


Quel avenir climatique pour notre Terre ?



Pr Jean-Pascal van Ypersele

UCL-ASTR

(Université catholique de Louvain, Institut d'astronomie et de géophysique G. Lemaître)

Toile: www.climate.be

E-mail: vanyp@climate.be

Repères pour l'avenir, Ath, 5-5-2008

Définitions

- z Système climatique: constitué par l'atmosphère, les océans, la cryosphère (glace), la surface des continents, la biosphère...
- z Le climat = *moyenne* de l'état de ce système, en particulier du *temps* sur 30 ans, + *variabilité* autour de cette moyenne

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (=IPCC en anglais)

- x **créé par l'OMM et le PNUE en 1988**
- x **plus de 2500 chercheurs y participent (auteurs + relecteurs critiques)**
- x **Mandat : évaluer les informations scientifiques, techniques et socio-économiques liées à la compréhension des risques associés aux changements climatiques (base scientifique, impacts potentiels, prévention et adaptation).**
- x **publie des rapports (1990, 1996, 2001, 2007) (Cambridge University Press) qui font autorité.**
- x **Prix Nobel de la Paix 2007**
- x **Web: www.ipcc.ch (résumés : www.climate.be)**

Les mauvaises nouvelles d'abord (1)



- z Le climat se réchauffe de manière rapide
- z C'est principalement à cause de notre boulimie énergétique (12 tonnes de CO₂/an pour chaque Belge), qui renforce l'effet de serre
- z Les océans et la végétation absorbent une part de moins en moins importante du CO₂ émis: il s'accumule dans l'atmosphère

Les mauvaises nouvelles d'abord (2)



- z Les impacts deviennent importants et coûtent de plus en plus cher (vies et €)
- z Vagues de chaleur, inondations, ...
- z Effets sur les écosystèmes : de + en + visibles
- z Au moins 80% des glaciers fondent, emportant avec eux leurs archives, et privant de réservoir d'eau des villes entières

Les mauvaises nouvelles d'abord (3)

- z Le niveau des mers monte (+20 cm au 20^e siècle), surtout par dilatation thermique
- z Le Groenland et la péninsule antarctique fondent plus vite qu'anticipé
- z Projections à l'aide de modèles fiables:
T Mondiale: +1.1 à 6.4°C en 2100 (au dessus de 1990); Océans: au moins + 20 à 60 cm en 2100, près de 8 m en 3000 (sauf si mesures radicales)

Les mauvaises nouvelles d'abord (4)



- z Kyoto est important, mais tout-à-fait insuffisant: il faut arriver à réduire les émissions mondiales de 70-90% en 2100
- z Le problème est de long terme, plus loin que la prochaine élection ou le prochain bilan
- z Les changements climatiques vont aggraver bien des tensions géopolitiques

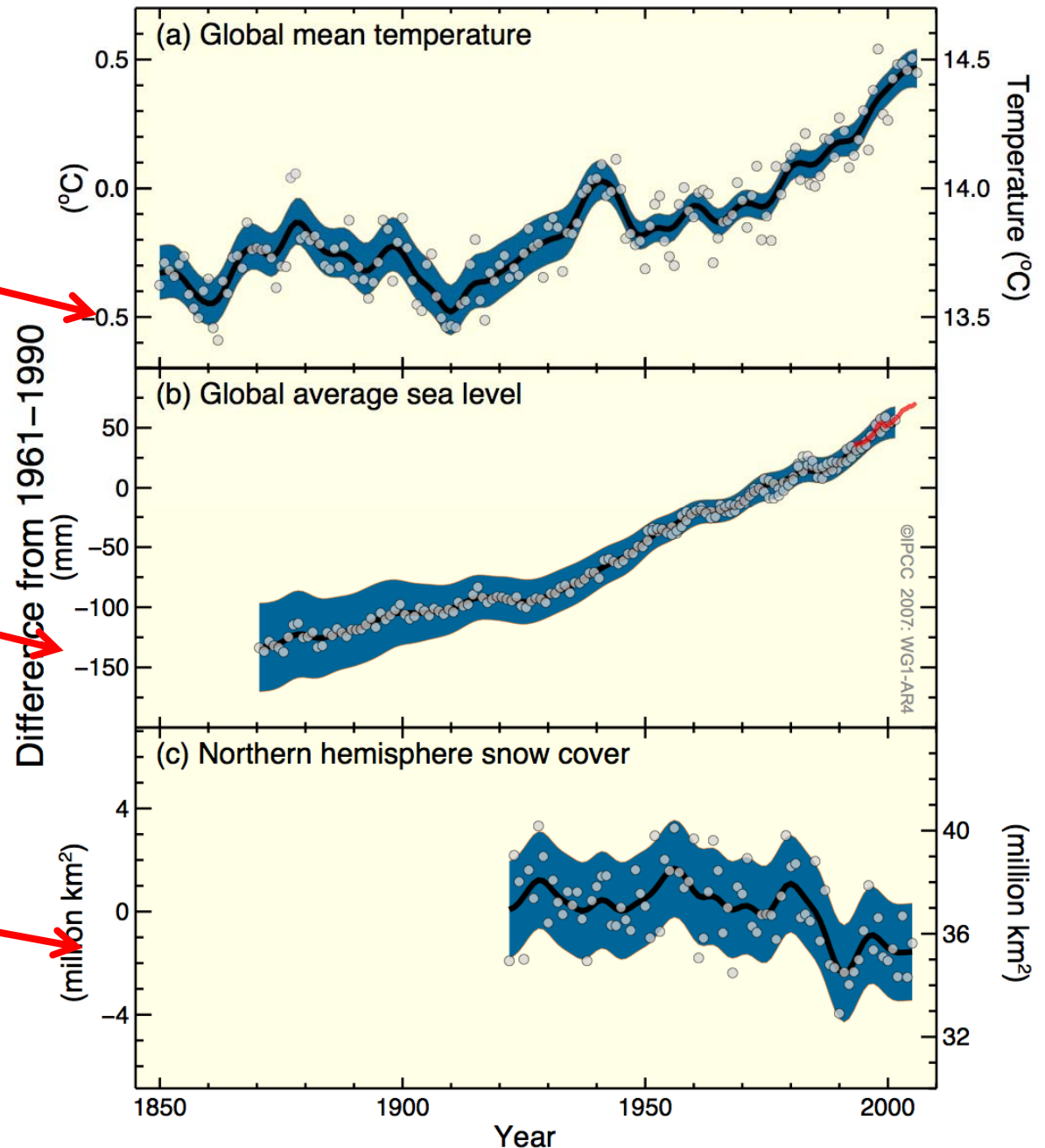
Le réchauffement est "sans équivoque"

Température
atmosphérique

Niveau moyen
des océans

Réduction de la
couverture de neige
(hémisphère nord)

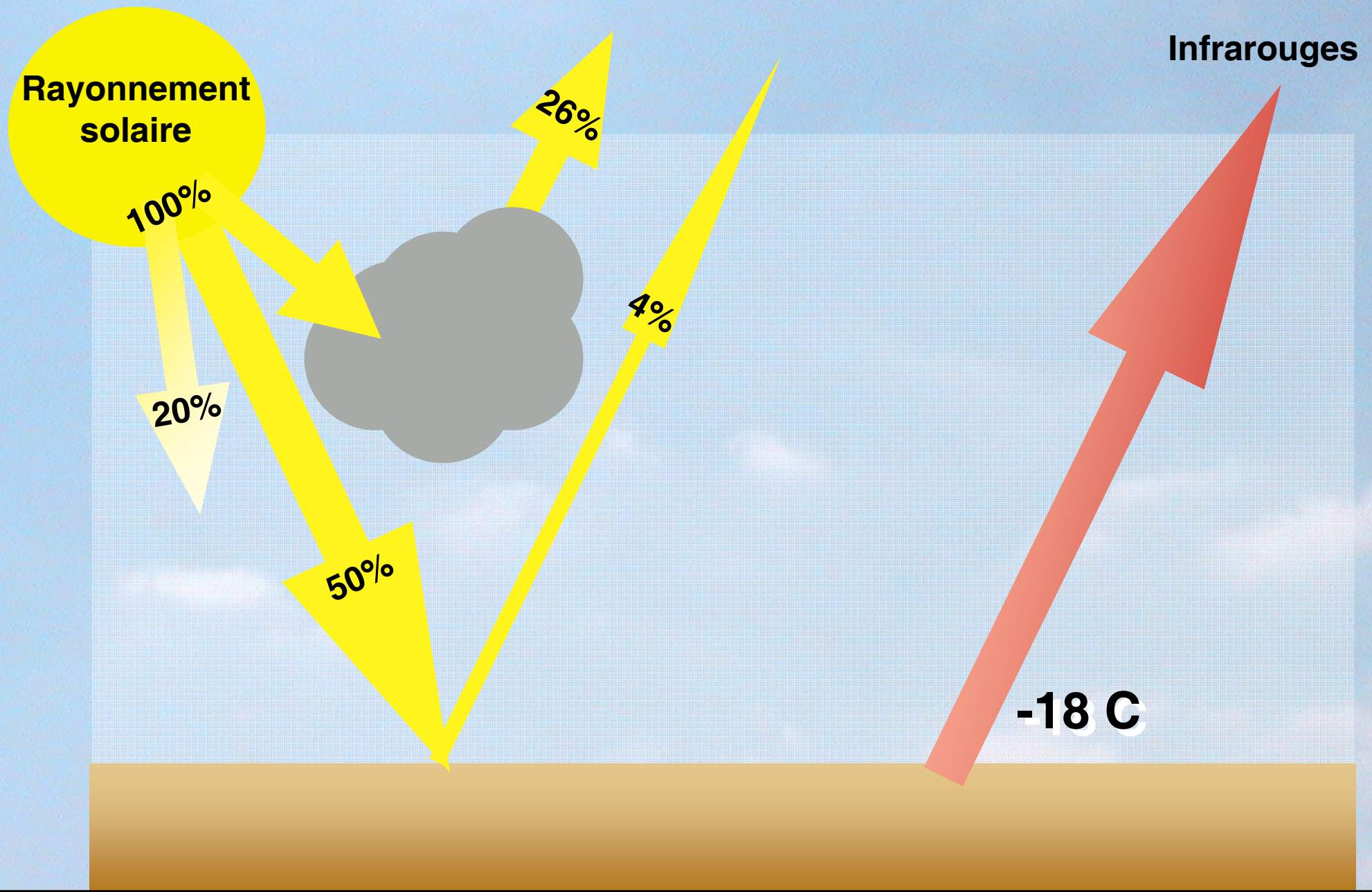
Changes in Temperature , Sea Level
and Northern Hemisphere Snow Cover



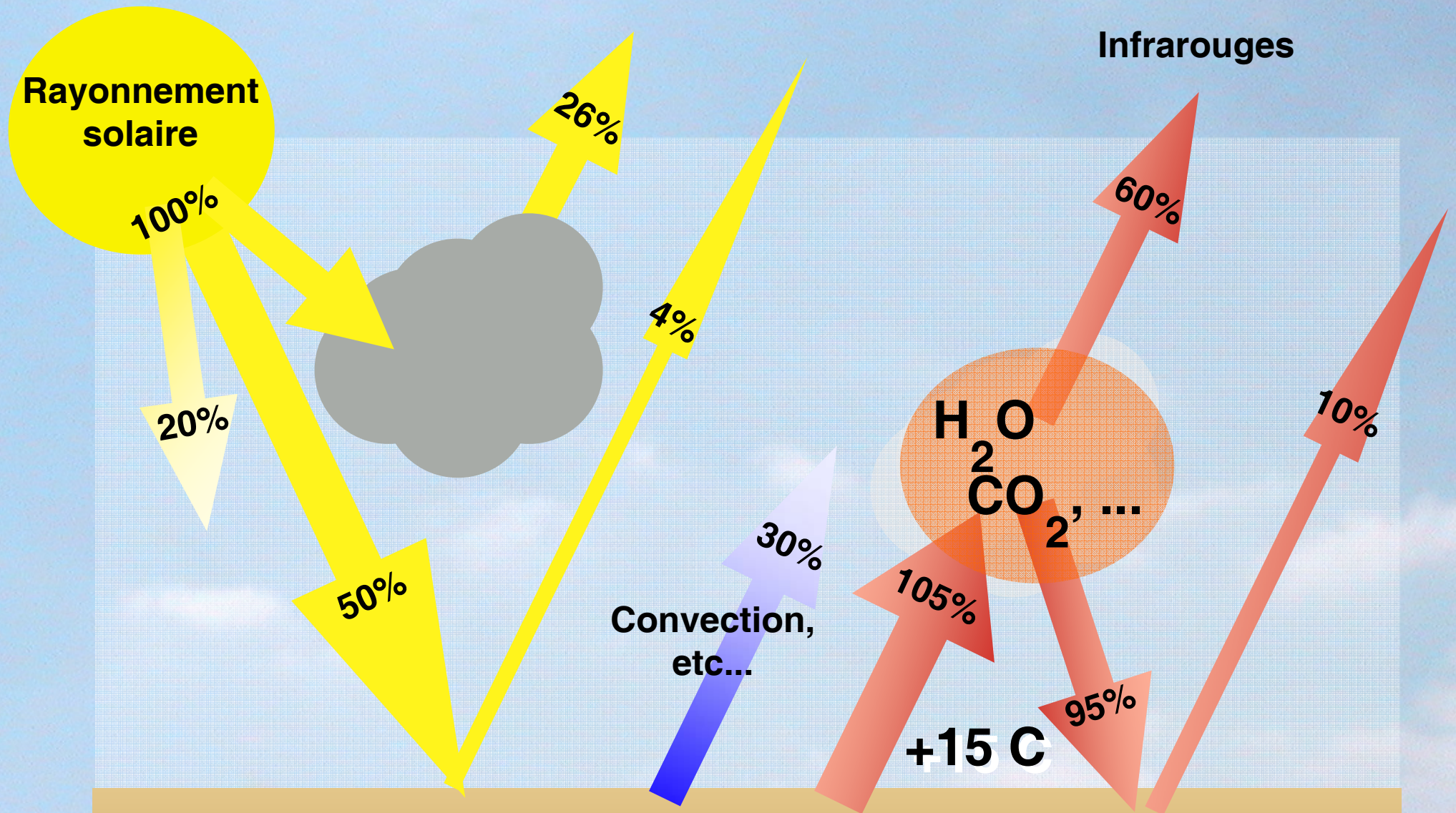
Le système climatique terrestre

- x **Machine thermique alimentée en énergie par le Soleil (1400 Wm^{-2} au sommet de l'atmosphère)**
- x **« Sphère » en rotation → dynamique des fluides complexe**
- x **Océan = 70% de la surface,**
- x **Très fine atmosphère (N_2 , O_2 , H_2O , CO_2 , ...)**
- x **Effet de serre**
- x **Cycles bio-géo-chimiques**

Cycle de l'énergie et effet de serre

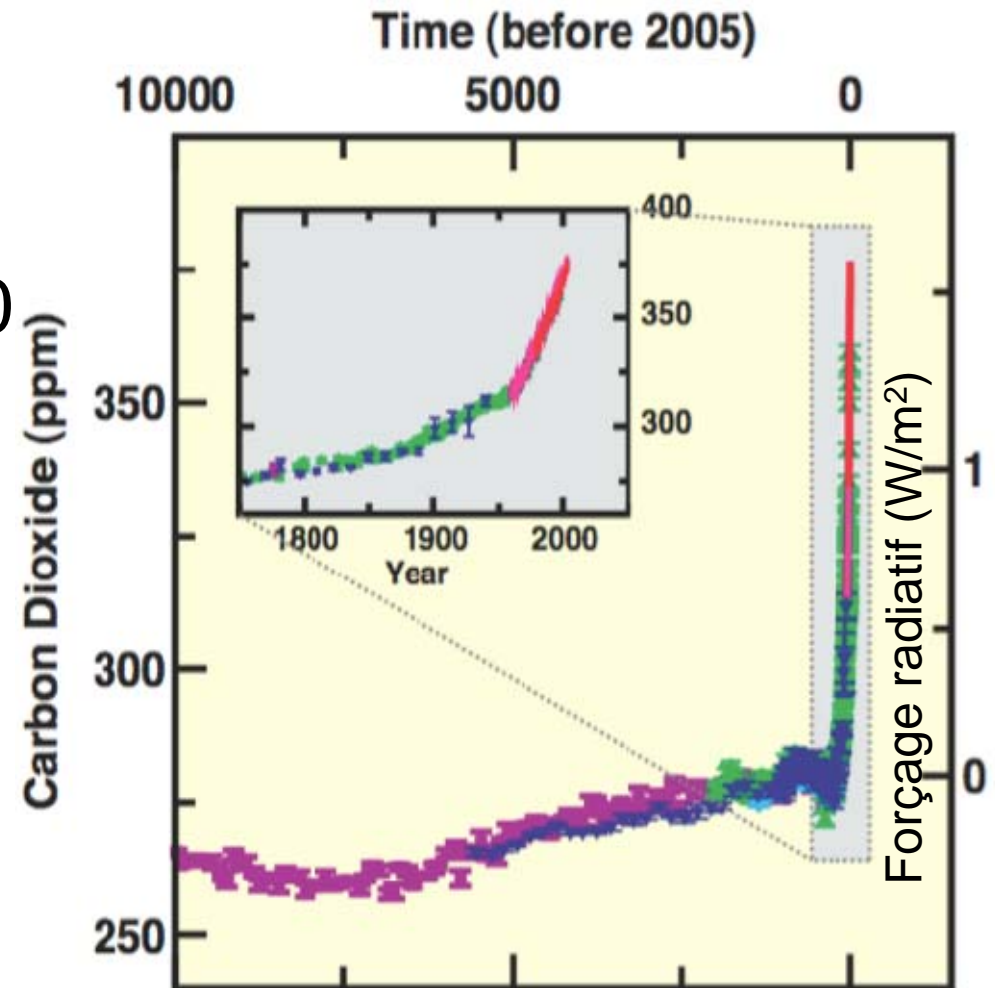


Cycle de l'énergie et effet de serre

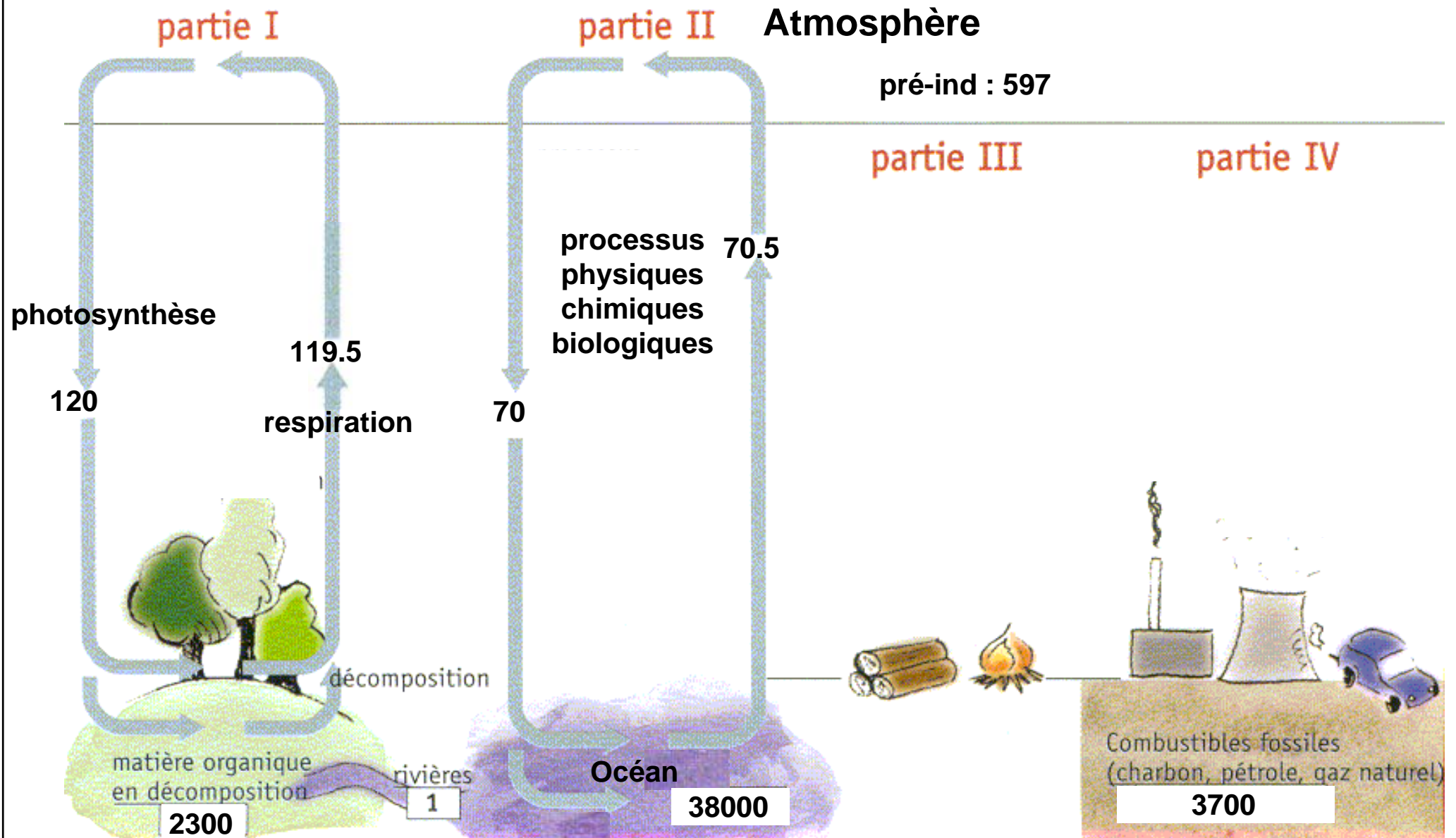


Causes humaines et naturelles des changements climatiques

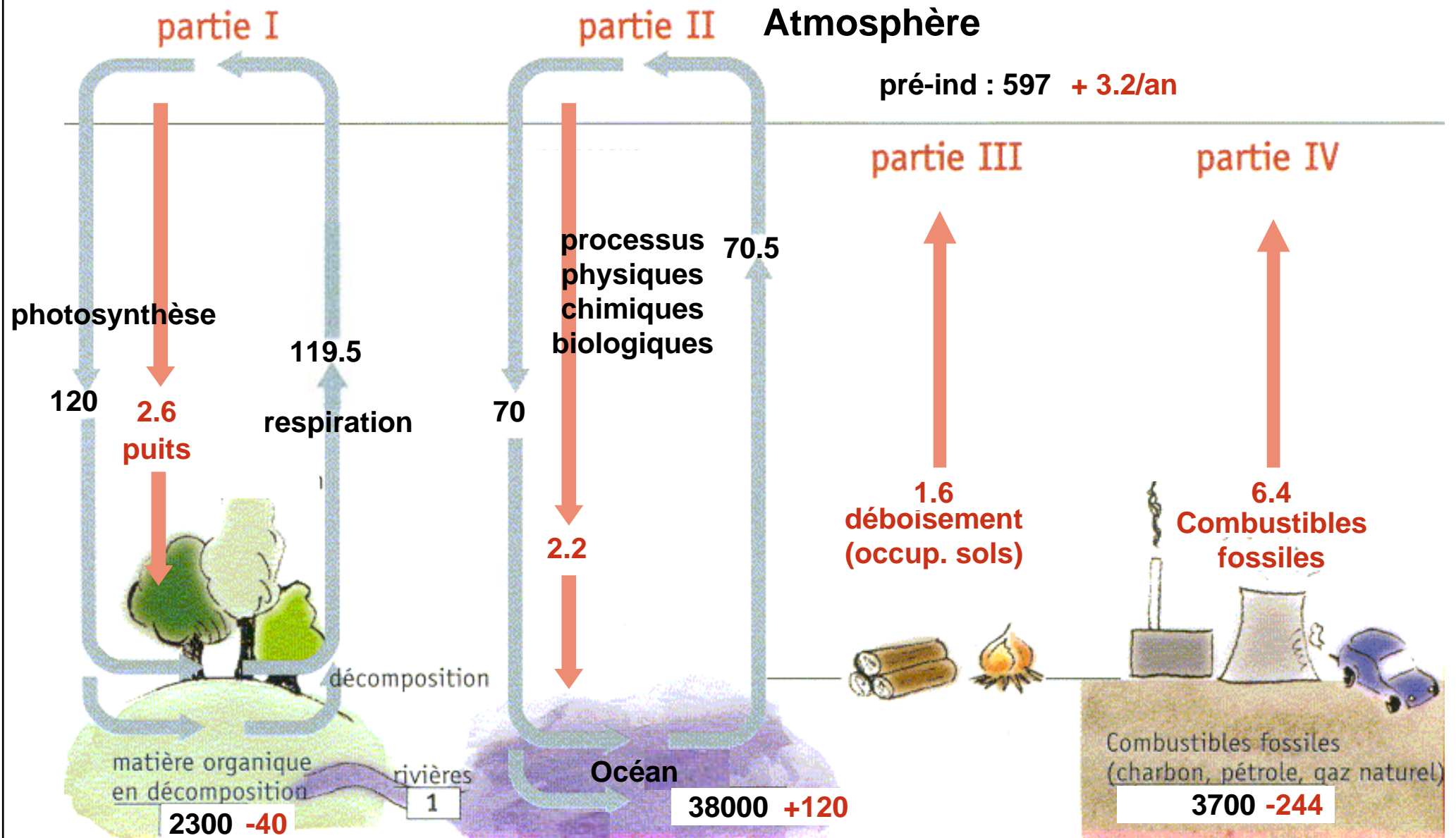
- Les concentrations mondiales de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote ont crû de façon notable par suite des activités humaines depuis 1750
 - *la concentration de dioxyde de carbone était de 280 ppm avant l'industrialisation et a atteint 379 ppm en 2005*
 - *Cette concentration dépasse de loin les variations naturelles durant les 650 000 dernières années (180 à 300 ppm)*



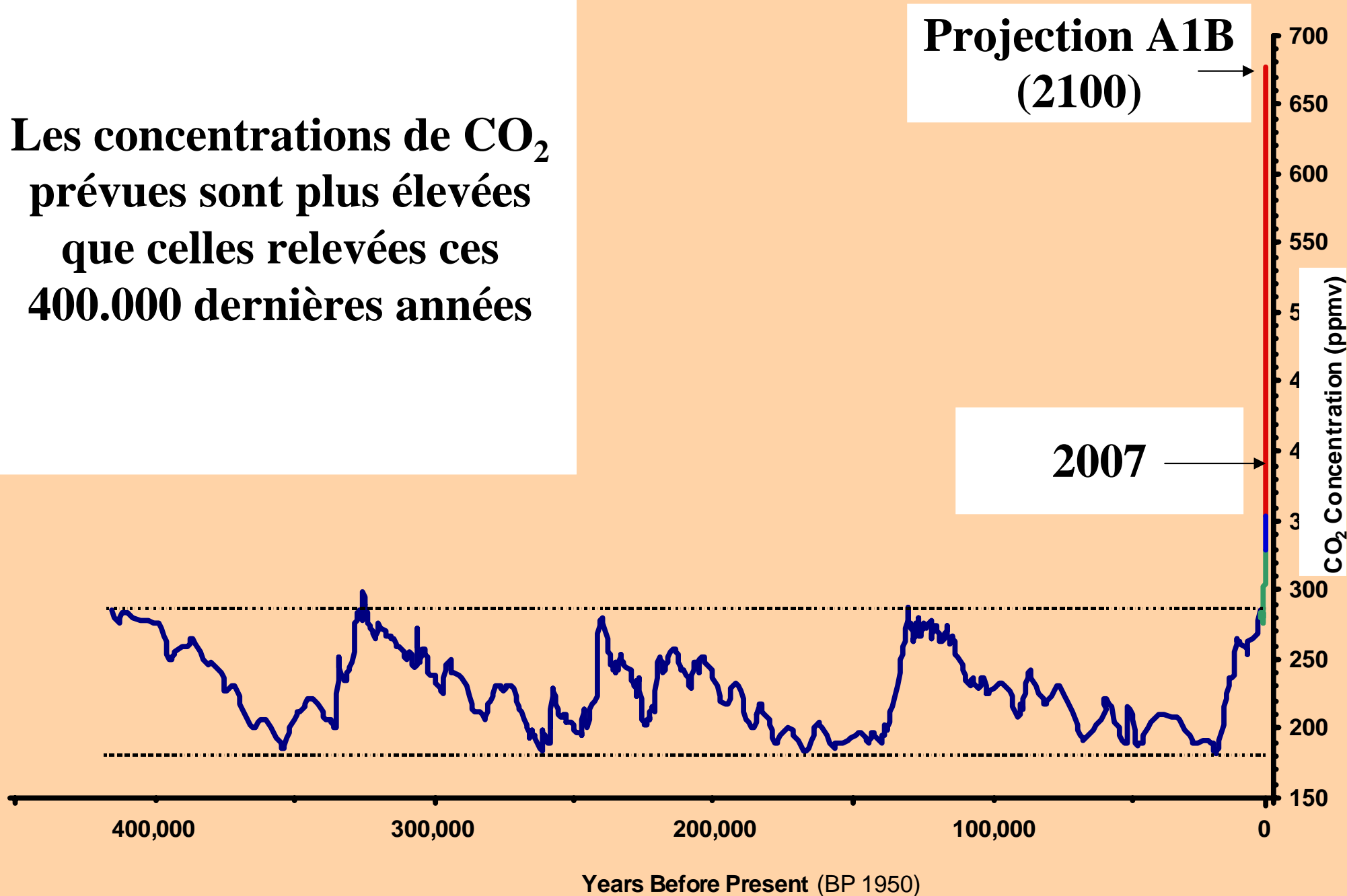
Cycle du carbone



Cycle du carbone



**Les concentrations de CO₂
prévues sont plus élevées
que celles relevées ces
400.000 dernières années**



REPARTITION DES SOURCES D'ENERGIE (MONDE)

1990:

Biomasse : 14%

Hydroélec : 6%

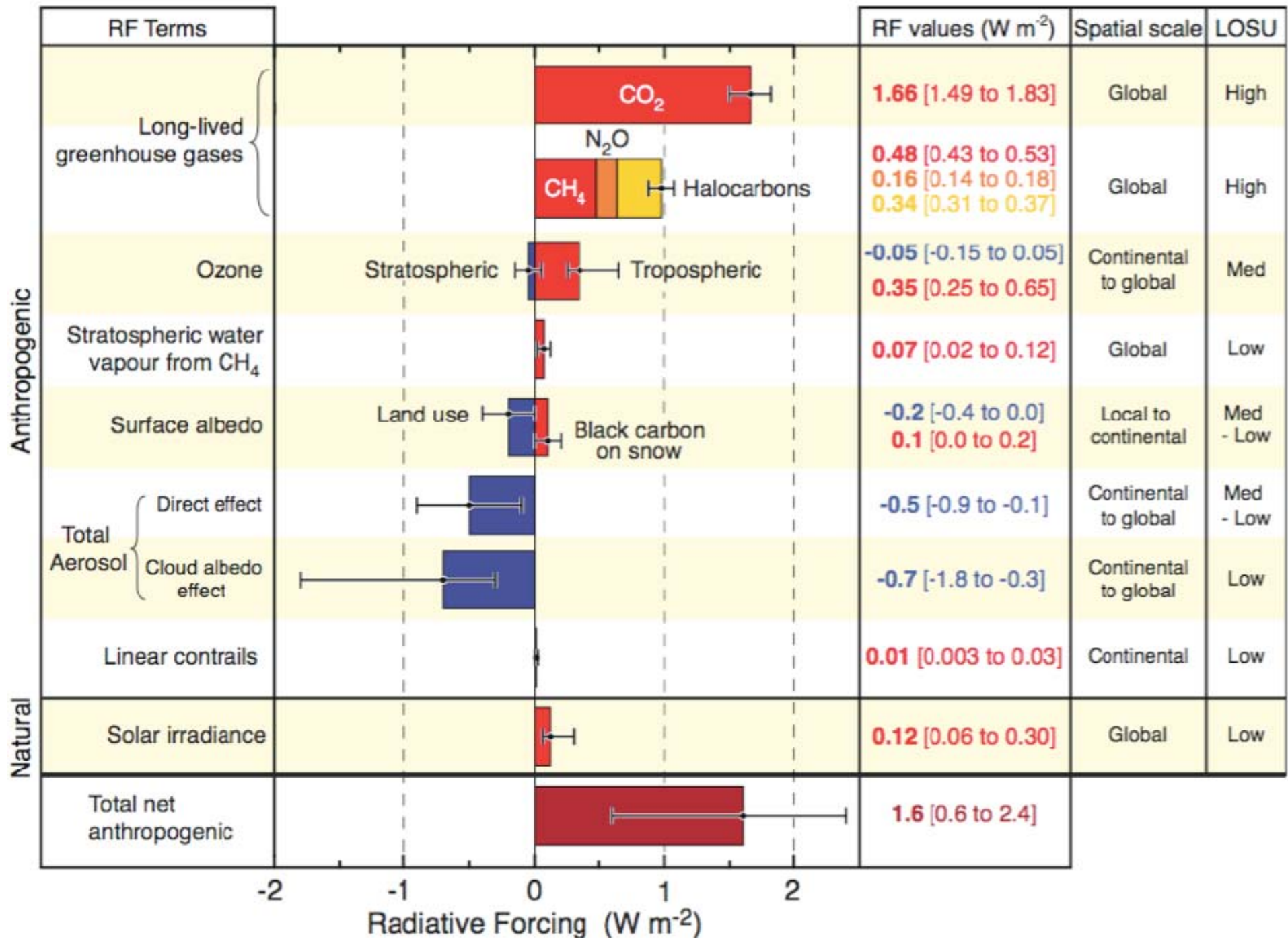
Nucléaire : 5%

Combust. fossiles {
Charbon : 24% }
Pétrole : 33% } 75%
Gaz naturel : 18%

100%

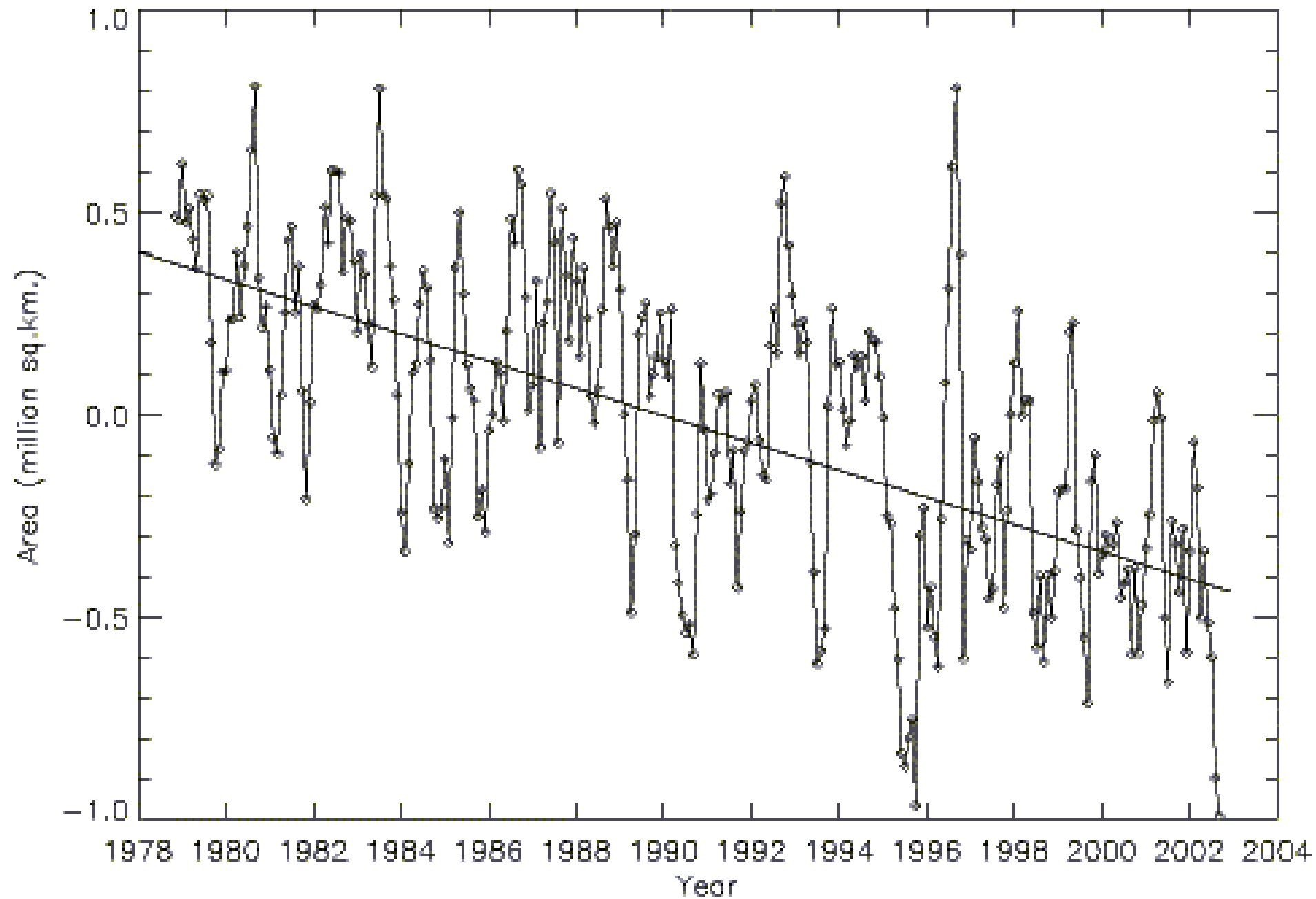


Composantes du forçage radiatif (en2005)



Surface de la glace de mer

Total Arctic



Deviation from 1978-2002 (~13 Mkm²)

<http://nsidc.org>

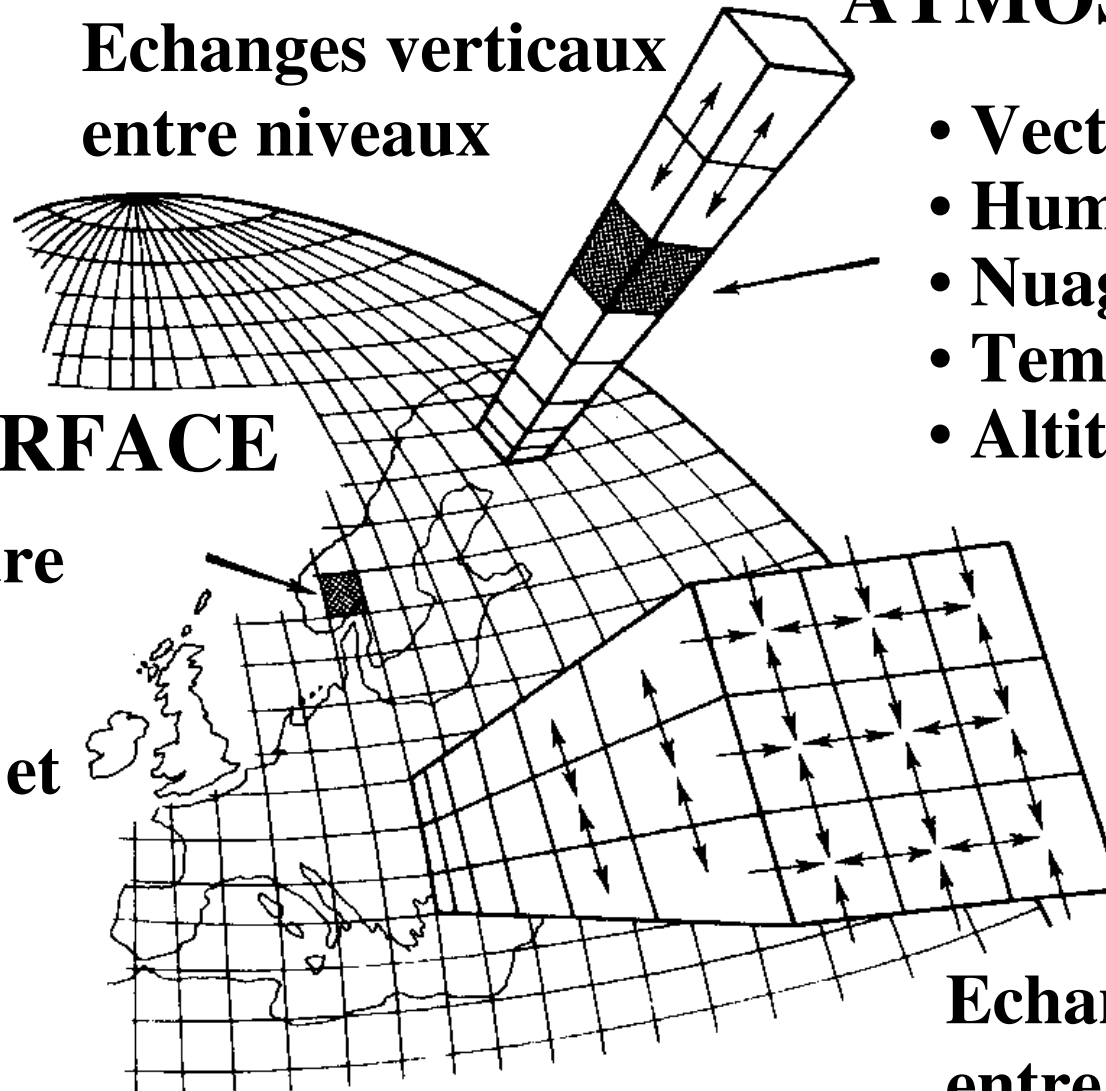
DANS LA COLONNE ATMOSPHERIQUE

Echanges verticaux
entre niveaux

- Vecteurs vent
- Humidité
- Nuages
- Température
- Altitude

A LA SURFACE

- Température
au sol
- Flux d'eau et
d'énergie



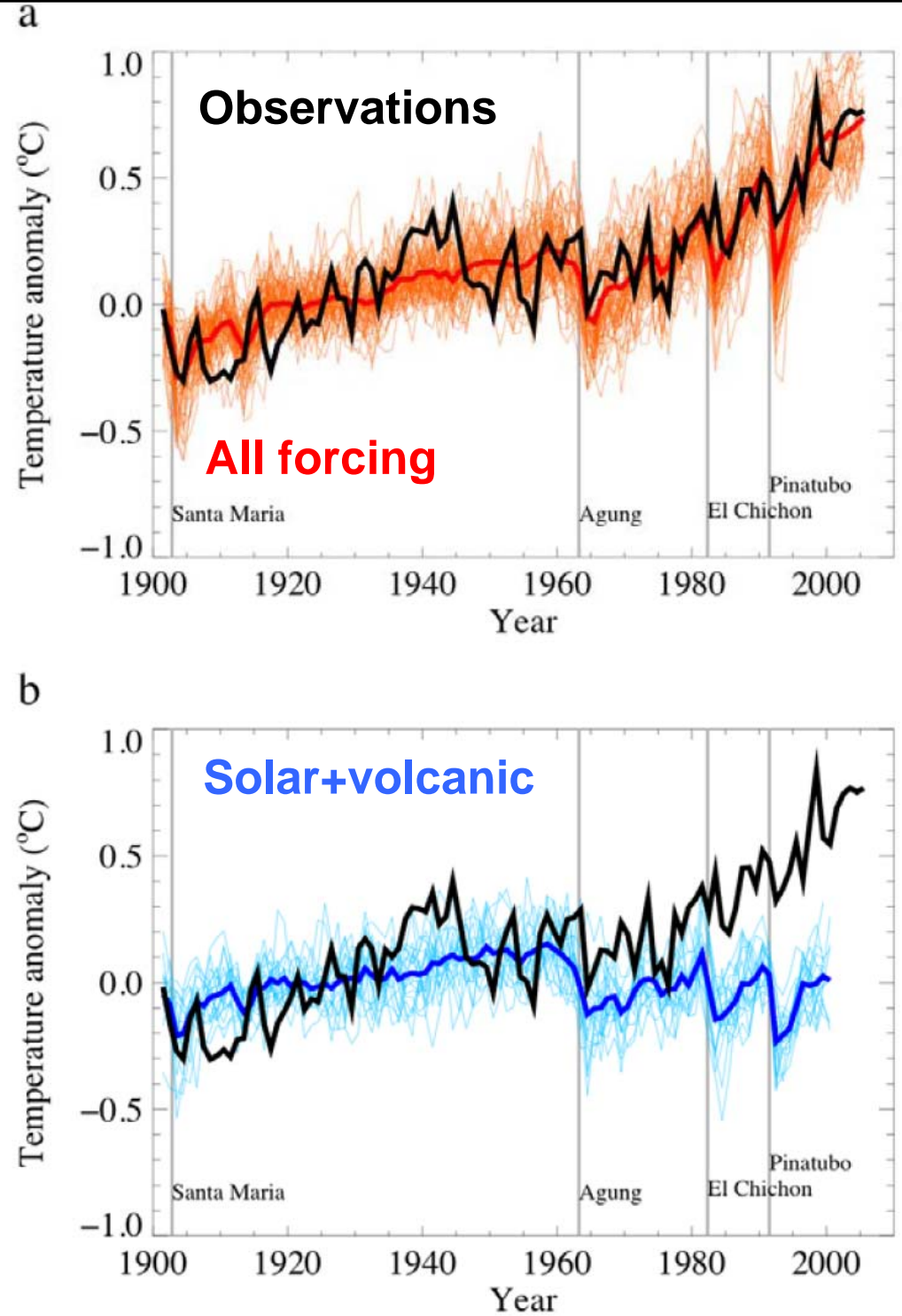
Echanges horizontaux
entre colonnes

Intervalle de temps ~ 30 minutes

Résolution ~ 3° x 3°

Attribution

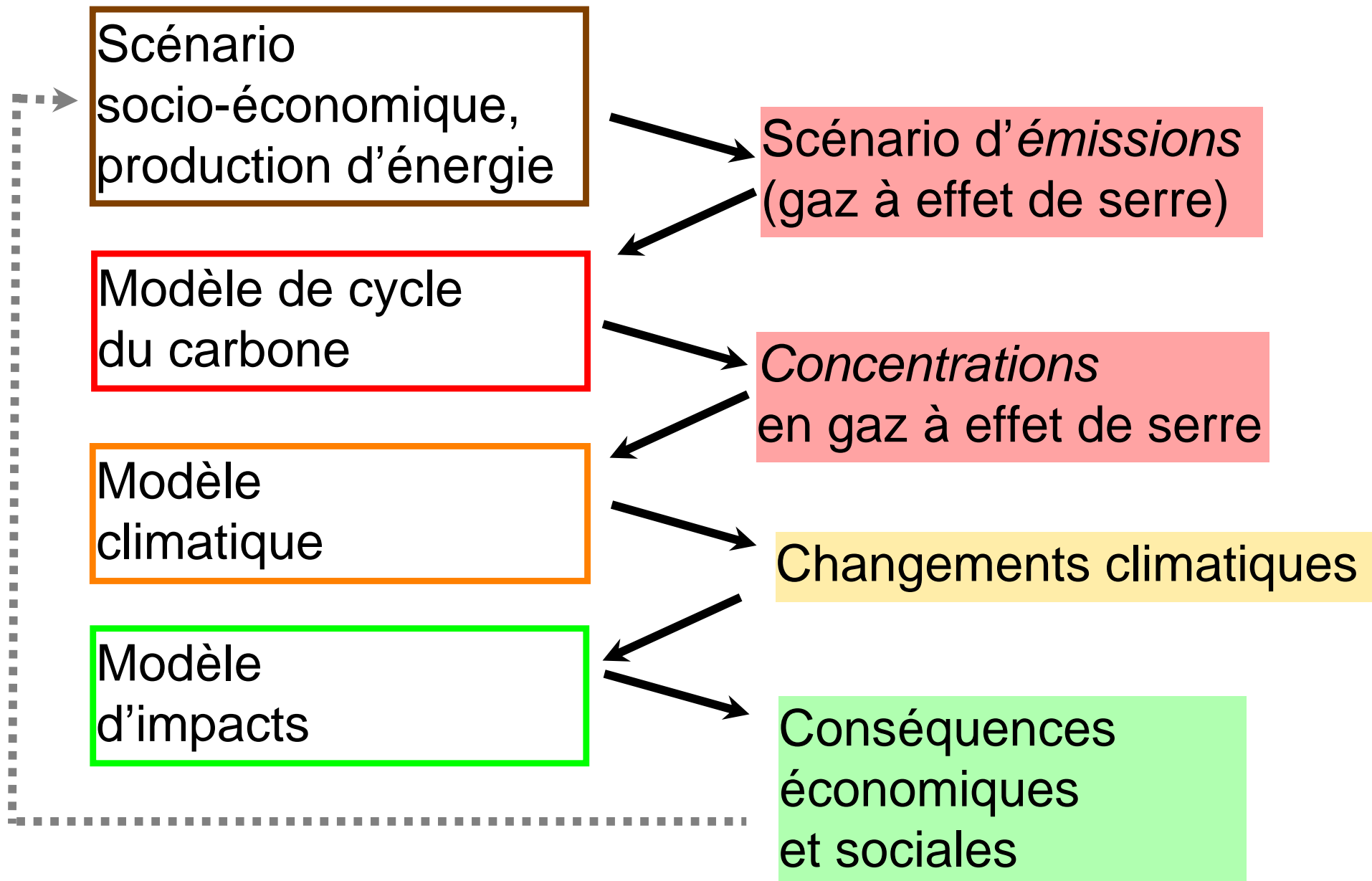
- are observed changes consistent with
 - ☑ expected responses to forcings
 - ☒ inconsistent with alternative explanations



Conclusion principale du dernier rapport du GIEC (2007):

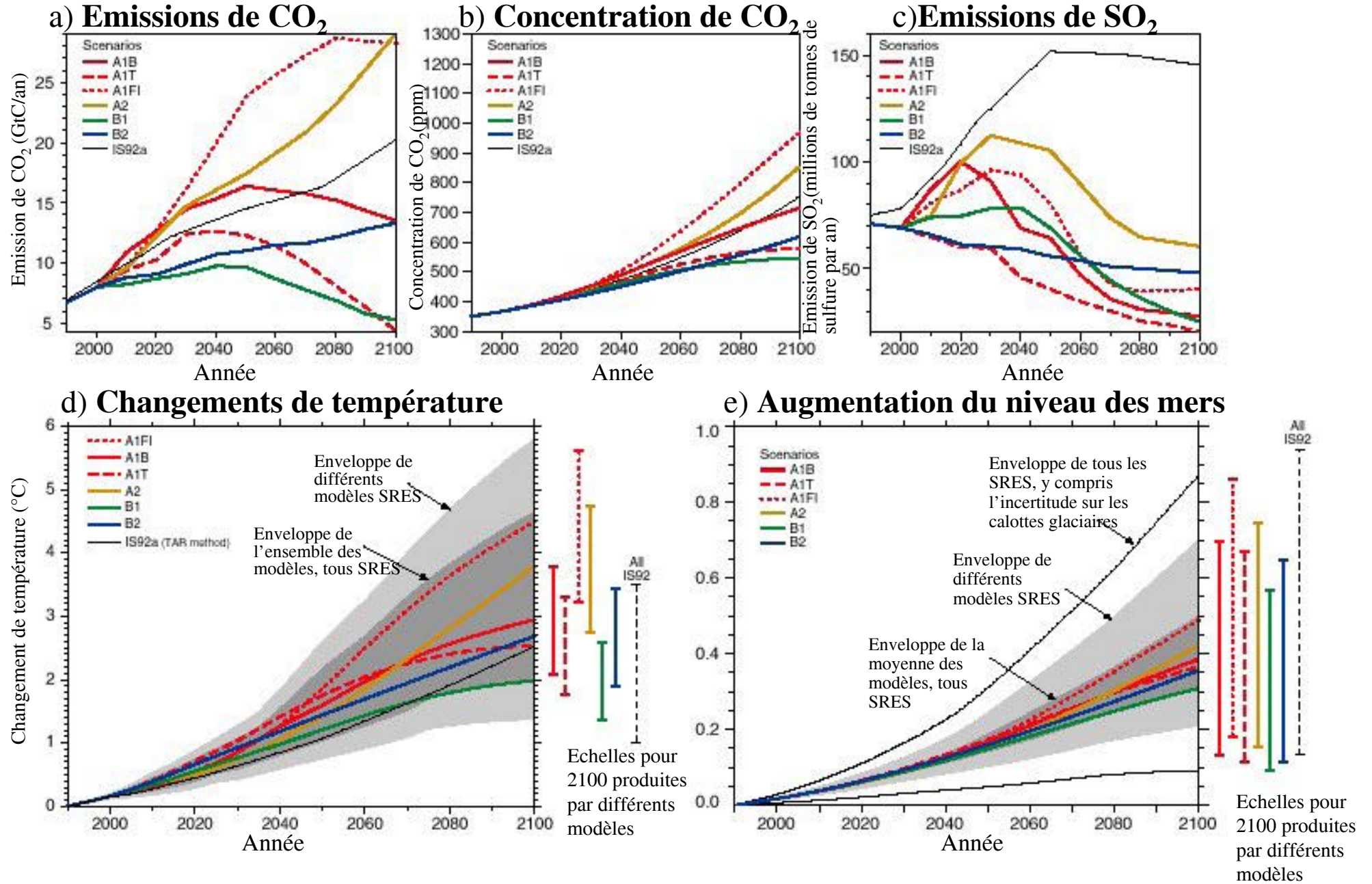
- Il est très probable que l'augmentation observée des concentrations anthropiques de gaz à effet de serre est responsable de l'essentiel de la hausse des températures moyennes mondiales depuis le milieu du 20^e siècle.
- NB: « très probable » = > 90%probabilité

Etapes d'une projection climatique

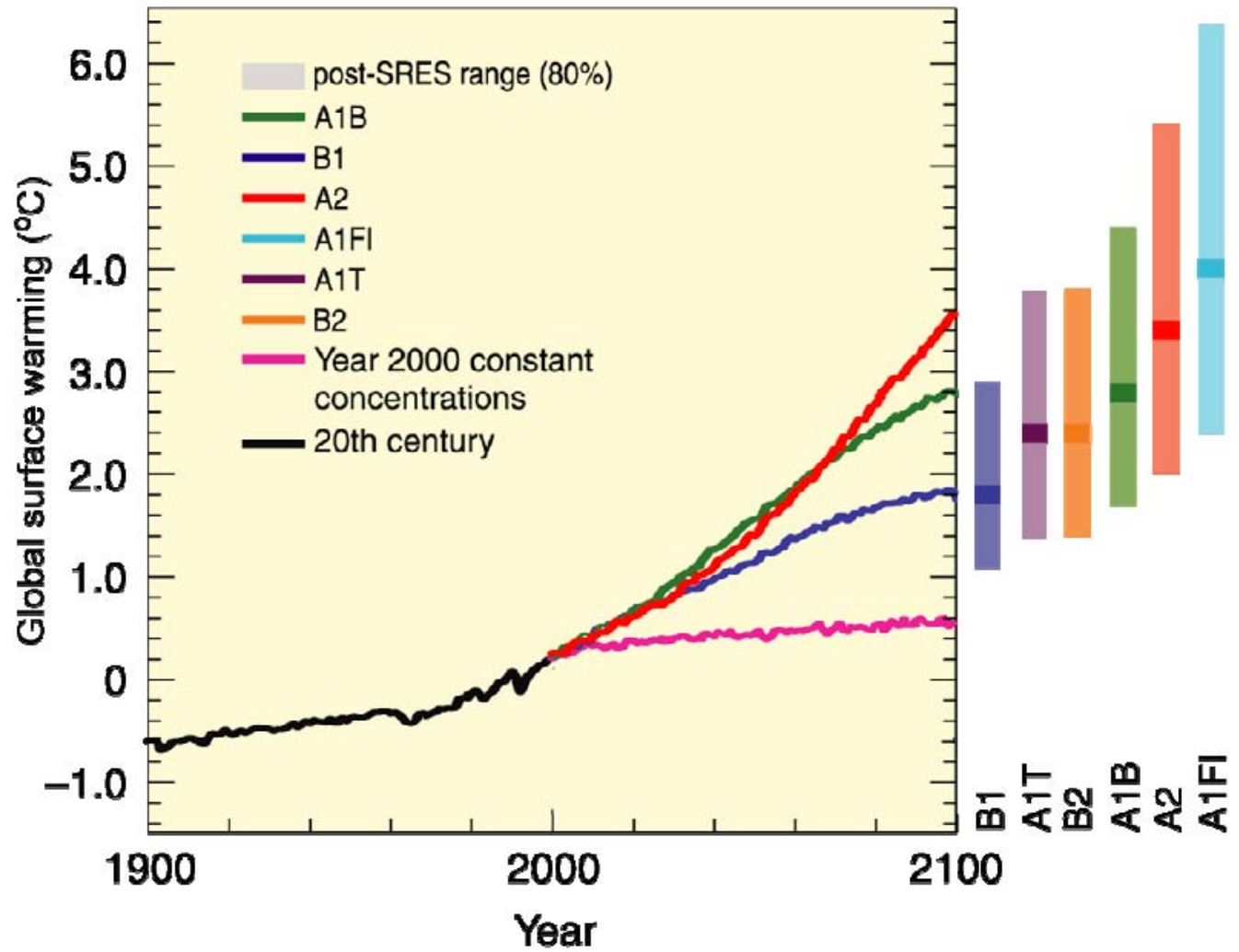
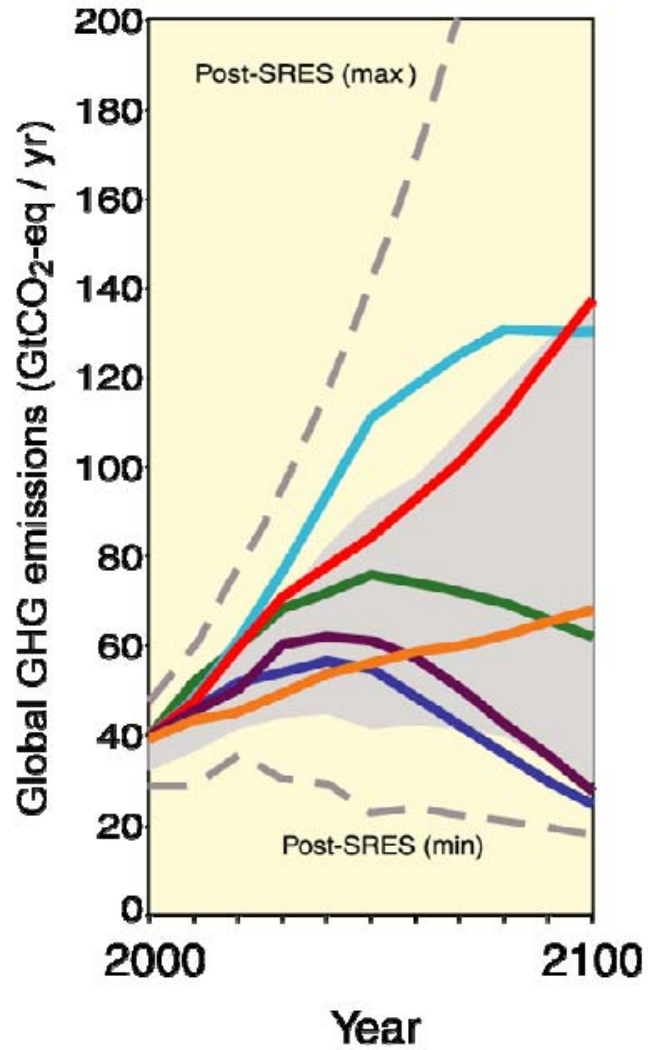


On projette un changement de la composition de l'atmosphère, qui impliquera une augmentation de la température et du niveau des mers

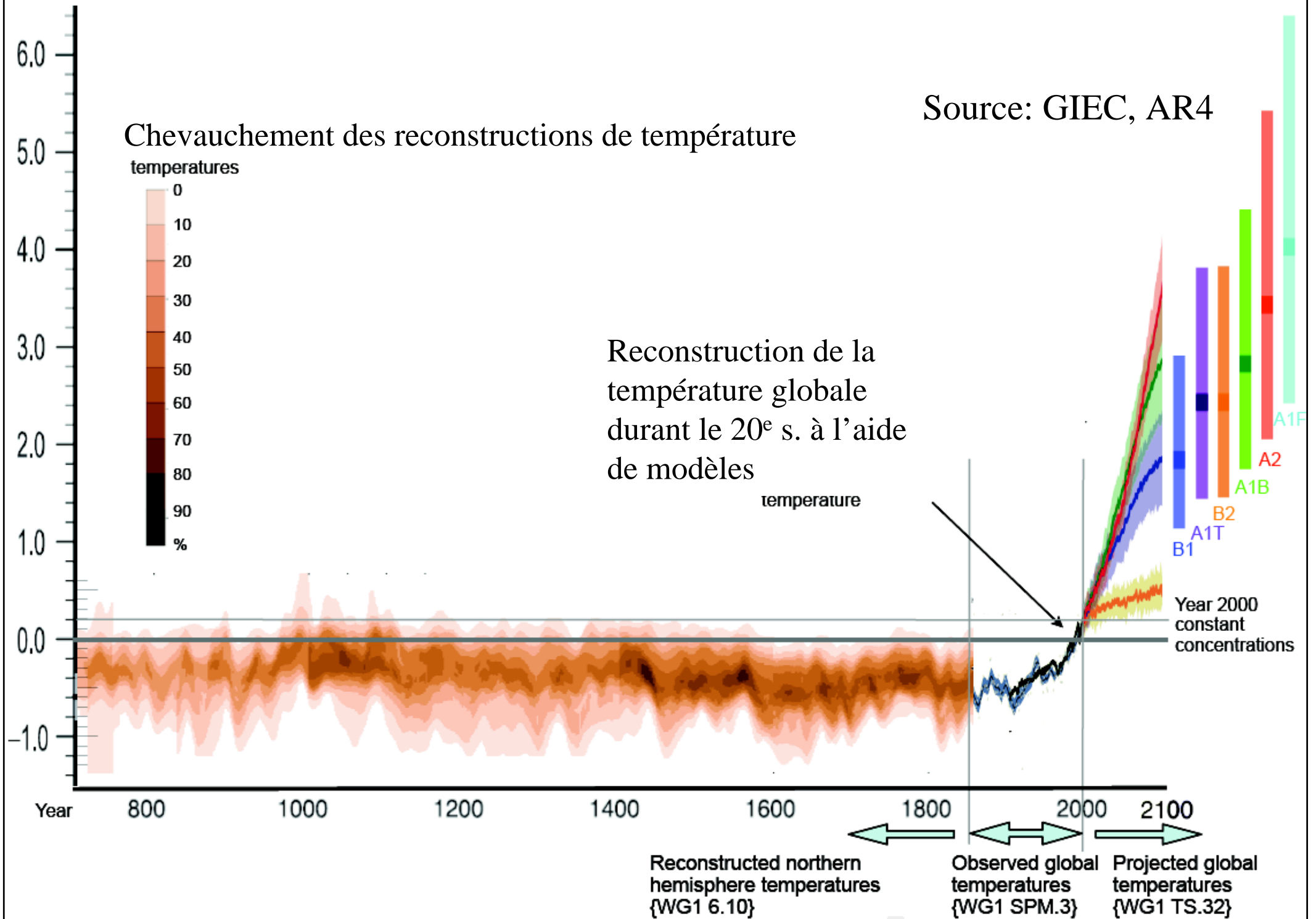
Source: IPCC AR3 (2001)



Projections du climat futur en l'absence de mesures



Anomalies de la température en surface par rapport à 1980-1999



Projections de l'élévation de la température globale et du niveau moyen des mers entre 1990 et 2100 (GIEC AR4, 2007)

	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) ^a		Sea Level Rise (m at 2090-2099 relative to 1980-1999)
Case	Best estimate	<i>Likely</i> range	Model-based range excluding future rapid dynamical changes in ice flow
Constant Year 2000 concentrations ^c	0.6	0.3 – 0.9	NA
B1 scenario	1.8	1.1 – 2.9	0.18 – 0.38
A1T scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.45
B2 scenario	2.4	1.4 – 3.8	0.20 – 0.43
A1B scenario	2.8	1.7 – 4.4	0.21 – 0.48
A2 scenario	3.4	2.0 – 5.4	0.23 – 0.51
A1FI scenario	4.0	2.4 – 6.4	0.26 – 0.59

Événements extrêmes (Source: IPCC WG1 AR4)

Phénomène et tendance	Probabilité qu'il y ait eu une tendance à la fin du 20 ^e S	Influence humaine sur ces tendances (probabilité)	Probabilité que la tendance se poursuive au 21 ^e siècle pour les scénarios SRES
Journées et nuits froides plus chaudes et moins nombreuses sur la plupart des régions	très probable (> 90%)	probable (> 66%)	virtuellement certain (> 99%)
Journées chaudes plus chaudes et plus fréquentes sur la plupart des régions	très probable	probable (nuits)	virtuellement certain
Vagues de chaleur plus fréquentes sur la plupart des régions	probable (> 66%)	plus probable que non (> 50%)	très probable
Événements de fortes précipitations sur la plupart des régions	probable	plus probable que non	très probable
Accroissement de l'étendue affectée par des sécheresses	probable dans beaucoup de régions depuis 1970	plus probable que non	probable
Accroissement de l'activité des cyclones tropicaux intenses	probable dans beaucoup de régions depuis 1970	plus probable que non	probable
Accroissement de la fréquence des niveaux de la mer extrêmes (hors tsunamis)	probable	plus probable que non	probable

More heavy precipitation and more droughts....

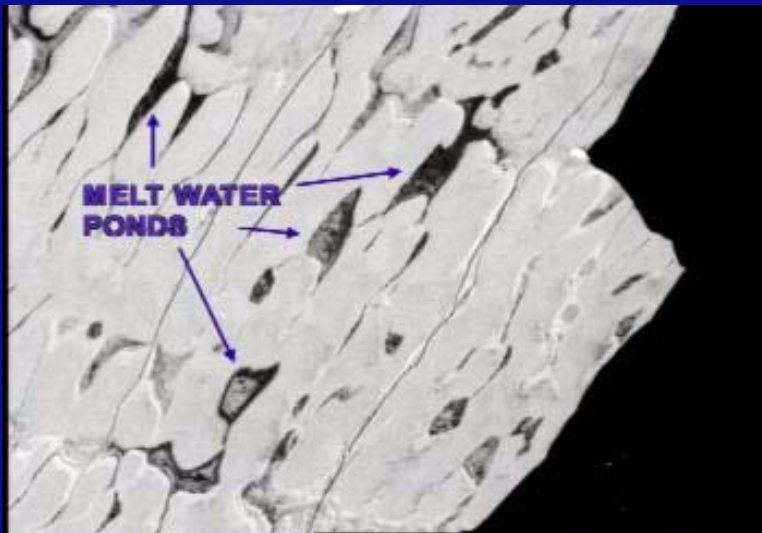


Ice

Do we understand what is happening to ice shelves?
Sea-ice? Temperate latitude glaciers?

Satellite imagery shows
disintegration of an area of
about 3250 km² over
35 days in early 2002.

The Larsen B ice shelf, Antarctica.

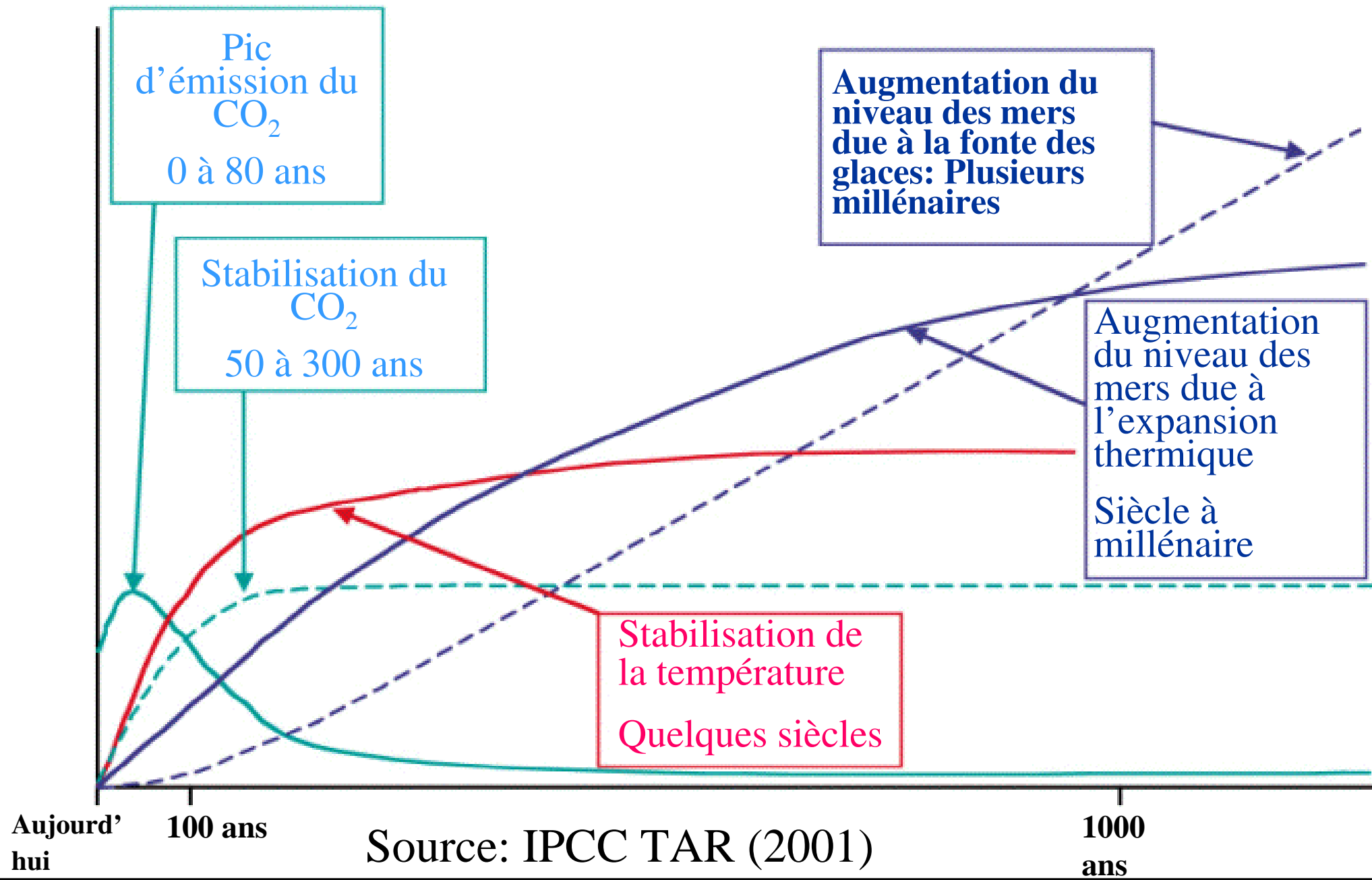


QuickTime™ and a
Cinepak decompressor
are needed to see this picture.

Role of these meltwater ponds?
The nature of ice mechanics?
Implications of ice mechanics for
sea level?

Source: NASA

Il existe une inertie significative dans le système climatique



Principales incertitudes



- **Microphysique des nuages**
- **Effets radiatifs des aérosols**
- **Interactions biosphère-atmosphère**
- **Stabilité de la circulation océanique**
- **Stabilité des calottes glaciaires**
- **Distribution des effets sur les pluies**
- **Fréquence & intensité des événements extrêmes**

Principales « certitudes »

- **Les gaz à effet de serre d'origine humaine vont continuer à réchauffer le climat global**
- **Même les modèles « optimistes » montrent un réchauffement sans précédent au cours des 10.000 dernières années au moins**
- **L'inertie du système est grande, en particulier pour le niveau des mers**
- **La stabilisation du climat requiert d'importantes réductions des émissions.**

GIEC GT-II (Impacts) (2)

2001 (426 auteurs, 440 relecteurs)



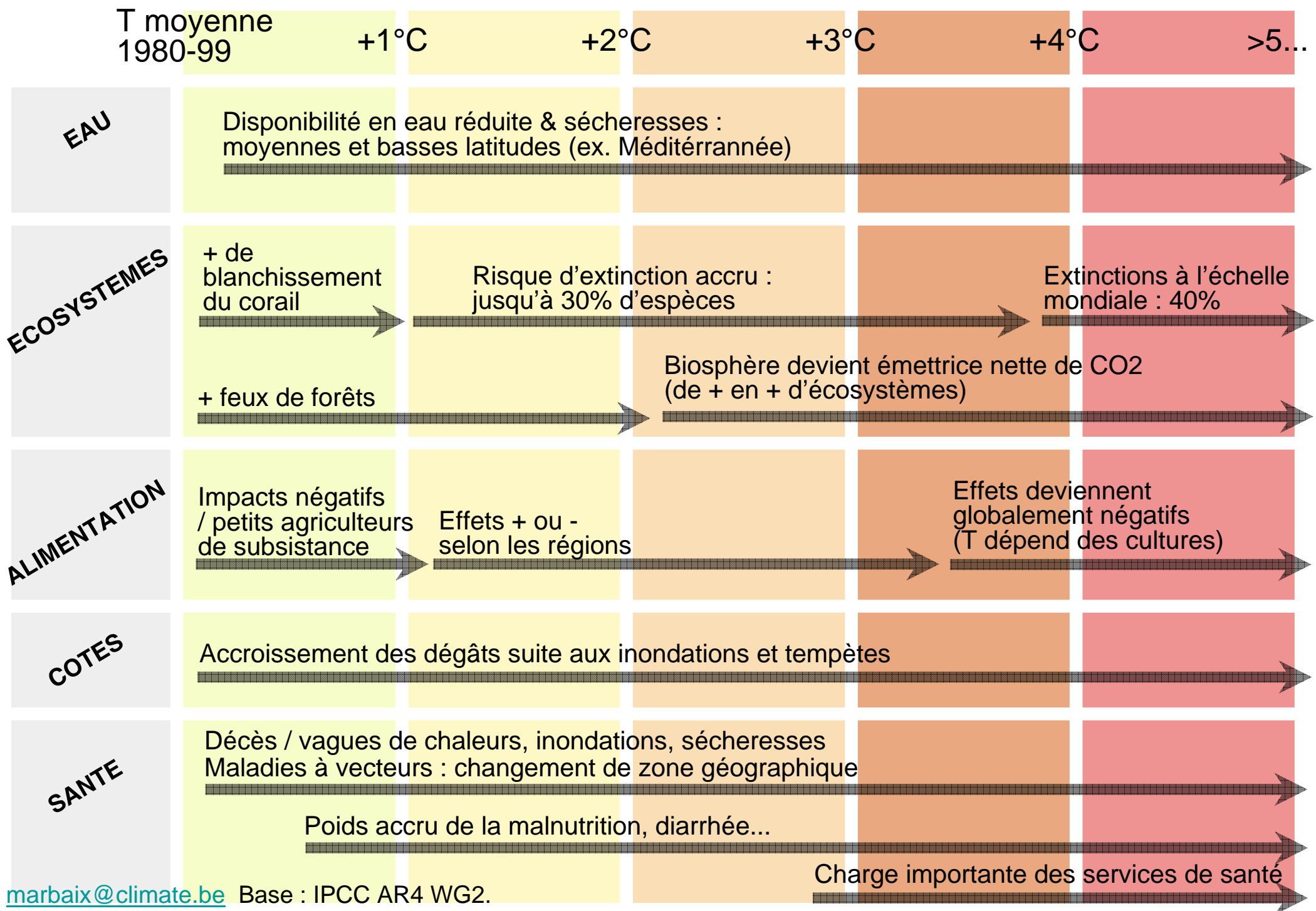
- z Certains systèmes naturels pourraient subir des dommages importants et irréversibles:
 - z glaciers
 - z récifs coralliens et atolls
 - z palétuviers
 - z forêts boréales & tropicales
 - z écosystèmes polaires & alpins
 - z zones de prairies humides
 - z pâturages naturels résiduels

GIEC GT-II (Impacts) ⁽³⁾

2001 (426 auteurs, 440 relecteurs)

- z Les systèmes humains qui sont sensibles aux changements climatiques incluent principalement:
 - z ressources en eau
 - z agriculture (spécialement sécurité alimentaire) et foresterie
 - z zones côtières et systèmes marins (pêcheries)
 - z établissements humains
 - z énergie et industrie
 - z assurances, services financiers
 - z santé humaine

Impacts mondiaux en fonction de la hausse de température



**GIEC AR4 GT2 (2007):
20% - 30% des espèces
végétales et animales
sont soumises à risque
élevé d'extinction si**

**ΔT 1.5°C - 2.5°C (au –
dessus de la température
de 1990)**

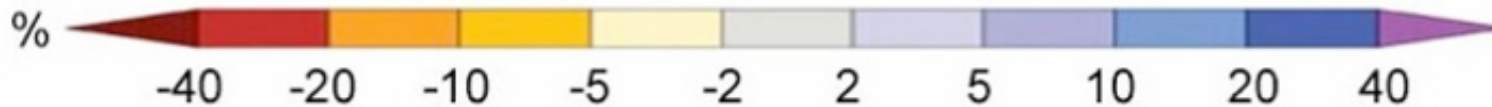
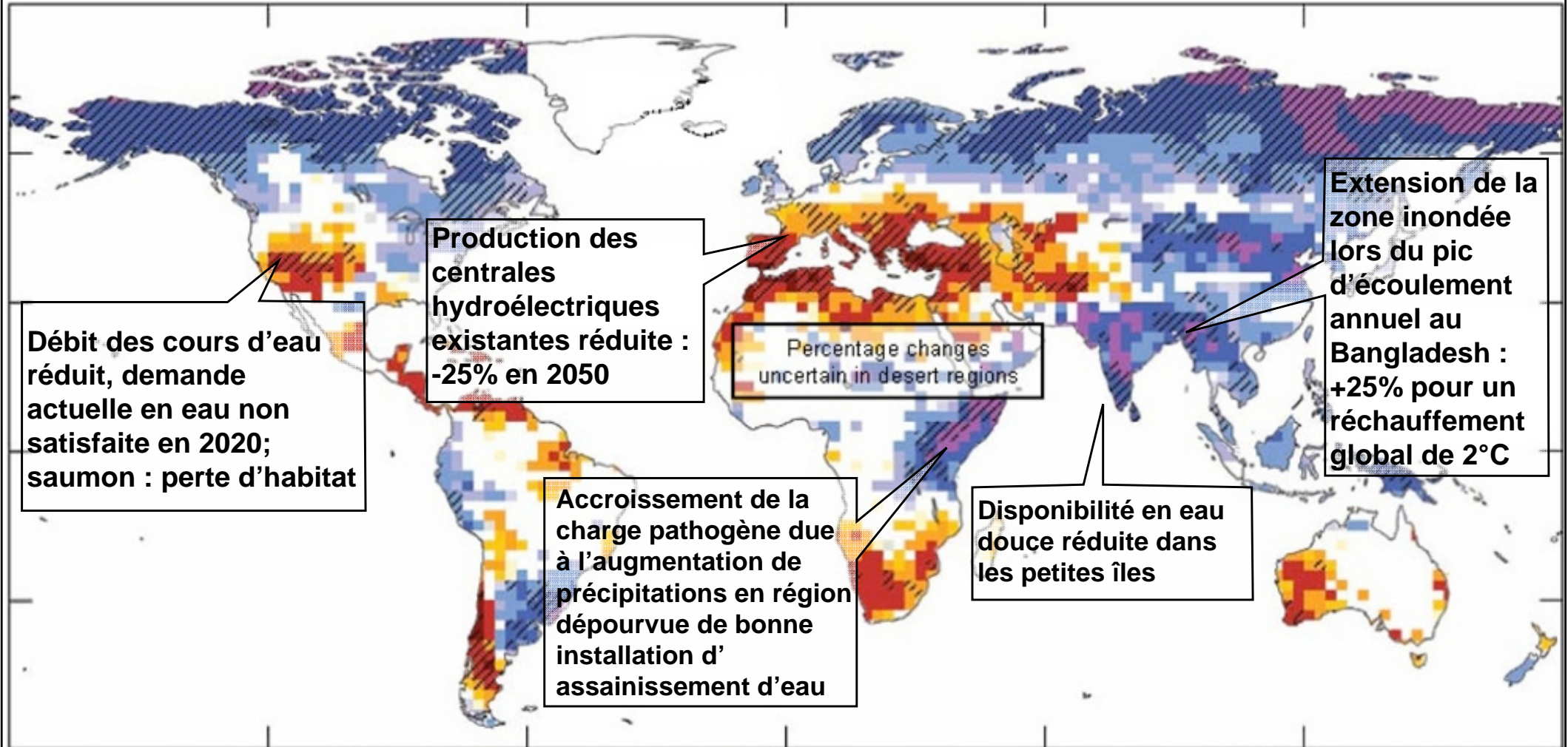


WMO



UNEP

Eau - ruissellement



Régions côtières: Delta du Nil



(Time 2001)

Happisburgh (North East Norfolk): décision d'abandon



Jean-Pascal van Ypersele
(vanypersle@astr.ucl.ac.be)

Exemples de régions dont le développement risque d'être compromis par les changements climatiques

Afrique (2020):

- 75 - 250 millions de personnes exposées à un problème accru d'accès à l'eau
- Certains pays : réductions des récoltes de 50%

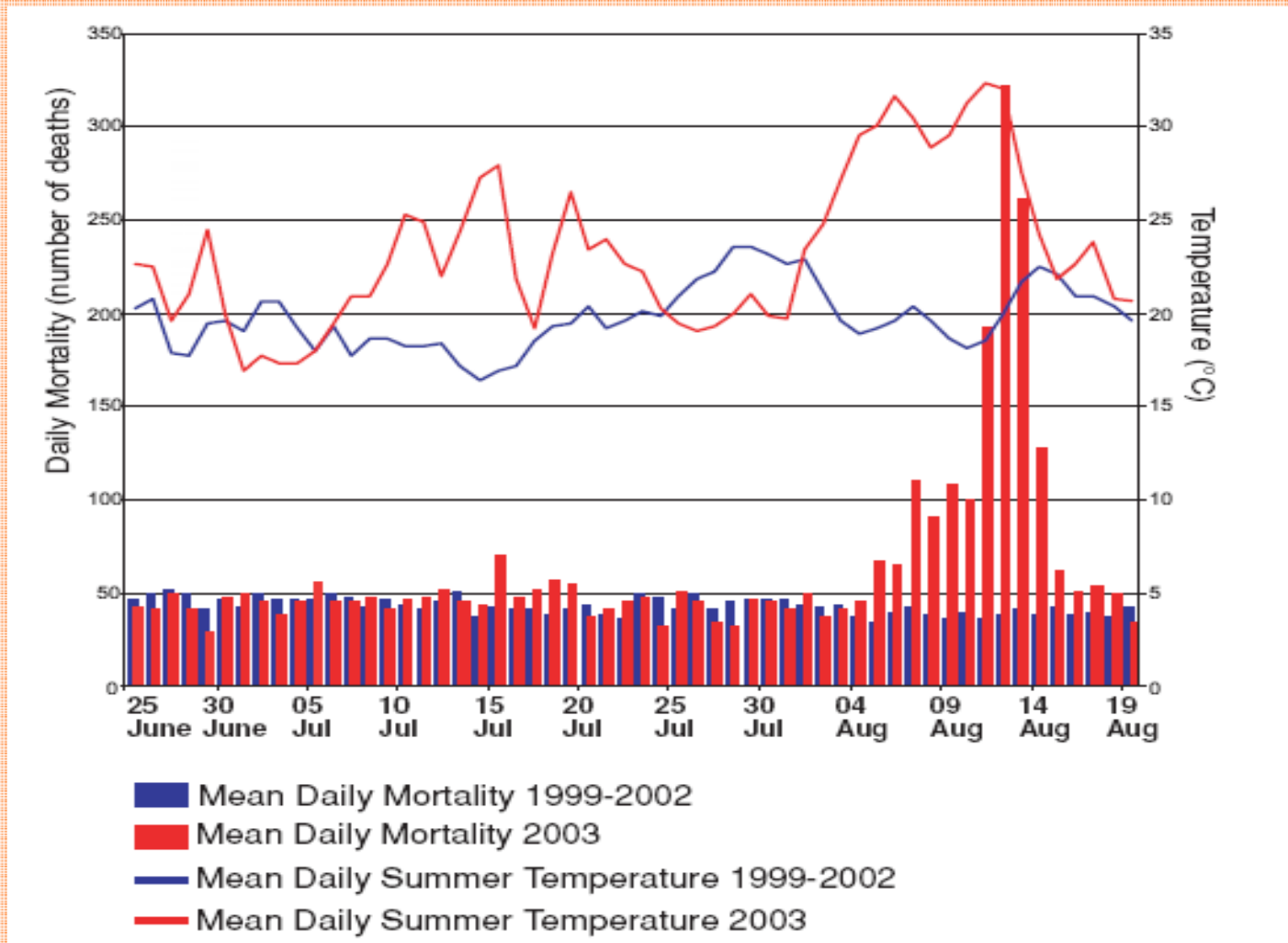
Asie (2050):

- Diminution de l'accessibilité à l'eau potable
- Risque élevé d'inondations dans les zones côtières et les mégadeltas très peuplés

Petits états insulaires:

- Augmentation du niveau de la mer → inondations, érosion, salinisation des nappes phréatiques (infrastructures vitales mises en péril)
- Réduction sévère (voire disparition) de l'accès à l'eau potable

Nombre de décès à Paris au cours de l'été 2003 (Ch 8)





Impact van de
klimaatverandering
in België

J.P. van Ypersele
P. Marbaix

GREENPEACE

UCL

Disponible sur
www.greenpeace.be et
www.climate.be/impacts

Impacts des
changements
climatiques
en Belgique

P. Marbaix
J.P. van Ypersele

Université catholique de Louvain

Petite mise au point:



Greenpeace nous a donné l'occasion d'écrire ce rapport en toute indépendance.

Nous aurions pu écrire le même rapport à la demande de Solvay ou d'Electrabel.

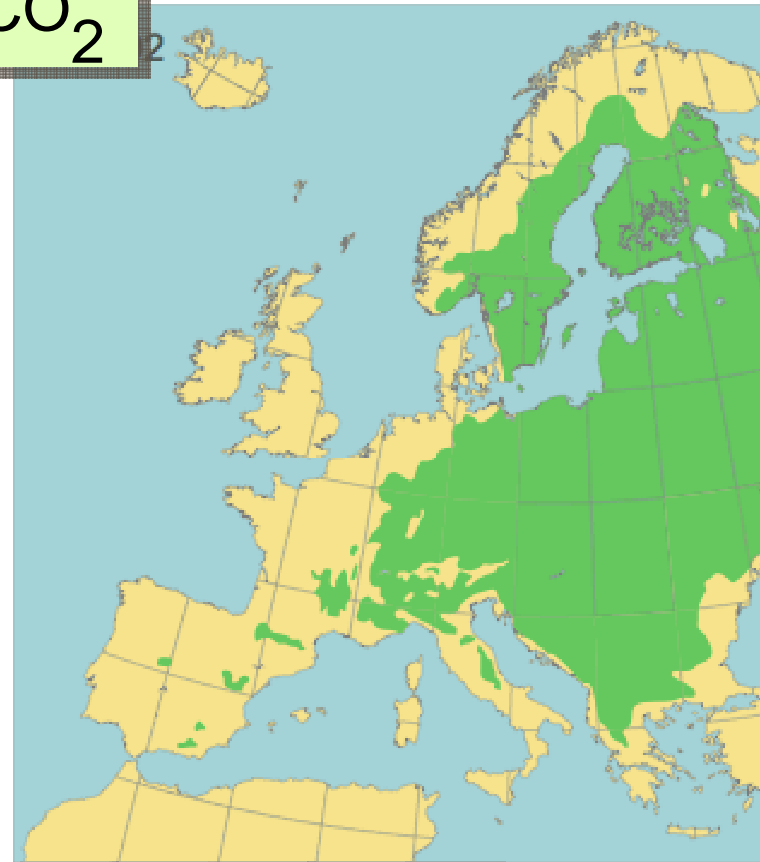
Biodiversité (+)

- z Evolution, selon une projection climatique, de la zone où le climat convient au hêtre [de beuk]

Présent



2 x CO₂



Actuellement



Bleu: zone sous le niveau moyen de la mer

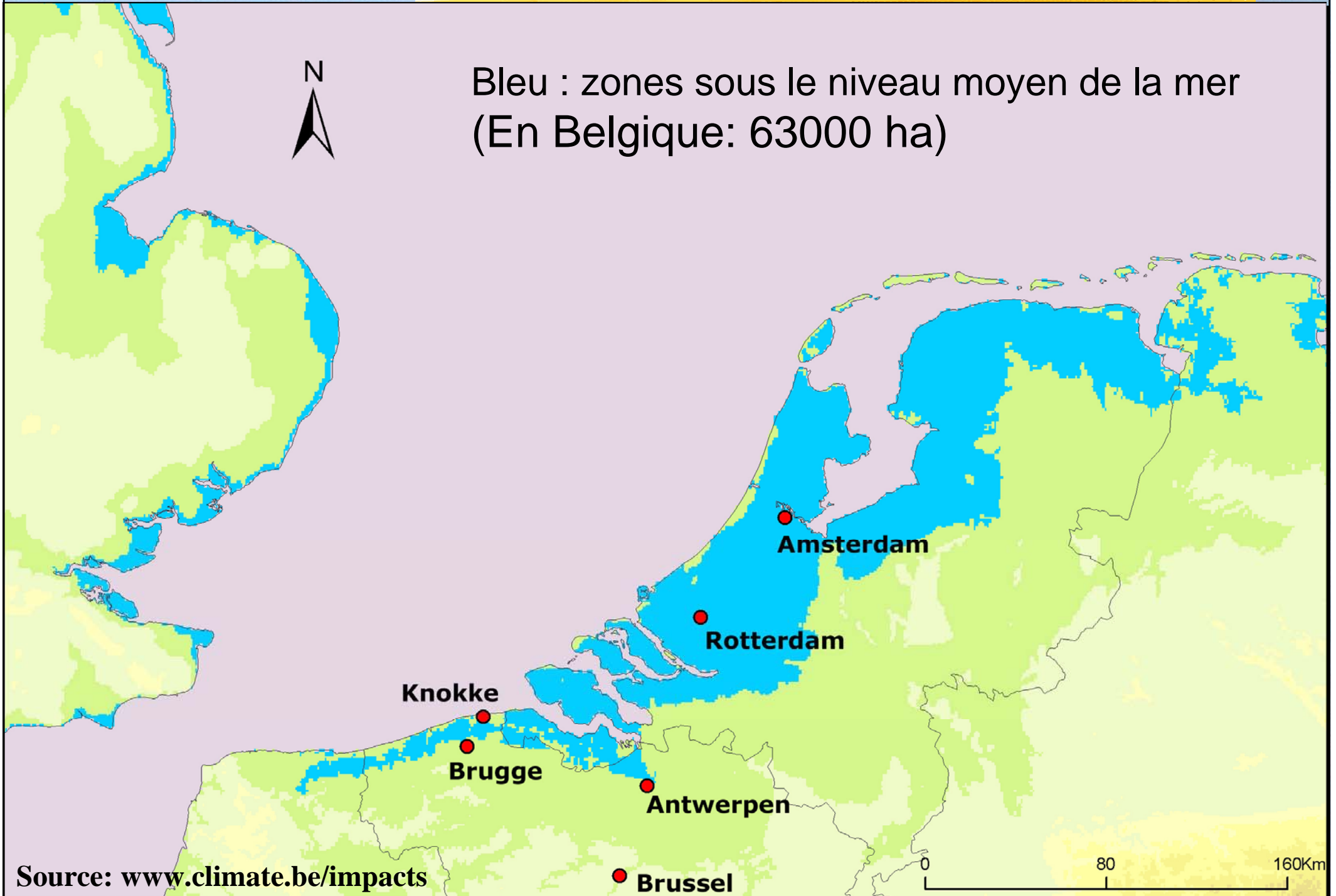


Source: www.climate.be/impacts

+1m (max /21è S)



Bleu : zones sous le niveau moyen de la mer
(En Belgique: 63000 ha)



+8m (possible vers l'an 3000 dans un scénario moyen):

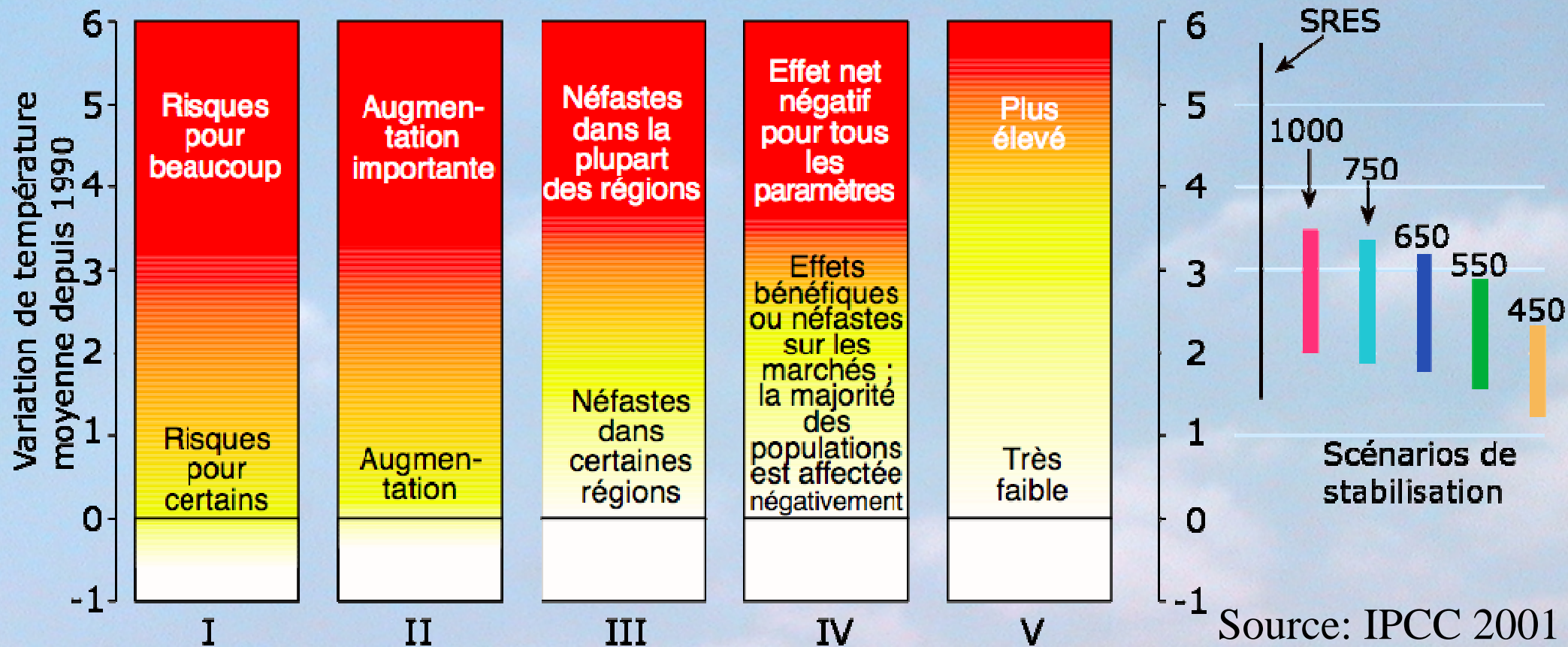


Bleu : zones sous le niveau moyen de la mer
(En Belgique: 3700 km², soit plus d'1/10^{ème} du territoire)

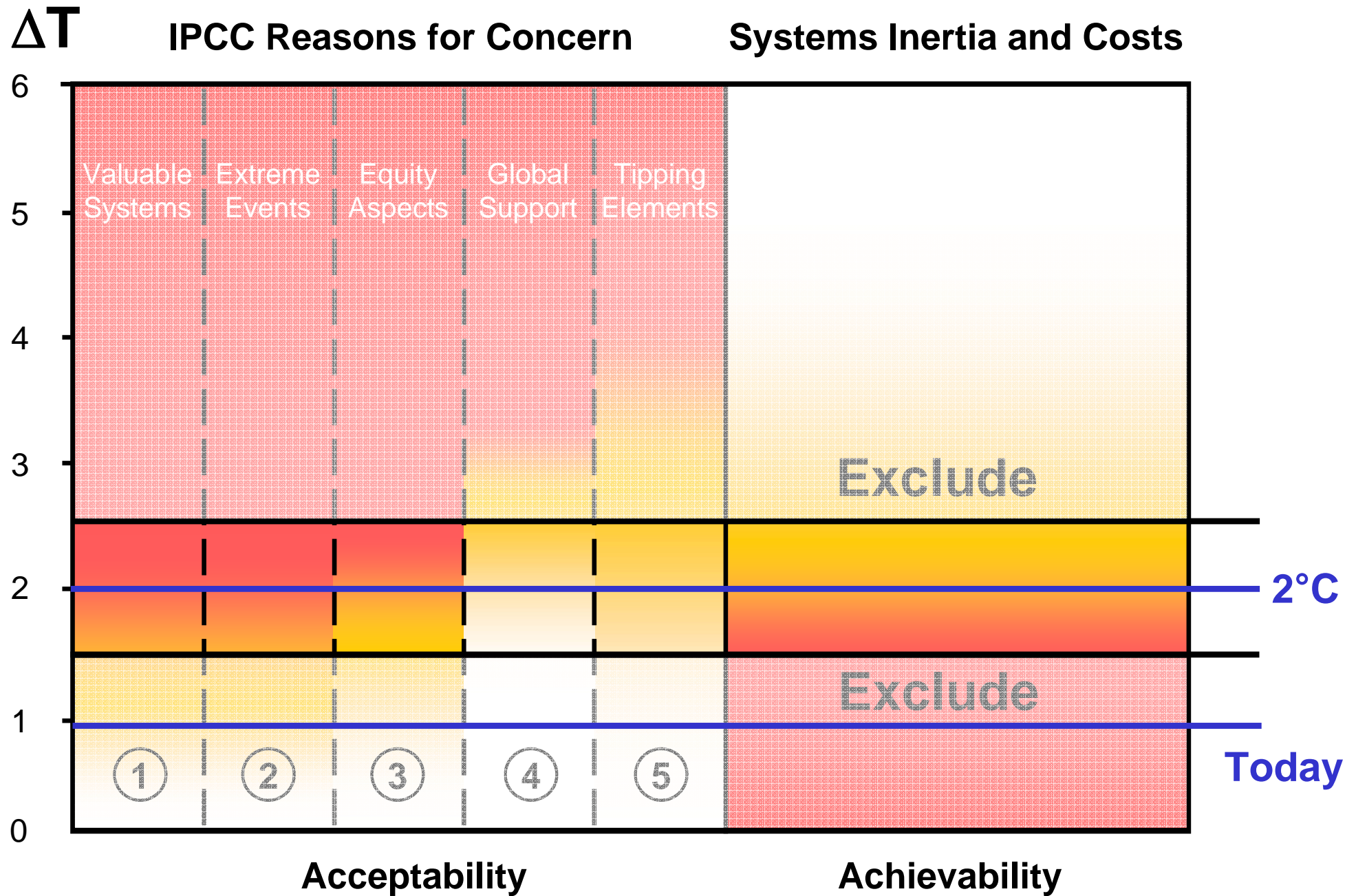


Prenons un peu de distance

- Le risque d'effets néfastes au niveau mondial augmente en parallèle avec la hausse des températures (et des émissions de CO2)
- Le GIEC a dégagé en 2001 cinq « motifs de préoccupation »: I: écosystèmes; II: extrêmes; III: distribution générale; IV: effet mondial moyen; V: surprises



Confining Global Warming



Source: J. Schellnhuber (2007)

Stabilisation levels and equilibrium global mean temperatures

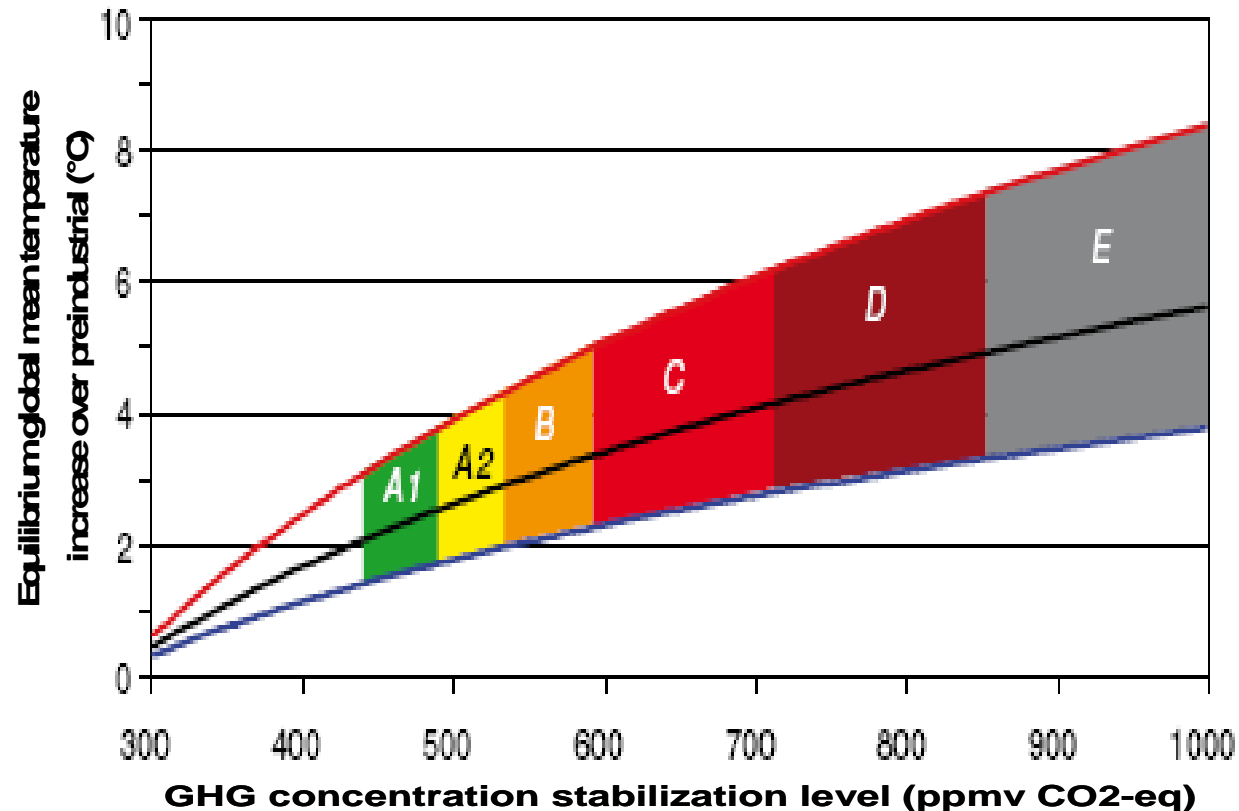
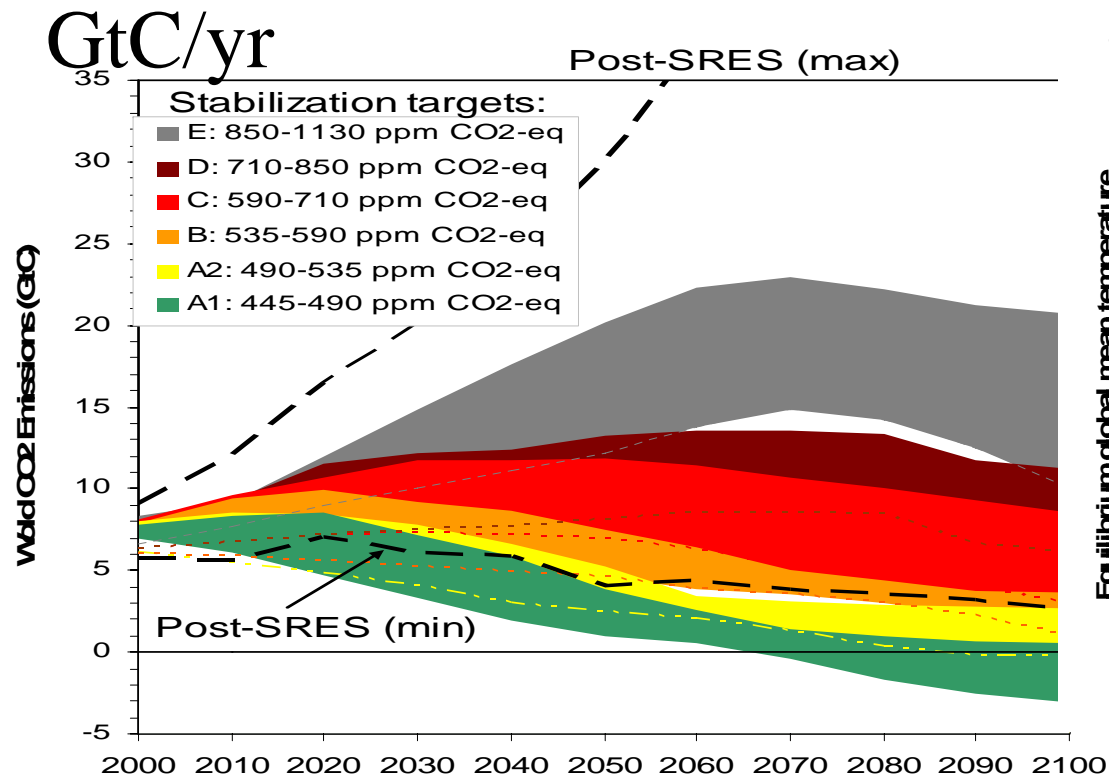


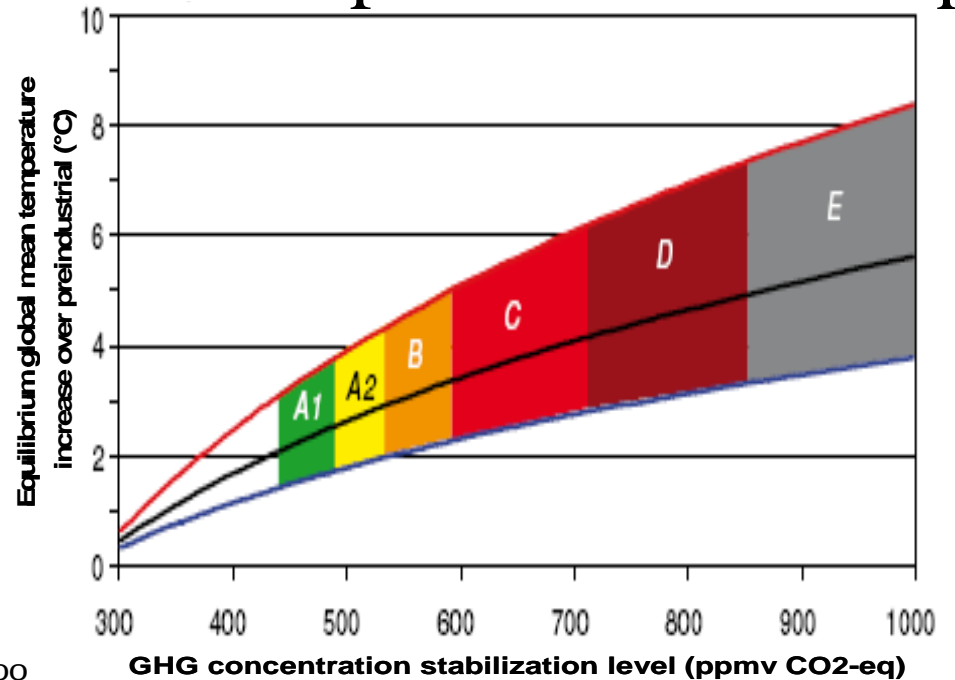
Figure SPM 8: Stabilization scenario categories as reported in Figure SPM.7 (coloured bands) and their relationship to equilibrium global mean temperature change above pre-industrial, using (i) “best estimate” climate sensitivity of 3 °C (black line in middle of shaded area), (ii) upper bound of likely range of climate sensitivity of 4.5 °C (red line at top of shaded area) (iii) lower bound of likely range of climate sensitivity of 2 °C (blue line at bottom of shaded area). Coloured shading shows the concentration bands for stabilization of greenhouse gases in the atmosphere corresponding to the stabilization scenario categories. The data are drawn from AR4 WGI, Chapter 10.8.

Stabilisation and equilibrium global mean temperatures

- Equilibrium temperatures reached after 2100
- Uncertainty of climate sensitivity important



°C above pre-industrial temp.



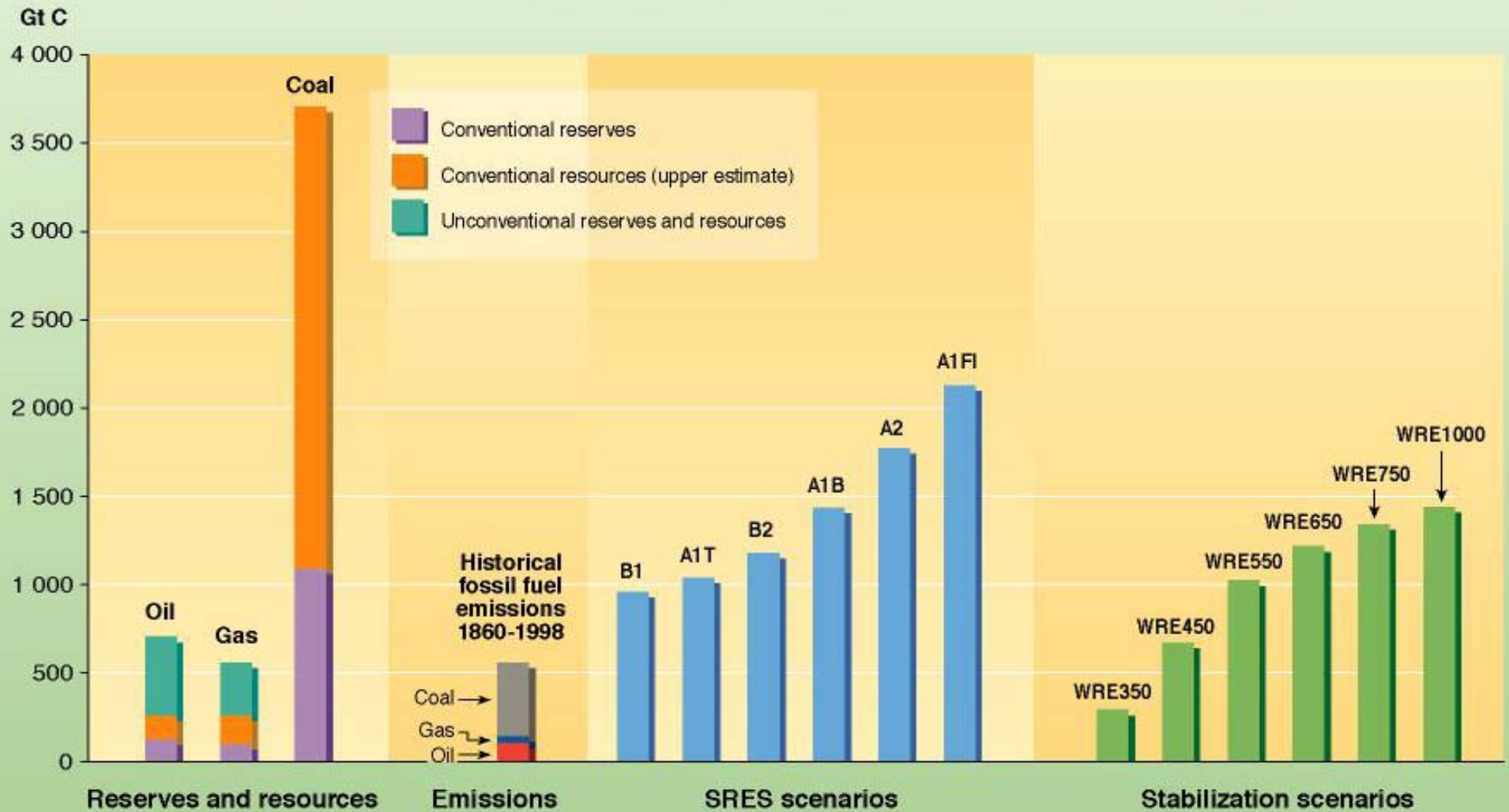
Multigas and CO₂ only studies combined

Réduction à long terme (après 2030)

- Plus bas se situe le niveau de stabilisation, plus vite les émissions atteindront leur pic et déclinèrent par la suite
- Les efforts de réduction durant les deux à trois prochaines décennies augmenteront nos chances de parvenir à des niveaux de stabilisation plus bas

Stab level (ppm CO ₂ -eq)	Global Mean temp. increase at equilibrium (°C)	Year CO ₂ needs to peak	Reduction in 2050 compared to 2000
445 – 490	2.0 – 2.4	2000 - 2015	-85 to -50%
490 – 535	2.4 – 2.8	2000 - 2020	-60 to -30
535 – 590	2.8 – 3.2	2010 - 2030	-30 to +5
590 – 710	3.2 – 4.0	2020 - 2060	+10 to +60
710 – 855	4.0 – 4.9	2050 - 2080	+25 to +85
855 – 1130	4.9 – 6.1	2060 - 2090	+90 to +140

Carbon in fossil fuel reserves and resources compared with historical fossil fuel carbon emissions, and with cumulative carbon emissions from a range of SRES scenario and TAR stabilization scenarios up until 2100



Source: IPCC (2001)

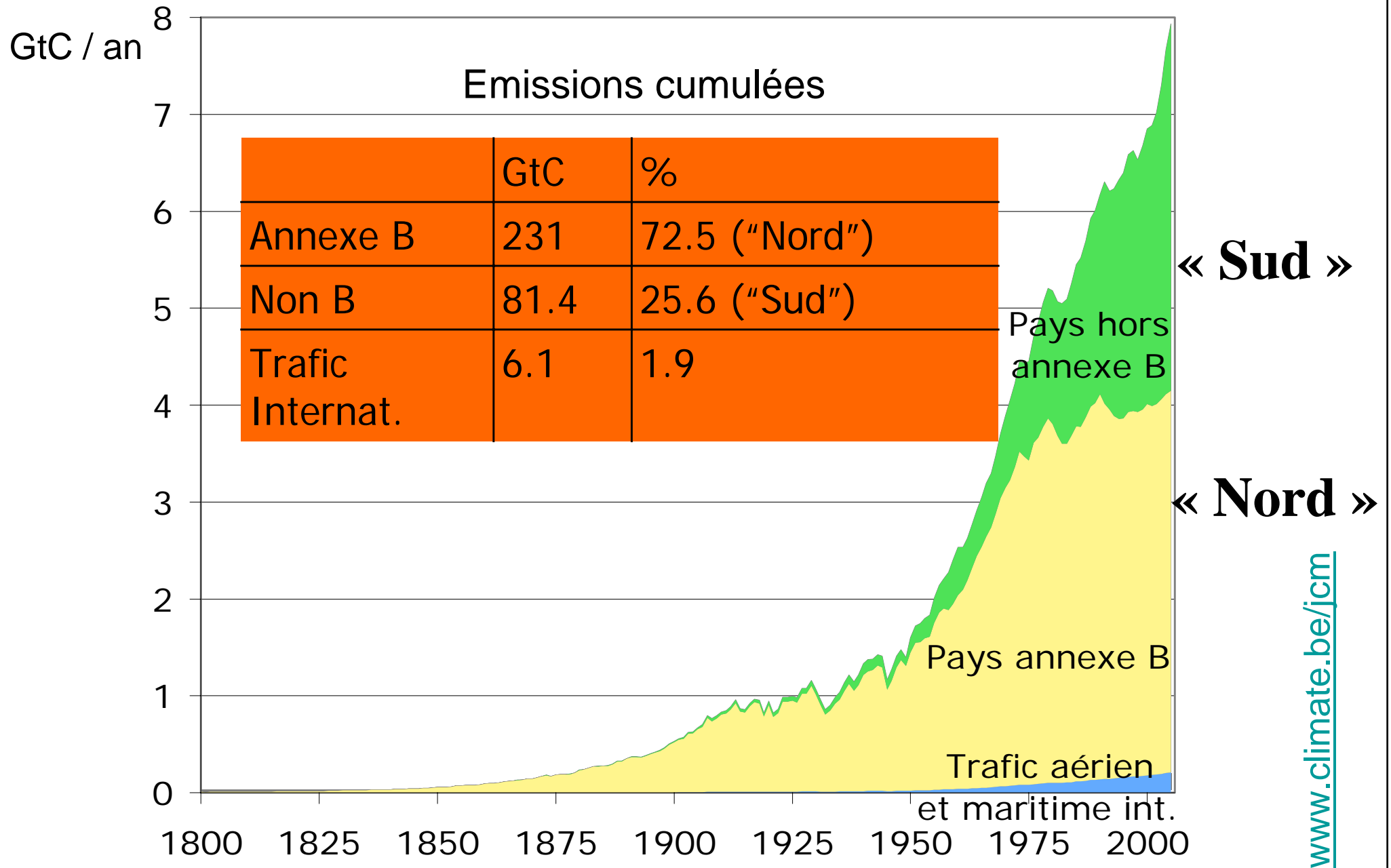


Les bonnes nouvelles ensuite

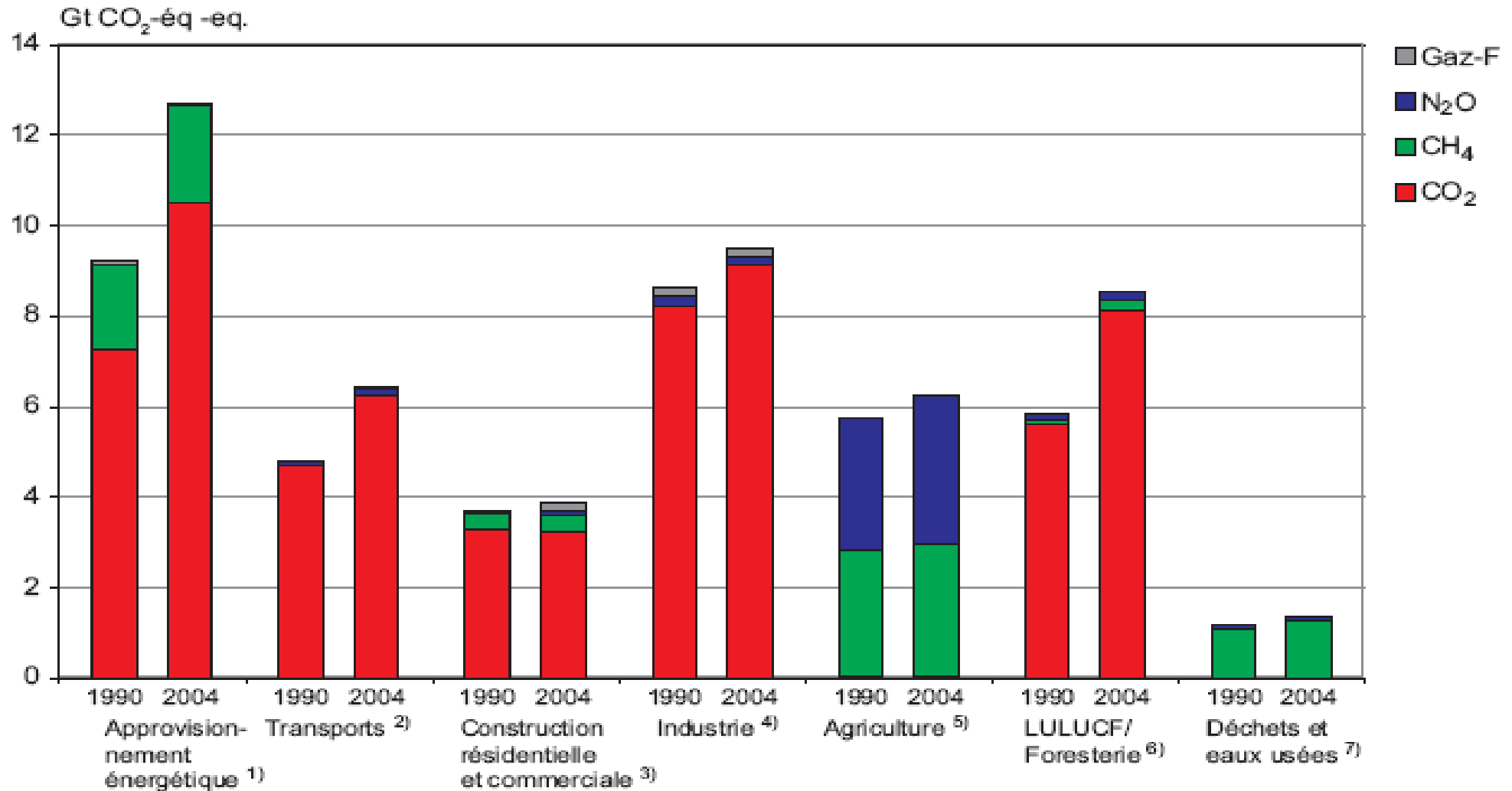


- z Kyoto est là! (même si ce n'est qu'un début)
- z Le prix de l'énergie monte (sinon, on s'en fiche)
- z De nombreuses techniques existent pour réduire les émissions
- z La technologie progresse rapidement
- z Protéger le climat coûtera – cher que prévu

Emissions cumulées : CO₂

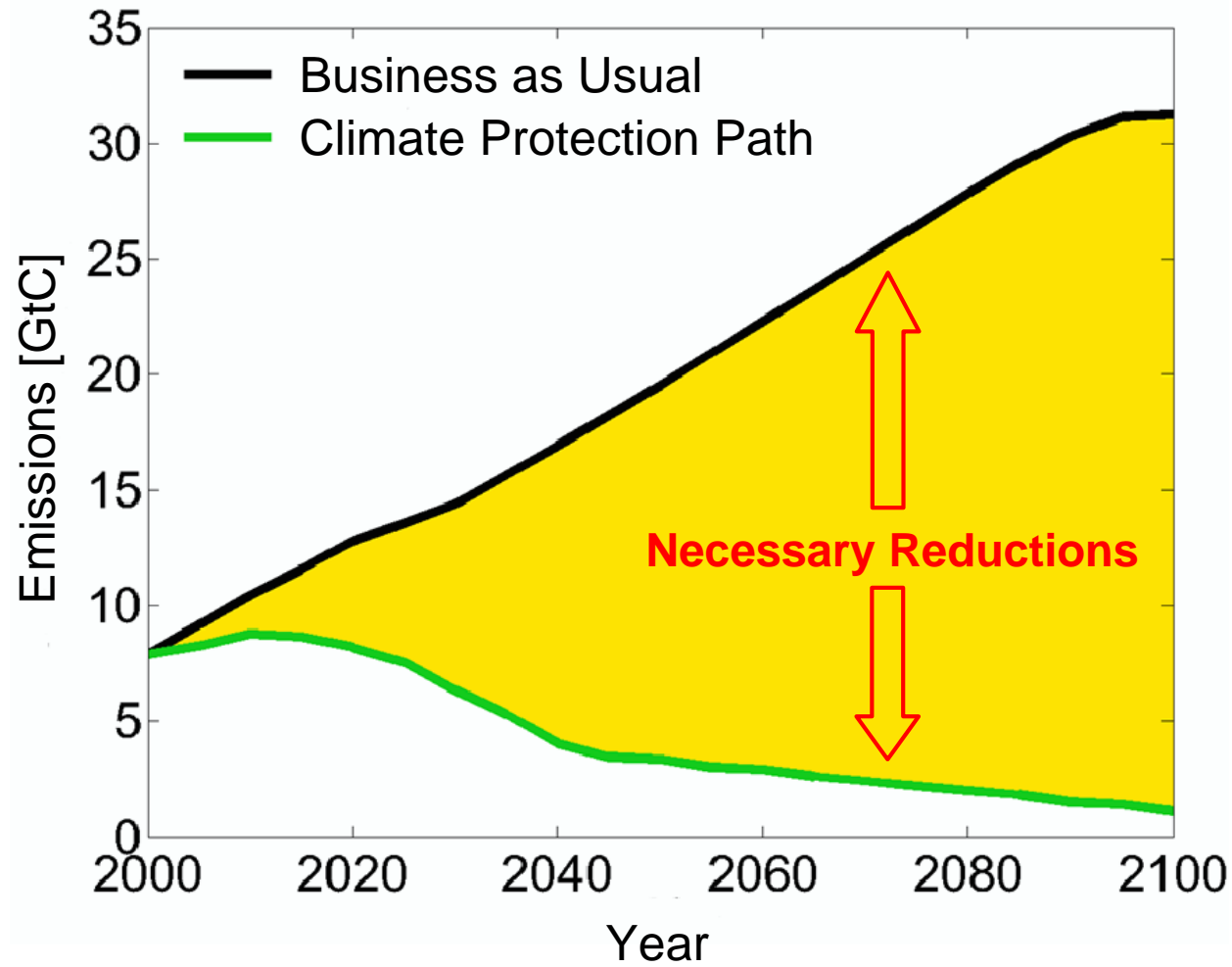


Emissions mondiales par secteur et par gaz pour 1990 et 2004



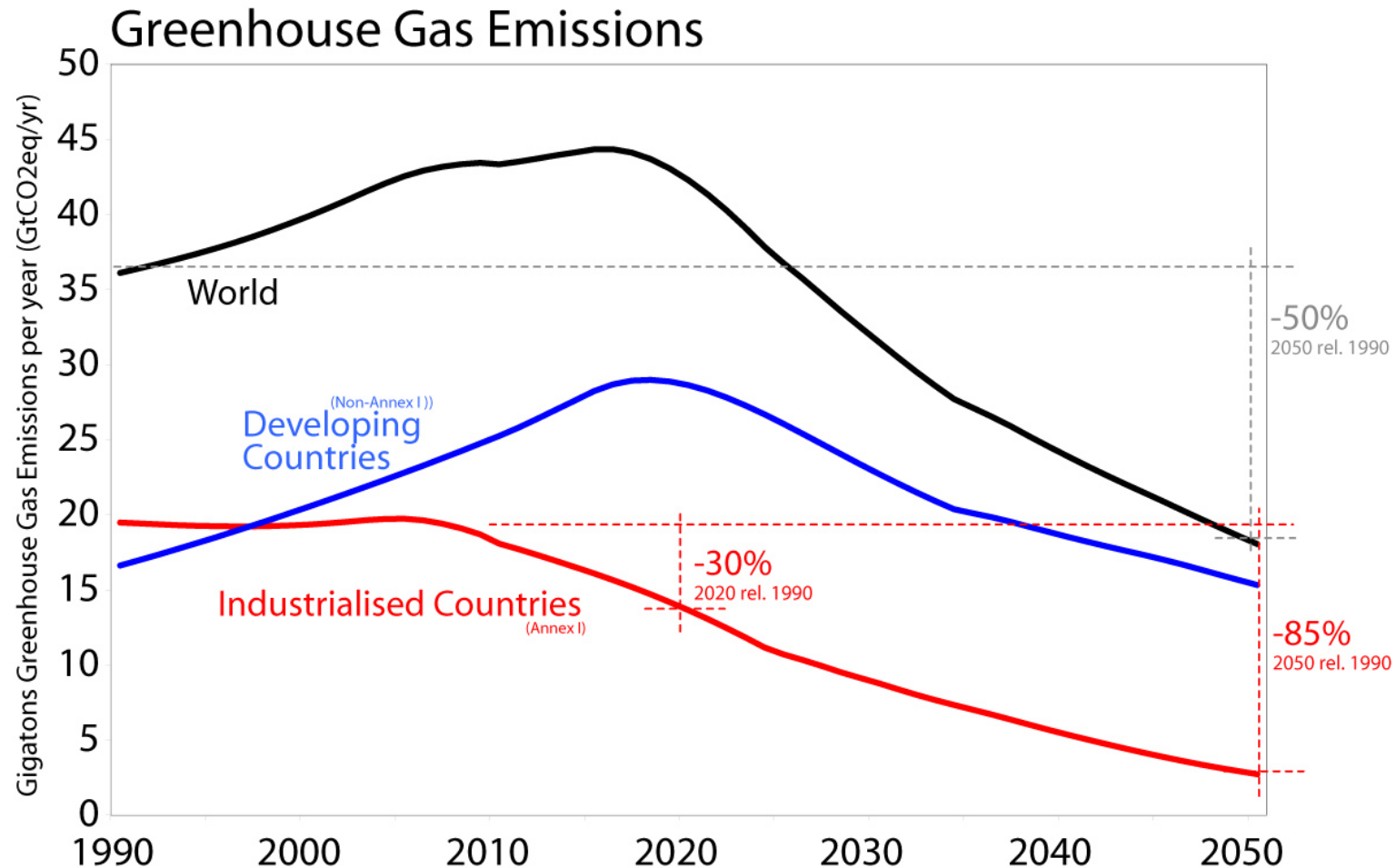
Source: IPCC AR3 WG3 TS Fig 2a

Historical Challenge



Source: PIK 2007

« Vision commune » concernant les réductions d'émissions de GES requises, et leur répartition



The global emissions (black line) are assumed to be halved by 2050. Developed country (Annex I) emissions are assumed to decrease by 30% by 2020 and by 85% by 2050 relative to 1990. Developing country emissions are assumed to increase up to 2020 with following reductions determined by the prescribed global emission levels. The 2050 emission shares of developed and developing countries are illustrative only and represent an assumption of equal per-capita emissions by 2050

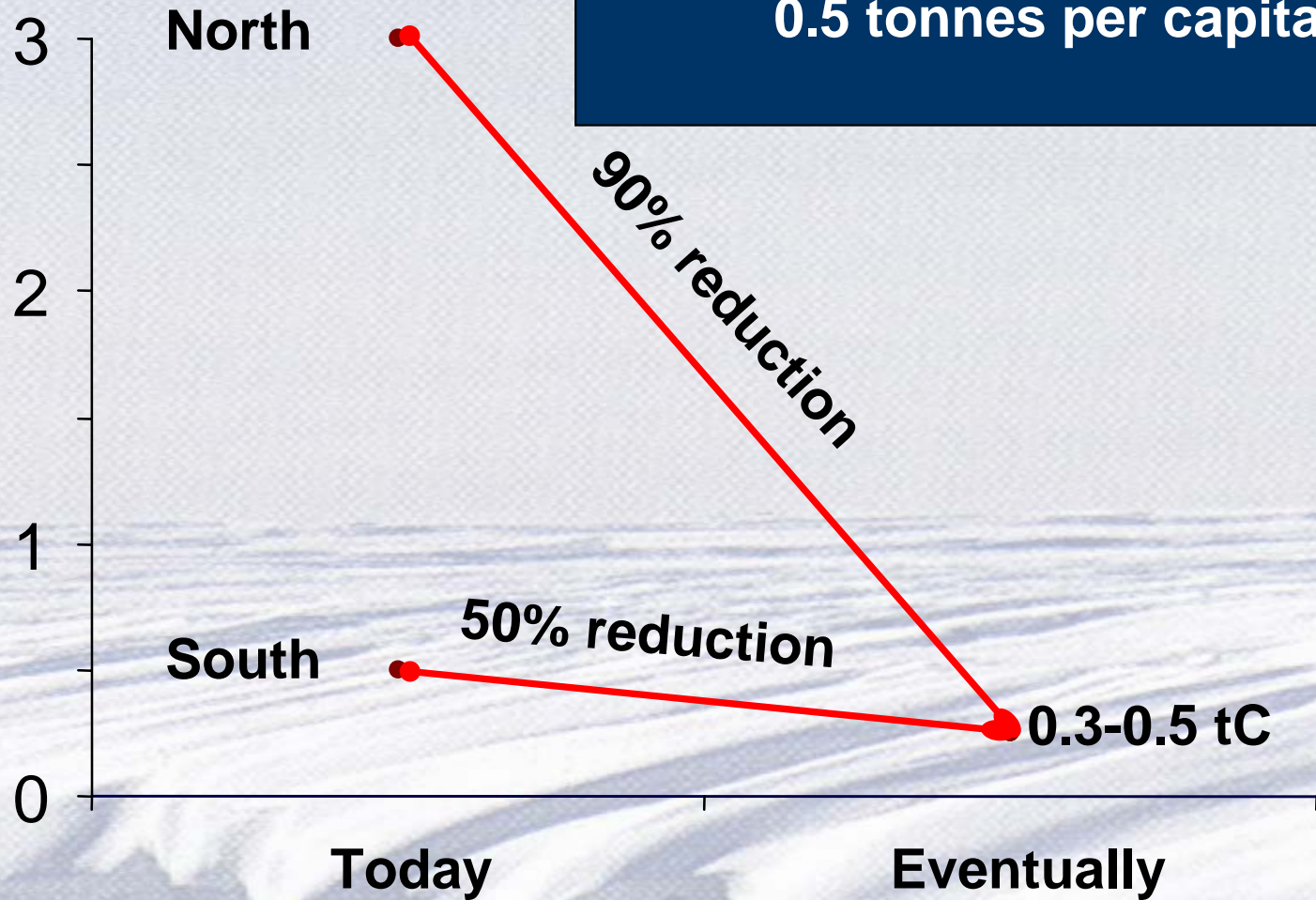


II.4

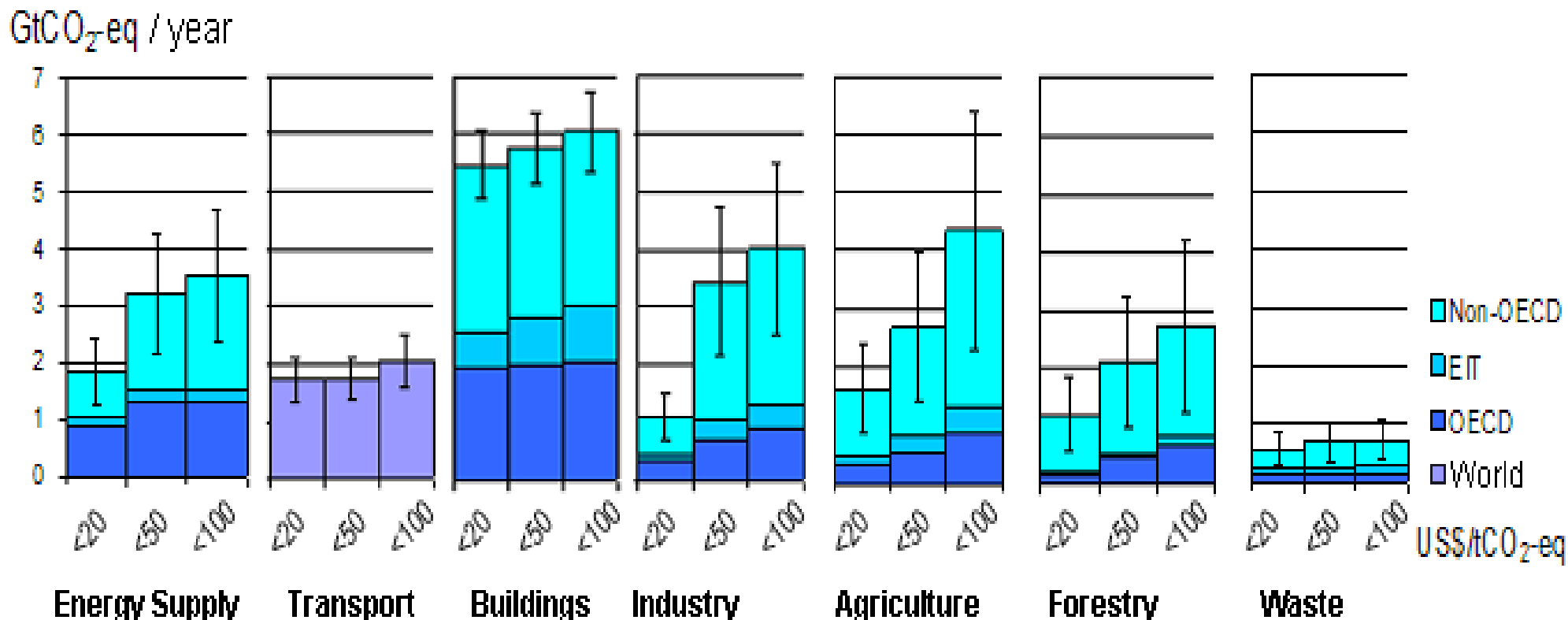
THE ULTIMATE CHALLENGE

carbon emissions
ultimate climate challenge
0.5 tonnes per capita

t. C / capita / year



Tous les secteurs et régions ont un potentiel économique de réduction à l'horizon 2030



Note: ces estimations n'incluent pas les options non-techniques comme des changements de mode de vie.

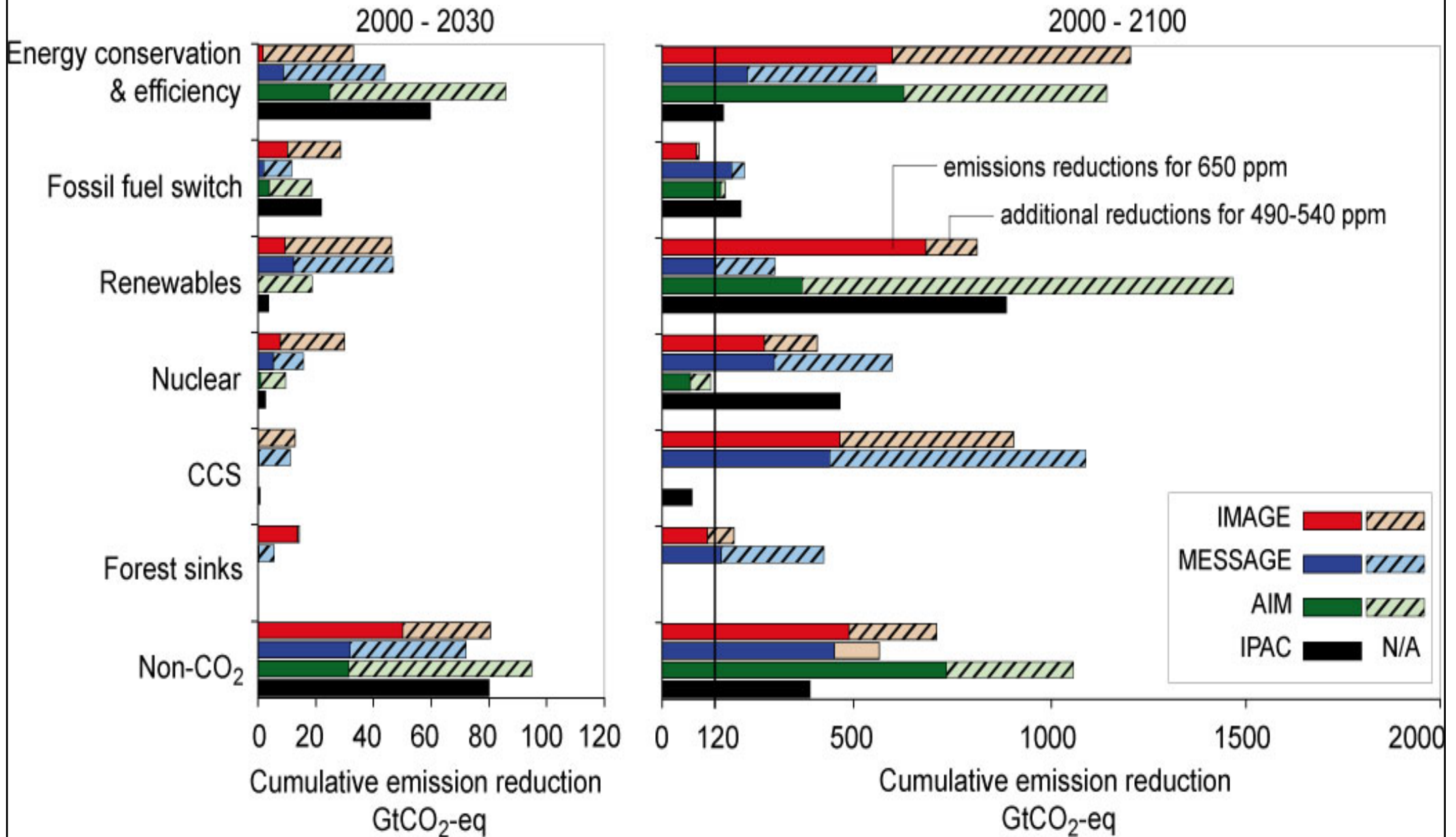
What does US\$ 50/ tCO₂eq mean?

- Crude oil: ~US\$ 25/ barrel
- Gasoline: ~12 ct/ litre (50 ct/gallon)
- Electricity:
 - from coal fired plant: ~5 ct/kWh
 - from gas fired plant: ~1.5 ct/kWh

Comment réduire les émissions de CO₂?

Secteur	Technologies clés et pratiques actuellement disponibles
Energie	Efficacité, changement de combustibles, énergie nucléaire, énergies renouvelables (hydraulique, solaire, éolienne, géothermique et bioénergie), cogénération, captation et stockage de CO ₂
Transport	Véhicules plus économes, véhicules hybrides, biocarburants, intermodalité dans les transports (route vers rail et transports publics), vélo, marche à pied, aménagement du territoire
Bâtiment	Éclairage économique; appareils et airco peu énergivores; meilleure isolation; chauffage et climatisation à l'énergie solaire; alternatives aux gaz fluorés dans l'isolation et les appareils

Role of Technology, following IPCC AR4



Normes d'isolation du toit

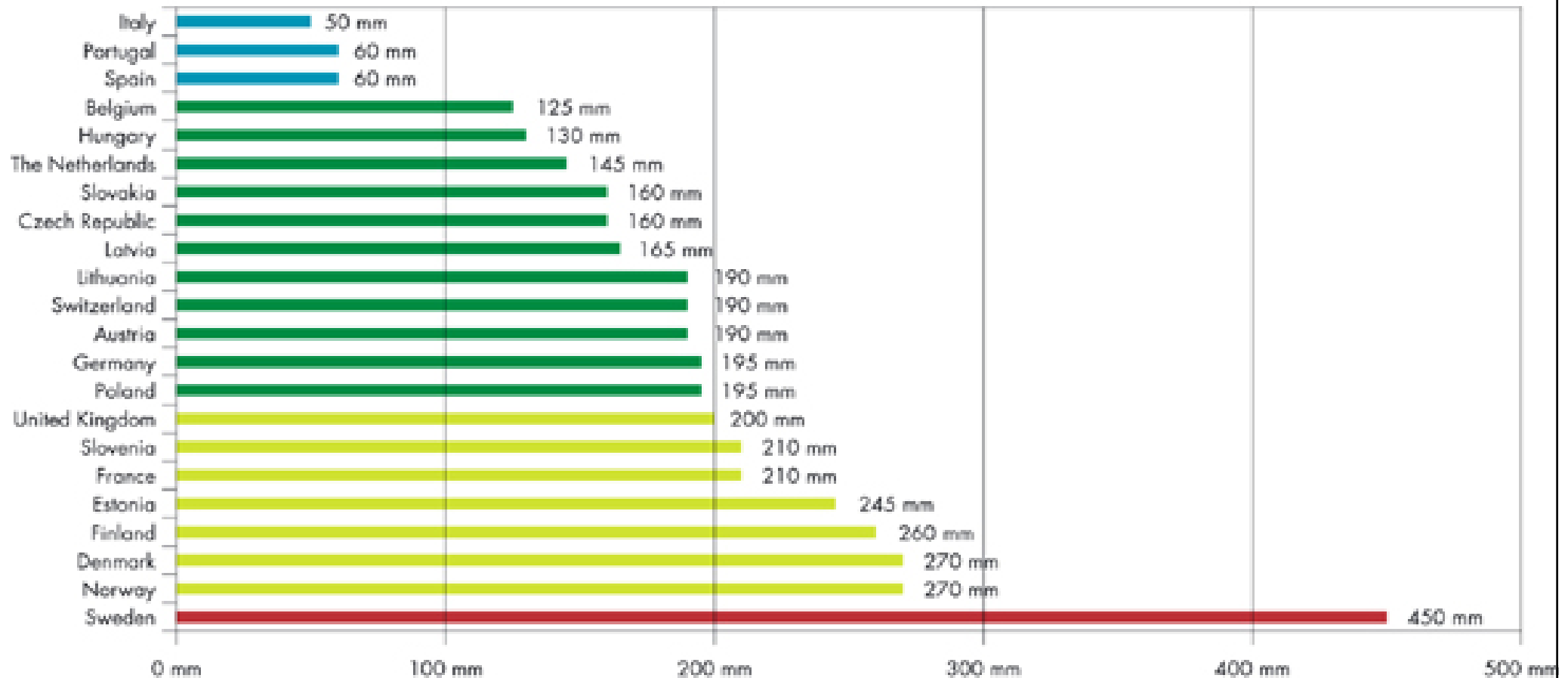
(www.eurima.org)

New build residential buildings

Roof constructions

applied insulation thickness

2004



Quels seront les coûts macro-économiques en 2050 ?

Niveaux de stabilisation (ppm éq. CO ₂)	Réduction moyenne du PIB ^[1] (%)	Ampleur de la réduction PIB ^[2] (%)	Réduction des taux de croissance du PIB annuel moyen ^[3] (points de pourcentage)
590-710	0.5	-1 – 2	< 0.05
535-590	1.3	légèrement négatif - 4	<0.1
445-535 ^[4]	Non disponible	< 5.5	< 0.12

^[1] Taux de change basés sur le PIB global

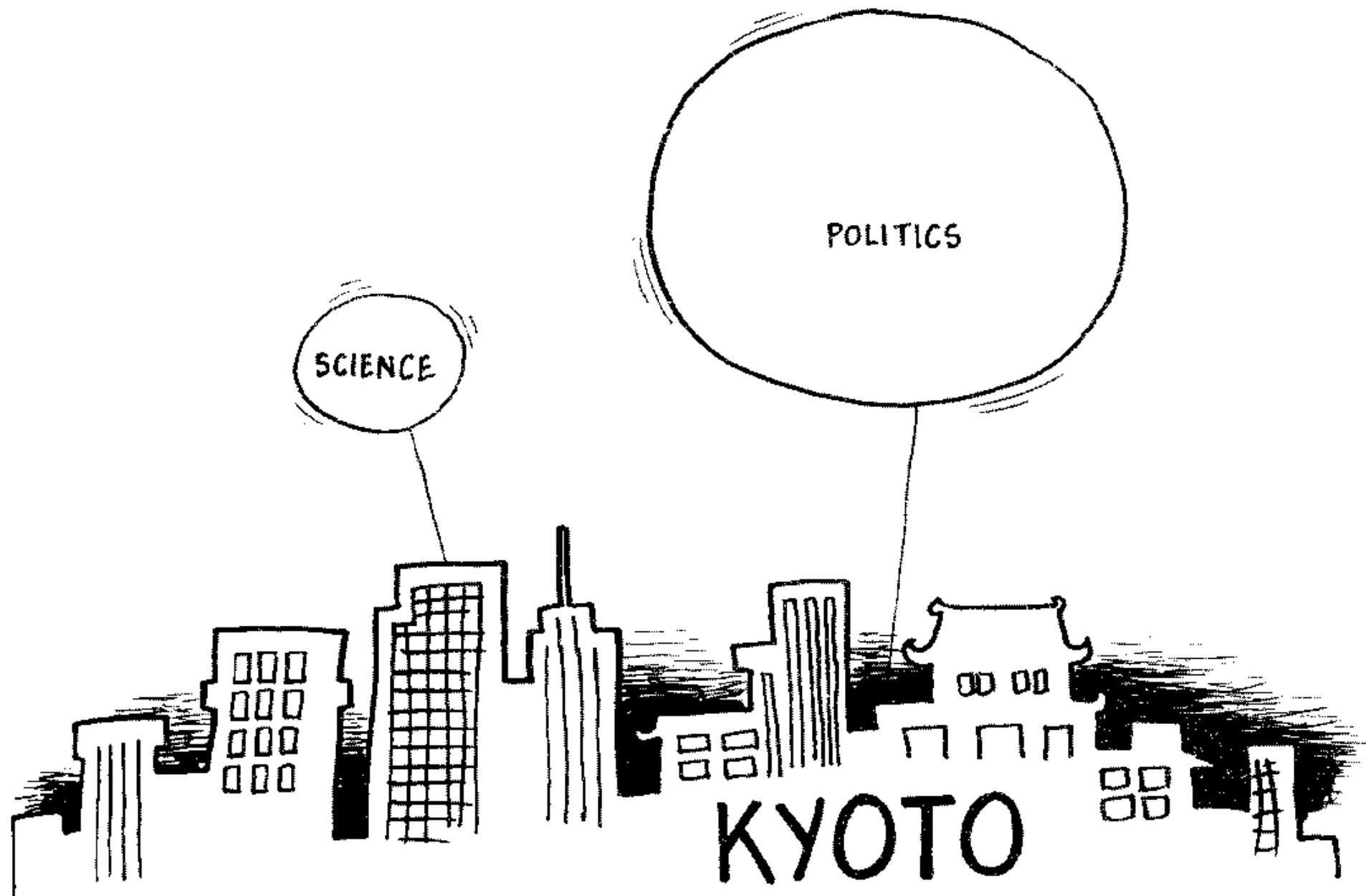
^[2] La portée moyenne et celle des 10^e et 90^e percentiles des données analysées sont données.

^[3] Le calcul de la réduction du taux de croissance annuel est basé sur la réduction moyenne pour la période jusque 2050 qui résulterait de la diminution indiquée du PIB en 2050.

^[4] Le nombre d'études qui indiquent des conséquences sur le PIB est relativement faible et elles utilisent de faibles valeurs de départ

L'importance d'un “prix du CO2”

- Les politiques qui octroient un prix réel ou implicite au CO2 pourraient créer des incitants pour les producteurs et les consommateurs à investir significativement dans des produits, technologies et processus à faible émission de GES.
- De telles politiques pourraient inclure des instruments économiques, des fonds publics et des réglementations.
- Pour parvenir à une stabilisation autour de 550 ppm CO₂eq, les prix du CO2 devraient atteindre 20-80 US\$/tCO₂eq d'ici 2030 (5-65 en cas de “changement technologique provoqué”).
- Avec de tels prix, l'on peut s'attendre à des investissements massifs dans les technologies produisant peu de CO2.



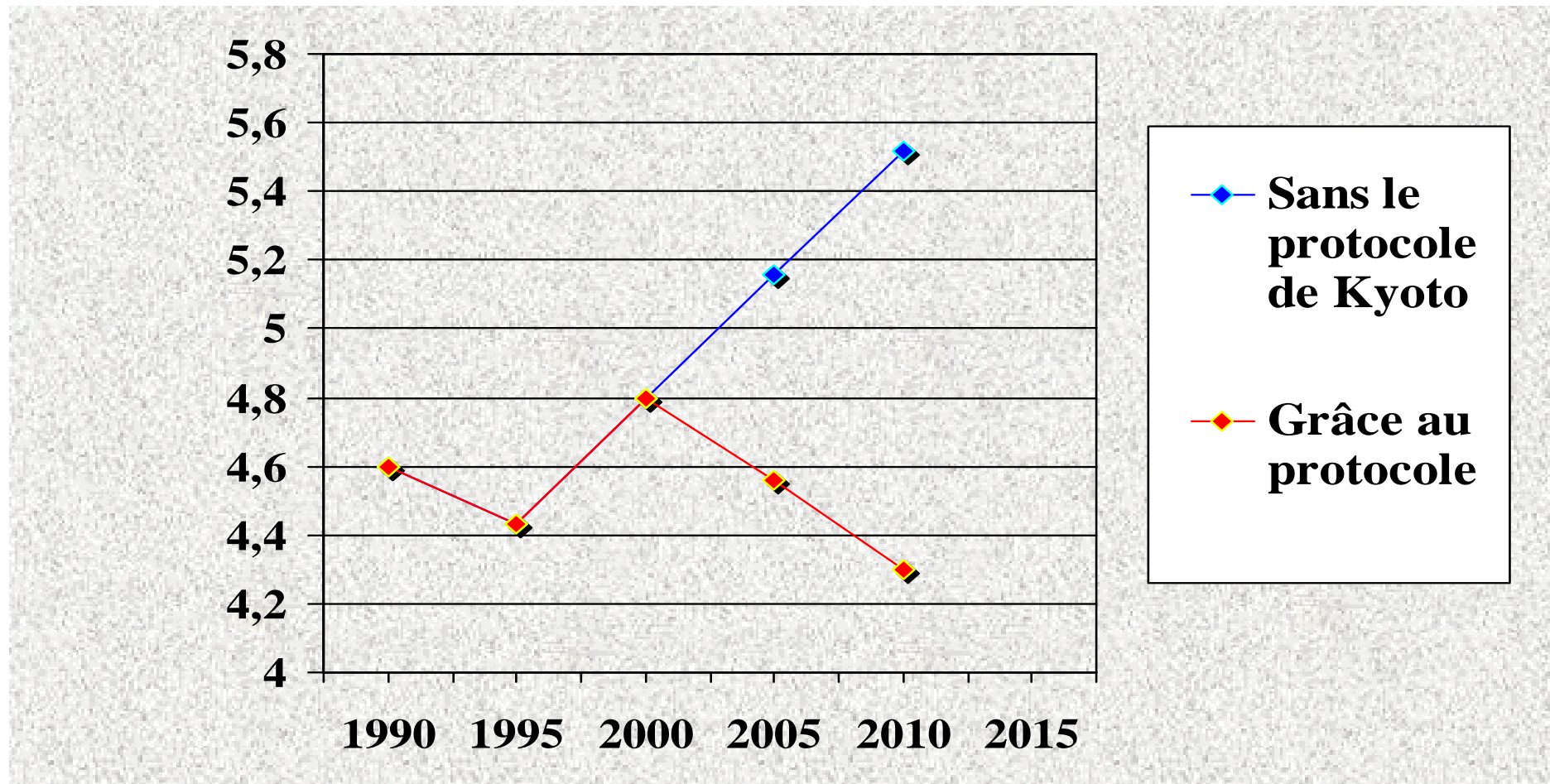
Agarwal et al., 1999

Le Protocole de Kyoto



- z Deuxième étape pour les pays développés: -5% en 2008-2012 (réf: 1990)
- z Différenciation: UE: -8%, USA: -7%, Japon: -6%, Russie: 0%
- z Panier de 6 gaz: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆

Emissions des pays développés avec/sans Kyoto (GtC/an)



Vous pouvez essayer:



z jcm.chooseclimate.org (ou www.climate.be/jcm)

(modèle interactif du Dr Ben Matthews (UCL-ASTR,
rendu possible par la Politique scientifique
fédérale)

Le Protocole de Kyoto: Art. 2

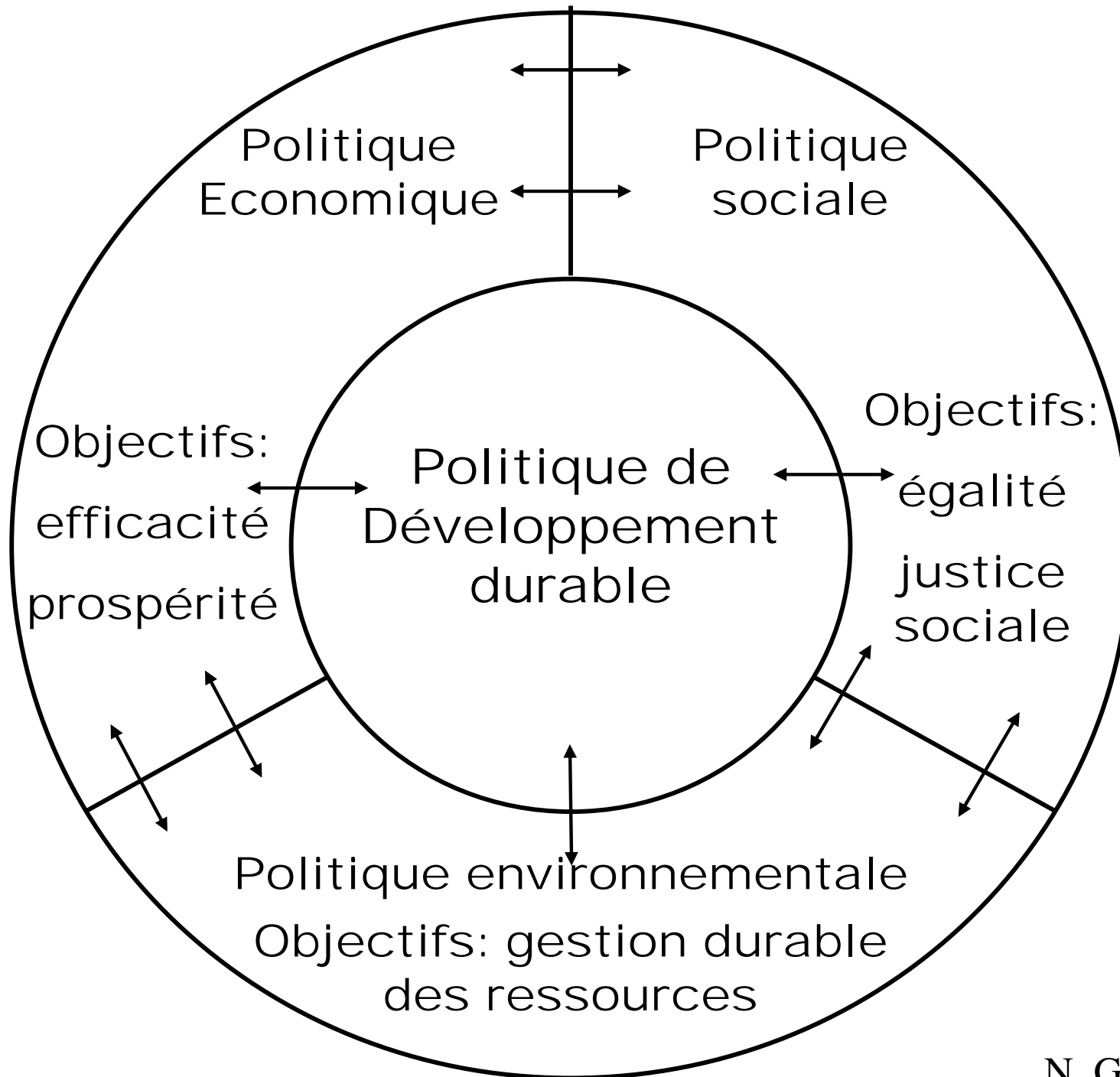


- z Efficacité énergétique
- z Puits de carbone
- z Agriculture durable
- z Energies renouvelables
- z Incitations fiscales
- z Réformes sectorielles
- z Transports
- z Déchets (méthane)
- z Transports aériens & maritimes (via OACI, OMI)
- z Minimiser les conséquences des mesures pour les PeD

État de la planète au début du XXI^e siècle

- z Les 20 % les plus riches de la population mondiale représentent 86 % des dépenses totales de consommation privée, consomment 58 % de l'énergie mondiale (à raison d'environ 5 tonnes d'équivalent-pétrole par personne), 45 % de la consommation de viande et de poisson, 84 % de celle de papier, et possèdent 87 % des voitures et 74 % des téléphones.
- z Les 20 % les plus pauvres de la population mondiale consomment moins de 5 % de chacun de ces biens et services. **Environ 2 milliards de personnes n'ont pas accès à l'électricité, principalement en zone rurale.**

Sources principales: GEO-3 et WEHAB



Des changements de style de vie et de comportements peuvent contribuer à la prévention des changements climatiques

- Dans les bâtiments, changements de: comportement des occupants; habitudes culturelles, et choix de consommation
- Réduction de l'usage de la voiture, style de conduite éco-efficent, amélioration de l'aménagement du territoire et de la disponibilité des transports publics
- Formation du personnel, systèmes d'incitants, analyse régulière et documentation des pratiques en cours dans l'industrie et les organisations

Effet de serre : En quoi sommes nous responsables ? (1)

- z Chaque Belge émet 12 tonnes de CO₂/an**
- z Chaque kg de carbone (C) brûlé produit 3.7 kg de CO₂**
- z Energie consommée directement**
- z Energie consommée indirectement**
- z Emissions non-énergétiques**
- z Quelques pistes pour en sortir**

Effet de serre : En quoi sommes nous responsables ? (2)

z Energie consommée directement :

y Electricité (1 kWh = environ 0.3 kg de CO₂ émis en Belgique)

y Chauffage/conditionnement d'air

y Transport routier (100 km en voiture = environ 20 kg de CO₂ émis)

y Transport aérien (vacances : BXL-Malaga A/R : environ 2 tCO₂-équivalent par passager)

Effet de serre : En quoi sommes nous responsables ? (3)

- **Energie consommée indirectement :**
 - **contenu énergétique des biens consommés (matériaux de base, fabrication, transport, élimination)**
 - **ex : brique ou bois, achat de légumes de contre-saison, aliments préparés**

Que pouvons-nous faire ?



Jean-Pascal van Ypersele
(vanypersele@astr.ucl.ac.be)

① Investir dans notre logement

Une bonne isolation, des équipements adéquats et quelques travaux peuvent réduire considérablement notre consommation d'énergie, et donc nos rejets de CO₂.

② Acheter des produits verts

Bio, durables, équitables... Les articles écolos fleurissent à tous les rayons. Notre sélection.



③ **Choisir des transports moins polluants**

Quand nous prenons l'avion ou notre voiture, nous aggravons l'effet de serre.

Et si nous circulions plus souvent en train, en tramway, à vélo ou à pied ?

④ **Changer nos habitudes alimentaires**

Pas trop de viande, encore moins de cabillaud ou de fruits importés par avion, des légumes de votre région. Essayez le menu du parfait écolo, il est sain et peu contraignant.

⑤ **Trier tous nos déchets**

Jeter moins, trier mieux, donner ses
vieux objets : ces réflexes ont du mal à
s'imposer en France. Un petit effort...

LES EFFETS DU
RÉCHAUFFEMENT

L'ÉPUISEMENT
DES RESSOURCES

LES DÉGÂTS
DE LA POLLUTION

CE QUE PEUVENT
FAIRE LES ÉTATS

CE QUE CHACUN DE
NOUS PEUT FAIRE



Environnement

L'état de la planète,
les solutions pour la sauver

GRUPPO EDITORIALE L'ESPRESSO
103804-4 H - F - 4,90 € - RD



Dernières remarques

- z Il est temps de définir des politiques sérieuses d'adaptation et de prévention**
- z Il faut voir à long terme, avec des objectifs de réduction d'émissions bien + ambitieux que Kyoto**
- z L'énergie la moins chère et la moins polluante est celle dont nous n'avons pas besoin**
- z Le Soleil nous fournit 8000 X plus d'énergie que la consommation mondiale de 1990: ne peut-on imaginer de focaliser des recherches pour arriver à en capter un millième ?**

Conclusion

- Z C'est bien d'une révolution énergétique que nous avons besoin, pour rencontrer le triple le défi de la protection du climat, de l'épuisement des combustibles fossiles et fissiles, et de la satisfaction des besoins essentiels de *tous* les habitants de la planète.**

Martin Luther King, Prix Nobel de la Paix

**Z « Nous devons apprendre à
vivre ensemble comme des
frères, sinon nous allons
mourir tous ensemble
comme des idiots »**

**zNous
n'avons pas
de planète
de rechange,
et nous
sommes tous
dessus,
ensemble.**

Photo: Unicef

Pour en savoir plus...



- z www.climate.be/vanyp : ASTR-UCL
- z www.ipcc.ch : IPCC ou GIEC
- z www.unfccc.int : Convention & Protocole
- z www.cfdd.be : Conseil fédéral
développement durable
- z www.climat.be : campagne climat du Gvt
- z jcm.chooseclimate.org : modèle
interactif du Dr B. Matthews, UCL-ASTR