

Interactions entre énergie et climat



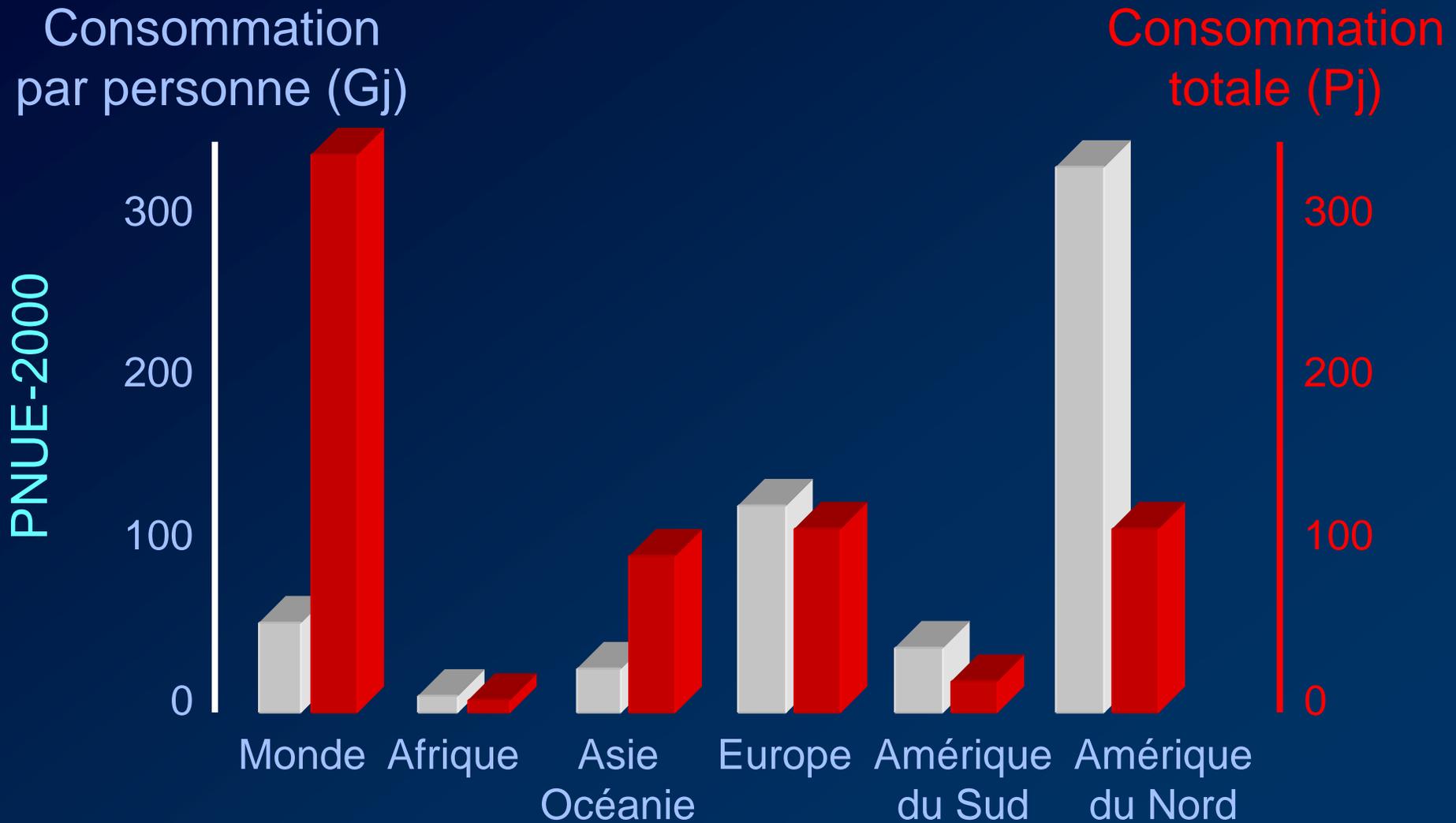
Martin Beniston
Chaire de Climatologie
Université de Genève
Martin.Beniston@unige.ch

Survol de la présentation

- Introduction
- Impacts du secteur énergie sur le climat
- Evolution climatique probable au 21^e siècle
- Conclusions

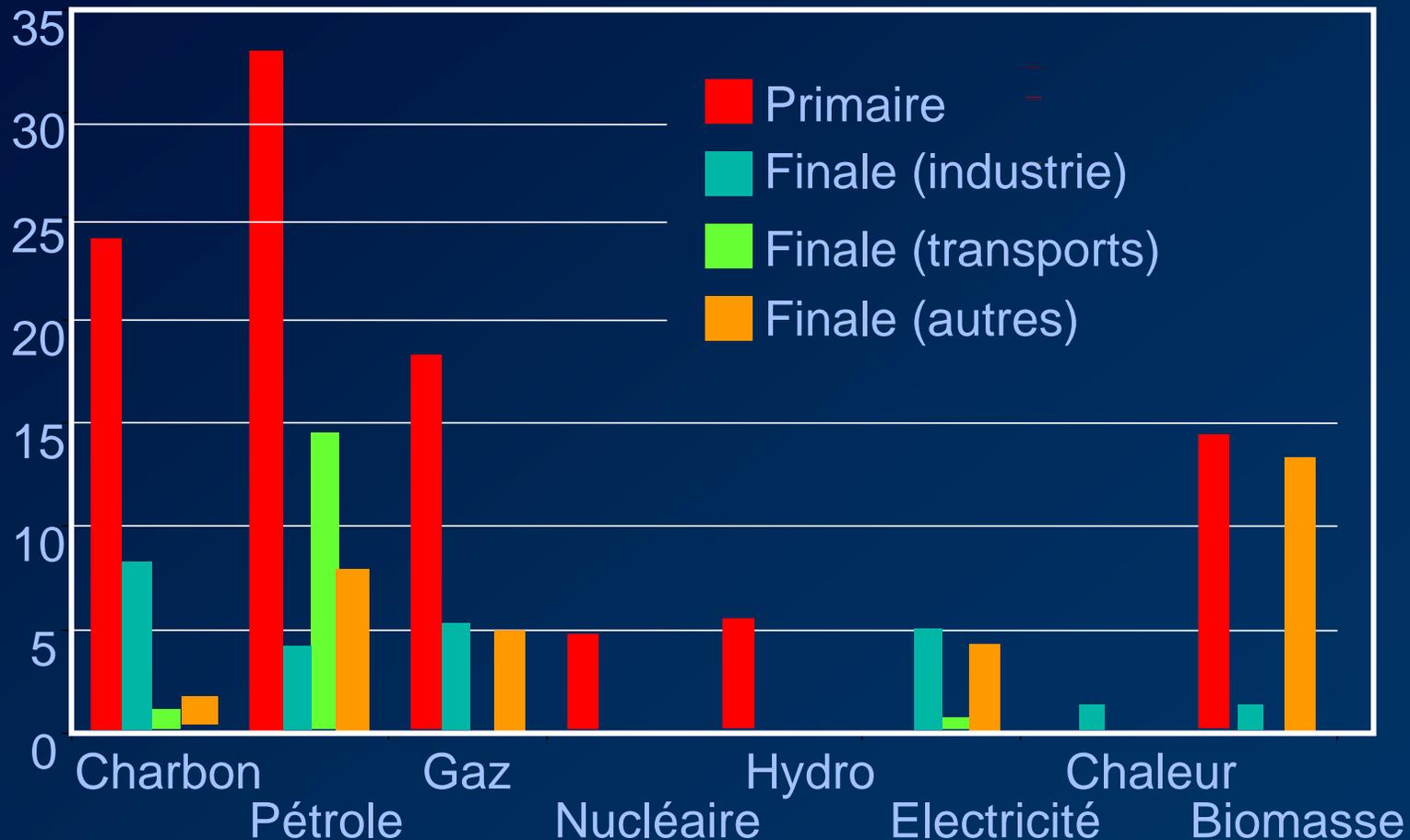
- Introduction
- Impacts du secteur énergie sur le climat
- Evolution climatique probable au 21^e siècle
- Conclusions

Utilisation de l'énergie



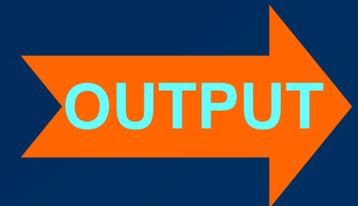
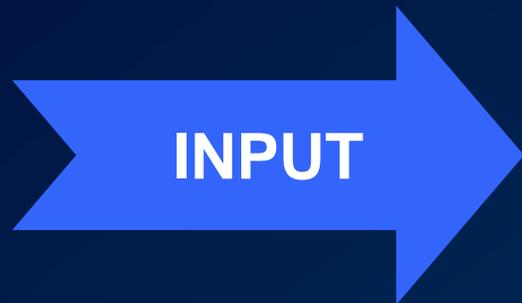
Consommation énergétique globale par source et par secteur

Ej/année



Déséquilibres fondamentaux

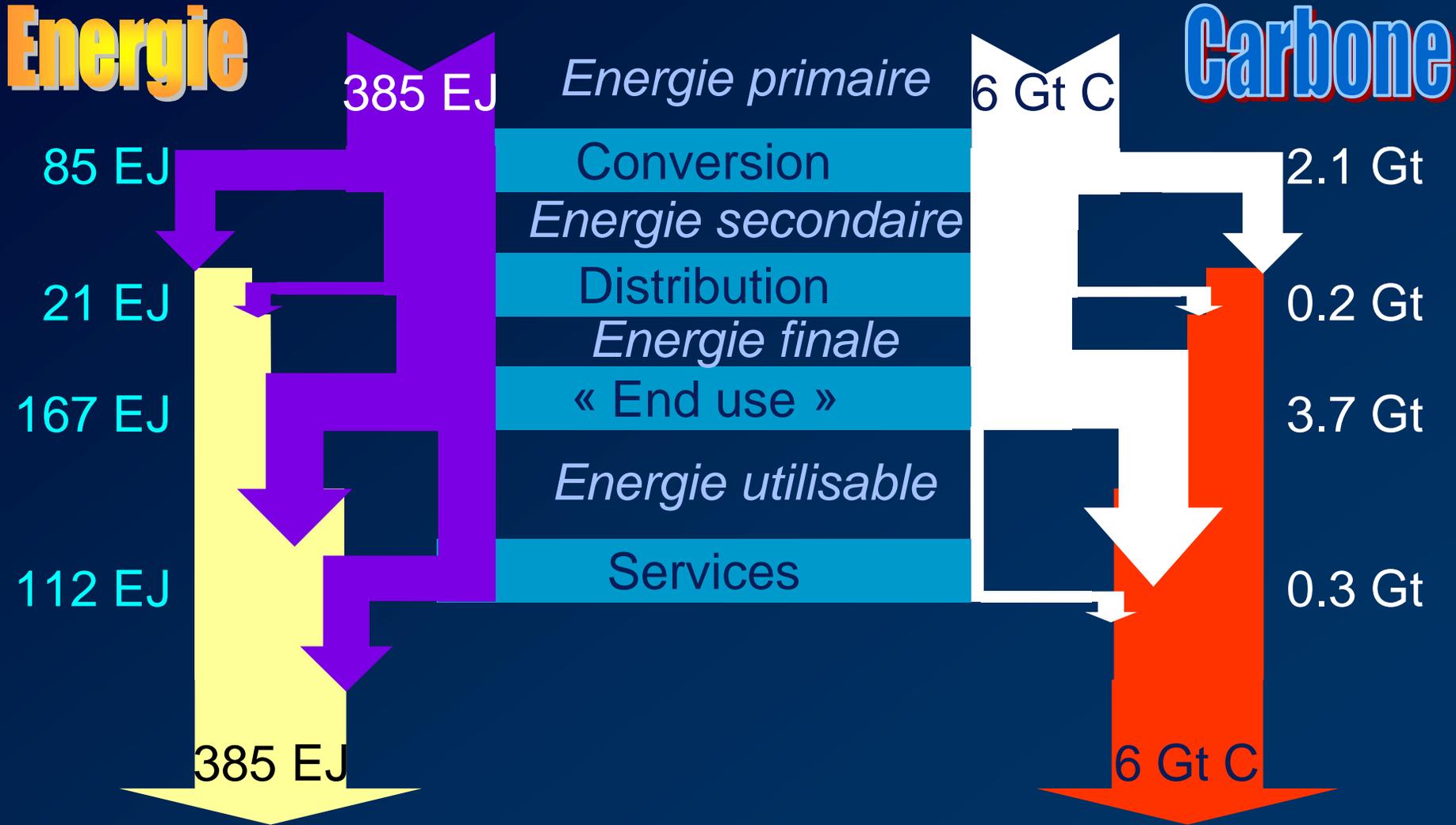
PROCESSUS DE
TRANSFORMATION



Emissions de CO₂

- Actuellement, le contenu en carbone de l'énergie fossile est d'environ 6 milliards de tonnes (Gt C)
- Environ 2.3 Gt C sont émis par le secteur énergétique lors de la conversion en carburants et en électricité, ainsi que lors de la distribution aux utilisateurs
- Le solde, soit 3.7 Gt C, est émis dans le cadre du processus « end use »

Flux d'énergie et de carbone dans le système énergétique global

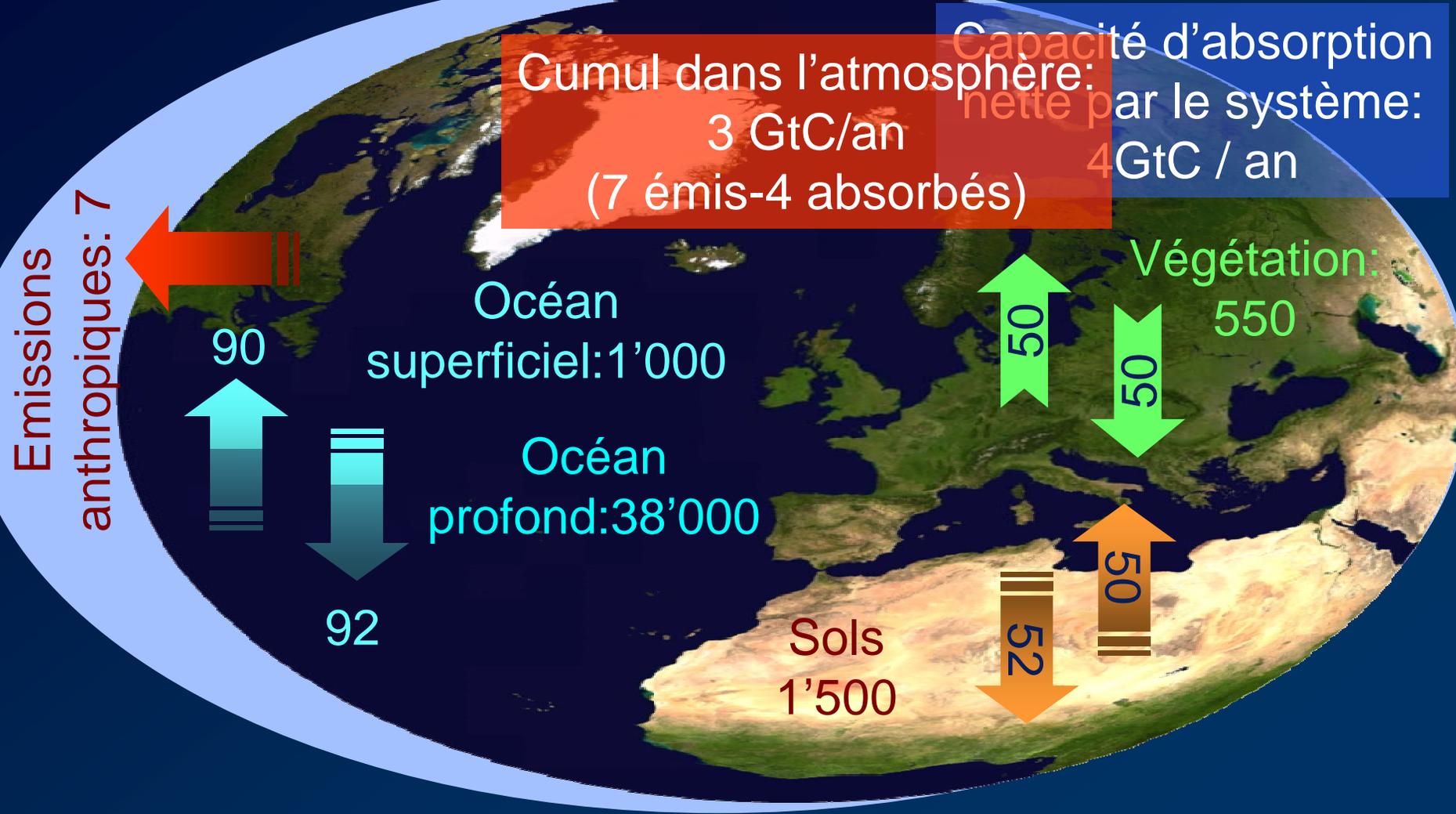


2

- Introduction
- Impacts du secteur énergie sur le climat
- Evolution climatique probable au 21^e siècle
- Conclusions

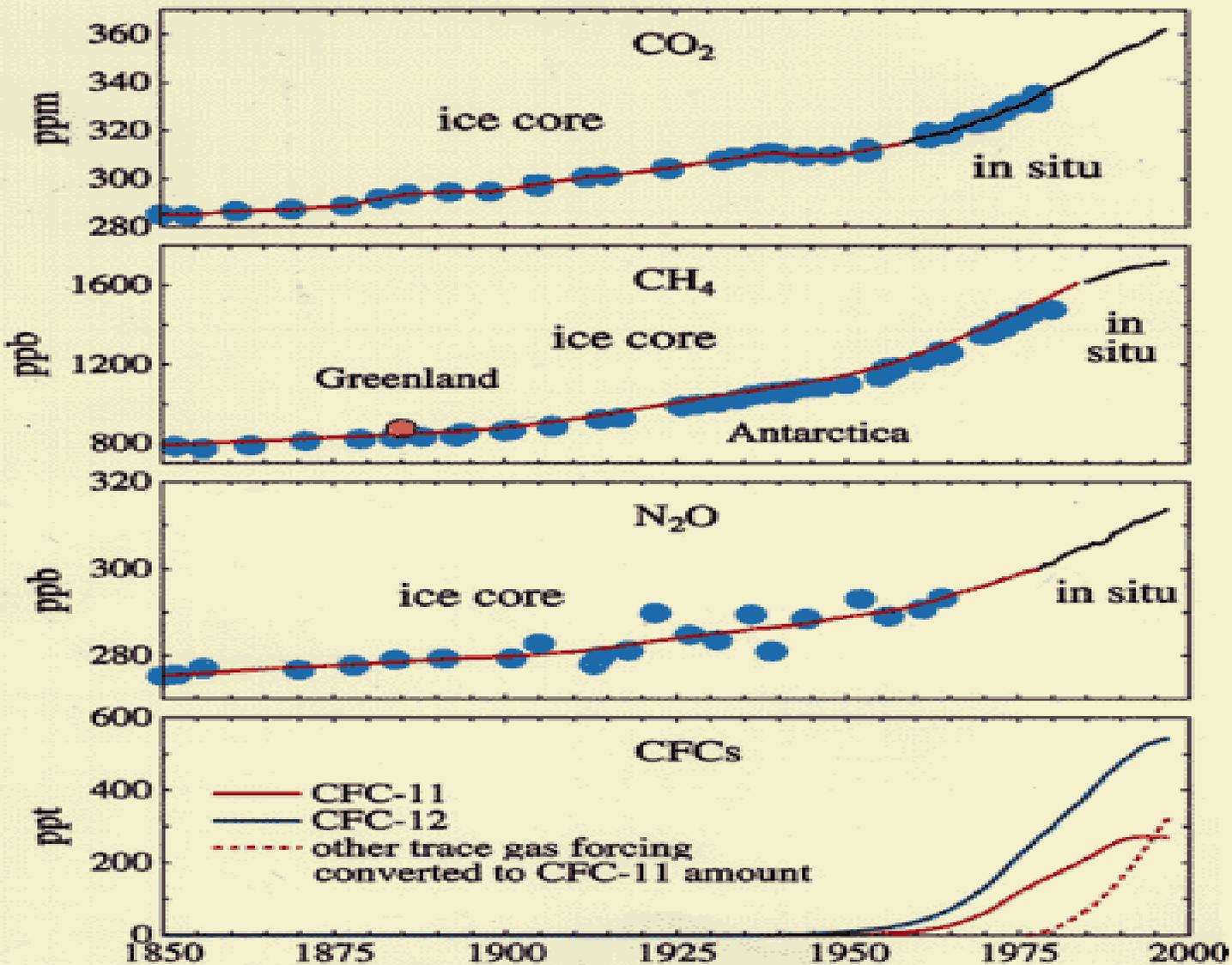
Réservoirs (GtC) et flux de carbone (GtC/an)

Atmosphère: 750
(Pre industriel: 594)

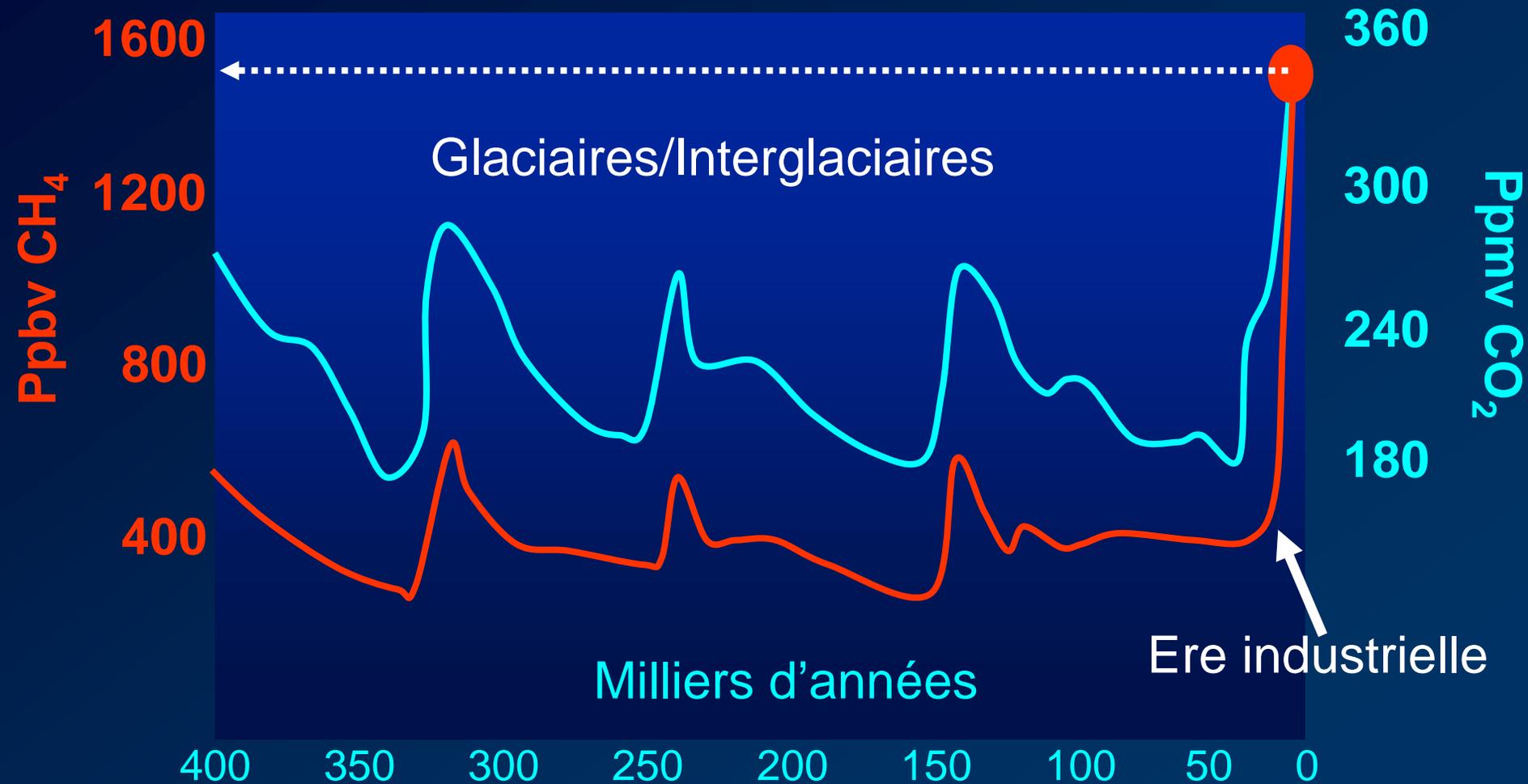


Augmentation des gaz à effet de serre depuis 1850

Greenhouse Gas Mixing Ratios



Concentrations passées et actuelles du CO₂ et du CH₄



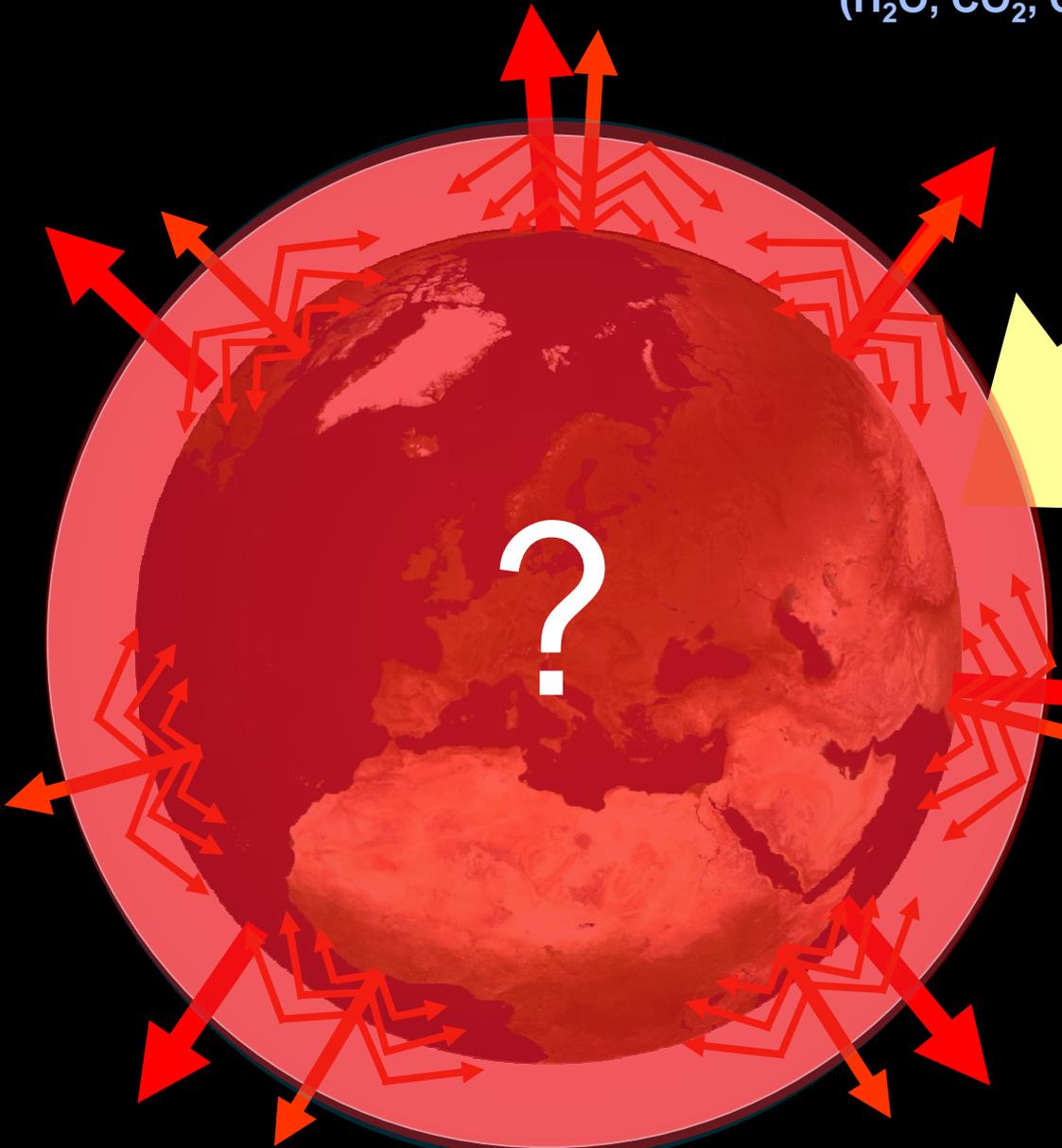
L'effet de serre

Atmosphère
(H₂O, CO₂, CH₄, CFC, HFC, ...)

Rayonnement solaire
(Ondes courtes+visibles)

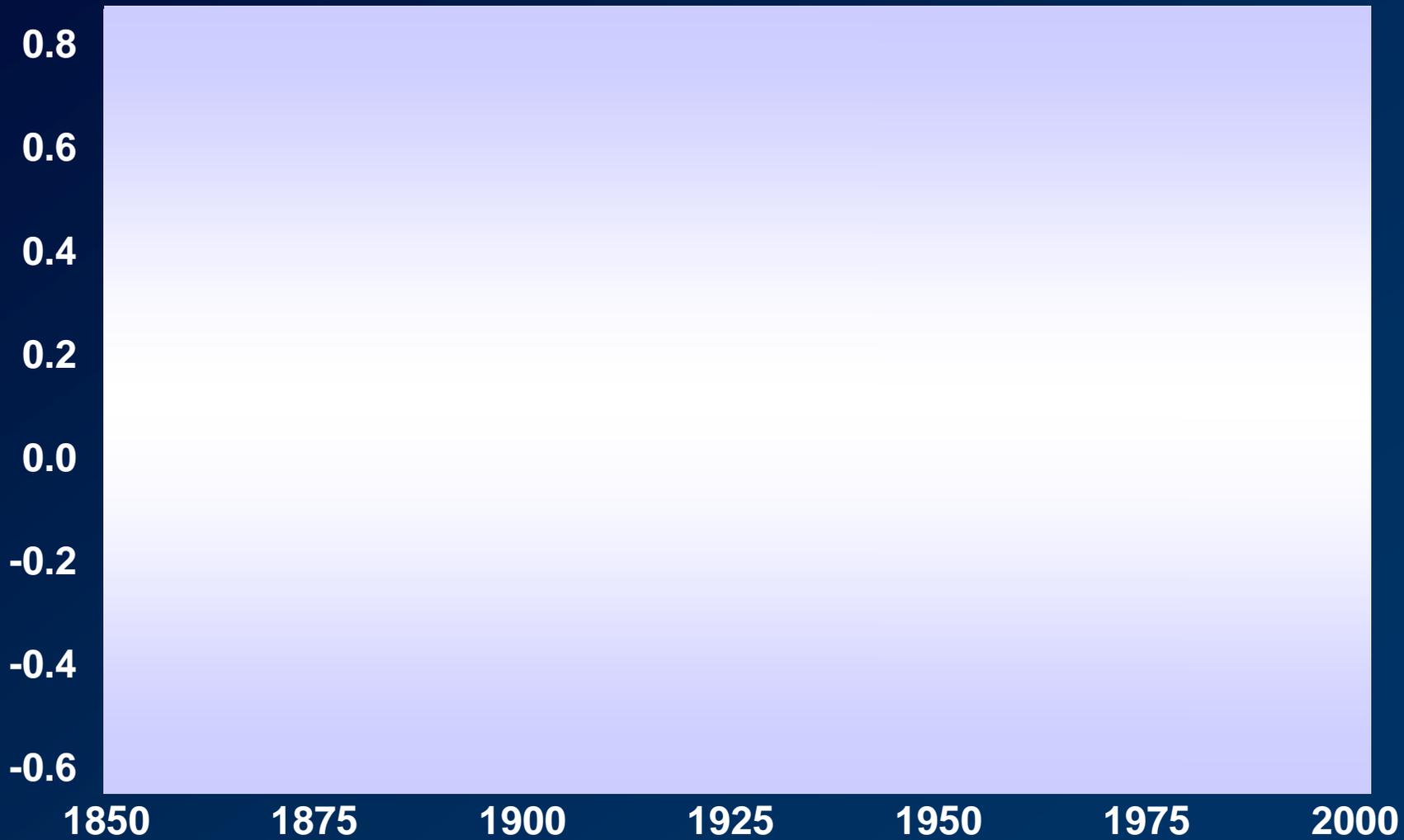
Rayonnement terrestre
(Ondes longues: infrarouge)

Restitution d'une partie du
rayonnement IR sous forme
de chaleur dans l'atmosphère



Réchauffement depuis le 19e siècle

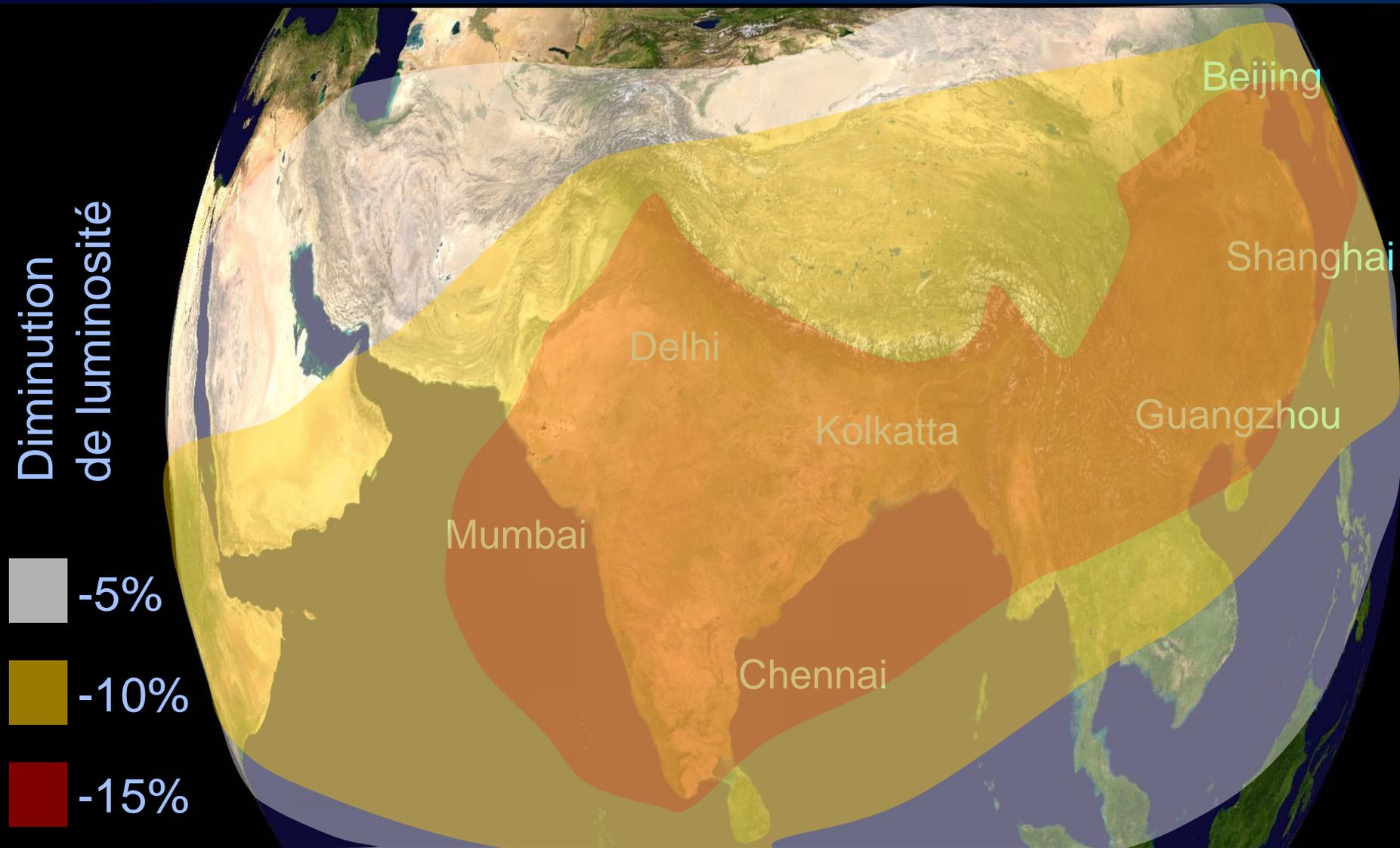
Différence de température par rapport à la moyenne du 20e siècle [°C]



Exemple des liens entre énergie et climat: le « nuage brun » asiatique (« Asian Brown Cloud »)

- 75% d'origine anthropique en Inde et en Chine
 - ◆ Charbon et fuel lourd comme principales sources d'énergie
 - ◆ Forte augmentation du parc automobile
 - ◆ Usines polluantes et législation laxiste en ce qui concerne la pollution de l'air

Extension du nuage brun en Asie



Effets du « nuage brun » asiatique

- **Changements des régimes de mousson**
 - ☞ Moins d'énergie solaire = Moins d'évaporation = Moins de pluies
- **Moins de précipitations (jusqu'à 40%) dans le nord-ouest de l'Inde, au Pakistan, en Afghanistan, et dans l'ouest de la Chine**
 - ☞ Progression des zones arides
- **Diminution de la photosynthèse à cause de la réduction de l'ensoleillement**
 - ☞ Rendements agricoles influencés négativement
- **Effets significatifs sur la santé**
 - ☞ Entre 25'000 et 40'000 décès prématurés liés à la pollution

Pollution photochimique en Californie

■ HC

- ◆ Gaz d'échappement
 - Hautement réactifs

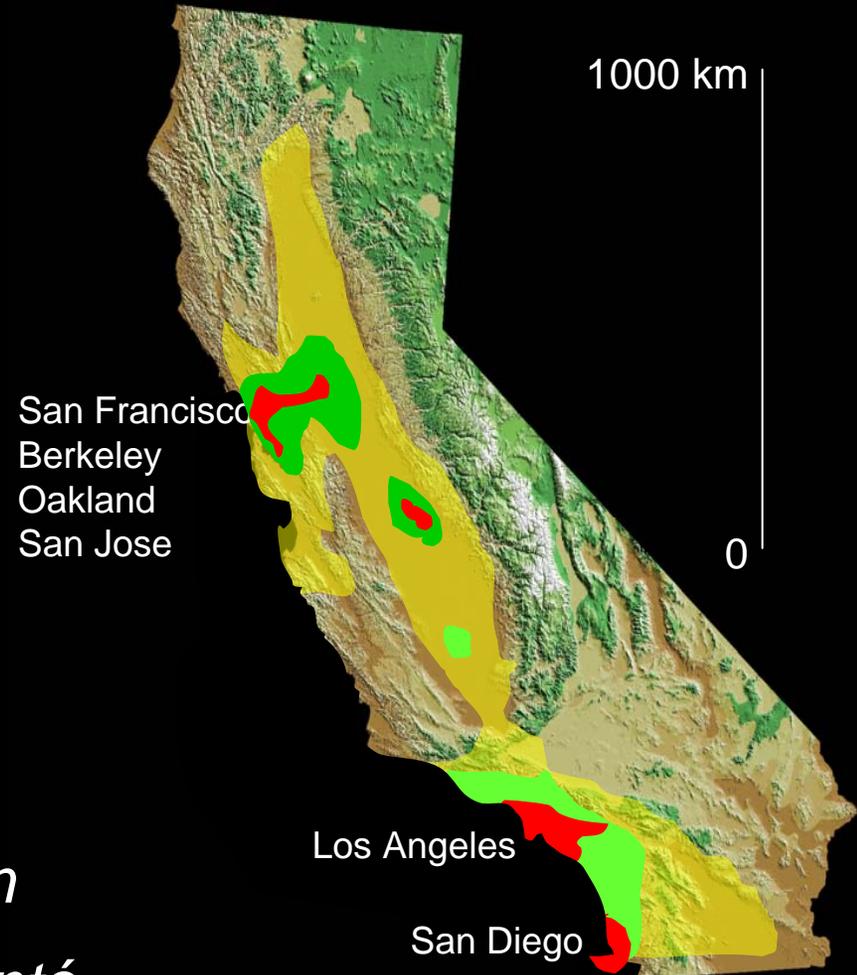
■ NO_x

- ◆ Photo-oxidation
 - $\text{NO} + \text{UV} \rightarrow \text{NO}_2$
- ◆ Produits secondaires
 - O₃
 - PAN (Peroxy-Acetyl Nitrate)

■ Problèmes de visibilité

■ Dégâts à la végétation

■ Problèmes de santé



Downtown Los Angeles



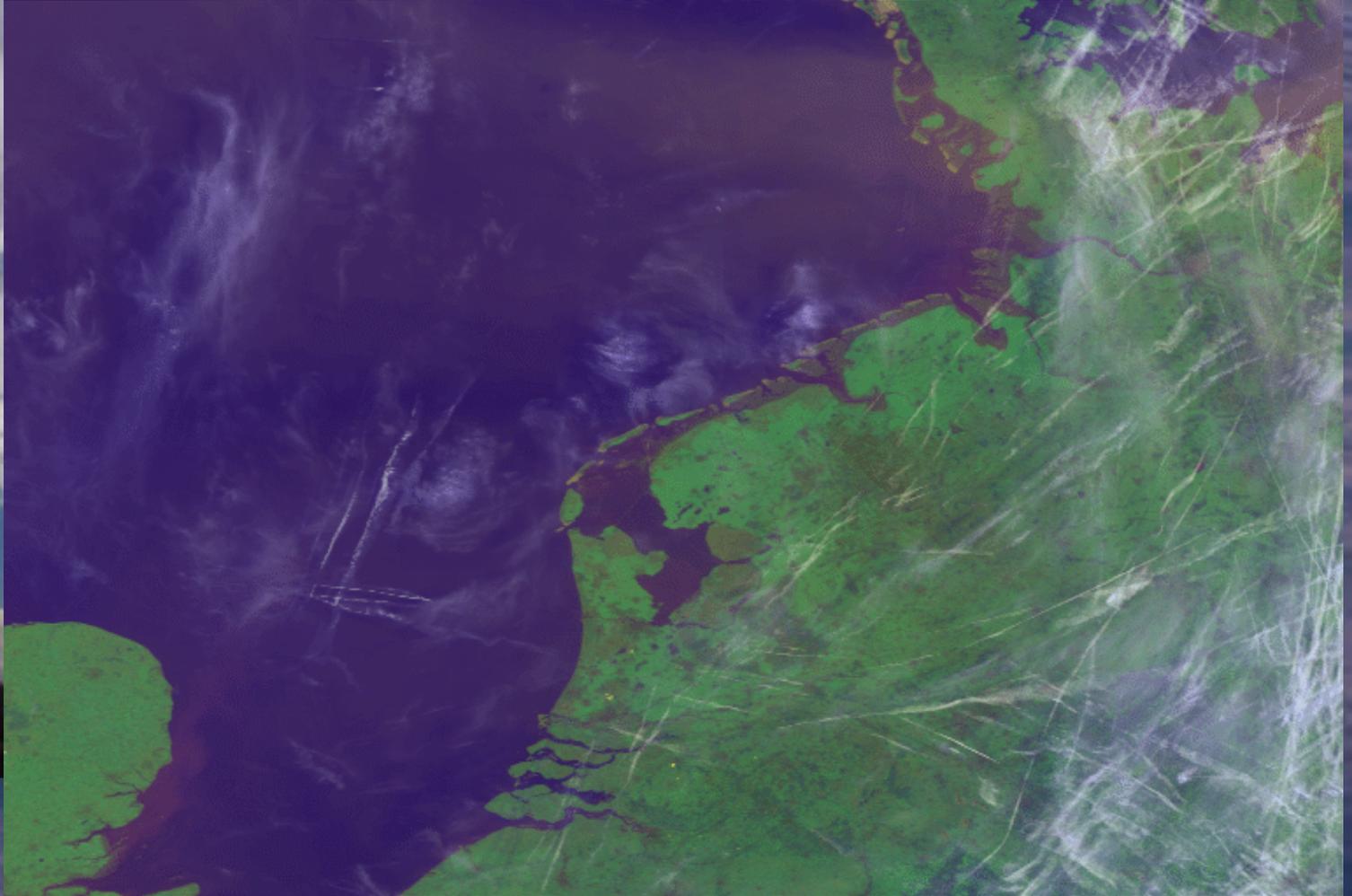
...et Los Angeles dans le smog



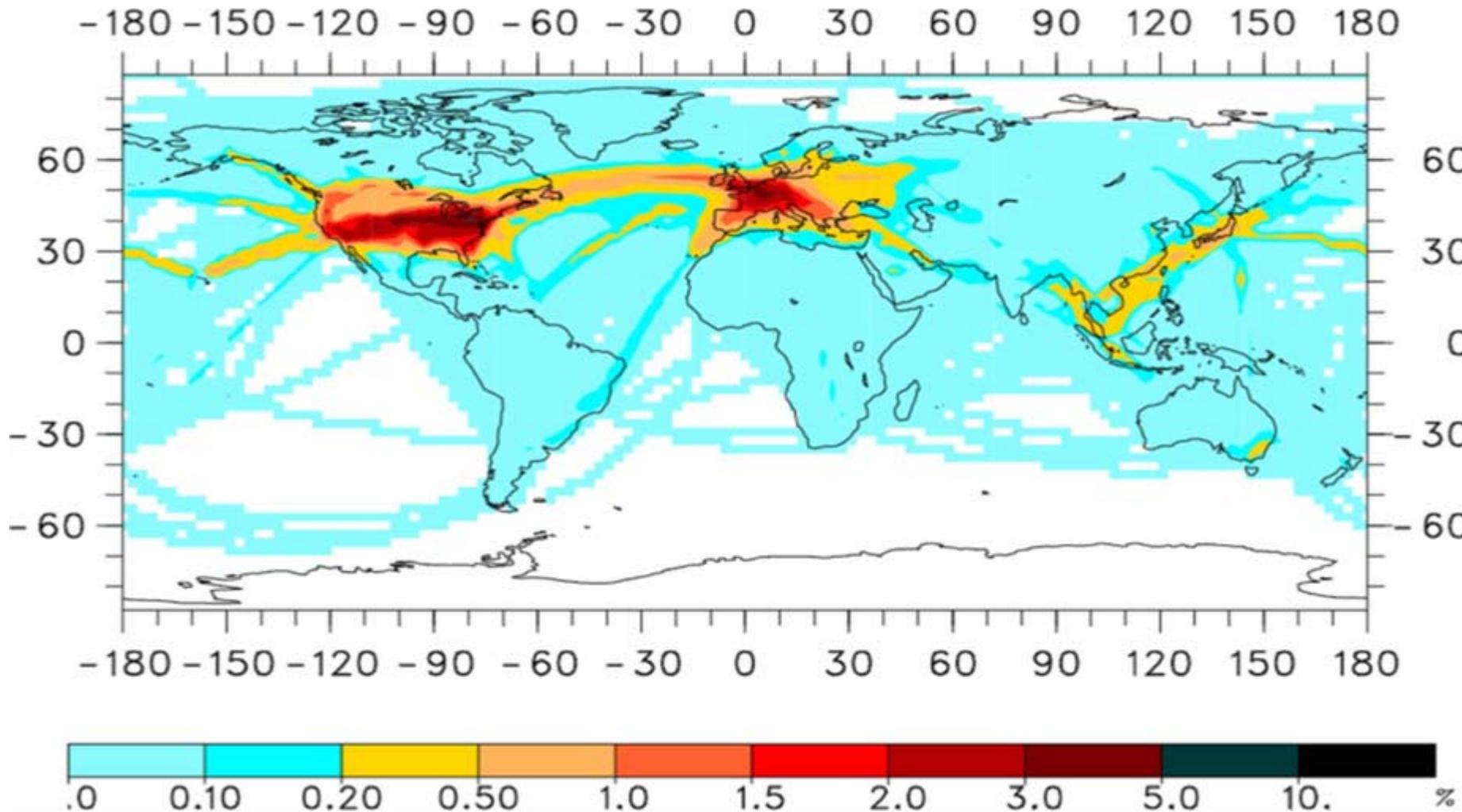
Les transports: un secteur qui contribue de plus en plus à l'effet de serre

- Plus de 75% des émissions de CO₂ viennent de la combustion du pétrole et du charbon
- Le secteur des transports représente environ 20% des émissions planétaires de CO₂
 - 33% aux Etats-Unis
- Proportion des transports dans les pays industrialisés:
 - Route: 80%
 - Aviation: 13%
 - Reste: chemins de fer, voies maritimes

Effets climatiques du transport aérien



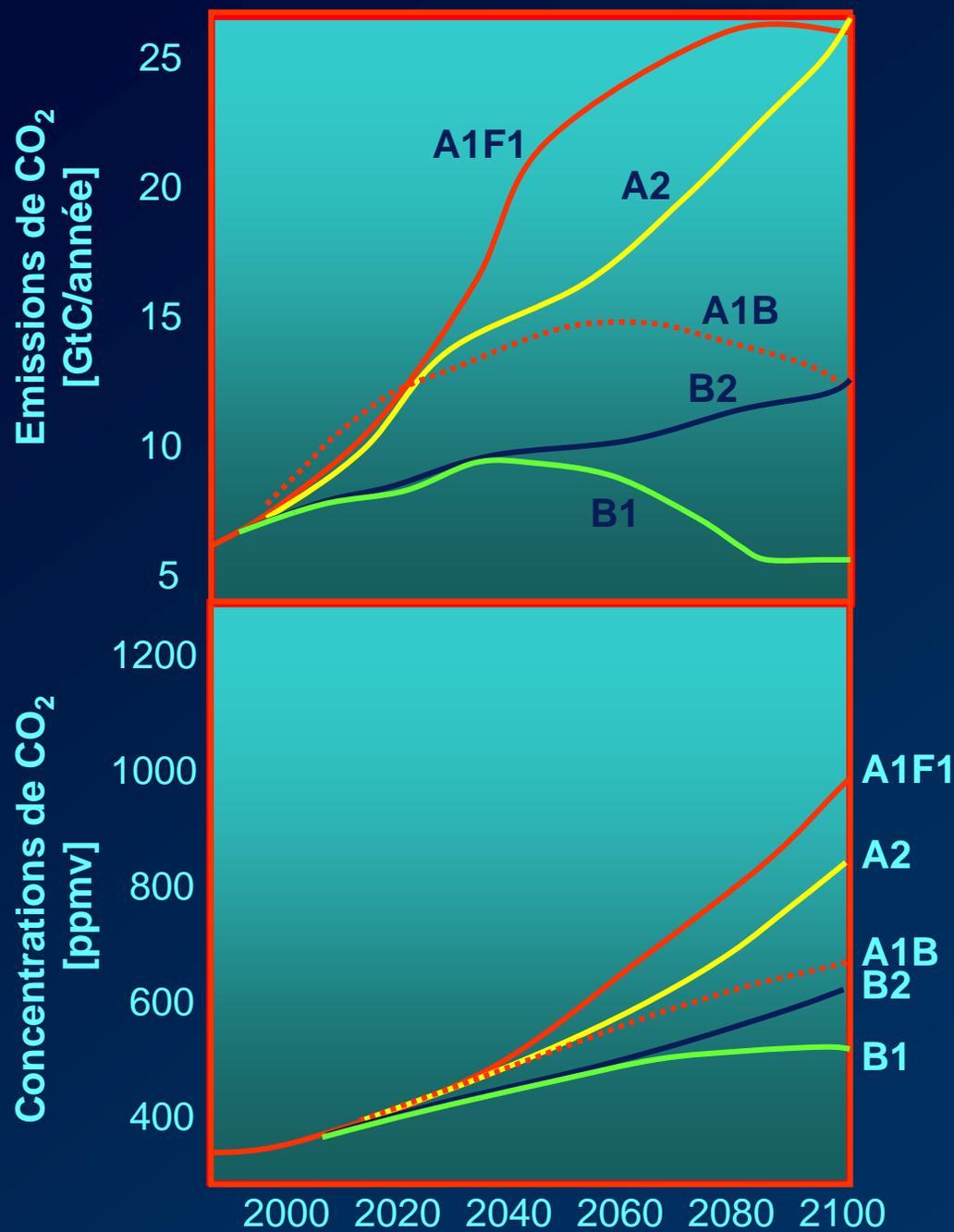
Atténuation de la luminosité par les traces de réacteurs



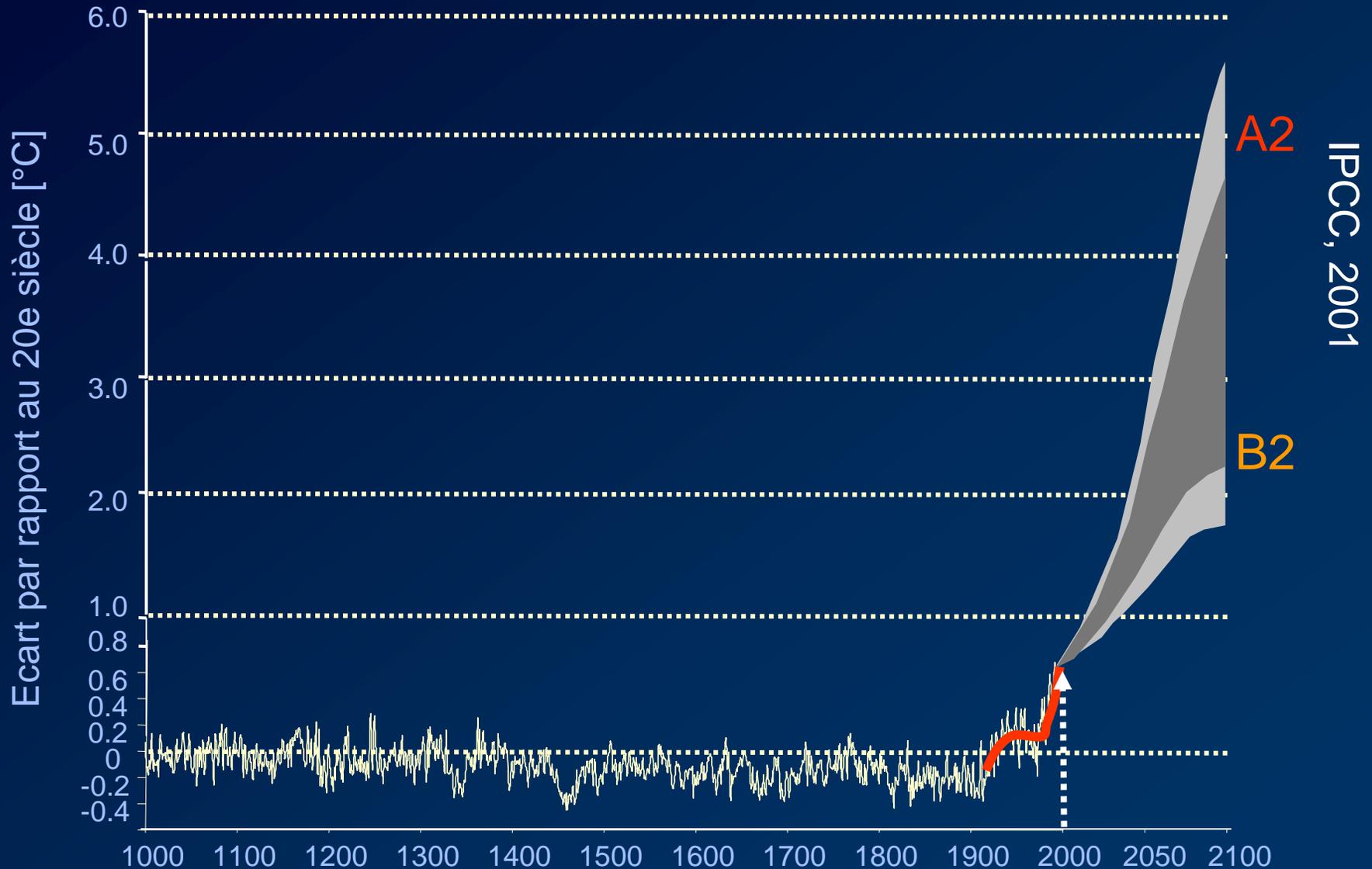
3

- Introduction
- Impacts du secteur énergie sur le climat
- Evolution climatique probable au 21^e siècle
- Conclusions

Scénarii de l'IPCC



Réchauffement(s) futur(s)



Différences de température par rapport à 1990



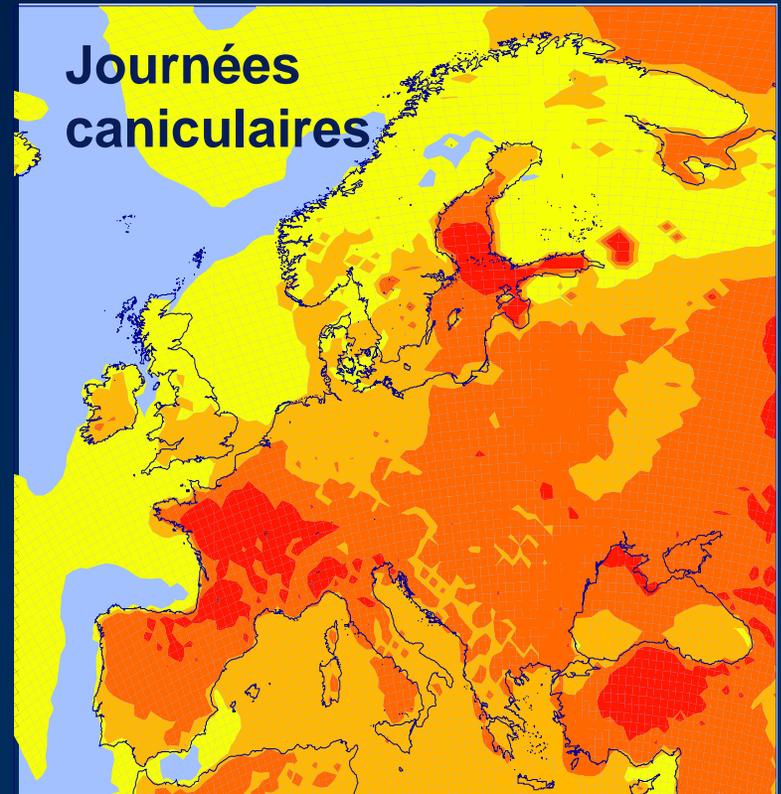
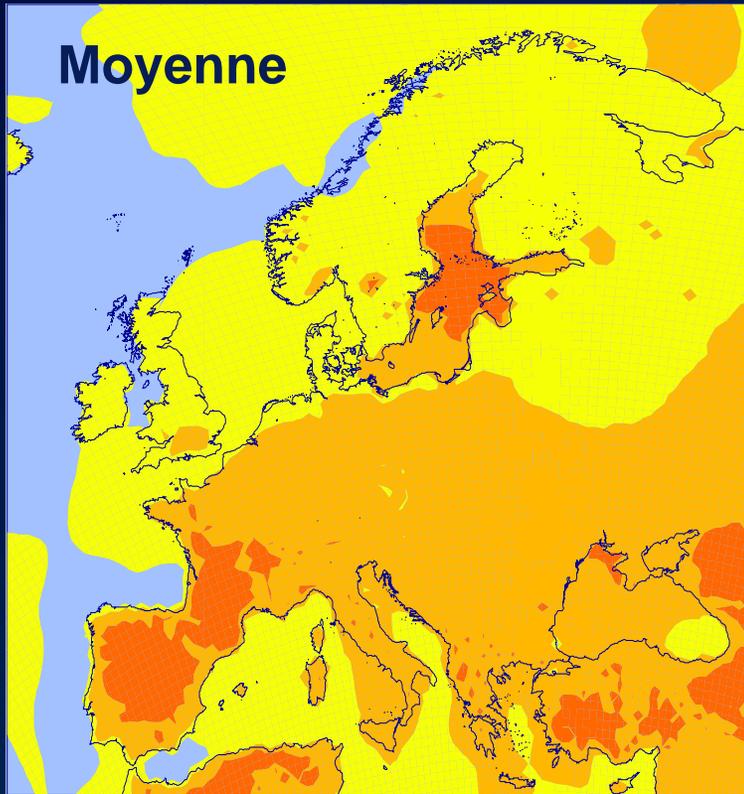
- Début de la simulation: 1900
- Fin de la simulation: 2100



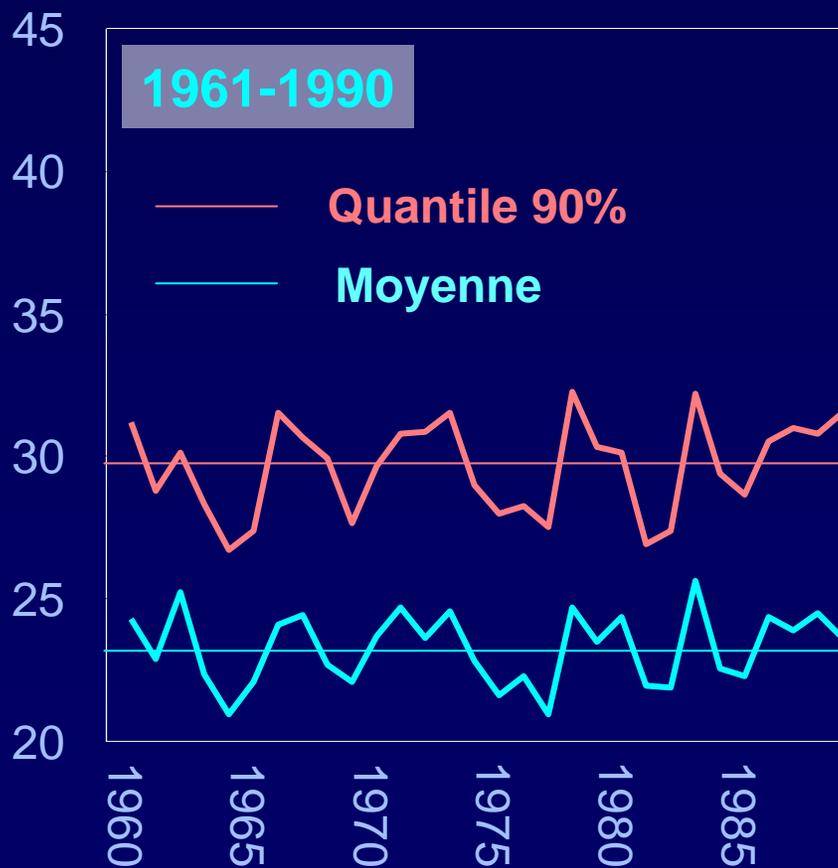
Changements de Tmax estival (juin-juillet-août)

(Différences entre 2071-2100 et 1961-1990)

(Modèle régional HIRHAM)



Bâle: températures estivales moyennes et leurs valeurs extrêmes

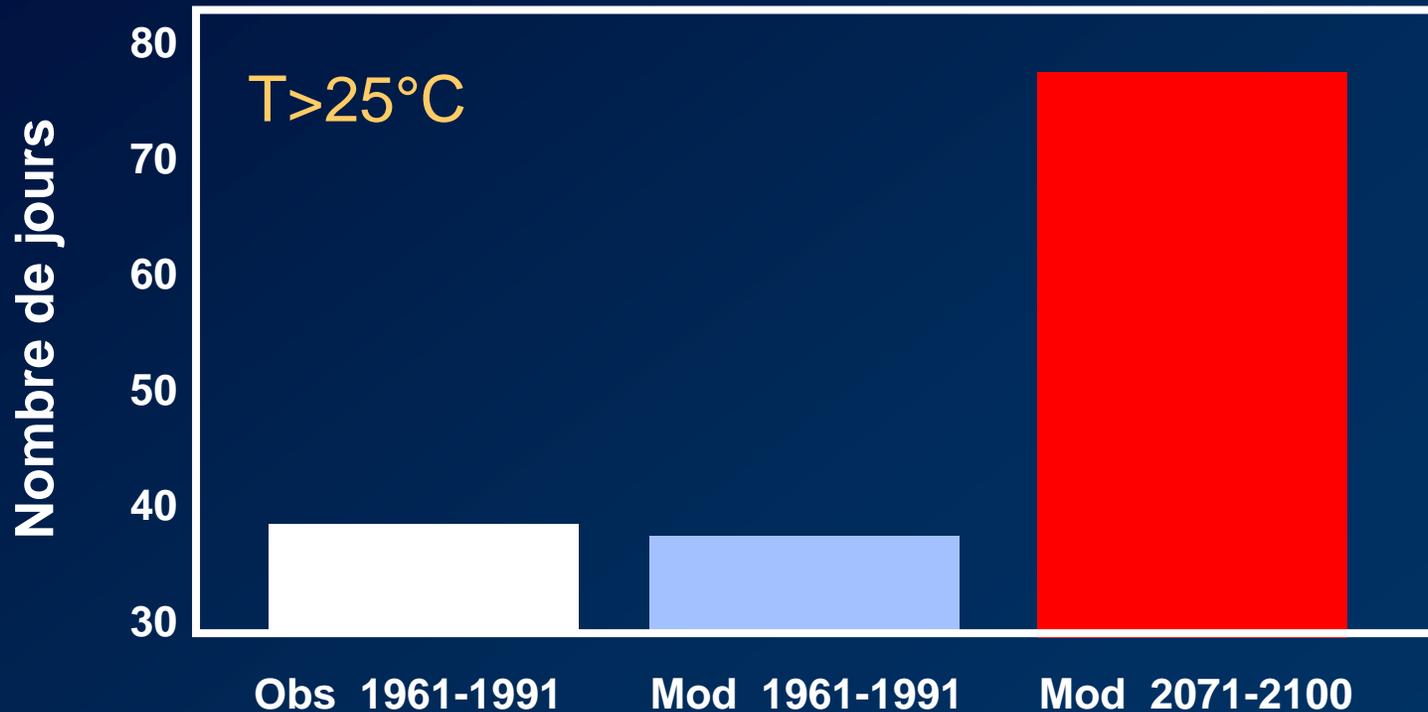


2003

2003

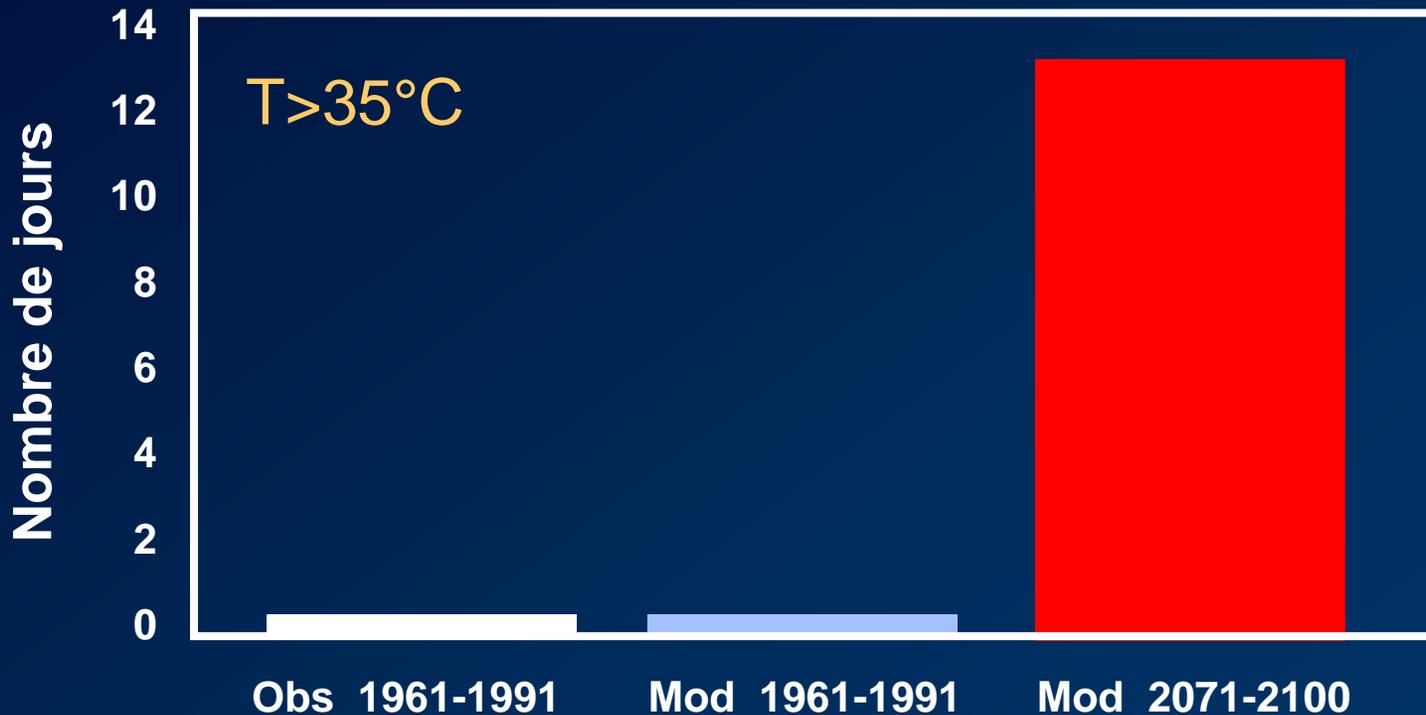
Beniston and Diaz, 2004: Global & Planetary Change

Augmentation du nombre de jours au-delà de 25°C à Bâle



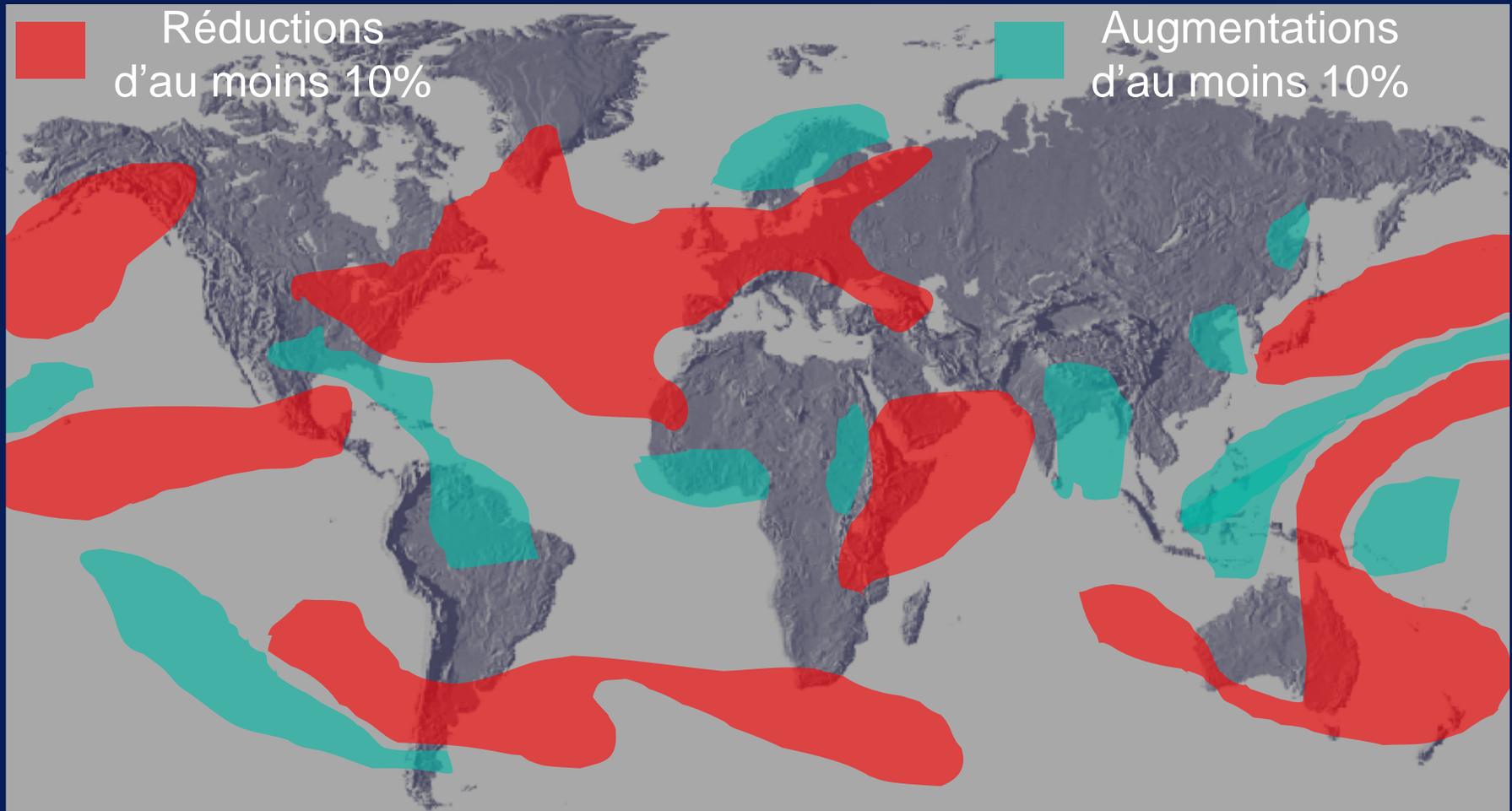
Beniston, M., 2005:
Geophys. Res. Letters

Augmentation du nombre de jours au-delà de 35°C à Bâle



Beniston, M., 2005:
Geophys. Res. Letters

Changements des précipitations d'ici l'an 2100



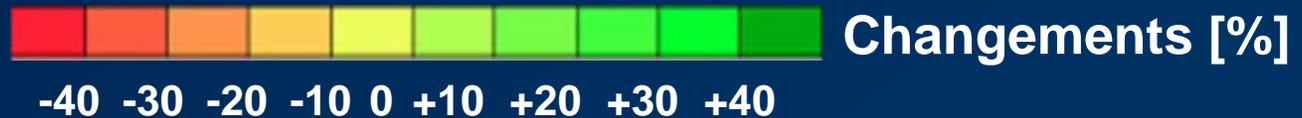
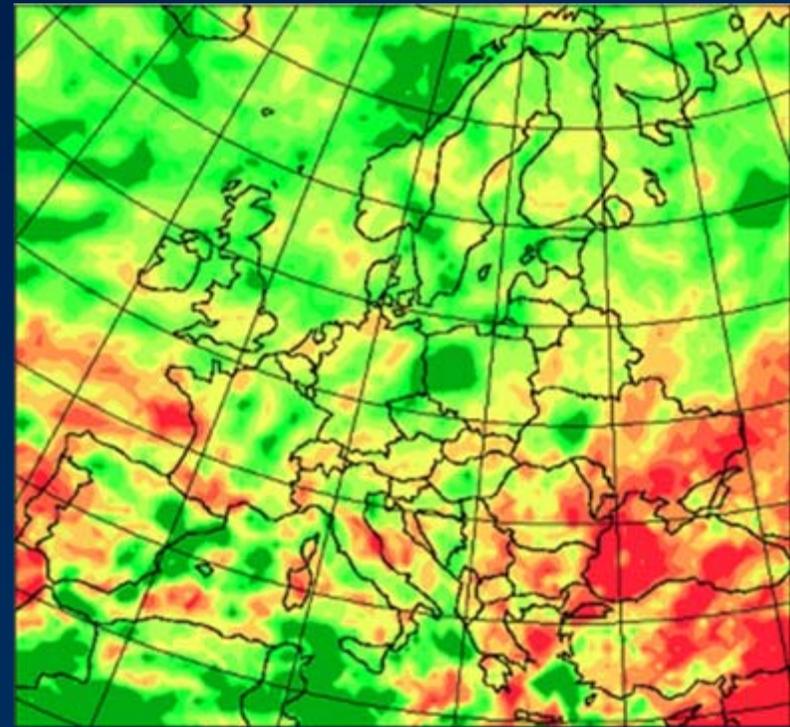
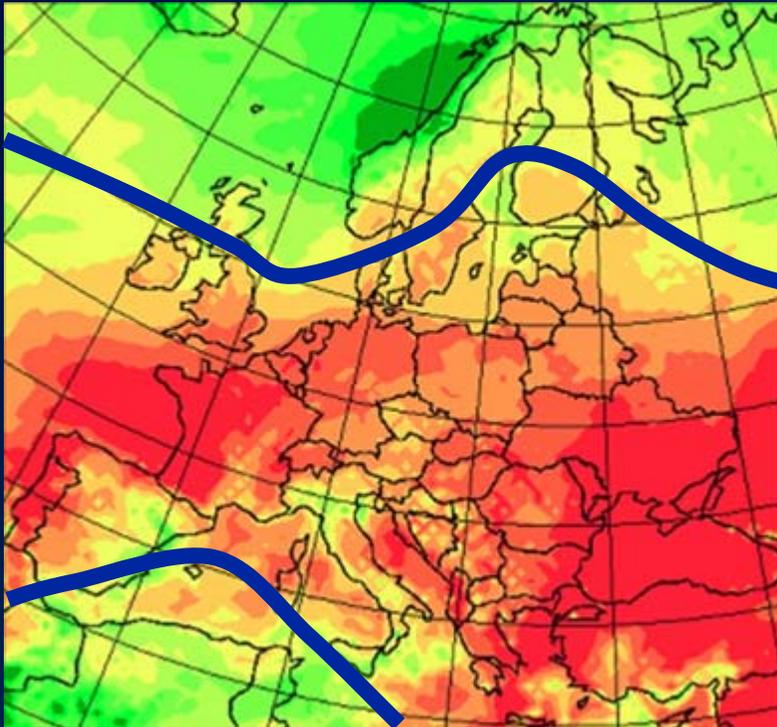
Beniston, 1998: *From Turbulence to Climate*, Springer-Verlag

Changement des pluies de la fin de l'été (JAS)

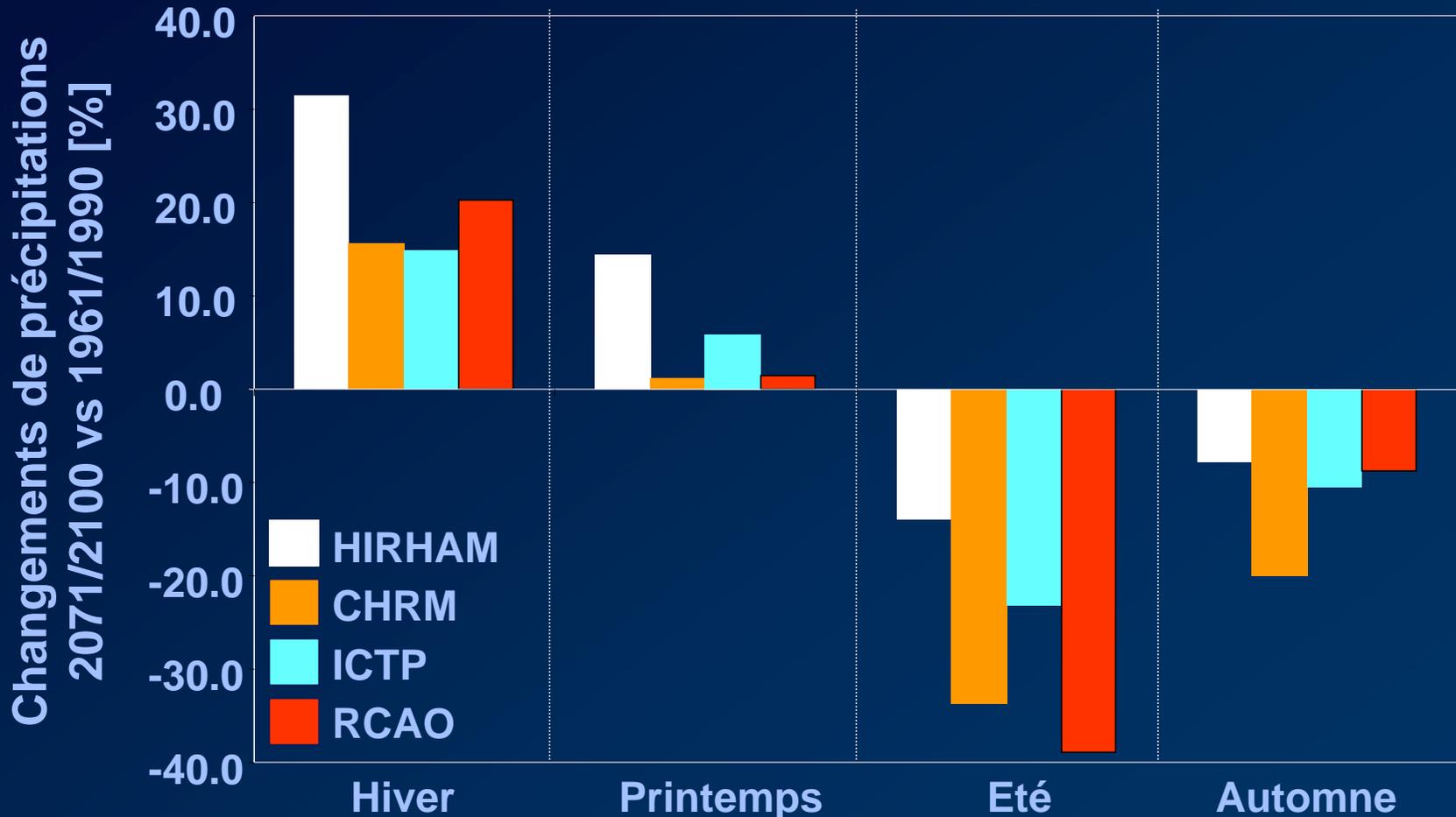
(Différence en % entre 2071-2100 et 1961-1990)
(Modèle régional HIRHAM)

Précipitations saisonnières

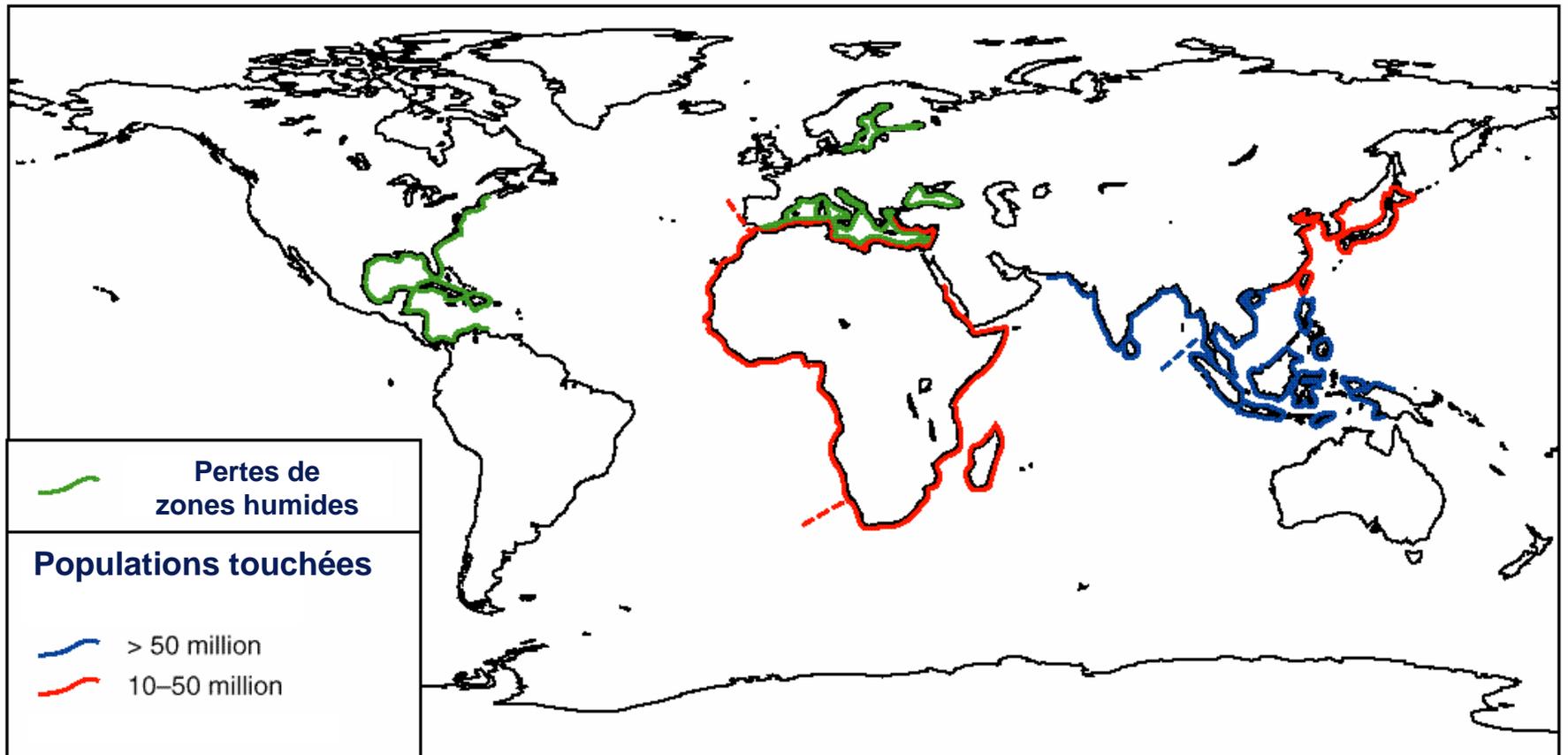
Précipitations > 50 mm/jour



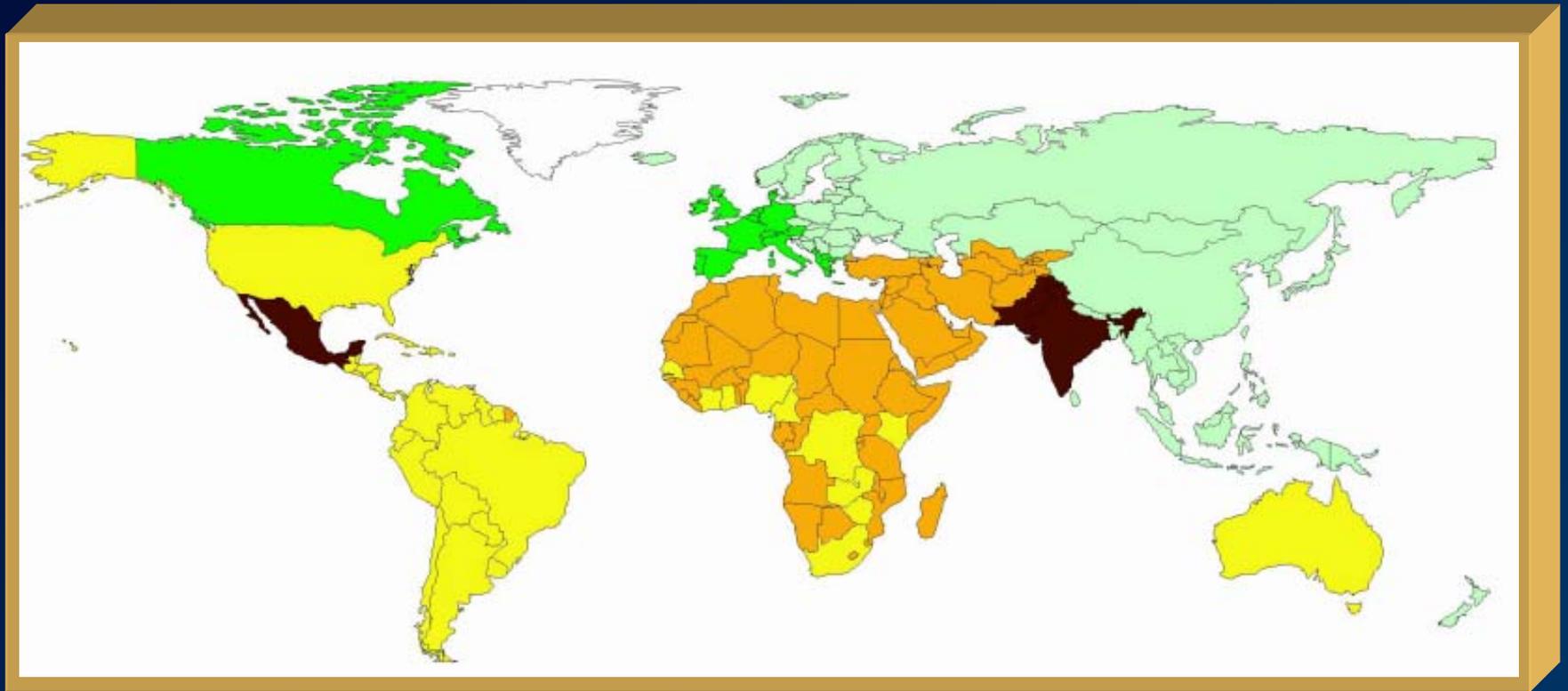
Changements de précipitations dans les Alpes (Scénario A-2)



Vulnérabilité des côtes au 21e Siècle



Sécurité alimentaire globale: 2050



-40% -30% -20% -10% 0% +10% +20% +30%

Rendements par rapport à 1990

Recul des glaciers: Glacier de la Tschierva (GR)

D'après: Max Maisch
University of Zürich, Switzerland

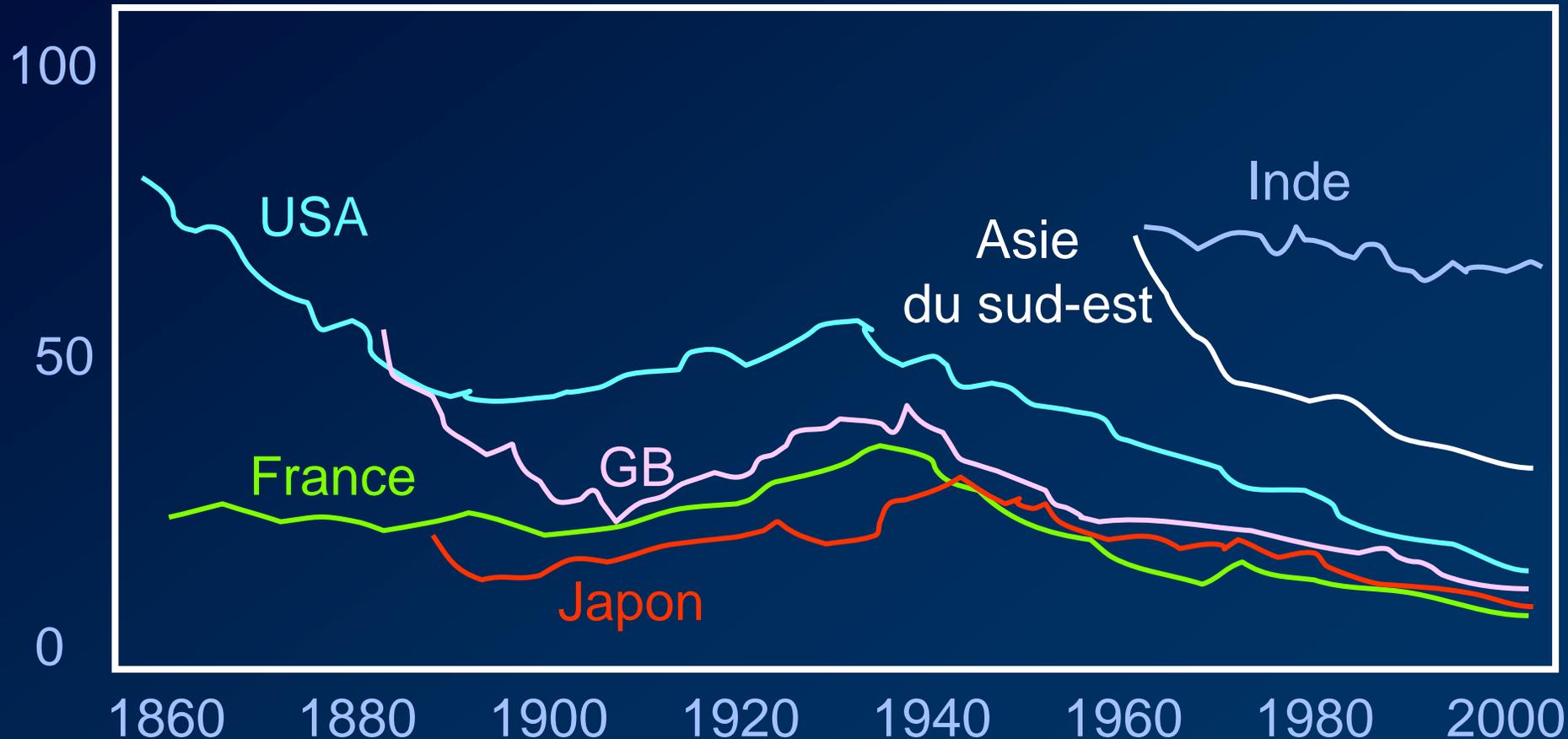


4

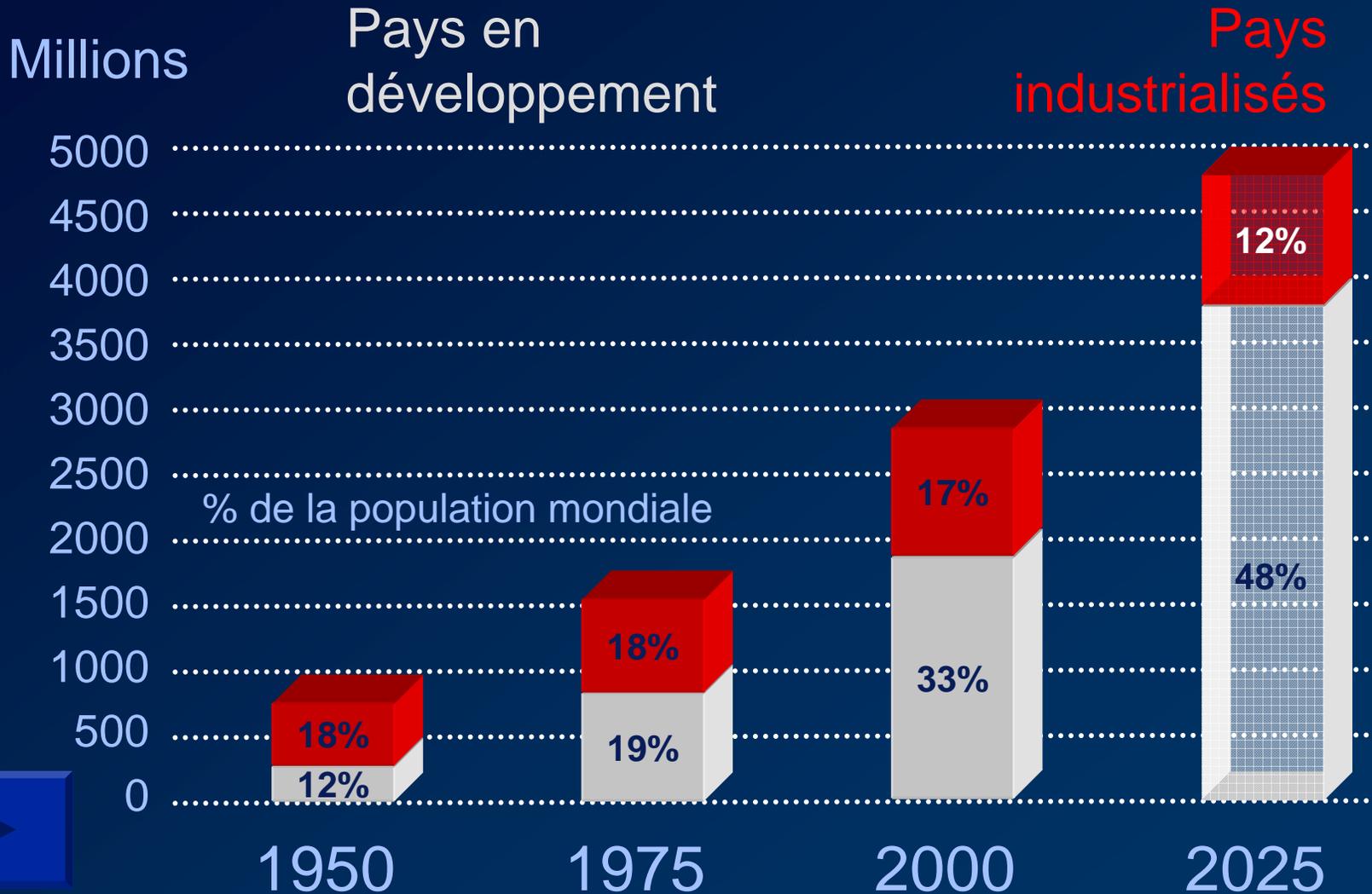
- Introduction
- Impacts du secteur énergie sur le climat
- Evolution climatique probable au 21^e siècle
- Conclusions

Exemples de réductions de l'intensité énergétique

Intensité [MJ / UD\$ (1980)]



Evolution démographique dans les zones urbaines



Autres formes d'énergies: peuvent-elle remplacer les carburants fossiles?

- Parmi les énergies renouvelables déjà utilisées:
 - ☞ Hydro
 - ☞ Eolienne
 - ☞ Bio-carburants
 - ☞ Géothermie
 - ☞ Solaire
- Dans le meilleur des cas, en exploitant au maximum ces énergies, on pourrait satisfaire 20-30% des besoins actuels...

Martin.Beniston@unige.ch



**Je vous remercie
de votre attention**