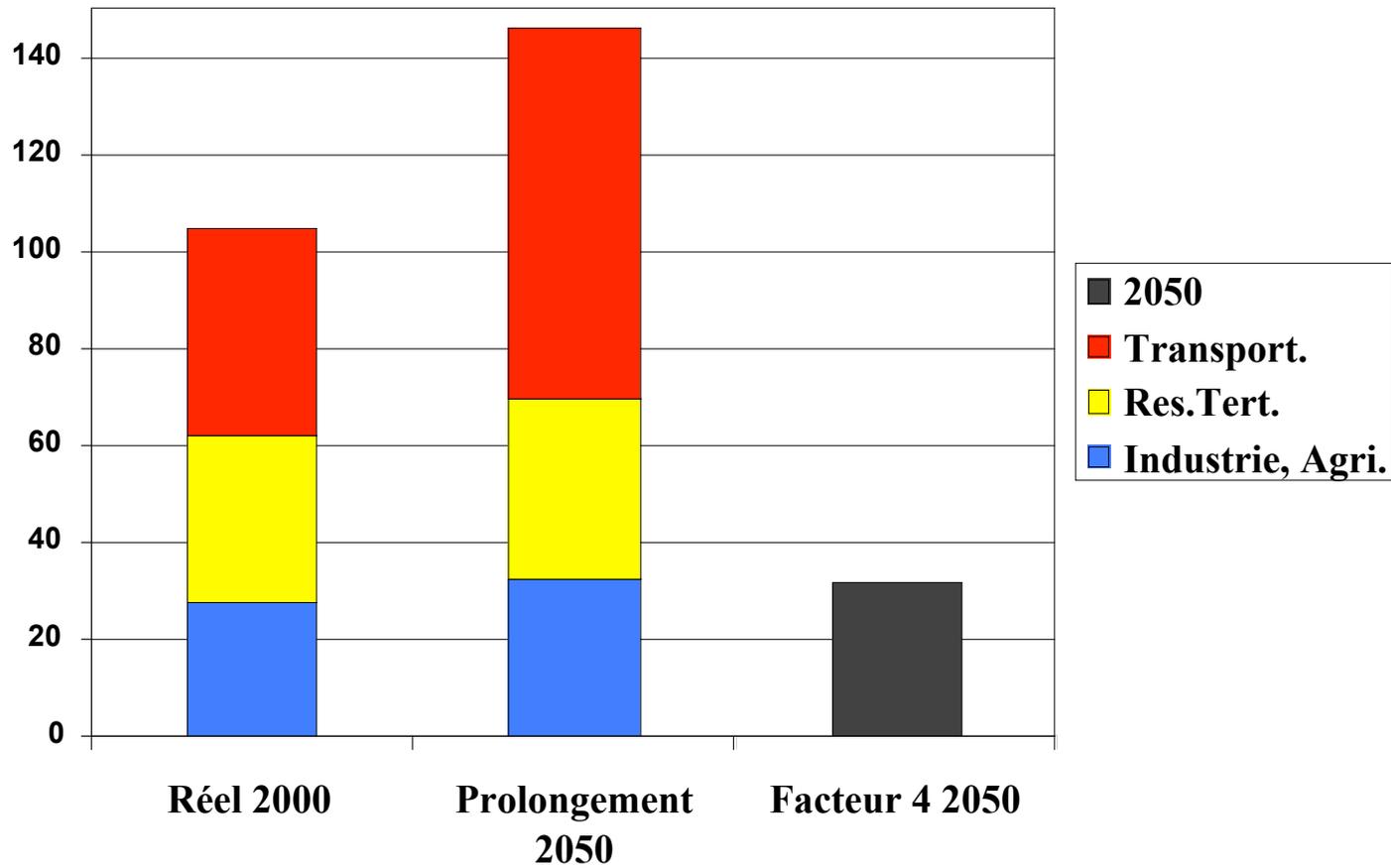


SYR - FIGURE 5-2

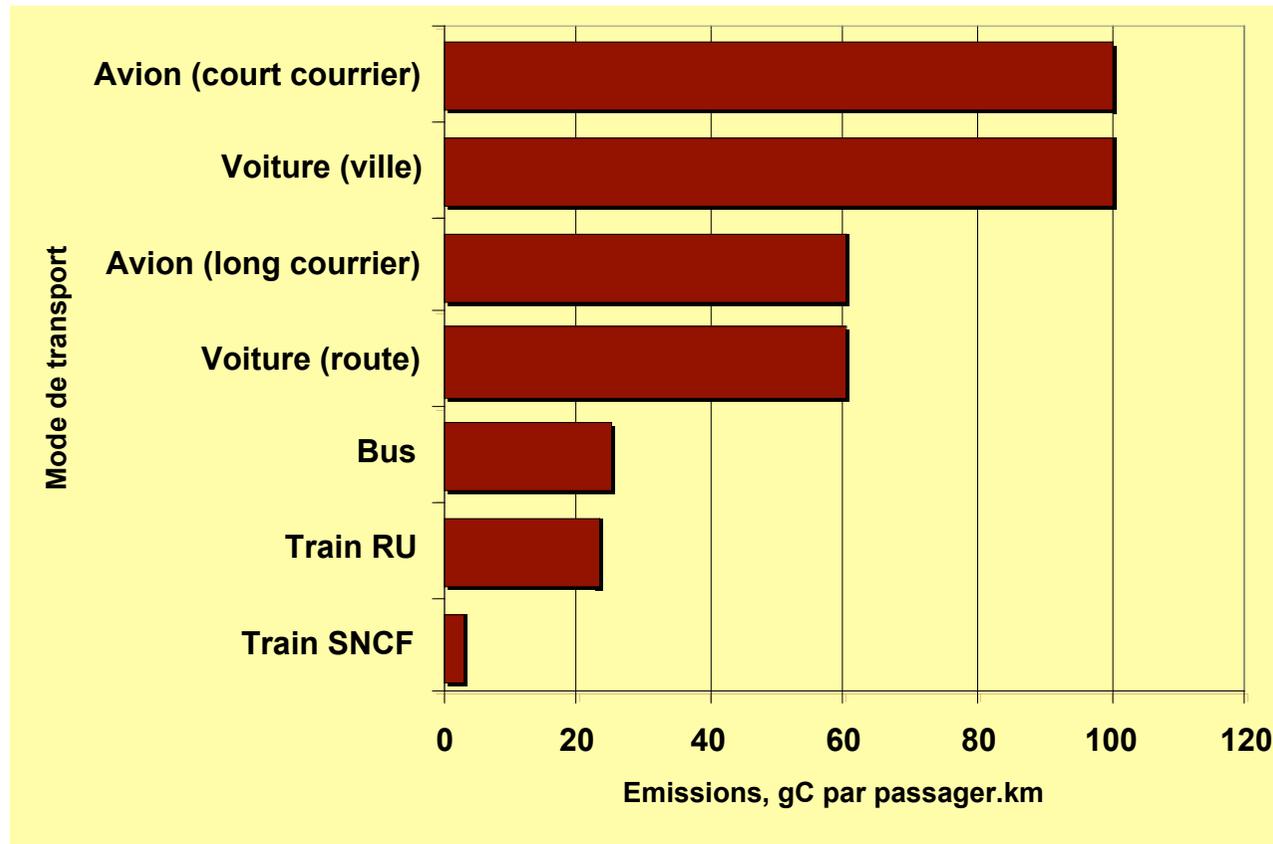
Émissions de CO₂ par habitant pour différents pays



Le dimensionnement du problème



Émissions de gaz à effet de serre par km parcouru et par passager

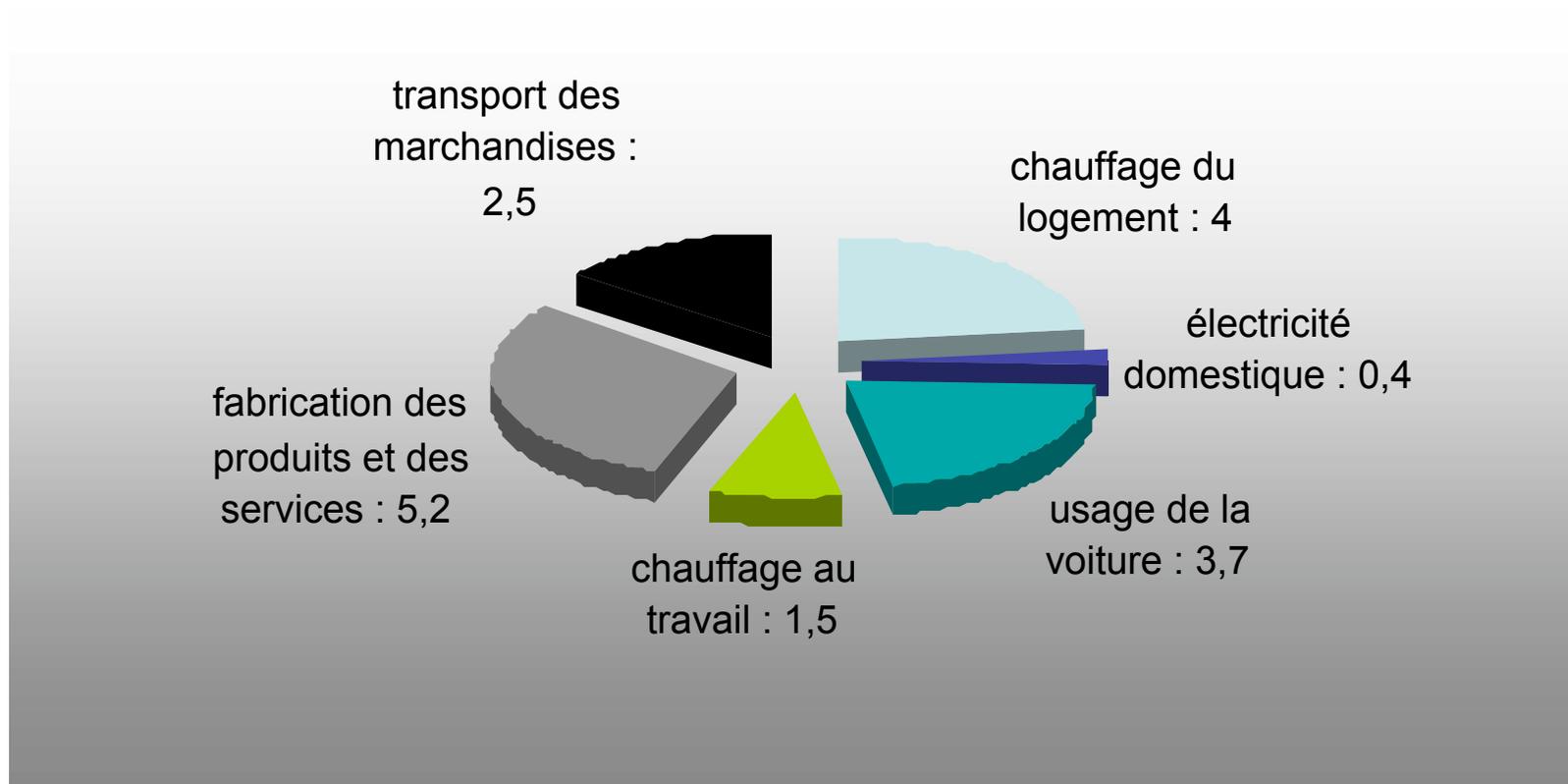


Répartition des émissions de gaz à effet de serre en France en 2002

Secteur	Mt eqCO2	Part 2002	1990/2002
Transport	149,5	27%	+23%
Resid&tertiaire	97,4	17,6%	+8,8%
Ind. manufacture	115	20,8%	-18,6%
Ind. de l'énergie	68,6	12,4%	-14,8%
Agri&Sylviculture	108,6	19,6%	-6,4%
Traitement Déchets	14,7	2,7%	-7,1%
TOTAL	554	100%	-1,9%

Source CITEPA, mise à jour février 2004

Émission de CO₂ d'un ménage français : 17 tonnes / an



Principaux polluants par mode de transports

	Transports (millions tonnes)	Route % transport
CO2	138,1	93,8
Covnm	0,43	85,6
NOx	0,72	89,7
SO2	0,04	65,2
N2O	0,01	99,2

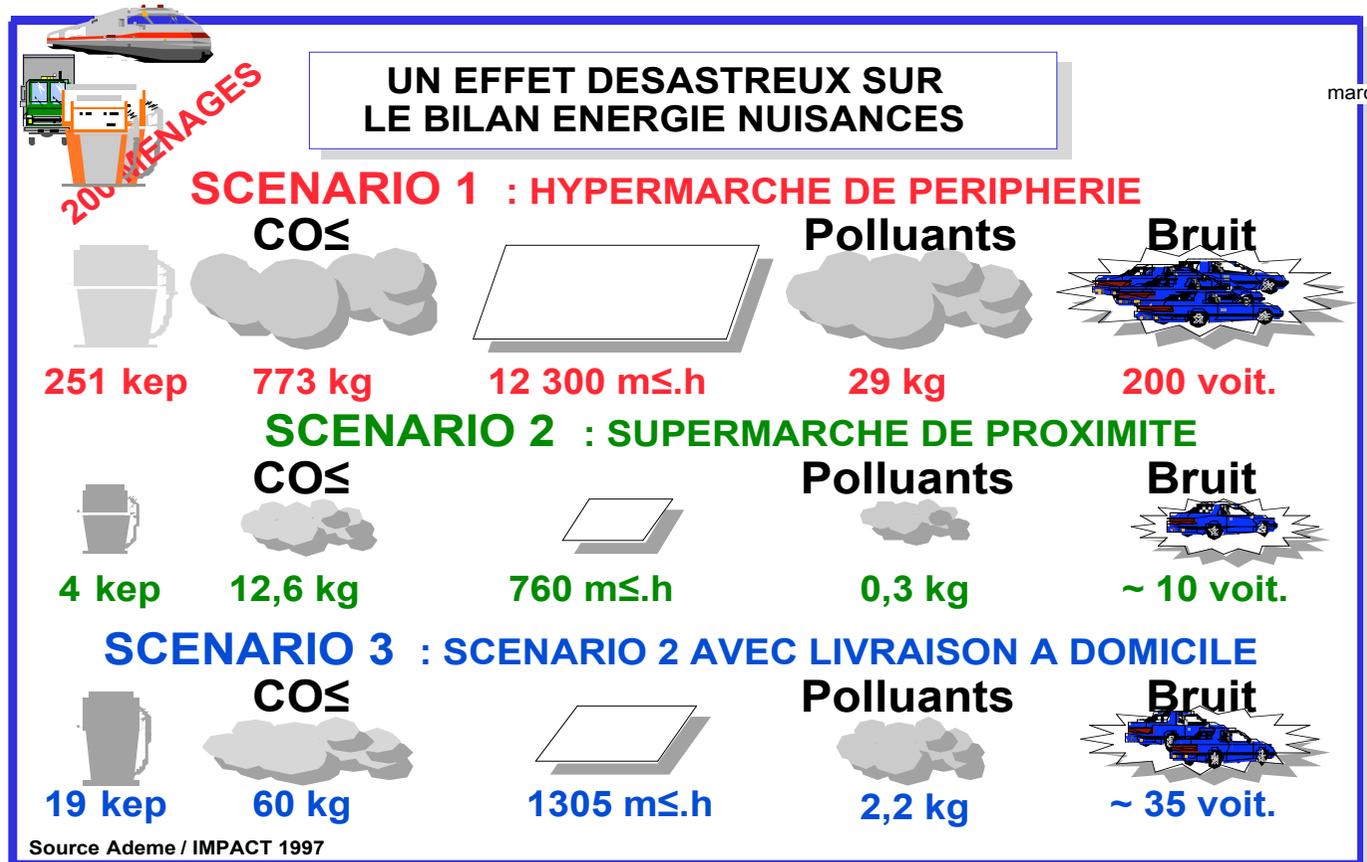
Source CITEPA, séries CORALIE, format SECTEN ; mise à jour février 2004

**La quasi-totalité de la pollution atmosphérique
des transports est d'origine routière**

Il n'y en a qu'une,
c'est la Terre !



AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET ENERGIE



marchvil