

# Changements climatiques: de la géophysique à la géopolitique

- Au-delà du Protocole de Kyoto
- Synthèse: changements climatiques et développement vraiment durable

Jean-Pascal van Ypersele

UCL-ASTR

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

Toile: [www.climate.be/vanyp](http://www.climate.be/vanyp)

Courriel: [vanyp@climate.be](mailto:vanyp@climate.be)

Leçons n°10 & 11, Chaire Francqui, ULB, Bruxelles, 24-4-2008

# Résumé des leçons précédentes

A horizontal yellow brushstroke with a textured, painterly appearance, extending across the width of the slide below the title.

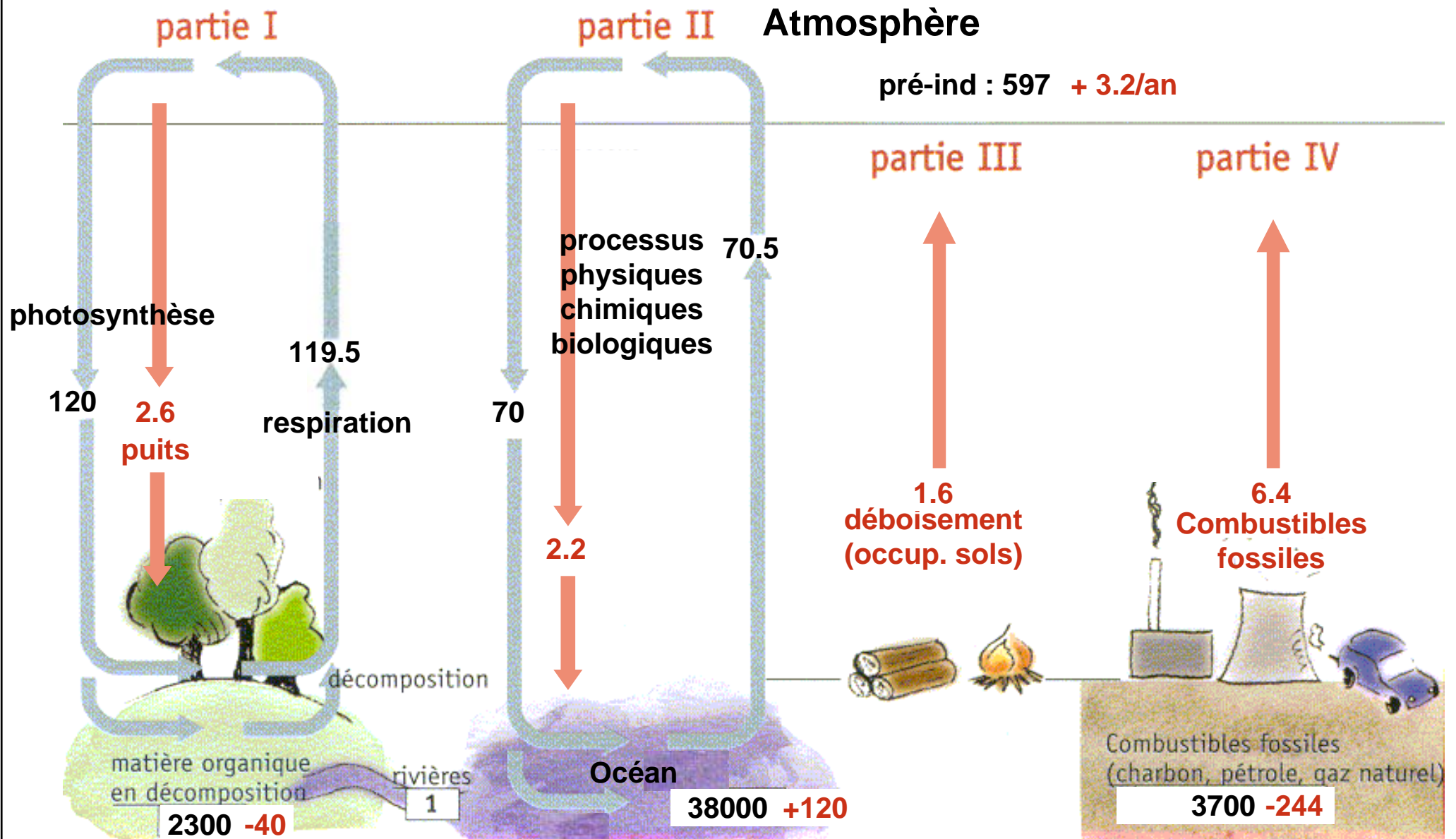
Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto:vanypersele@astr.ucl.ac.be))

# Bases physiques



Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto:vanypersele@astr.ucl.ac.be))

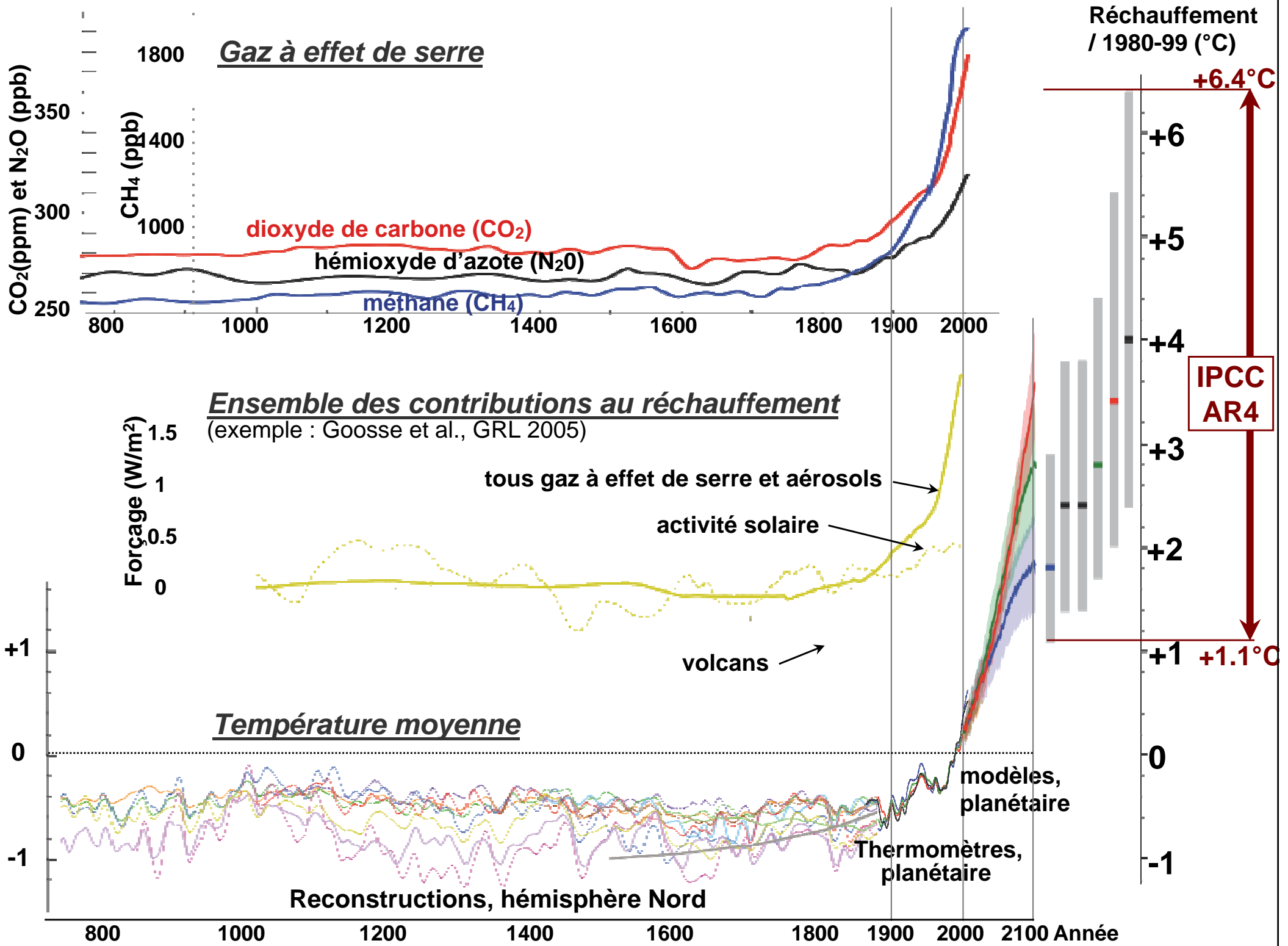
# Cycle du carbone



# Observations

A horizontal yellow brushstroke with a textured, painterly appearance, extending across the width of the slide below the title.

Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto:vanypersele@astr.ucl.ac.be))



# Facteurs et mécanismes qui influencent le climat

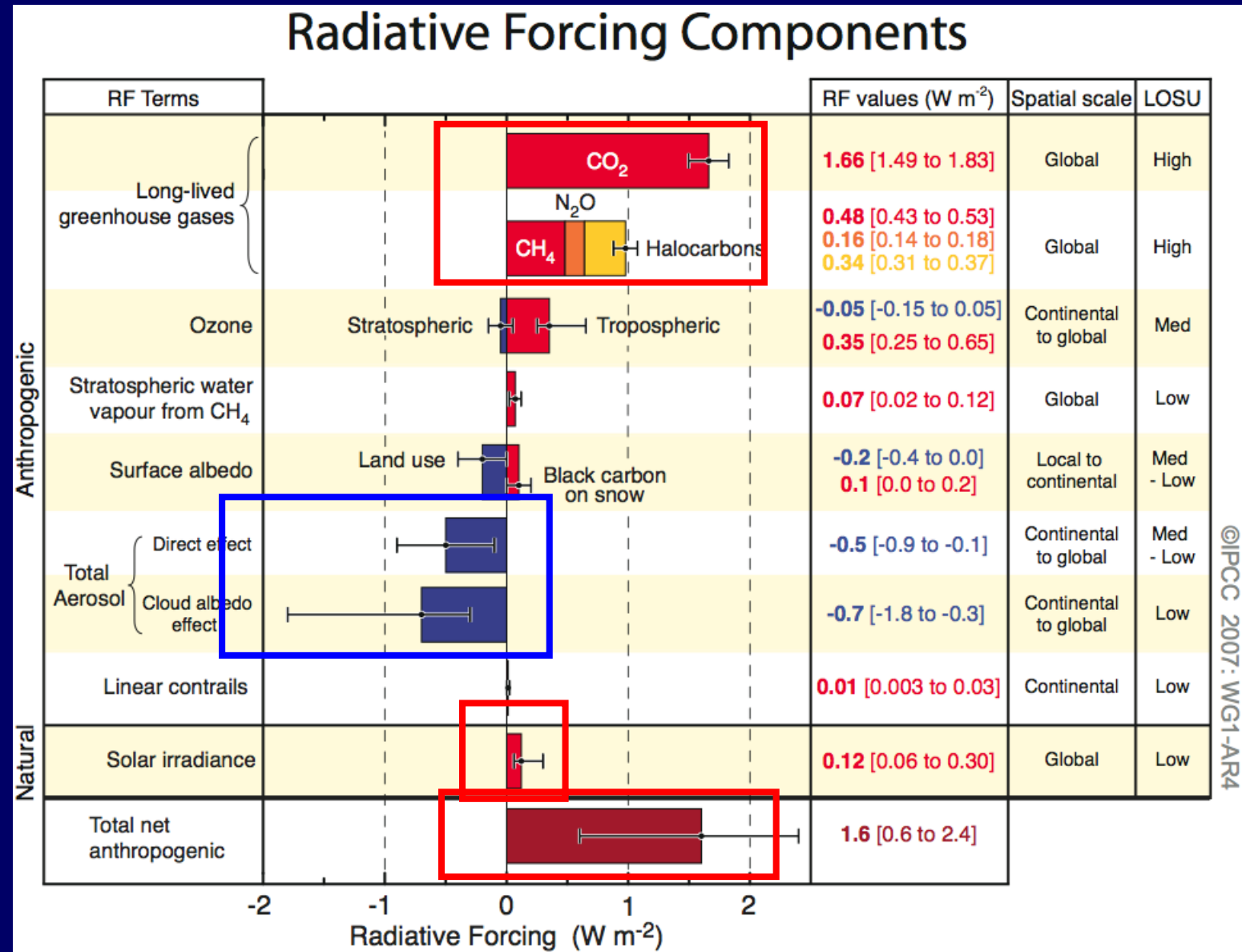


Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto:vanypersele@astr.ucl.ac.be))

# Moteurs naturels et anthropiques du changement climatique

Le dioxyde de carbone est le « big player ».

En moyenne, il a un temps de vie de plusieurs centaines d'années dans l'atmosphère, et affecte donc le climat sur de longues échelles de temps.



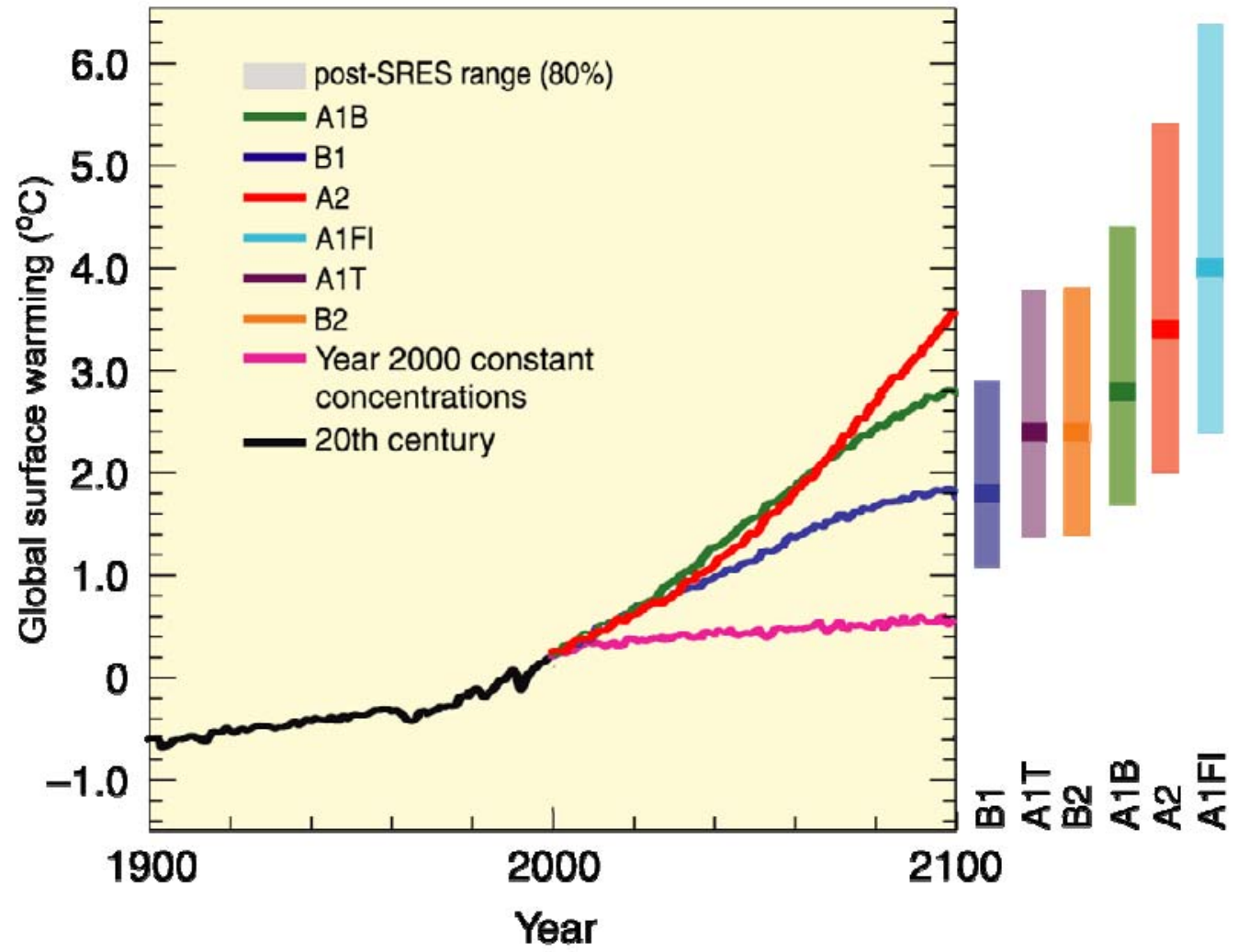
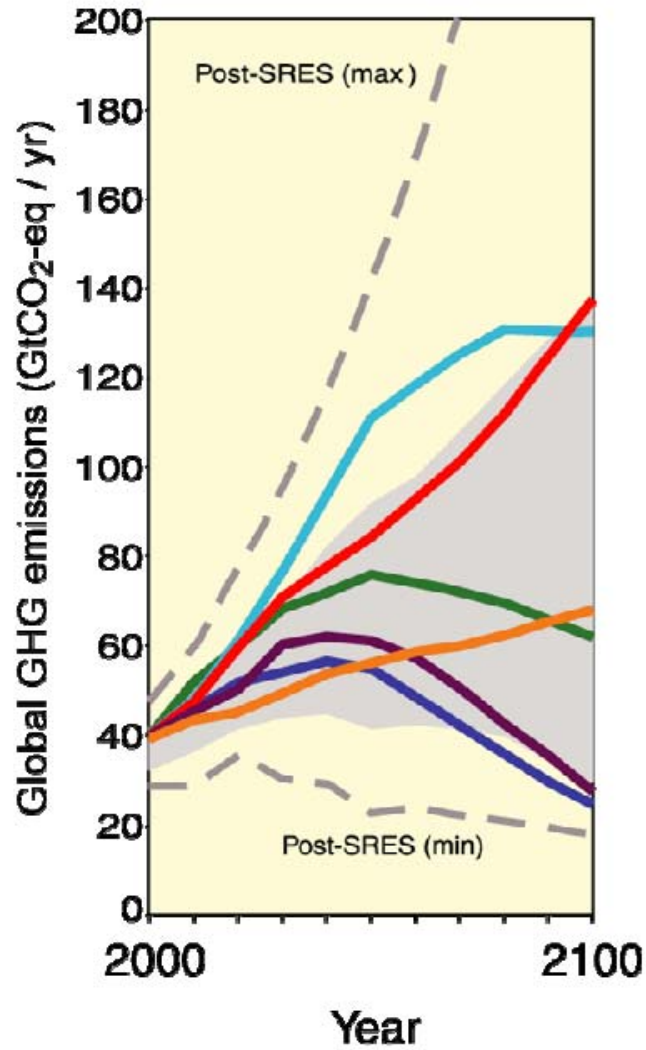


# Modélisation et projections



Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto:vanypersele@astr.ucl.ac.be))

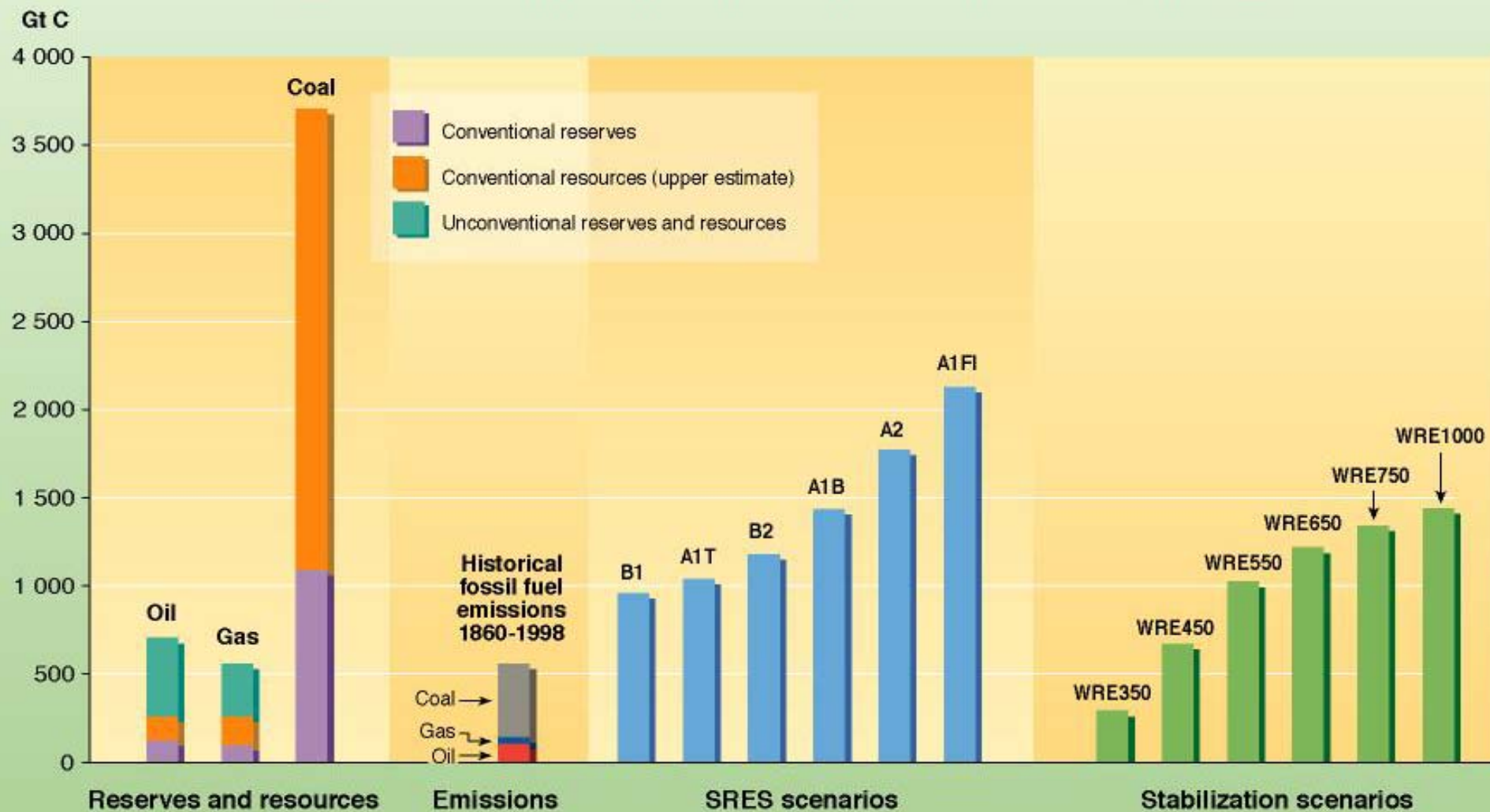
# Projections du climat futur en l'absence de mesures



# Projected globally averaged surface warming and sea level rise at the end of the 21st century (IPCC AR4, 2007)

	Temperature Change (°C at 2090-2099 relative to 1980-1999) <sup>a</sup>		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 <sup>c</sup>	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

## 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)



WMO



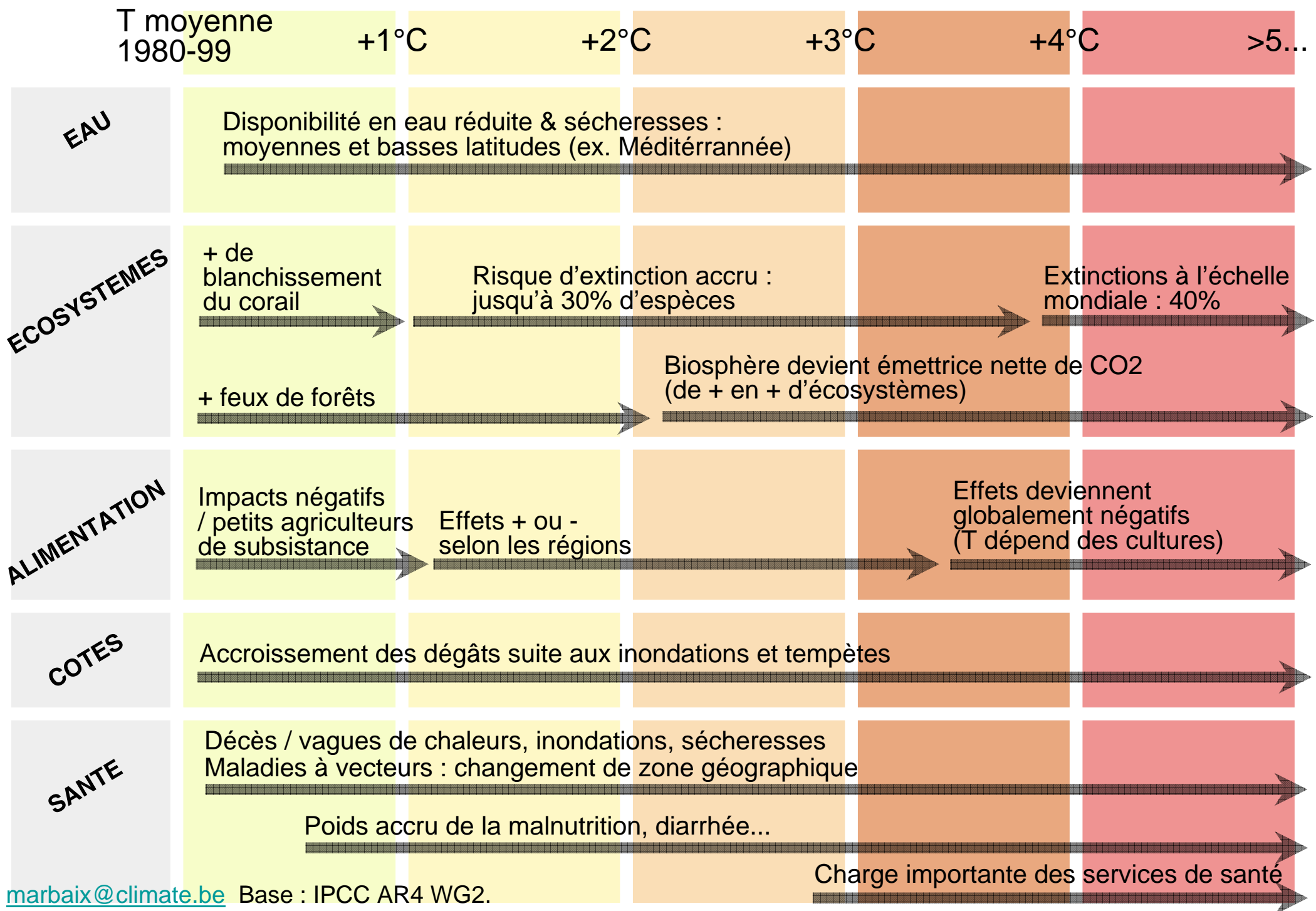
UNEP

# Impacts



Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto:vanypersele@astr.ucl.ac.be))

# Impacts mondiaux en fonction de la hausse de température



# 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

Source: Etienne Hannon (2008), basé sur GIEC AR4 (2007)

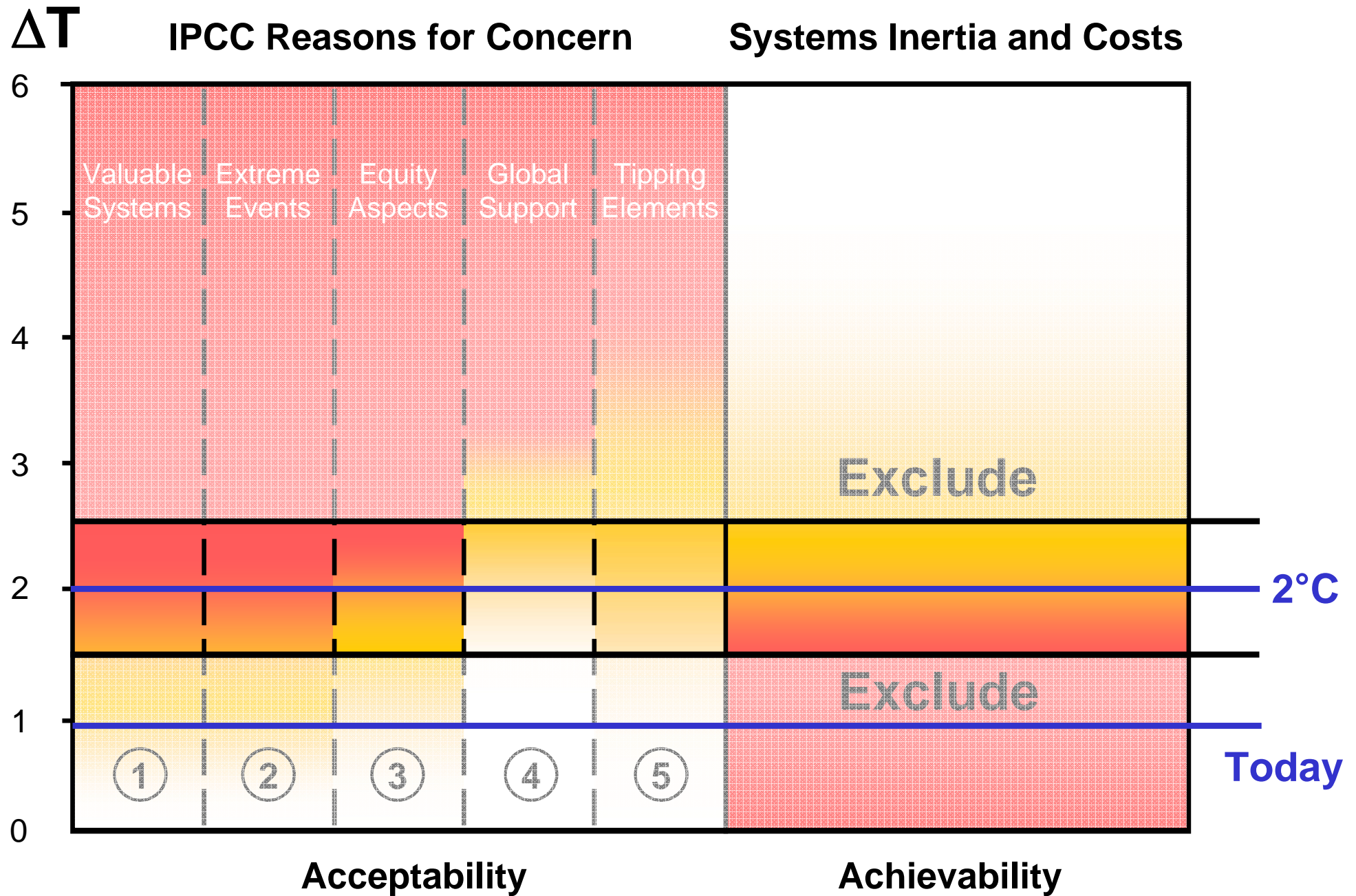
# Dangereux ?



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



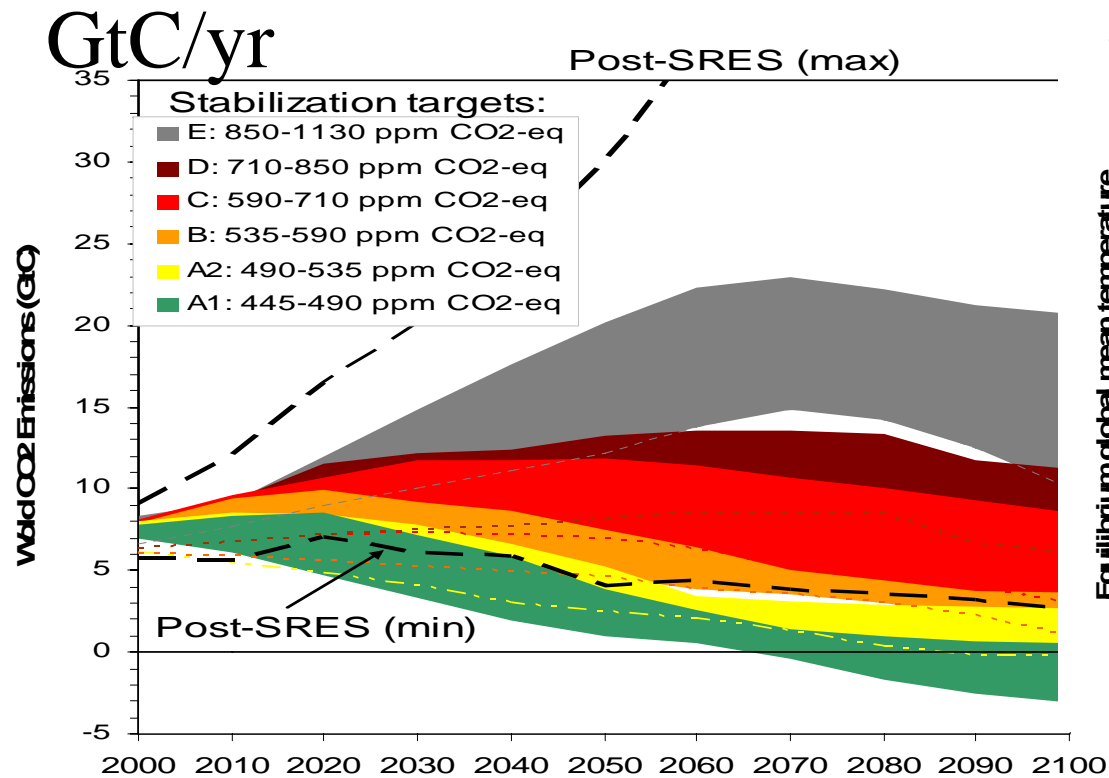
# Confining Global Warming



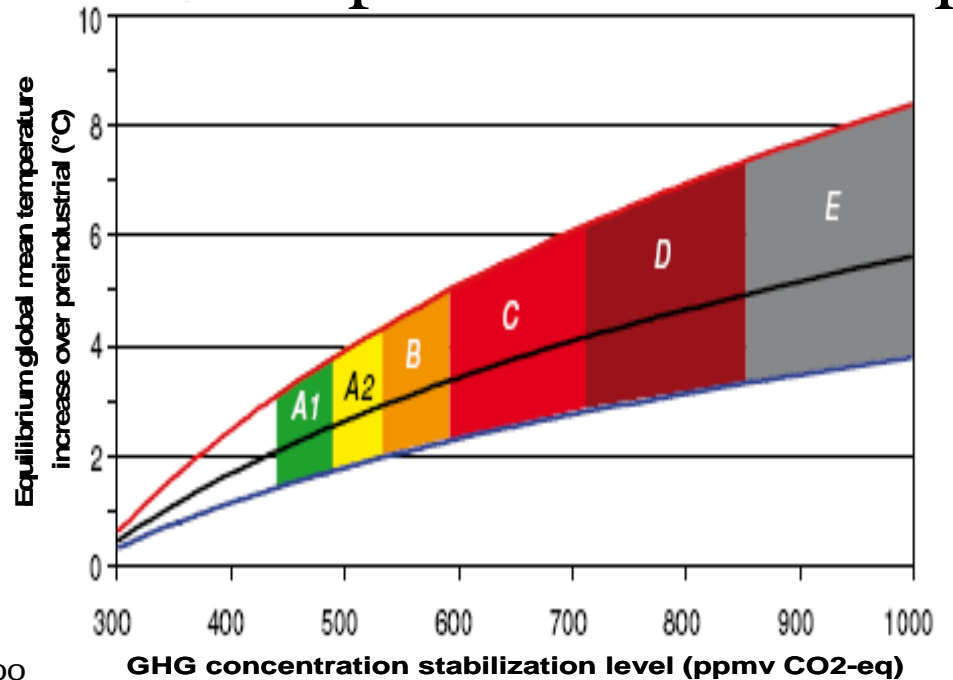
Source: J. Schellnhuber (2007)

# Stabilisation and equilibrium global mean temperatures

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



°C above pre-industrial temp.



Multigas and CO<sub>2</sub> only studies combined

# Long term mitigation (after 2030)

- The lower the stabilization level, the more quickly emissions would need to peak and to decline thereafter
- Mitigation efforts over the next two to three decades will have a large impact on opportunities to achieve lower stabilization levels

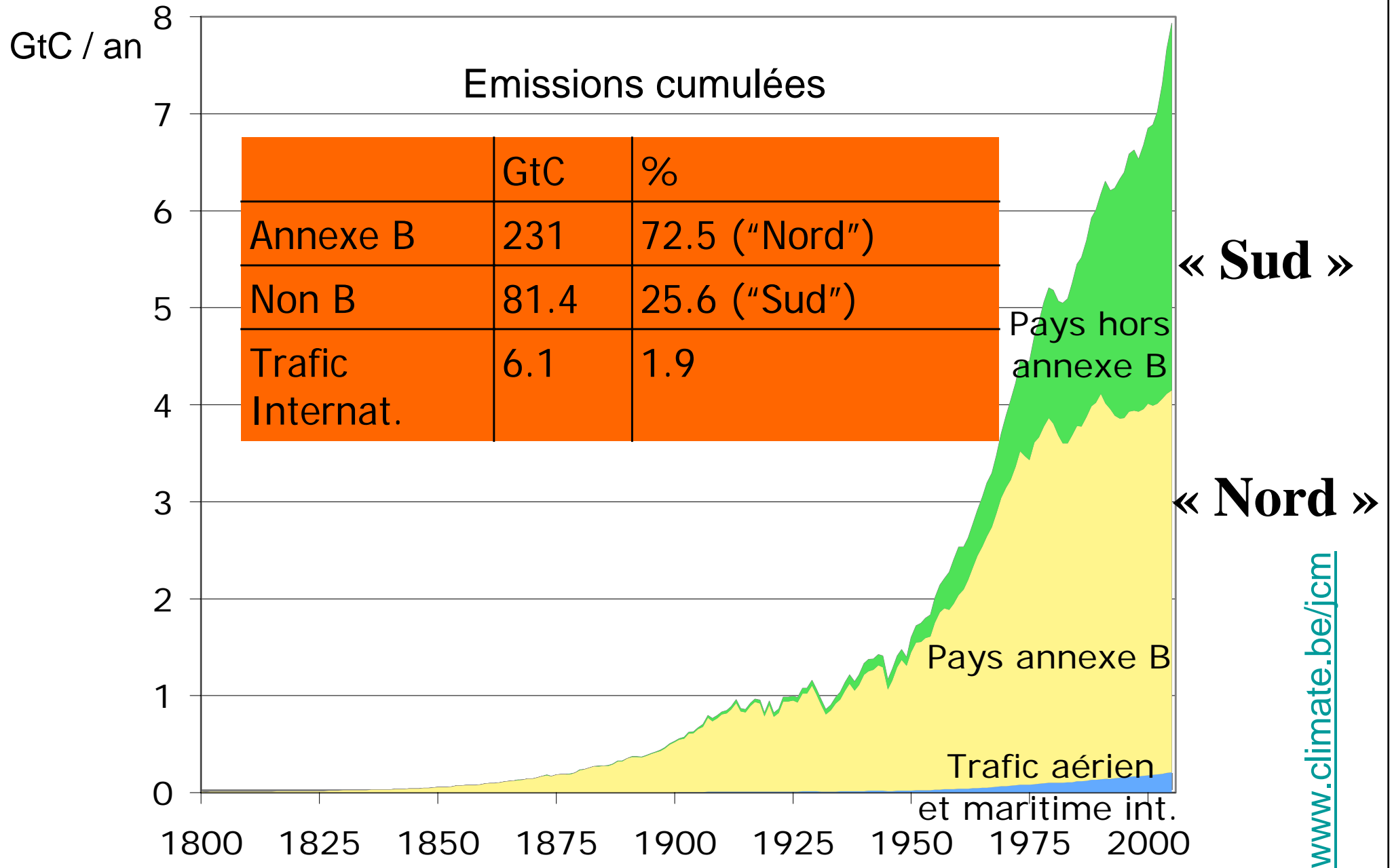
Stab level (ppm CO <sub>2</sub> -eq)	Global Mean temp. increase at equilibrium (°C) above pre- ind.	Year CO <sub>2</sub> needs to peak	Reduction in 2050 compared to 2000
<b>445 – 490</b>	<b>2.0 – 2.4</b>	<b>2000 - 2015</b>	<b>-85 to -50%</b>
490 – 535	2.4 – 2.8	2000 - 2020	-60 to -30
535 – 590	2.8 – 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

# Accumulation et responsabilités historiques



Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto:vanypersele@astr.ucl.ac.be))

# Emissions cumulées : CO<sub>2</sub>

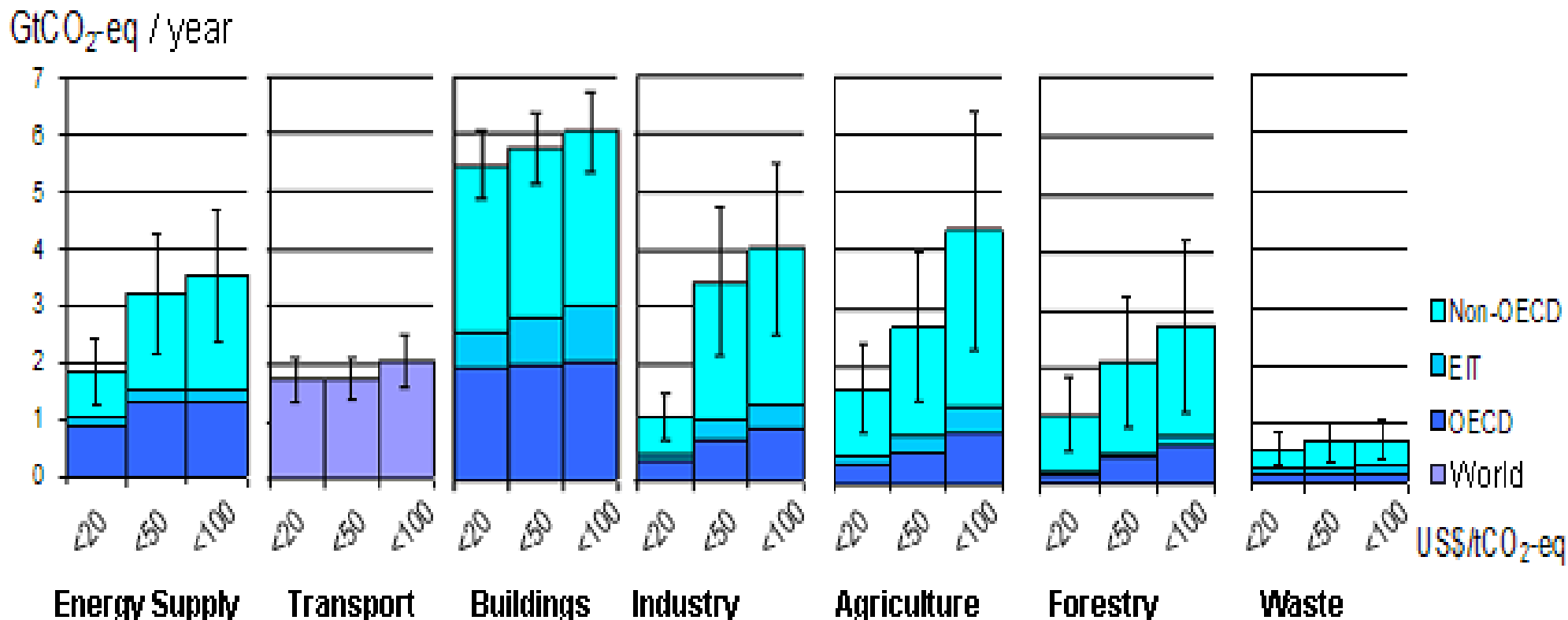


# Comment réduire les émissions ?



Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto:vanypersele@astr.ucl.ac.be))

# 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.

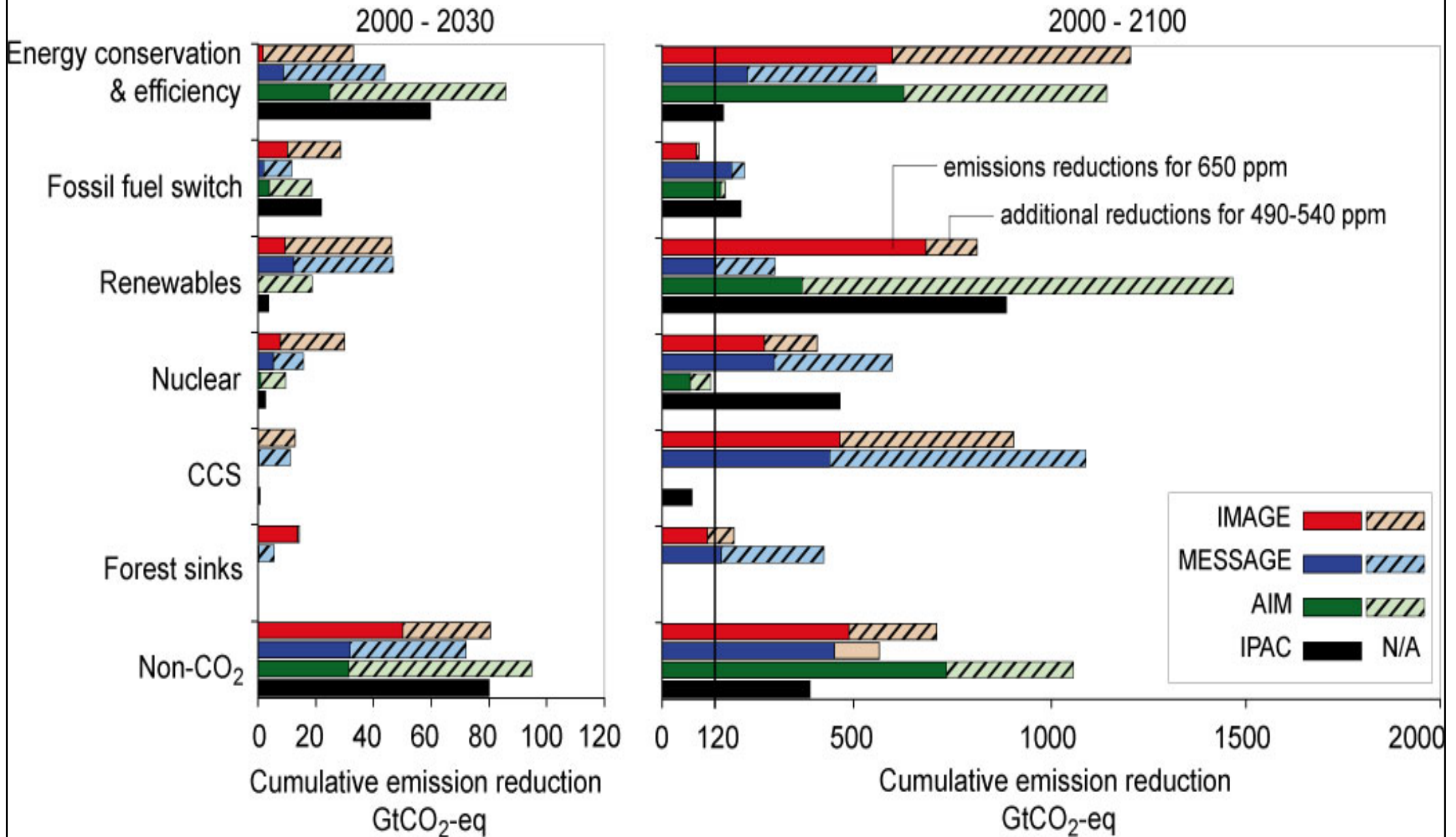
# Réduire comment?

- Les technologies

A horizontal yellow brushstroke with a textured, painterly appearance, extending across the width of the slide below the main text.



# Role of Technology, following IPCC AR4



# Changes in lifestyle and behaviour patterns can contribute to climate change mitigation

- Changes in occupant behaviour, cultural patterns and consumer choice in buildings.
- Reduction of car usage and efficient driving style, in relation to urban planning and availability of public transport
- Staff training, reward systems, regular feedback and documentation of existing practices in industrial organizations

# Réduire comment?

- Aspects économiques

---

# The importance of a “price of carbon”

- Policies that provide a real or implicit price of carbon could create incentives for producers and consumers to significantly invest in low-GHG products, technologies and processes.
- Such policies could include economic instruments, government funding and regulation
- For stabilisation at around 550 ppm CO<sub>2</sub>eq carbon prices should reach 20-80 US\$/tCO<sub>2</sub>eq by 2030 (5-65 if “induced technological change” happens)
- At these carbon prices large shifts of investments into low carbon technologies can be expected

# What are the macro-economic costs in 2050?

Trajectories towards stabilization levels (ppm CO <sub>2</sub> -eq)	Median GDP reduction <sup>[1]</sup> (%)	Range of GDP reduction <sup>[2]</sup> (%)	Reduction of average annual GDP growth rates <sup>[3]</sup> (percentage points)
590-710	0.5	-1 – 2	< 0.05
535-590	1.3	Slightly negative - 4	<0.1
445-535 <sup>[4]</sup>	Not available	< 5.5	< 0.12

<sup>[1]</sup> This is global GDP based market exchange rates.

<sup>[2]</sup> The median and the 10<sup>th</sup> and 90<sup>th</sup> percentile range of the analyzed data are given.

<sup>[3]</sup> The calculation of the reduction of the annual growth rate is based on the average reduction during the period till 2050 that would result in the indicated GDP decrease in 2050.

<sup>[4]</sup> The number of studies that report GDP results is relatively small and they generally use low baselines.

# Finalemment, que savons-nous ?



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

# 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
- L'inertie du système est grande, en particulier pour le niveau des mers
- La stabilisation du climat requiert d'importantes réductions des émissions
- Elles sont possibles si on s'y met tous ensemble



# Au-delà du Protocole de Kyoto

A thick, horizontal yellow brushstroke with a textured, painterly appearance, extending across the width of the slide below the title.

Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto:vanypersele@astr.ucl.ac.be))

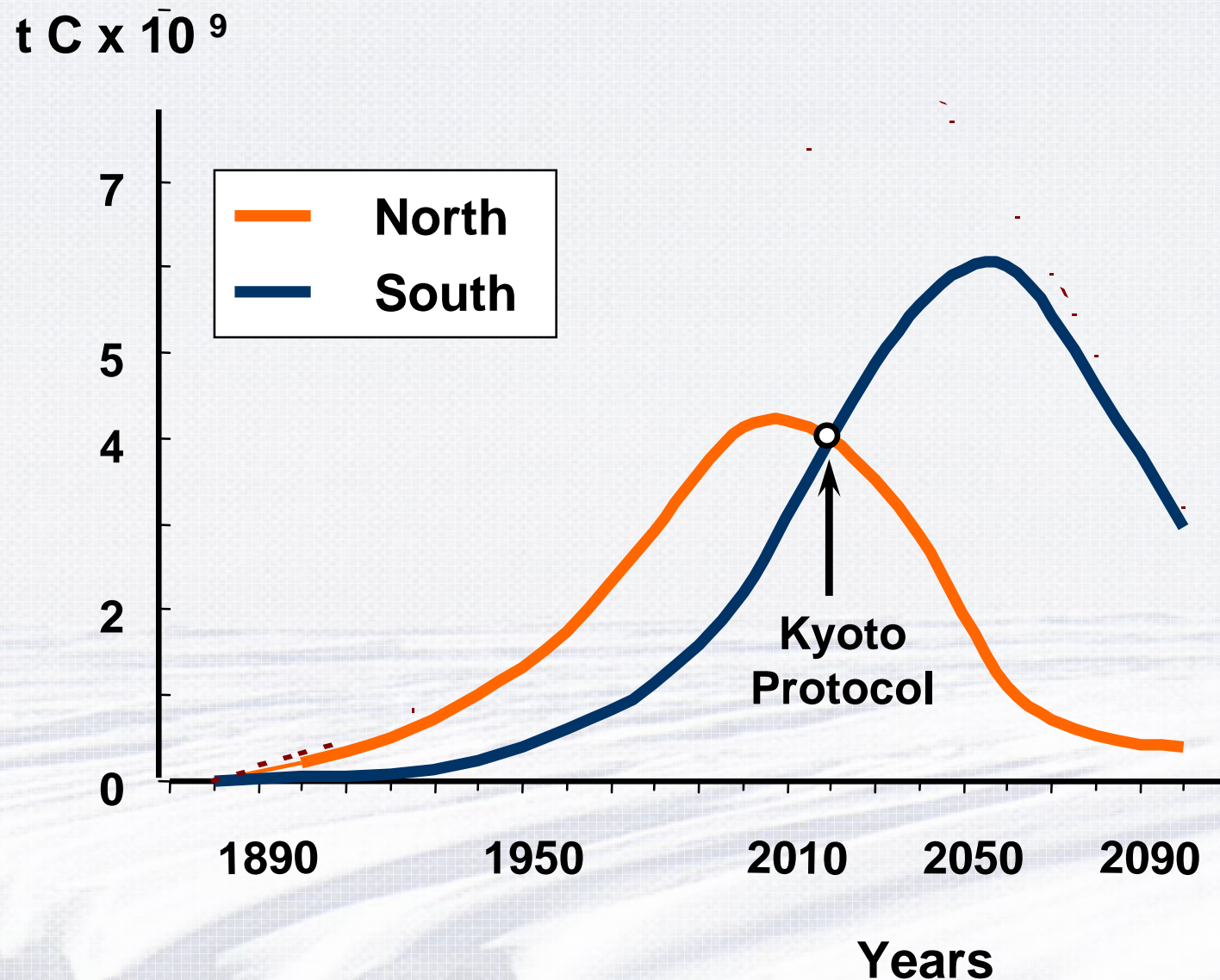


# II.3

## THE KYOTO PROTOCOL

**North  
+  
South  
carbon  
emissions**

**450 ppmv  
stabilization  
scenario**



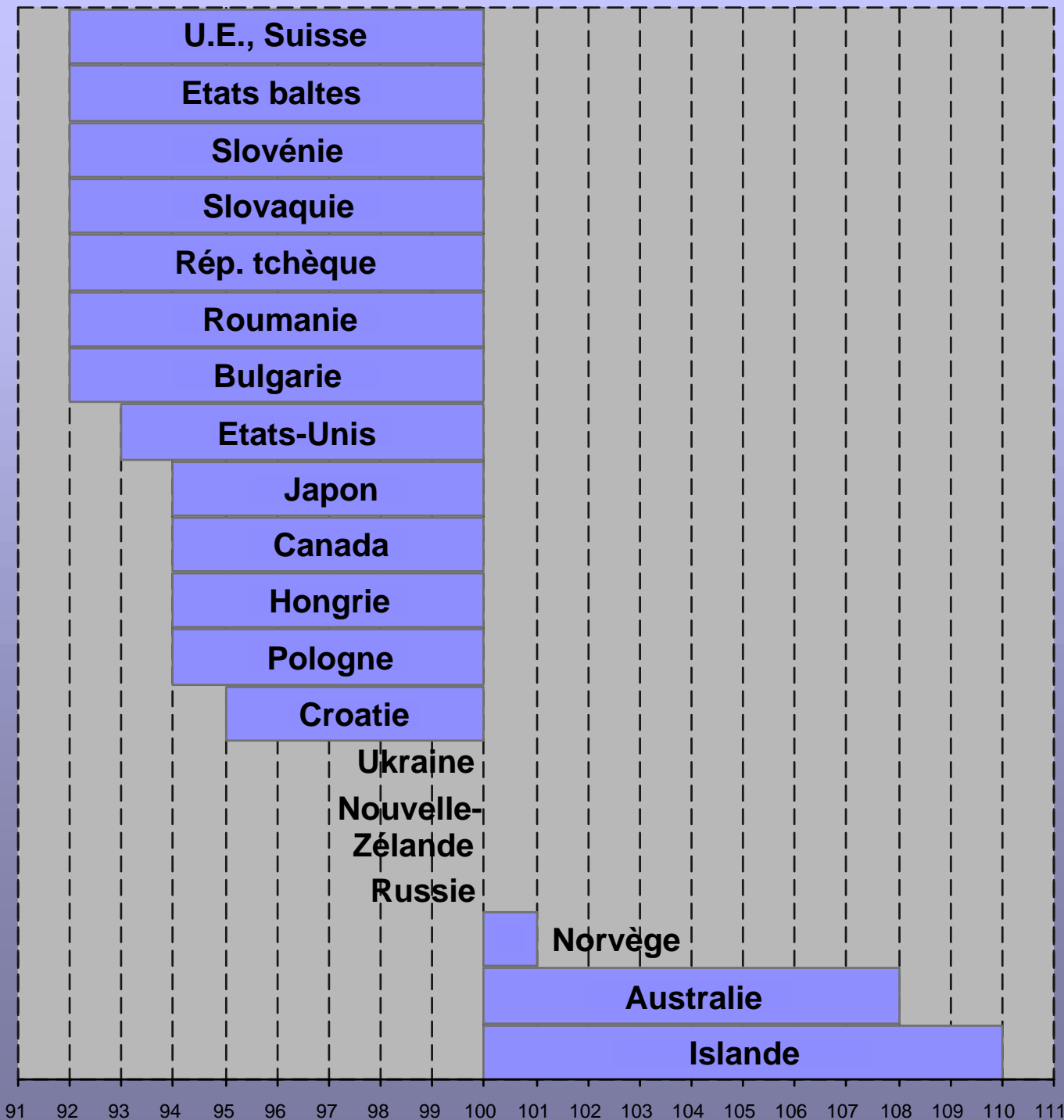
# Le Protocole de Kyoto



- 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: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>

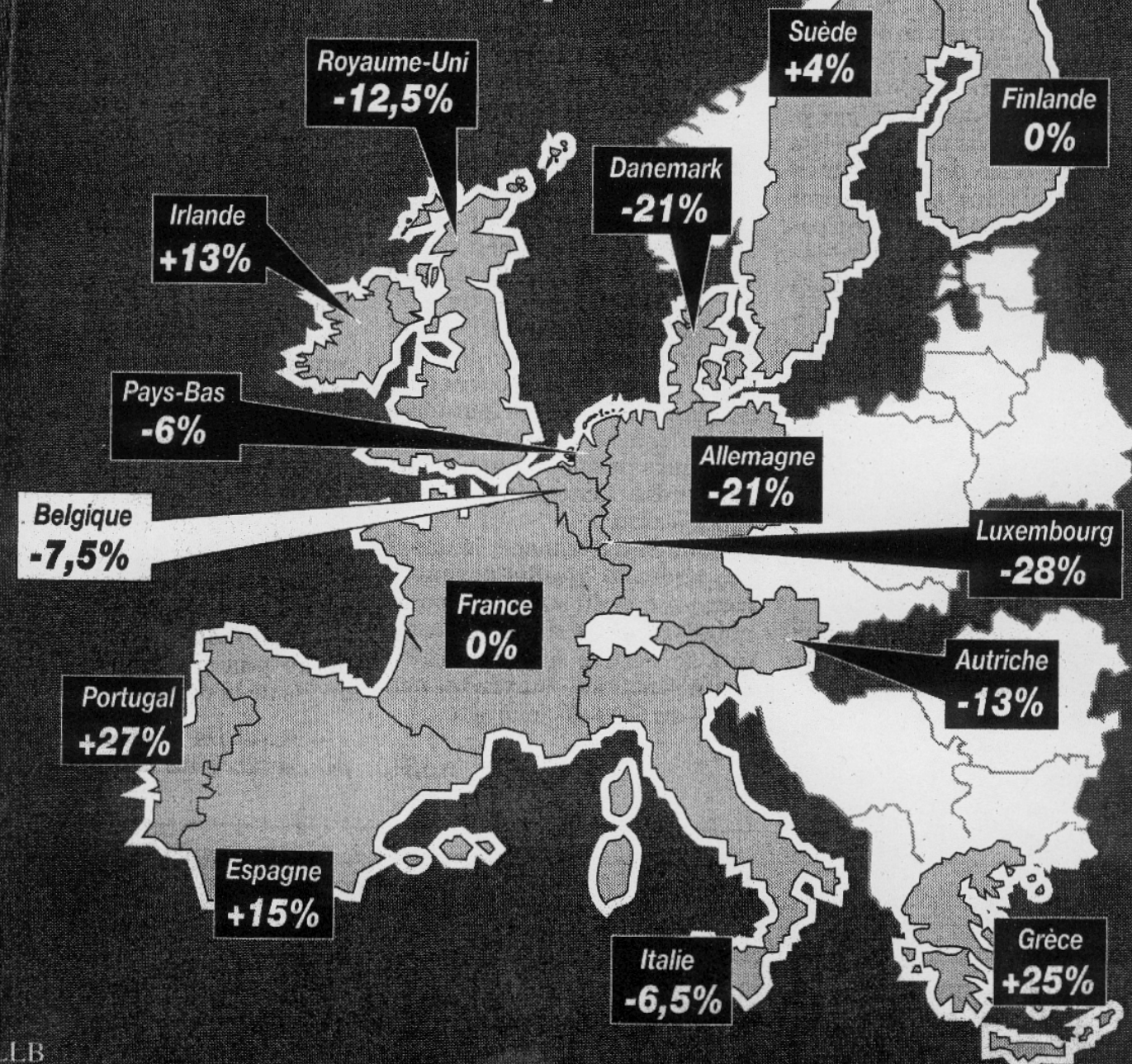
# Quotas de Kyoto (2008-2012 par rapport à 1990)

Engagements chiffrés de limitation ou de réduction des émissions  
(en % des émissions de l'année ou de la période de référence)



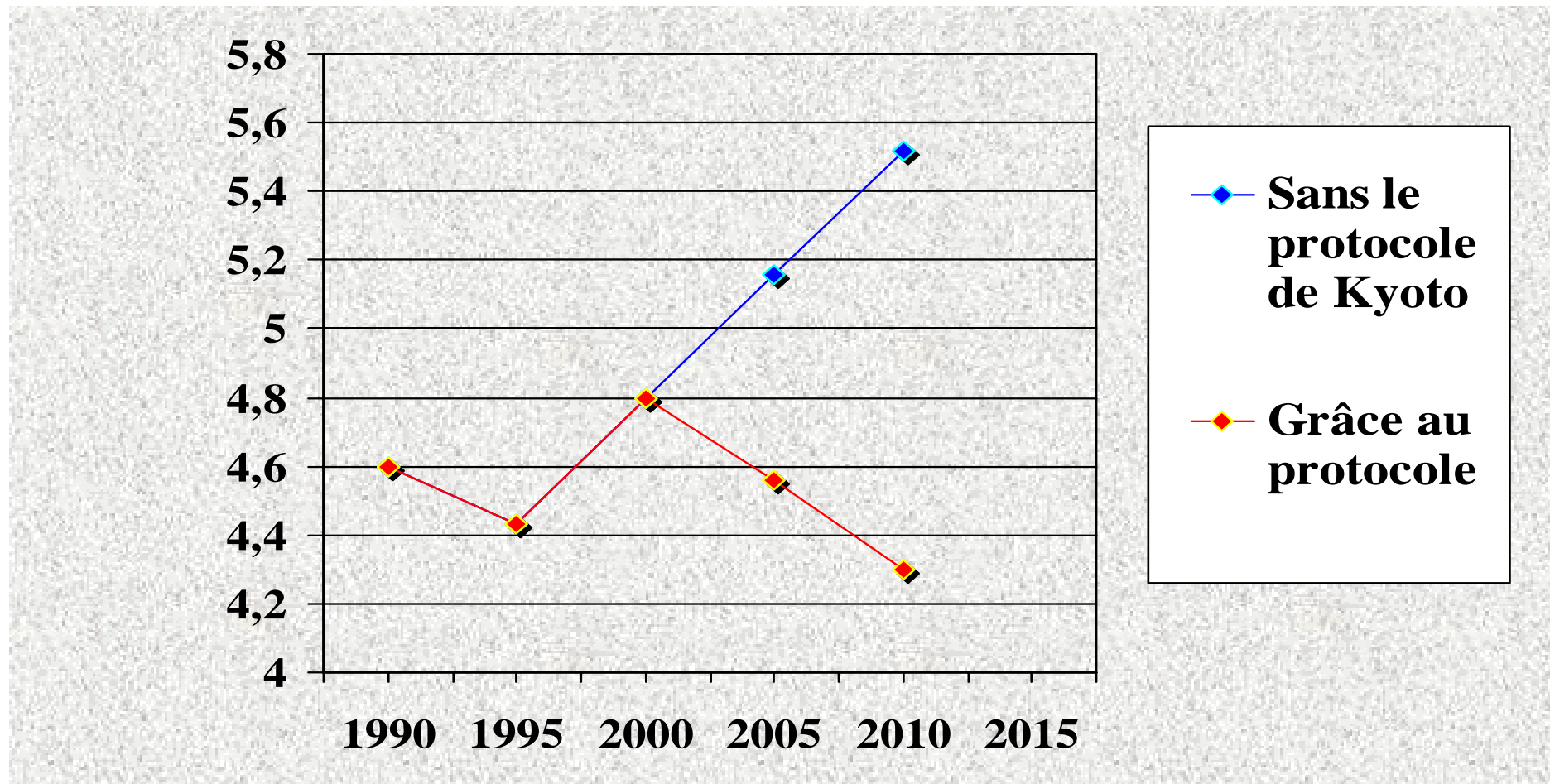
« Bulle  
européenne »  
de Kyoto

## Emissions de Co<sub>2</sub> : la répartition au sein de l'Union européenne



Source: La Libre Belgique

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



Source: Secrétariat UNFCCC (1997)

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

# Vous pouvez essayer:



- z [jcm.chooseclimate.org](http://jcm.chooseclimate.org)
- z (ou [www.climate.be/jcm](http://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

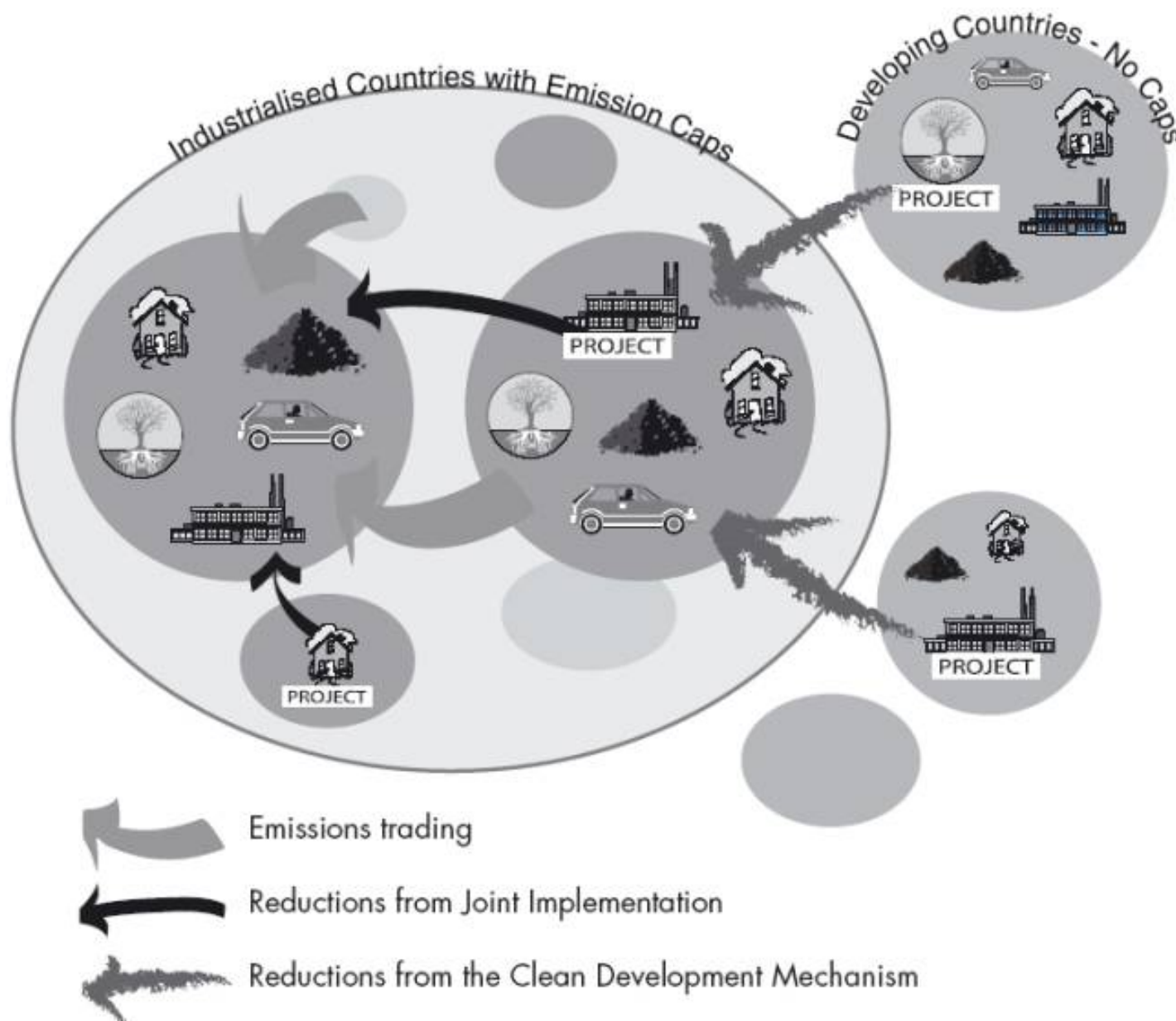


# Le Protocole de Kyoto



- z Flexibilité géographique: permis négociables entre pays développés, bulle UE, mise en œuvre conjointe (JI)
- z Mécanisme pour un développement propre : participation des PeD (projets)
- z Politiques & mesures: efficacité énergétique, renouvelables, transport...

# Mécanismes de flexibilité du PK, et rôle en tant qu'instrument de transfert technologique et de renforcement des capacités



Source: Etienne Hannon (2008)

# Mécanismes d'assistance financière

---

## « Special Climate Change Fund » et « Least Developed Countries Fund » (Convention)

- Objectifs: aider les pays en développement à s'adapter aux effets des CC, à bénéficier des technologies propres, à limiter la croissance des émissions, supporter les PMA (LDCF)
- Projets concernés: adaptation; transfert technologique, renforcement de capacités dans une série de secteurs clés (énergie, transport, industrie, agriculture, foresterie, préparation et mise en oeuvre des NAPAs (PMA))
- Entité opérationnelle: GEF

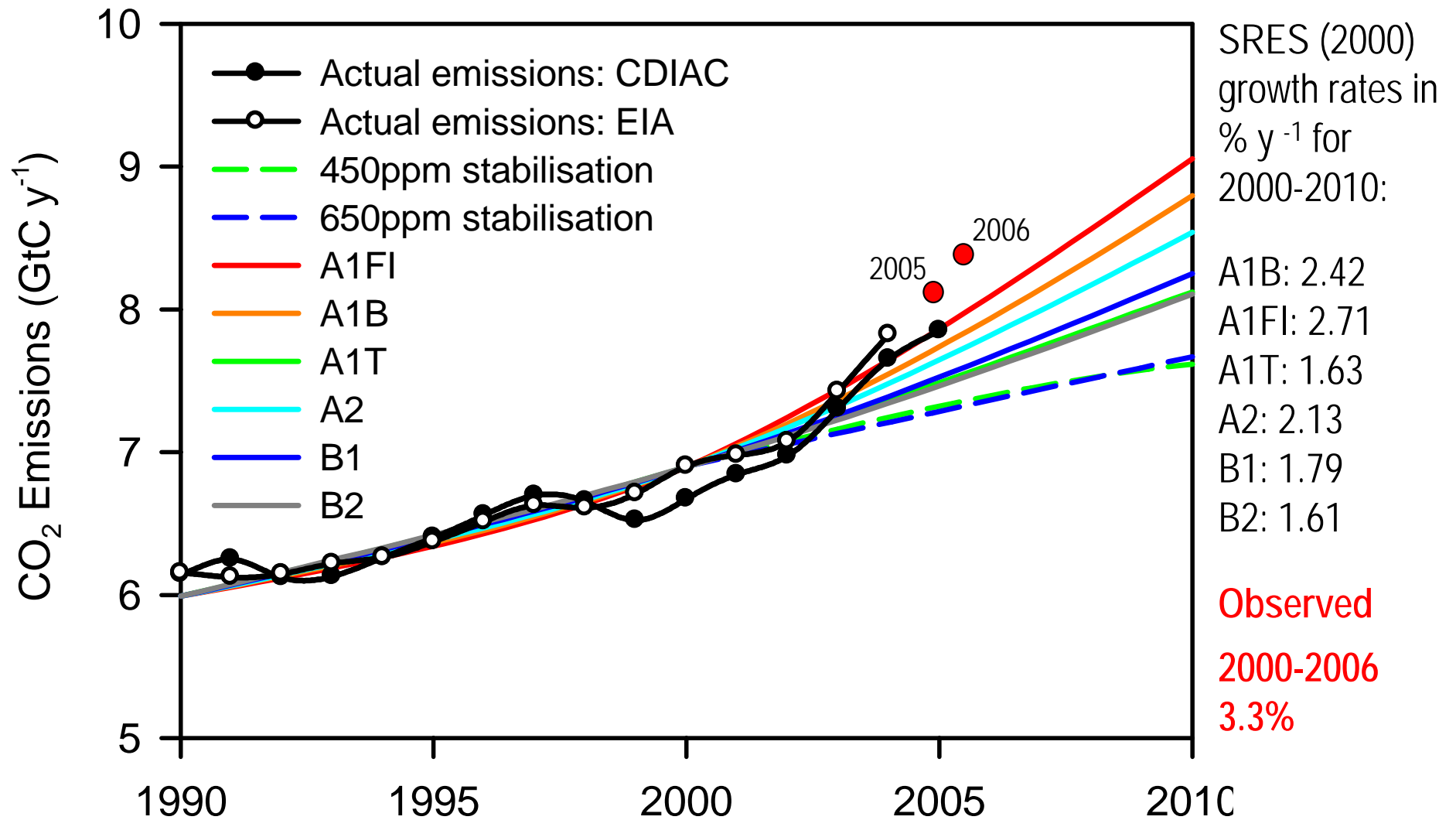
## « Adaptation Fund » (Protocole)

- financer des projets et des programmes concrets d'adaptation dans les pays en développement parties au PK
- Financé par un prélèvement (2%) sur les crédits issus des projets MDP (CERs) + fonds provenant d'autres sources
- Entité opérationnelle: Adaptation Fund Board

# International agreements

- Notable achievements of the *UNFCCC/Kyoto Protocol* that may provide the foundation for future mitigation efforts:
  - global response to the climate problem,
  - stimulation of an array of national policies,
  - the creation of an international carbon market and
  - new institutional mechanisms

# Trajectory of Global Fossil Fuel Emissions



# Ces instruments ont-ils porté leur fruits ?

---

En partie, mais:

- **Financement:** reste conditionné au bon vouloir des pays donateurs (base volontaire)
- **Transfert technologique et renforcement de capacité:** insuffisamment ciblé et reste anecdotique dans plusieurs PMA
- **MDP :** bilan mitigé (certains projets ciblés principalement en fonction de leur « rentabilité » en terme de crédits CO<sub>2</sub>, inéquité géographique)

# Effets « secondaires » des politiques d'atténuation des CC

---

Effets généralement positifs (co-bénéfices):

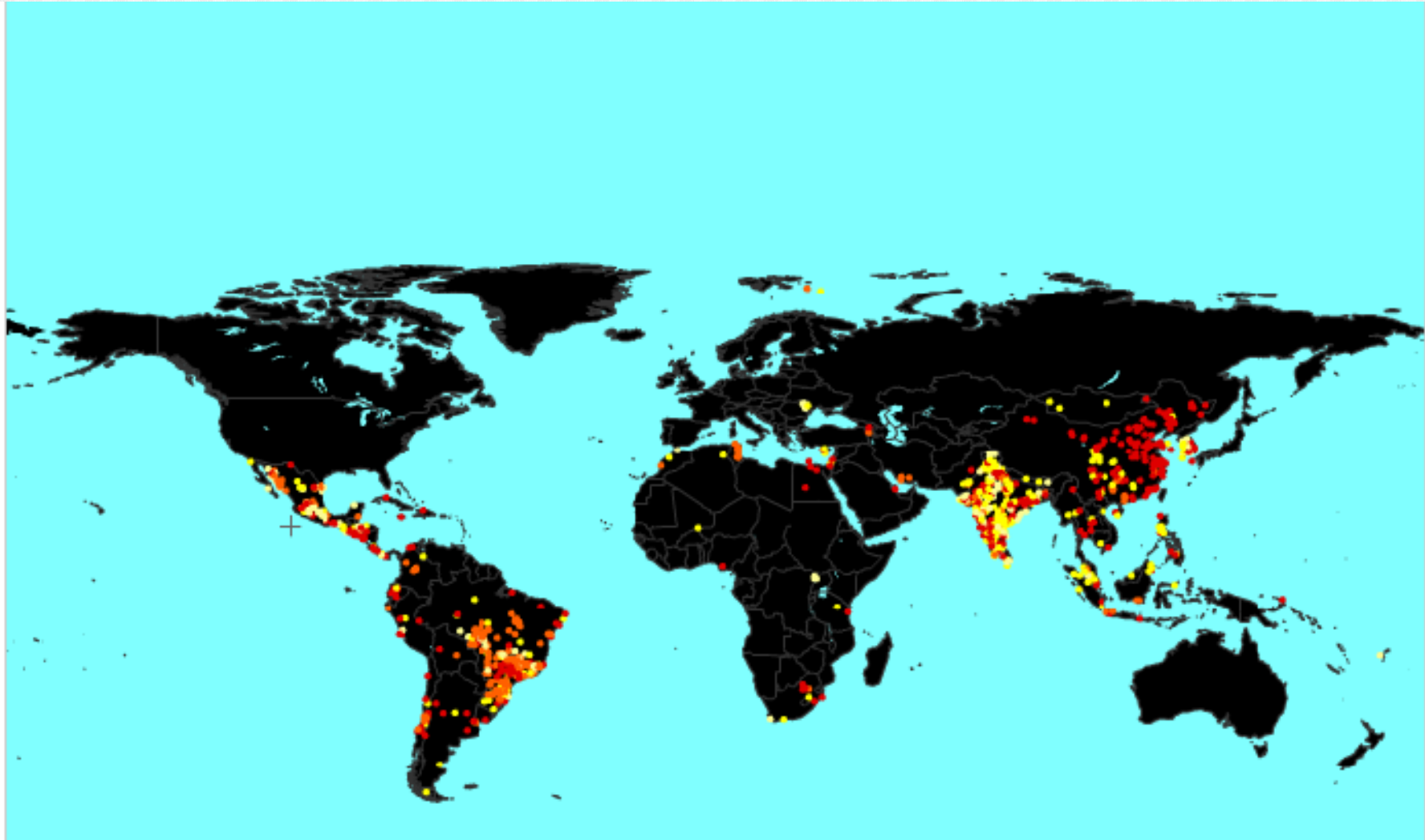
- Réduction d'autres polluants → bénéfiques pour la santé
- Plus grande sécurité énergétique
- Moindre pression sur les écosystèmes,...

Mais

Certaines mesures engagées contre le réchauffement global, si elles ne sont pas correctement cadrées, constituent elles-mêmes une menace pour le développement:

- Puits de carbone
- Lutte contre la déforestation (populations dépendantes de l'exploitation de la forêt)
- Biocarburants (détournement des productions agricoles alimentaires)

# Répartition géographique des MDP



Source: Etienne Hannon (2008)



# Quelques pistes dans le contexte post-2012

---

# International agreements

- *Future agreements:*
  - Greater cooperative efforts to reduce emissions will help to reduce global costs for achieving a given level of mitigation, or will improve environmental effectiveness
  - Improving, and expanding the scope of, market mechanisms (such as emission trading, Joint Implementation and CDM) could reduce overall mitigation costs
  - Assessed literature on future agreements on basis of criteria for environmental/ cost effectiveness, distributional/ institutional feasibility

# Post-Kyoto : les défis

---

## **Insuffisances du régime actuel**

- seulement 1/3 des émissions mondiales sont soumises à un régime contraignant
- Ambition des objectifs encore très insuffisante
- Régime international éclaté (cf. USA hors du PK)
- Les besoins spécifiques des pays en développement (adaptation) sont insuffisamment couverts

## **Défis**

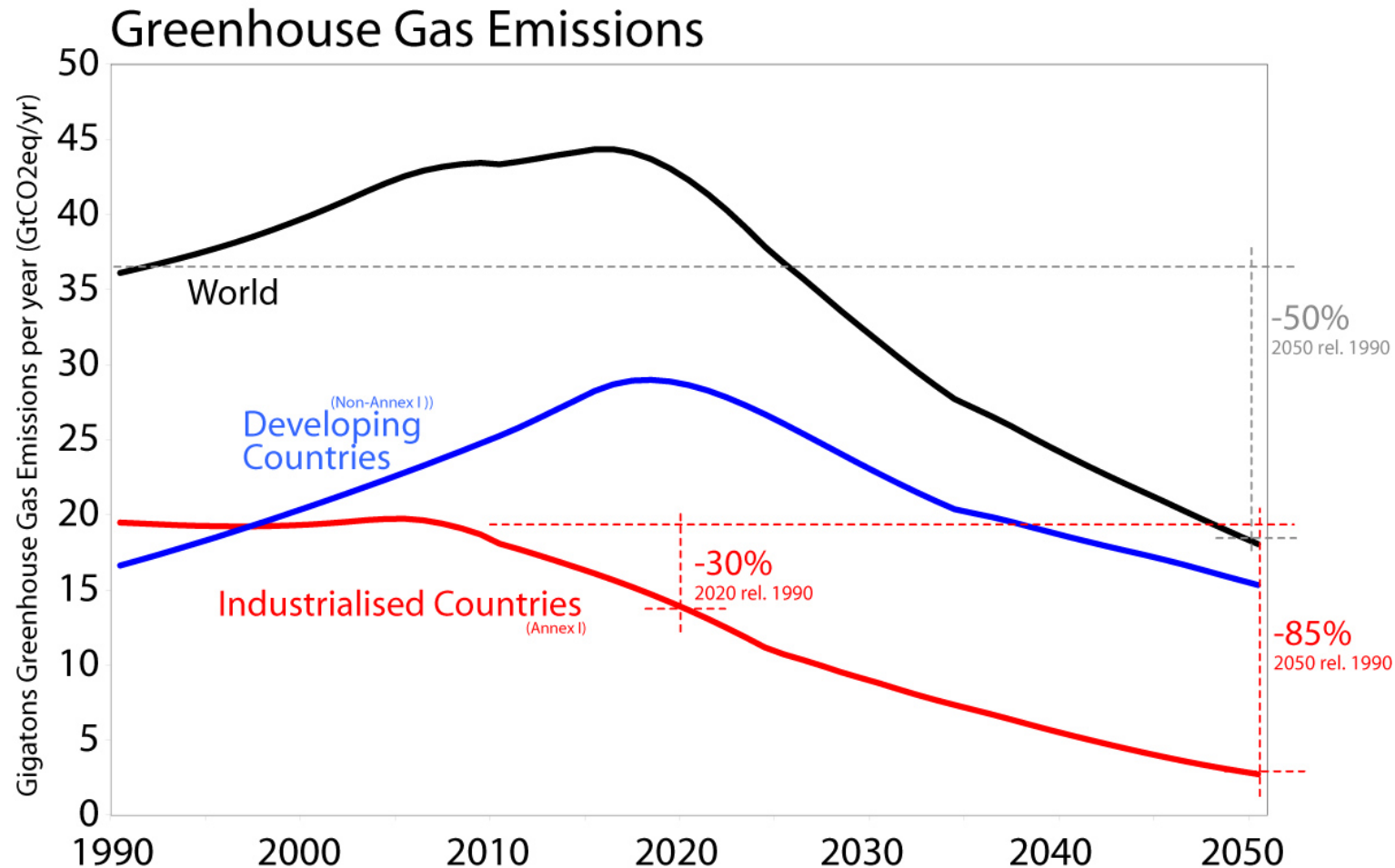
- Développer une vision commune sur les objectifs à long terme , de nature à rencontrer l'objectif ultime de la Convention, et sur un régime acceptable par toutes les Parties
- Convaincre tous les grands émetteurs (dont USA et pays émergents) de se joindre aux efforts
- Développer parallèlement un régime pour l'adaptation

# « Bali roadmap »

---

- Bali Action Plan = processus de négociation sur l'action coopérative à long-terme (4 "blocs": atténuation, adaptation, technologie & finance)
- Révision du protocole de Kyoto et des engagements des pays industrialisés
- Décisions relatives à:
  - Renforcement du transfert technologique
  - Révision/renforcement des mécanismes financiers
  - Intégration de la lutte contre le déboisement dans les moyens de lutte contre les CC

# « 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

Source: Etienne Hannon (2008)

# Quelques principes repris dans le « Bali Action Plan »

---

- **Adaptation**
  - Besoins urgents et immédiats des pays en développement
  - particulièrement les PMA et les pays africains affectés par sécheresse, désertification, inondations
- **Technologie**
  - Moyens accrus pour lever les obstacles au transfert technologique
  - Renforcer l'efficacité des mécanismes pour la coopération technologique
- **Financement**
  - Mise à disposition de ressources neuves et additionnelles
  - Moyens innovants de financement (public / privé)

# Et le développement durable ?



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

# État de la planète au début du XXI<sup>e</sup> 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



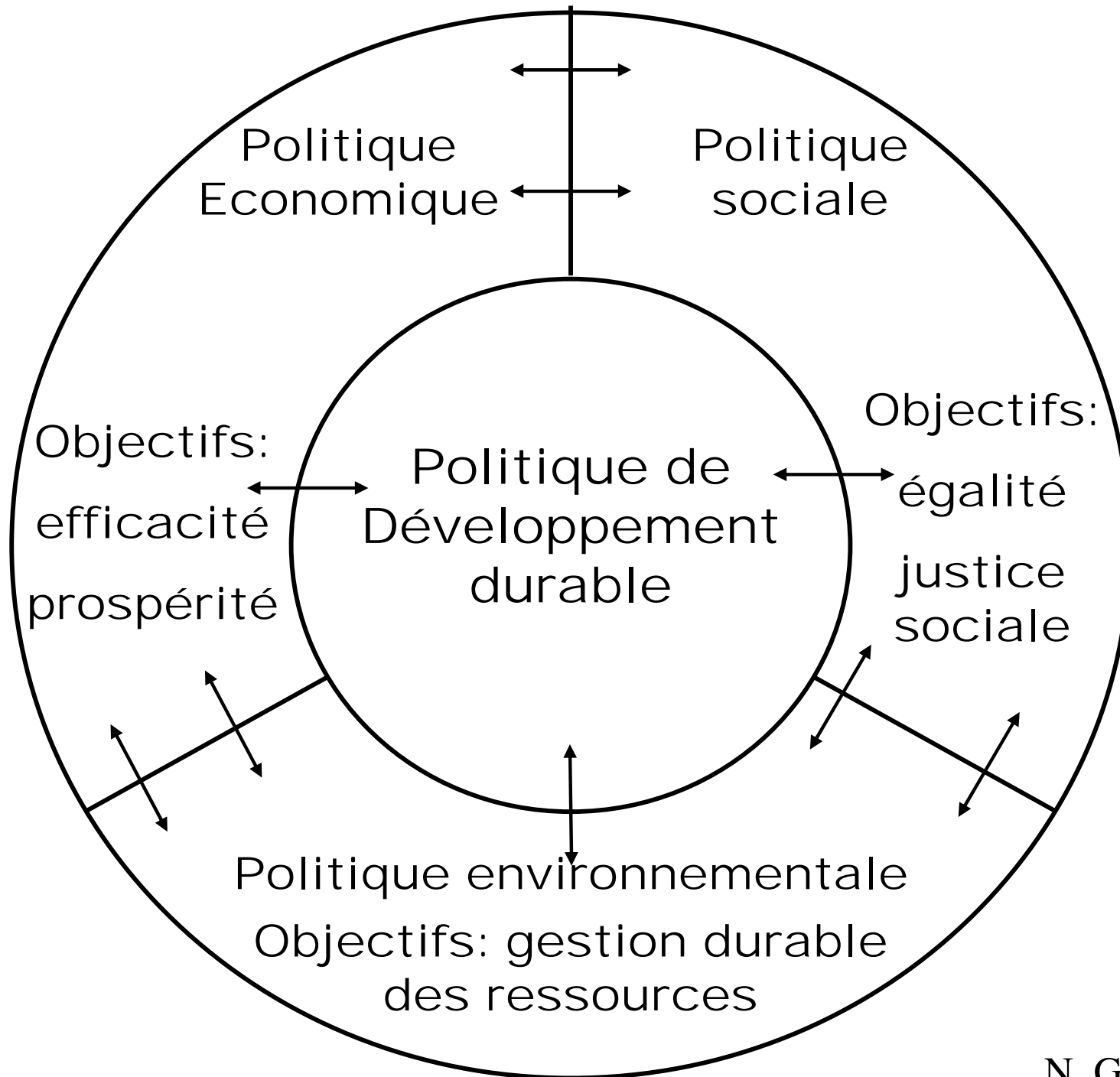
# Développement durable

(«sustainable» en anglais) Définition du rapport Brundtland :

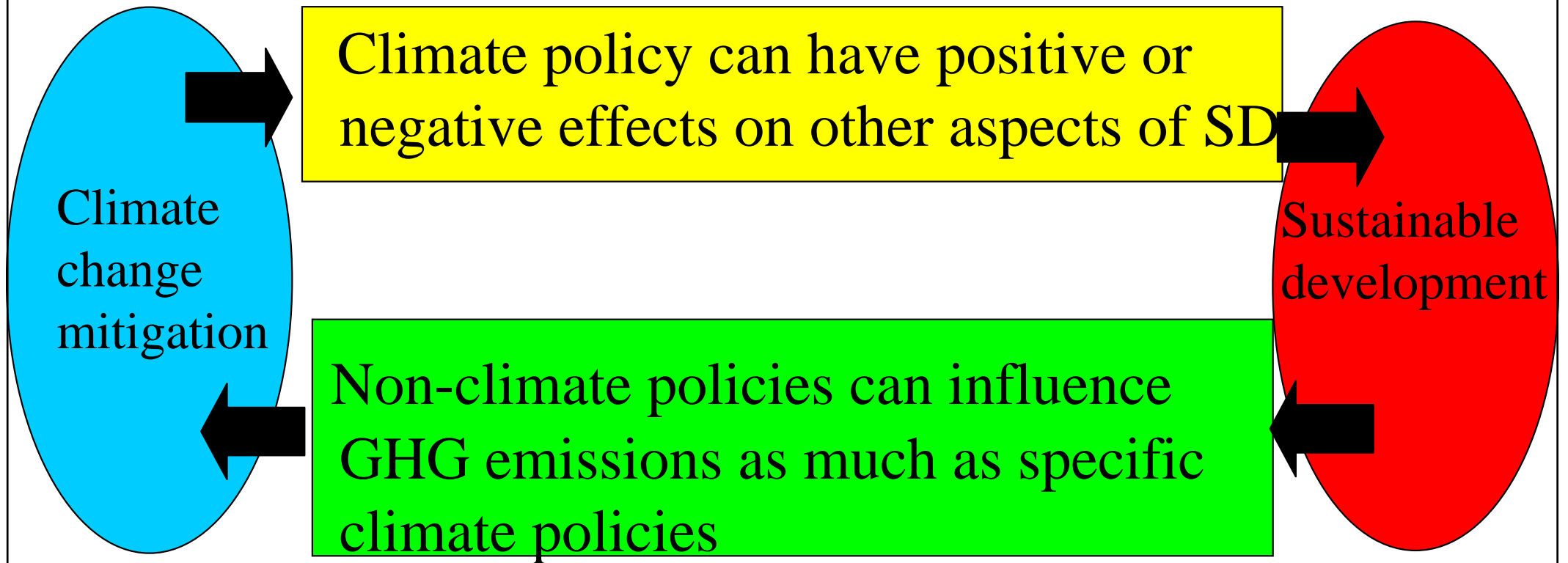
*"Le développement soutenable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion :*

- \* le concept de "besoins", et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et*
- \* l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale imposent sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir.*

*Même au sens le plus étroit du terme, le développement soutenable présuppose un souci d'équité sociale entre les générations, souci qui doit s'étendre, en toute logique, à l'intérieur d'une même génération."*



# Two-way Relationship Between Climate Change and Sustainable Development



*NB: AND adaptation*

# There are also co-benefits of mitigation

- Near-term health benefits from reduced air pollution may offset a substantial fraction of mitigation costs
- Mitigation can also be positive for: energy security, balance of trade improvement, provision of modern energy services to rural areas and employment

**BUT**

- Mitigation in one country or group of countries could lead to higher emissions elsewhere (“carbon leakage”) or effects on the economy (“spill-over effects”).

# Que pouvons-nous faire ?



Jean-Pascal van Ypersele  
([vanypersele@astr.ucl.ac.be](mailto: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 CO<sub>2</sub>.

## 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



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 »**



# Pour en savoir plus...



- z [www.climate.be/vanyp](http://www.climate.be/vanyp) : bientôt: dias JpVY
- z [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) : IPCC ou GIEC
- z [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int) : Convention & Protocole
- z [www.cfdd.be](http://www.cfdd.be) : Conseil fédéral  
développement durable
- z [www.climat.be](http://www.climat.be) : campagne climat du Gvt
- z [www.climate.be/jcm](http://www.climate.be/jcm) : modèle interactif du Dr  
B. Matthews, UCL-ASTR
- z [www.realclimate.org](http://www.realclimate.org): réponse aux sceptiques

# Pour en savoir plus...



- z JM Valantin: [www.lignes-de-reperes.com](http://www.lignes-de-reperes.com)
- z Changements climatiques, impasses et perspectives (Points de vue du Sud), Editions Syllepse (voir [www.cetri.be](http://www.cetri.be) )

Merci pour votre attention et  
votre soutien !

A horizontal yellow brushstroke with a textured, painterly appearance, extending across the width of the slide below the main text.

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