

# **Comment les changements climatiques menacent notre patrimoine commun, la Terre, et pourquoi ce n'est pas une fatalité**

**Jean-Pascal van Ypersele**

**Professeur à l'UCL et**

**Vice-président du GIEC**

**Twitter: @JPvanYpersele**

**Parlement wallon, séance plénière,  
Namur, 7-5-2015**

**Merci aux Services fédéraux (belges) de la Politique scientifique (BELSPO)  
et à mon équipe à l'Université catholique de Louvain  
pour leur soutien**

# Pourquoi le GIEC (Groupe d'experts

Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) ?

Etabli par l'OMM et le PNUE en 1988

Mandat: fournir aux décideurs une **source objective d'information** à propos:

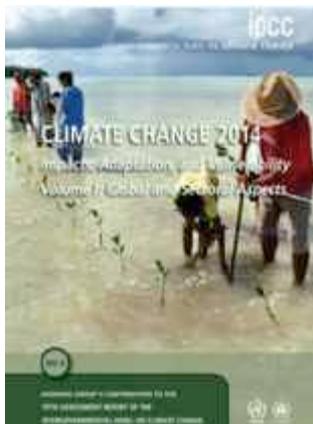
- des causes des changements climatiques
- des scénarios possibles d'évolution
- des conséquences observées ou futures pour l'environnement et les activités humaines
- les options de réponse possibles (adaptation & atténuation = réduction des émissions).

OMM = Organisation Météorologique Mondiale  
PNUE = Programme des Nations Unies pour l'Environnement

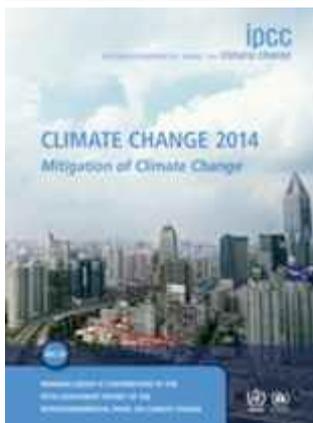




**Que se passe-t-il dans le système climatique ?**



**Quels sont les risques ?**



**Que peut-on faire ?**

# Messages clés

- **L'influence humaine sur le système climatique est claire**
- **La poursuite des émissions de gaz à effet de serre augmentera le risque d'impacts graves, répandus et irréversibles pour les populations et les écosystèmes**
- **Alors que les changements climatiques représentent une menace pour le développement durable, il existe de nombreuses opportunités pour intégrer l'atténuation, l'adaptation, et la poursuite d'autres objectifs sociétaux**
- **L'Humanité a les moyens de limiter les changements climatiques et de construire un avenir plus durable et plus résilient**

AR5 WGI SPM, AR5 WGII SPM, AR5 WGIII SPM

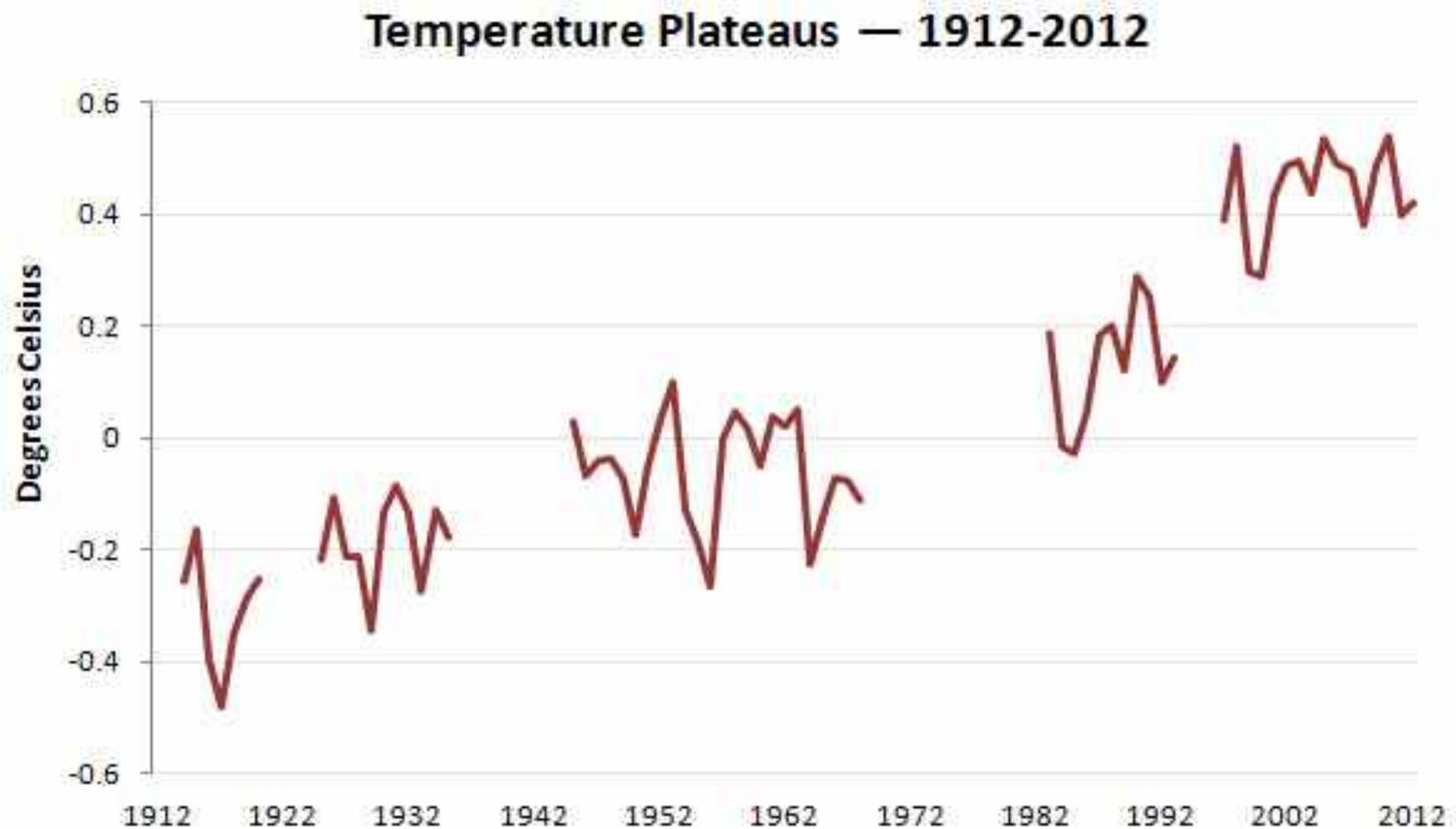


**Que se passe-t-il dans le système climatique ?**

## Temperature Change From 1961-1990 Average

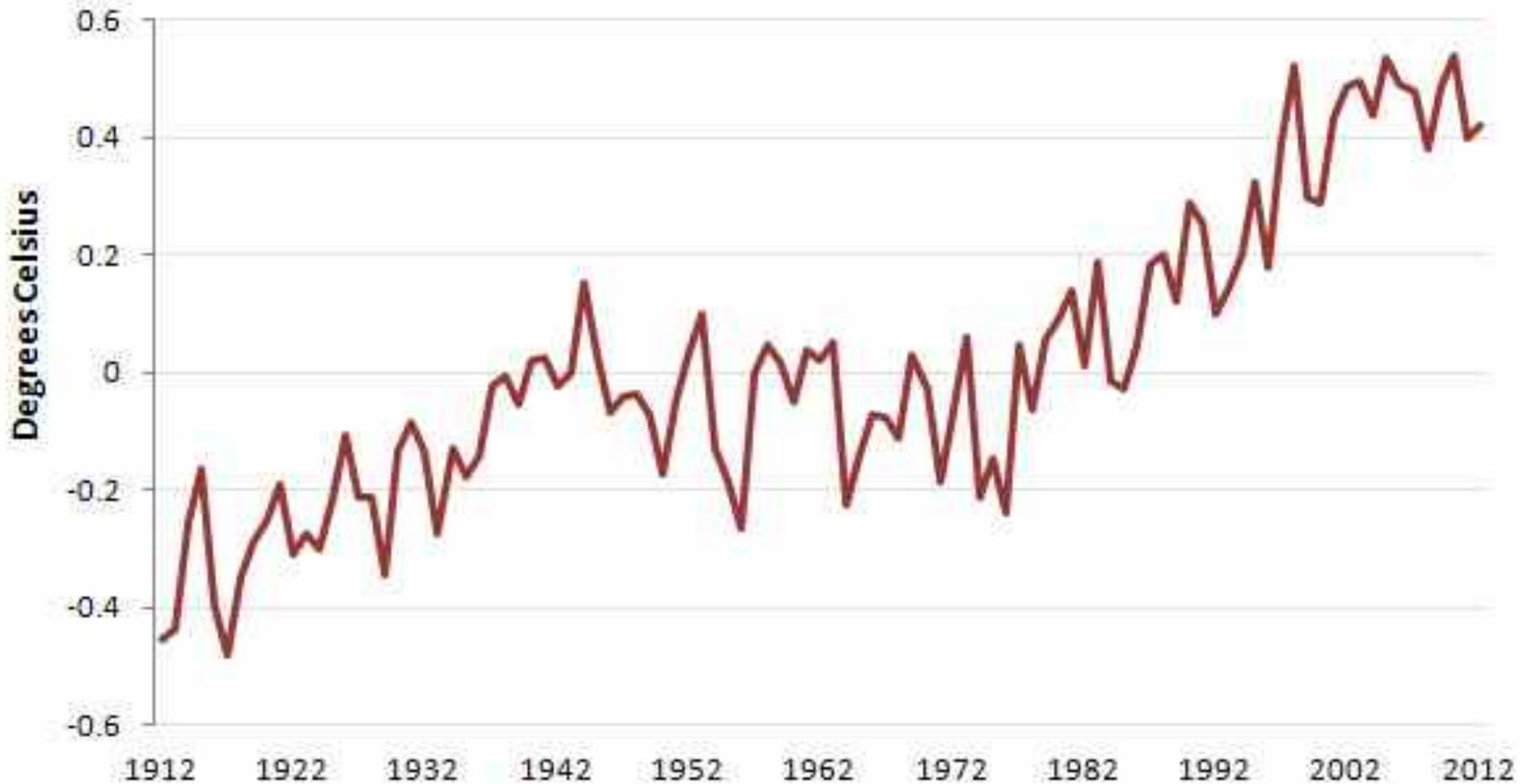


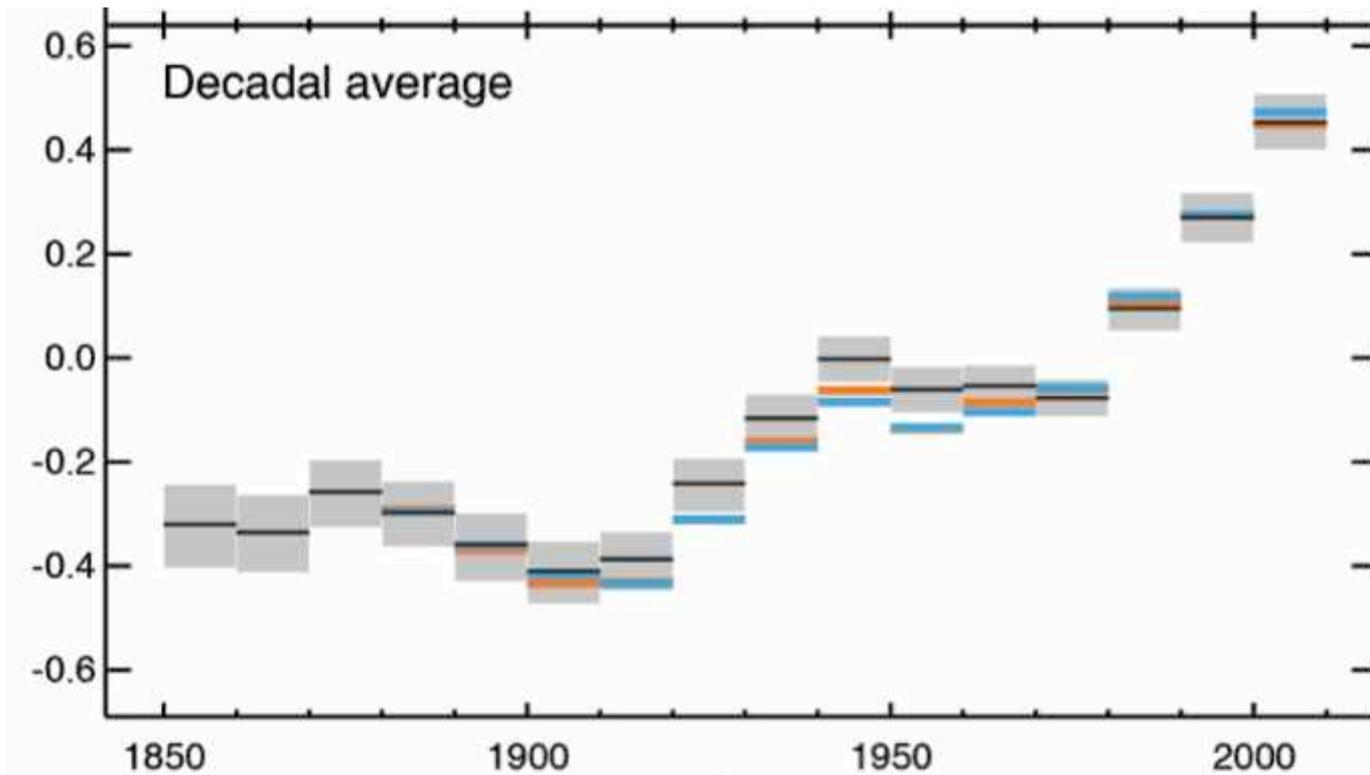
# Lying With Statistics, Global Warming Edition



# Lying With Statistics, Global Warming Edition

Temperature Change From 1961-1990 Average





(IPCC 2013, Fig. SPM.1a)

Chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850

Dans l'hémisphère nord, la période 1983–2012 a probablement été la période de 30 ans la plus chaude des 1400 dernières années (degré de confiance moyen).

# Plateau Glacier (1961) (Alaska)



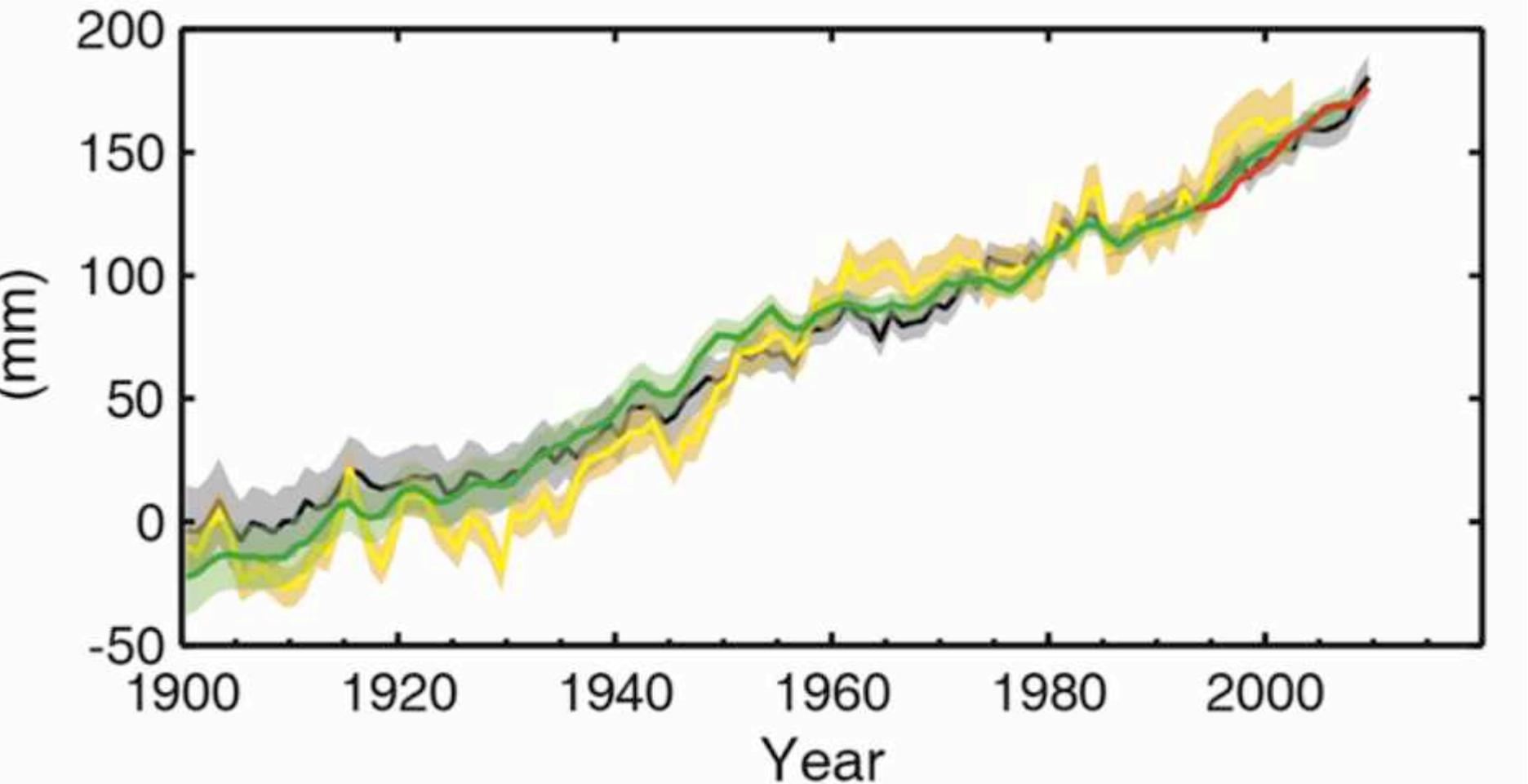
[http://www.weather.com/news/science/environment/alaskas-glaciers-capturing-earth-changing-our-eyes-20131125?cm\\_ven=Email&cm\\_cat=ENVIRONMENT\\_us\\_share](http://www.weather.com/news/science/environment/alaskas-glaciers-capturing-earth-changing-our-eyes-20131125?cm_ven=Email&cm_cat=ENVIRONMENT_us_share)

# Plateau Glacier (2003) (Alaska)

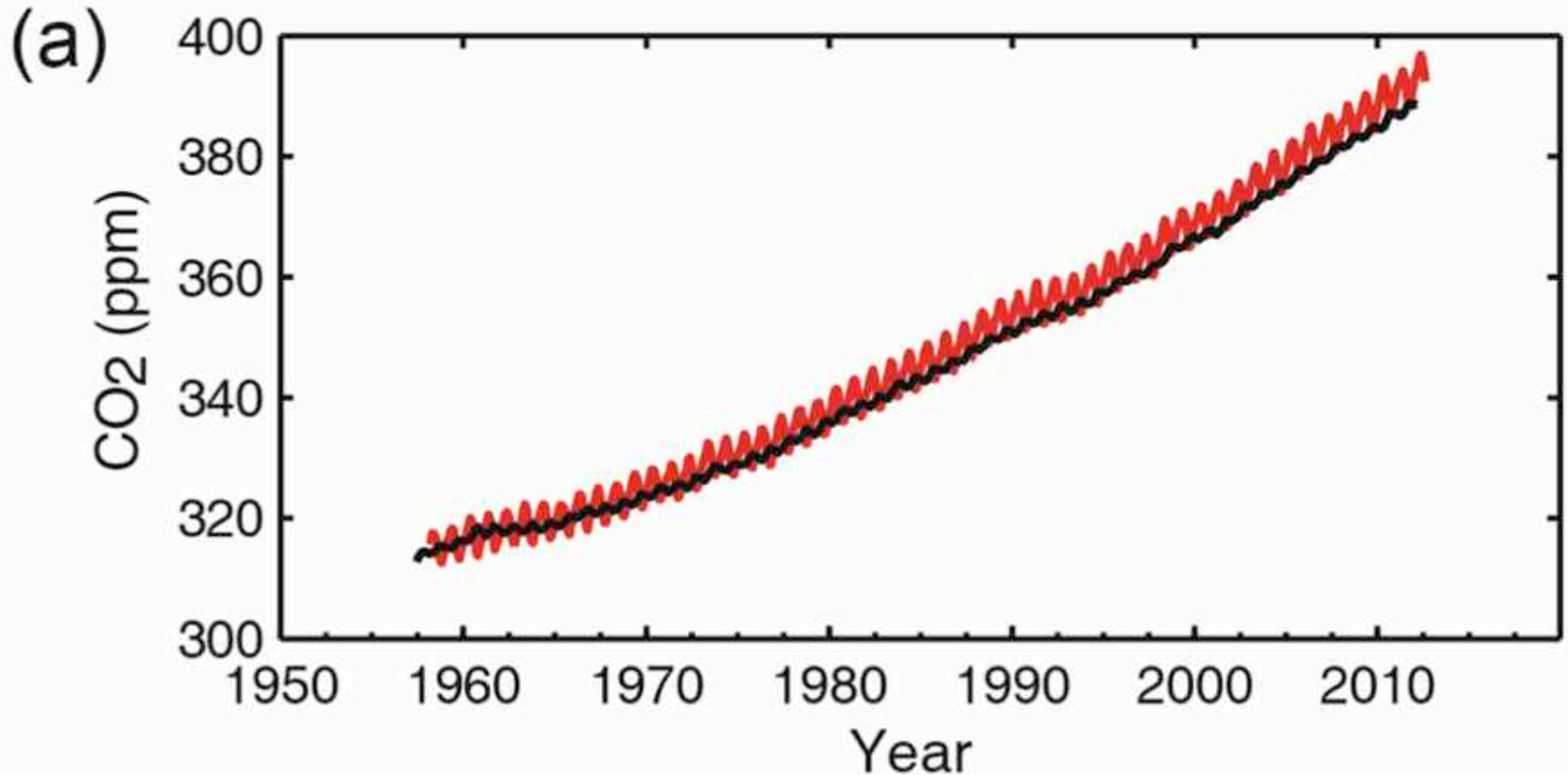


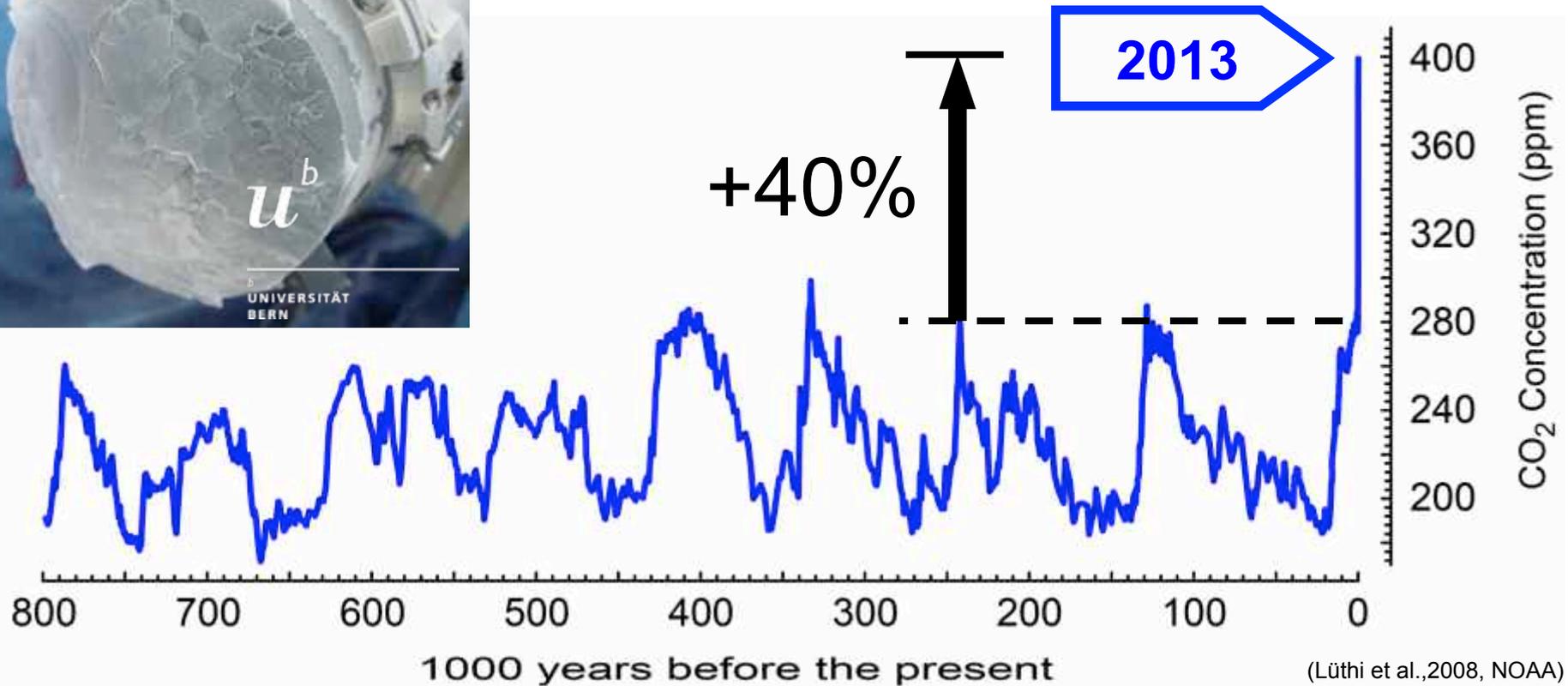
[http://www.weather.com/news/science/environment/alaskas-glaciers-capturing-earth-changing-our-eyes-20131125?cm\\_ven=Email&cm\\_cat=ENVIRONMENT\\_us\\_share](http://www.weather.com/news/science/environment/alaskas-glaciers-capturing-earth-changing-our-eyes-20131125?cm_ven=Email&cm_cat=ENVIRONMENT_us_share)

# Evolution du niveau moyen des mers



# Concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub>

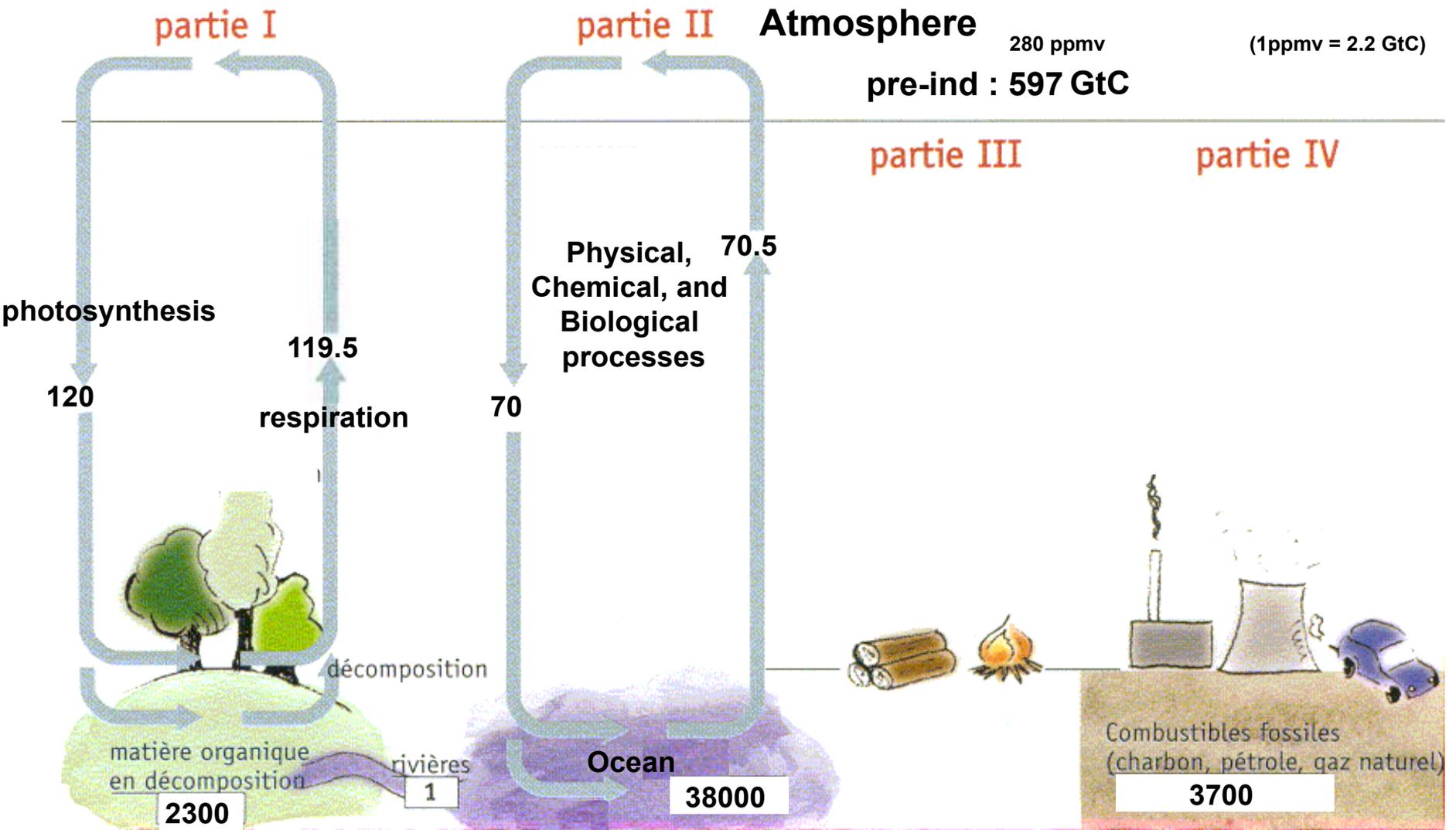




(Lüthi et al., 2008, NOAA)

Les concentrations atmosphériques en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ont augmenté jusqu'à des niveaux sans précédent au cours des 800 000 dernières années

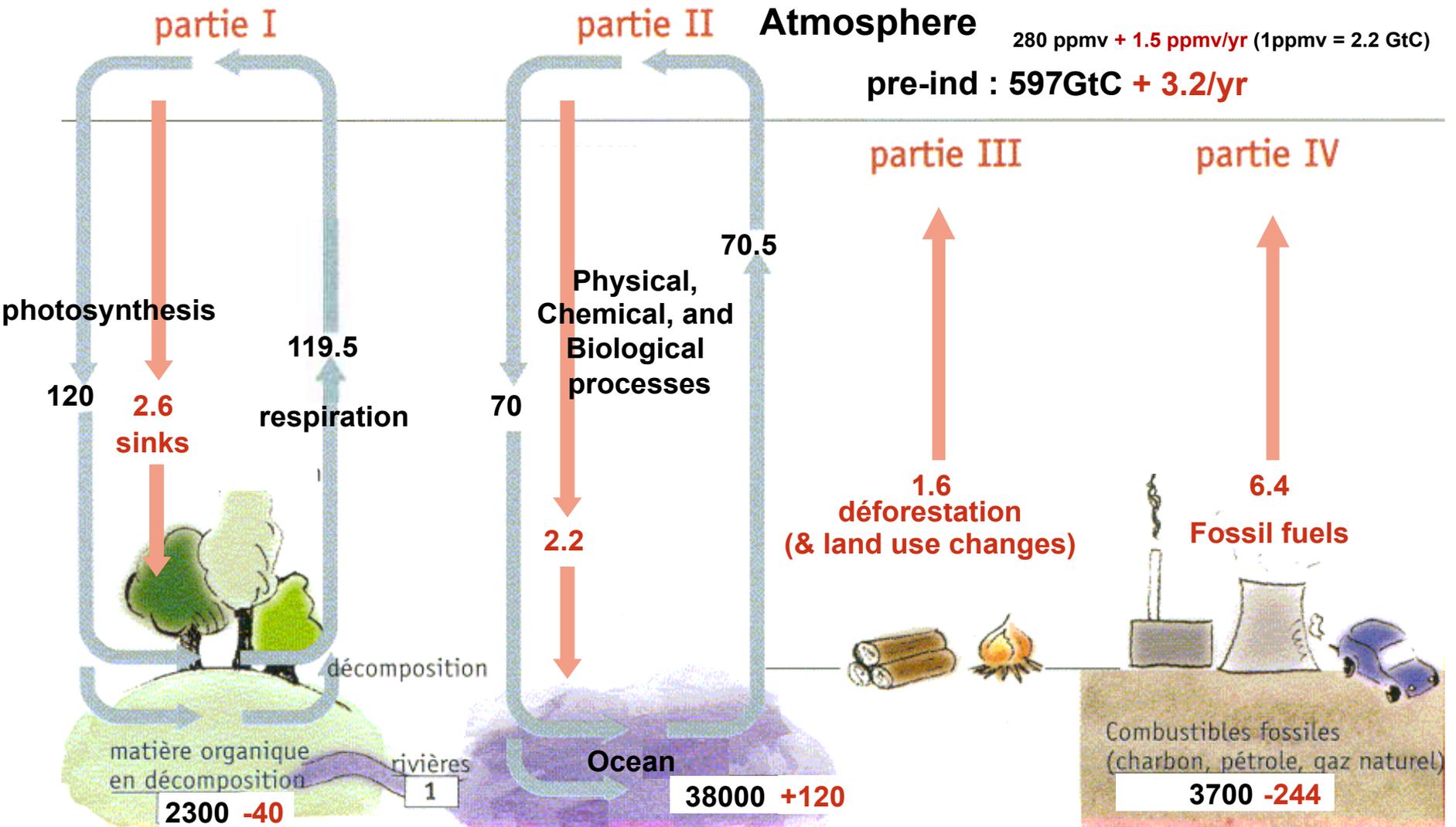
# Carbon cycle: unperturbed fluxes



Units: GtC (billions tons of carbon) or GtC/year (multiply by 3.7 to get GtCO<sub>2</sub>)

# Carbon cycle: perturbed by human activities

(numbers for the decade 1990-1999s, based on IPCC AR4)



Units: GtC (billions tons of carbon) or GtC/year

Stocks!

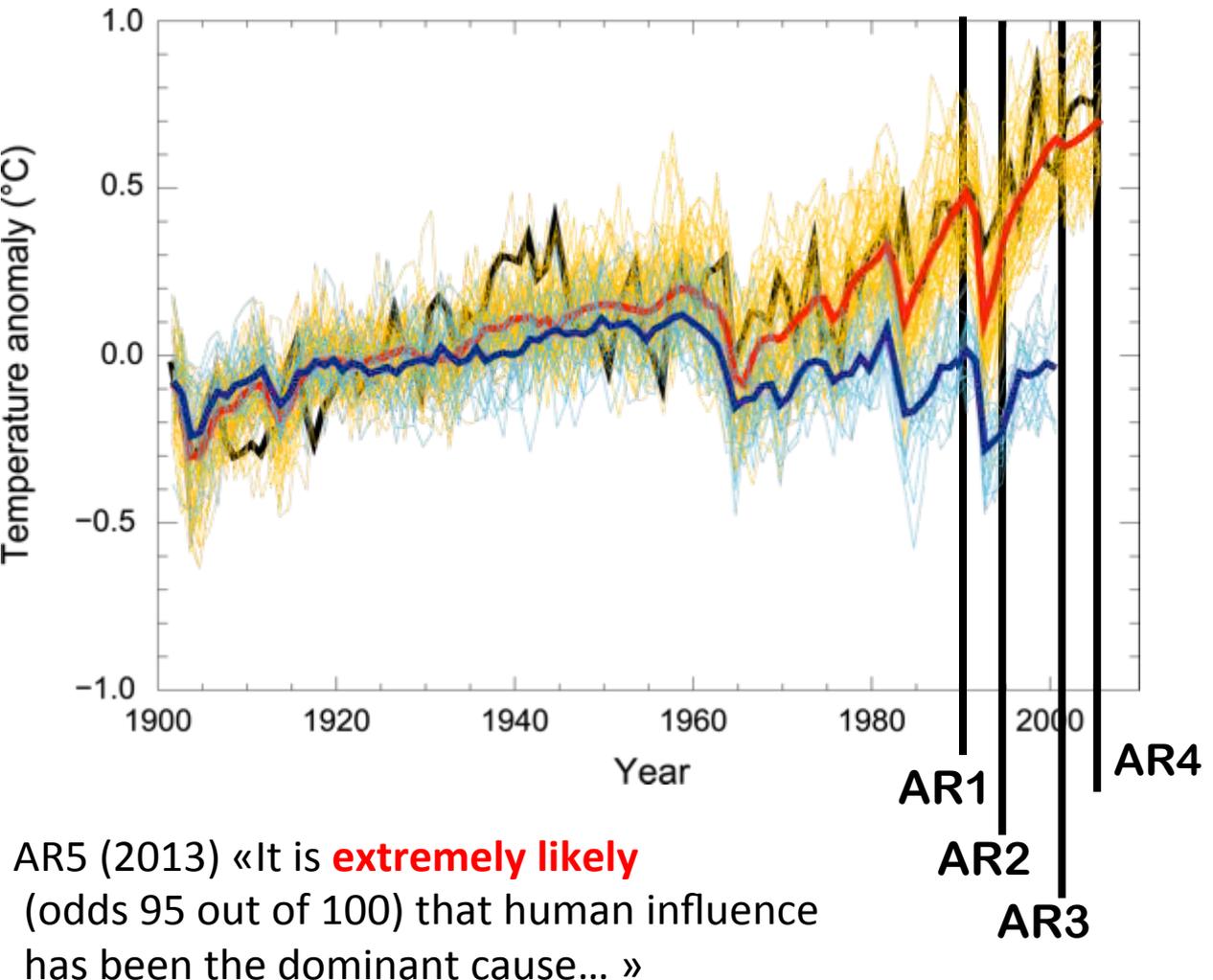
# A Progression of Understanding: Greater and Greater Certainty in Attribution

AR1 (1990):  
“unequivocal detection  
not likely for a decade”

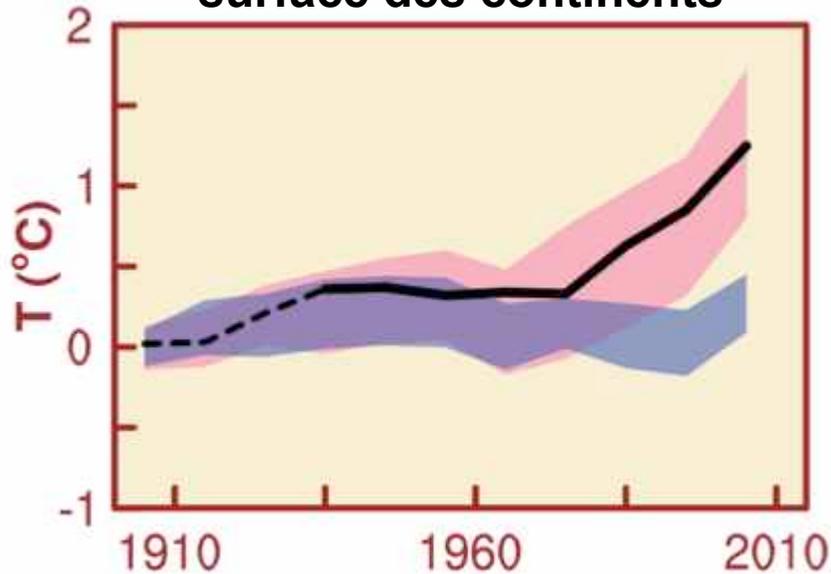
AR2 (1995): “balance  
of evidence suggests  
**discernible** human  
influence”

AR3 (2001): “most of  
the warming of the  
past 50 years is **likely**  
(odds 2 out of 3) due  
to human activities”

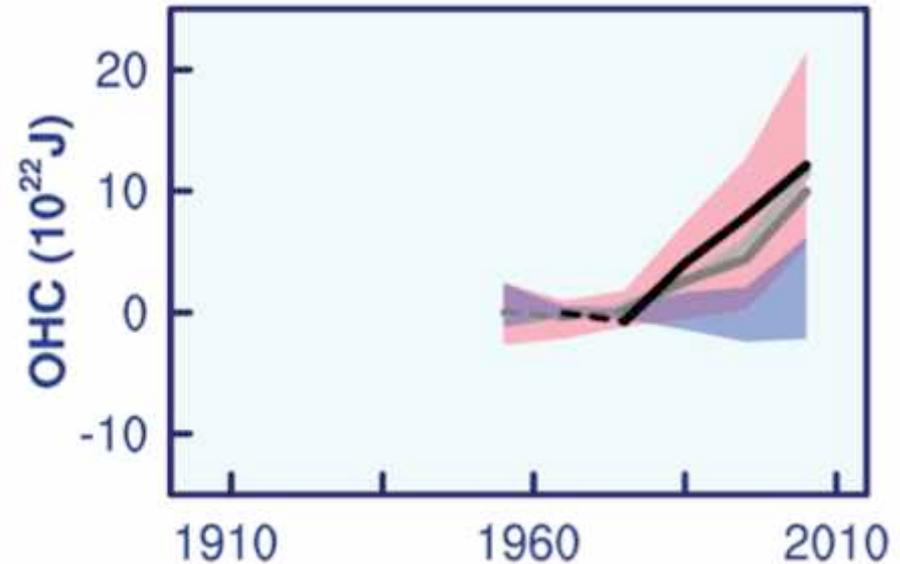
AR4 (2007): “most of  
the warming is **very  
likely** (odds 9 out of 10)  
due to greenhouse  
gases”



## Température moyenne surface des continents



## Contenu thermique des océans



(IPCC 2013, Fig. SPM.6)

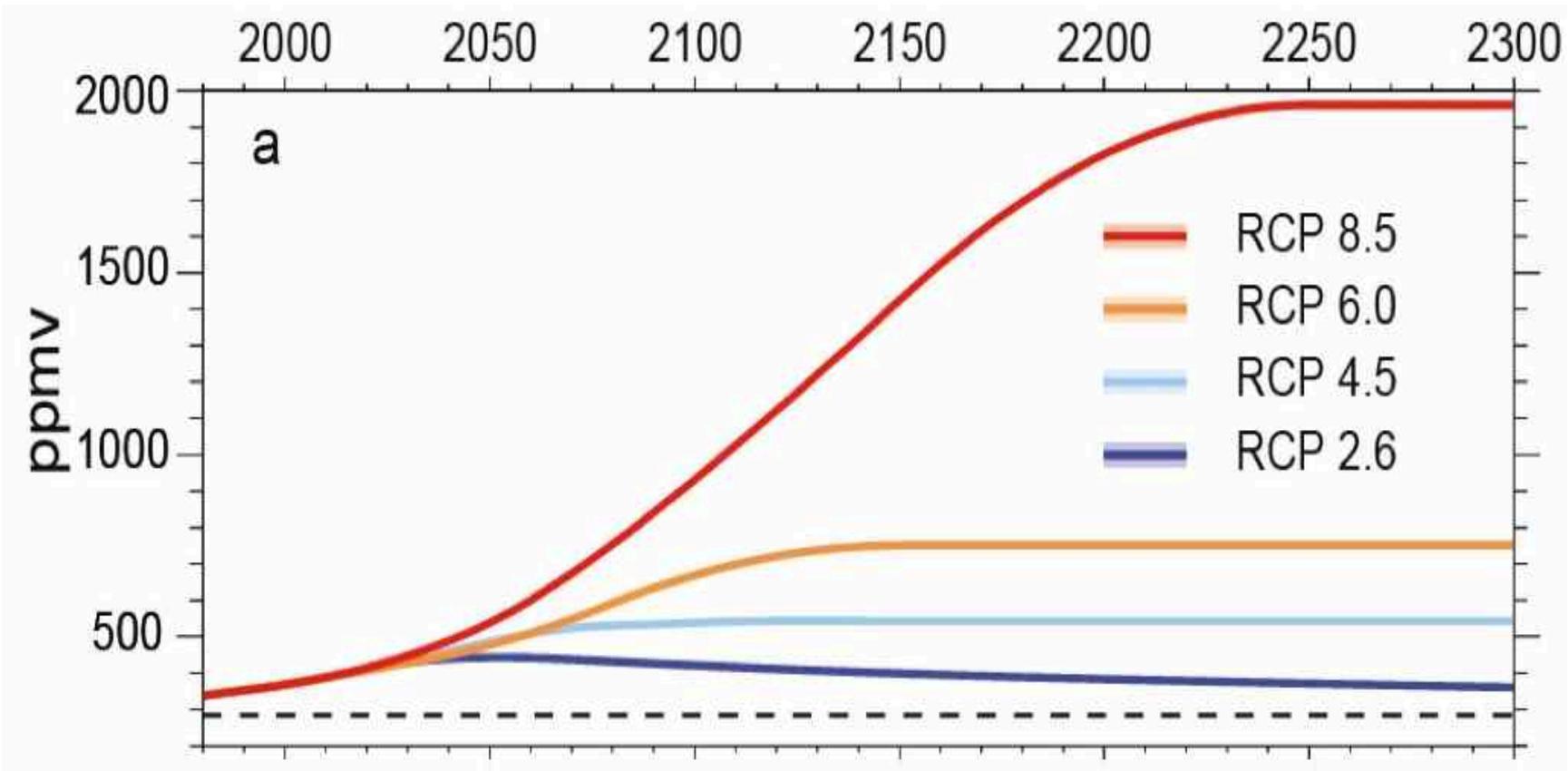
**Noir:** observations

**Bleu:** simulations avec seuls facteurs naturels

**Rose:** simulations avec facteurs naturels & humains

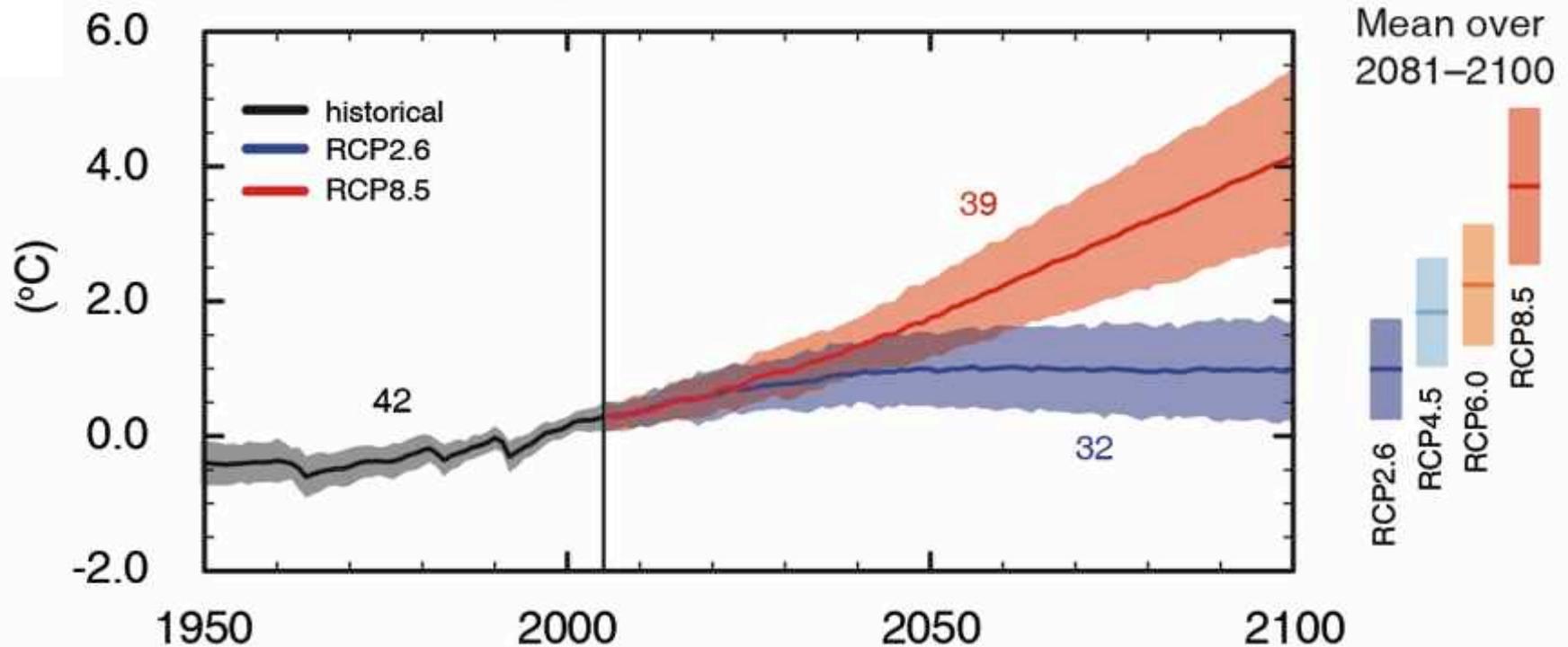
**L'influence humaine sur le système climatique est sans équivoque; Il est *extrêmement probable* (95%) que l'influence humaine a été la cause principale du réchauffement depuis le milieu du 20<sup>ème</sup> siècle**

# RCP Scenarios: Atmospheric CO<sub>2</sub> concentration



Three stabilisation scenarios: RCP 2.6 to 6  
One Business-as-usual scenario: RCP 8.5

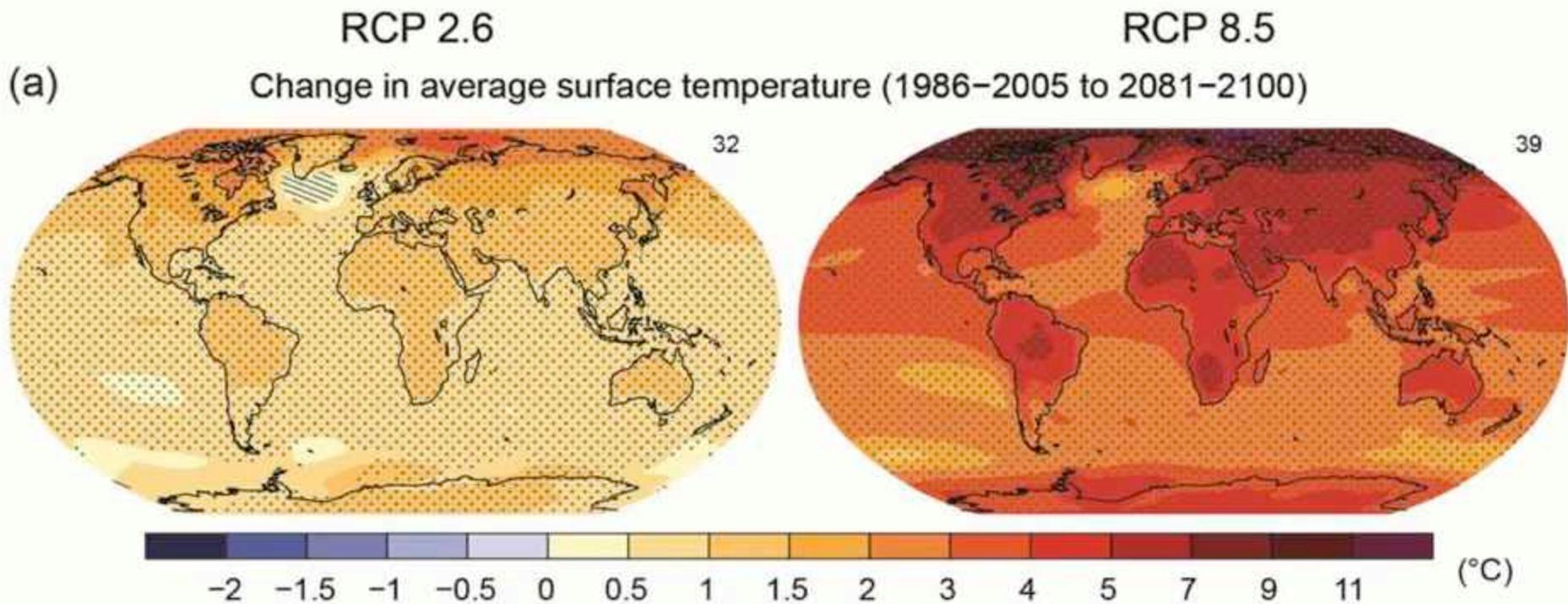
## Global average surface temperature change (Ref: 1986-2005)



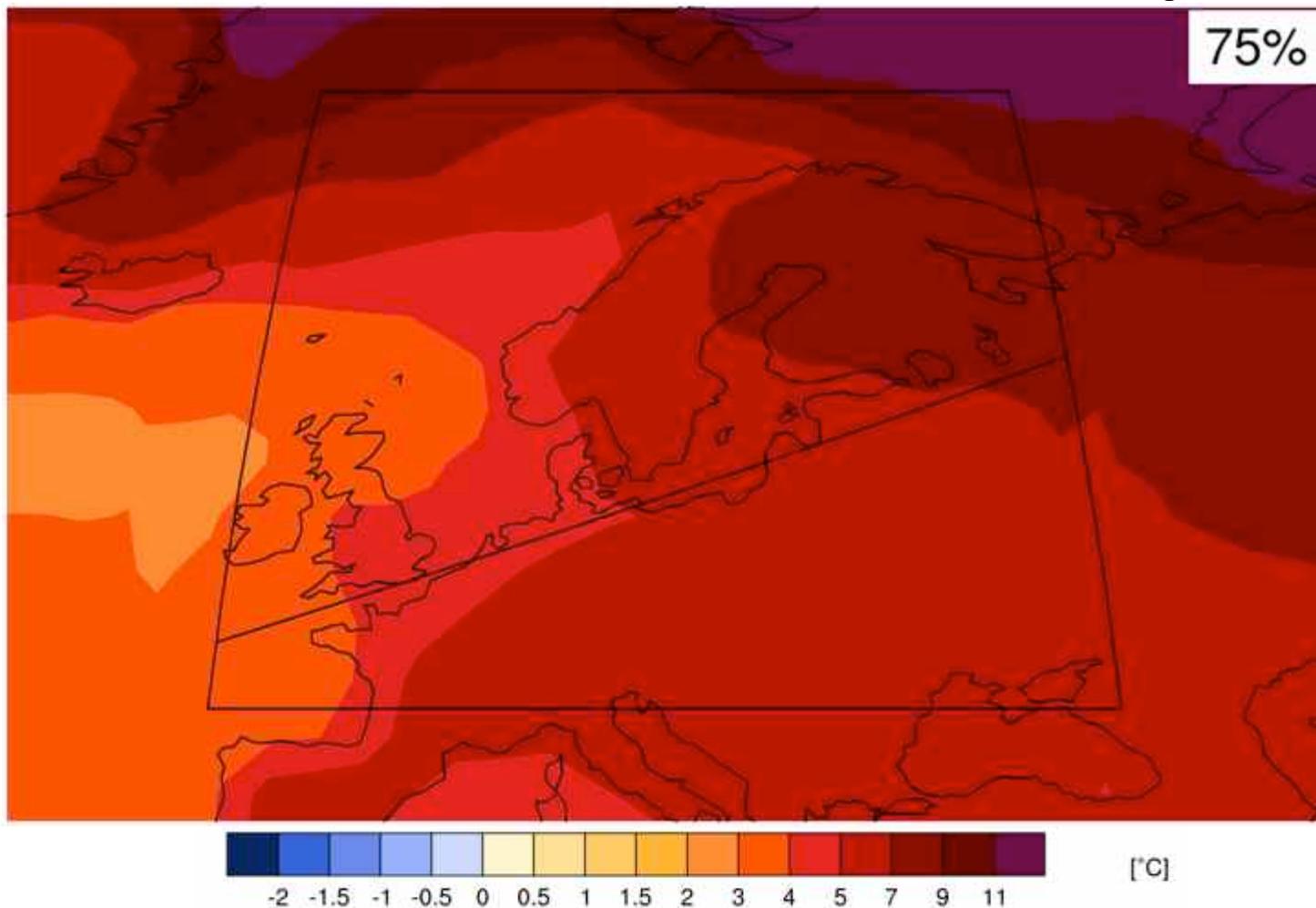
(IPCC 2013, Fig. SPM.7a)

**Seul le scénario d'émissions le plus bas (RCP2.6) permet de maintenir l'augmentation de la température moyenne du globe en surface en-dessous de 2°C (relativement à 1850-1900) avec une probabilité d'au moins 66%.**

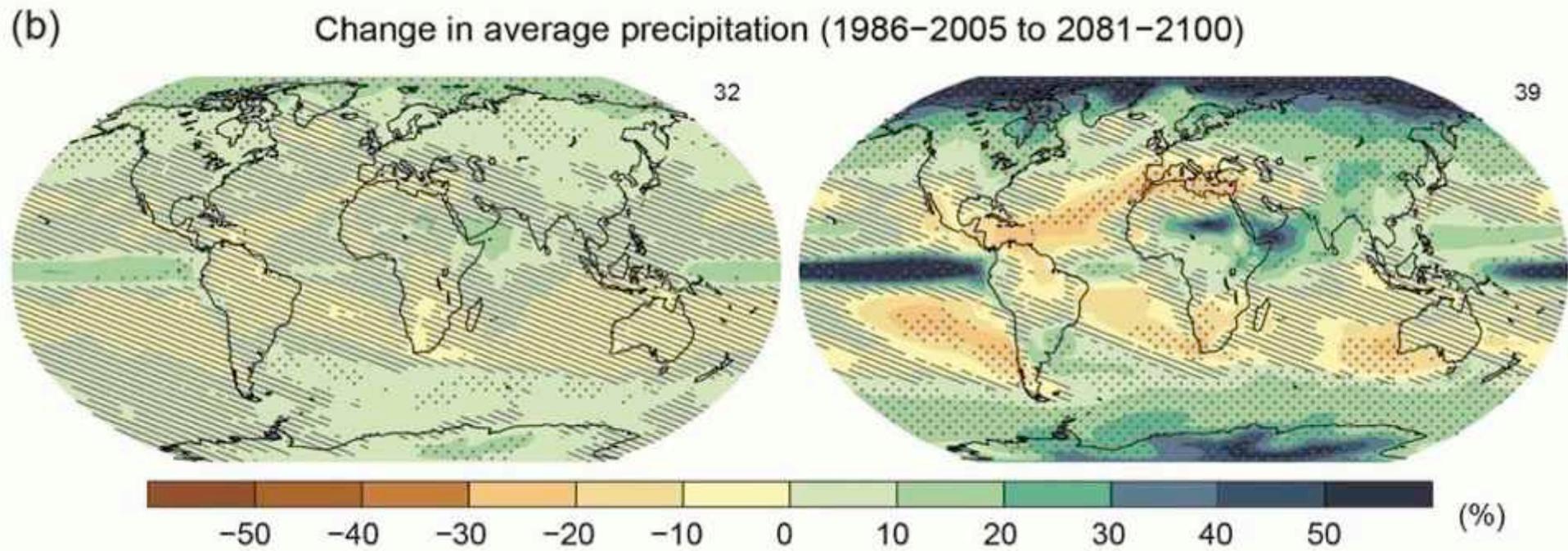
# Projections de la température de surface



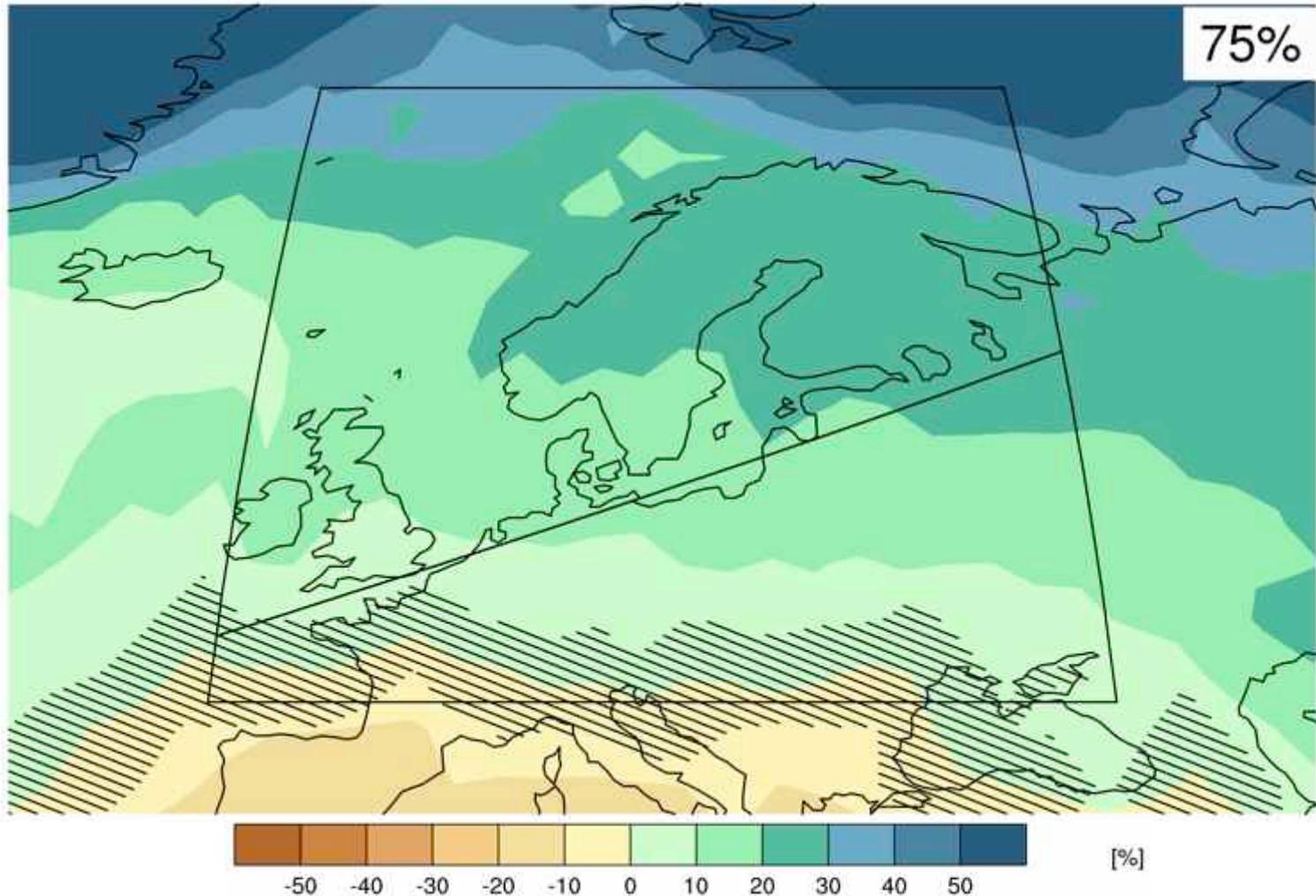
# North Europe - Map of temperature changes: 2081–2100 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario (annual)

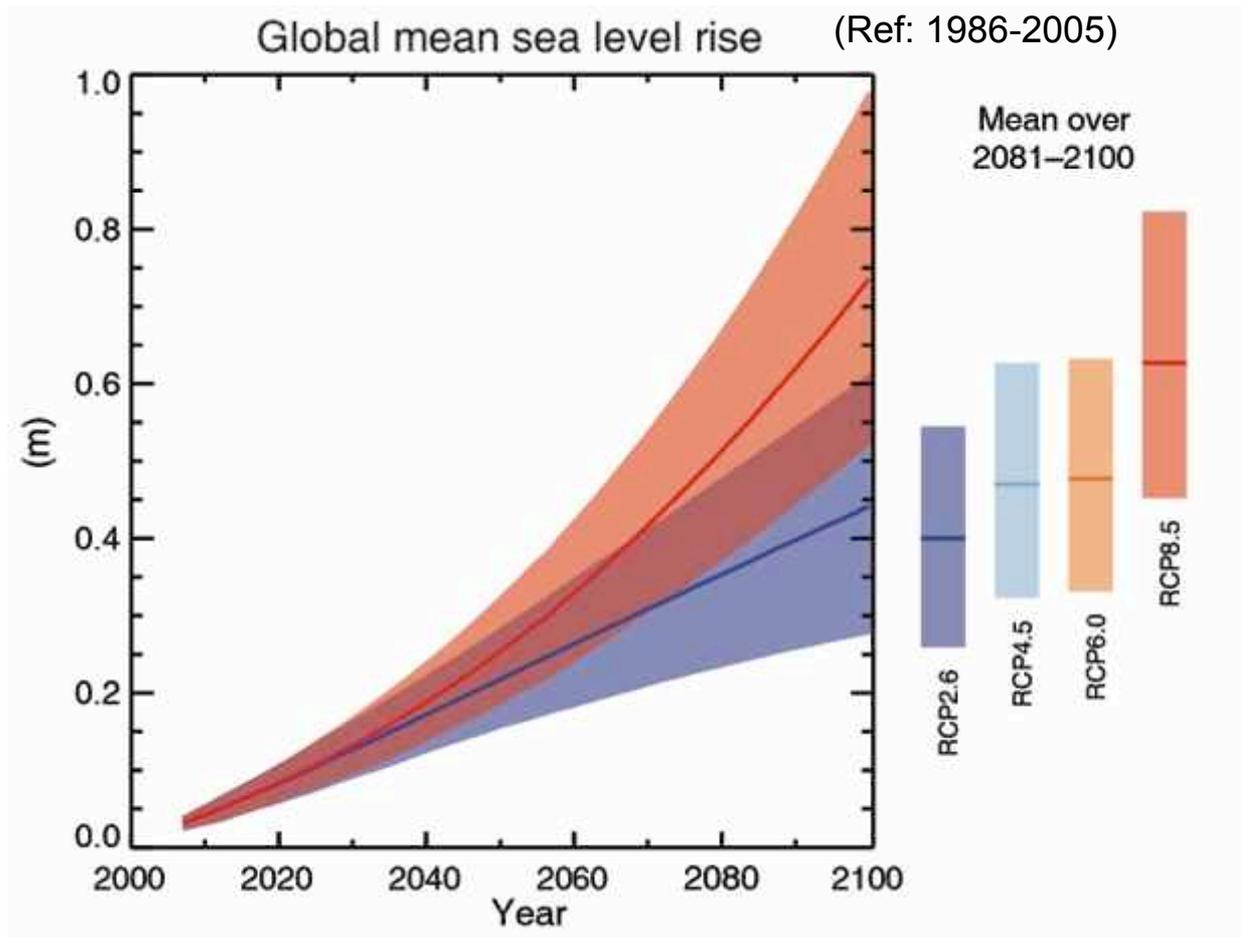


# Projections de l'évolution du total des pluies annuelles



# North Europe - Map of precipitation changes in 2081–2100 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario (annual)





(IPCC 2013, Fig. SPM.9)

Le niveau moyen des mers continuera à s'élever au cours du XXIe siècle

**With 1 metre sea-level rise: 63000 ha below sea-level in Belgium (likely in 22nd century, not impossible in 21st century)  
(NB: flooded area depends on protection)**



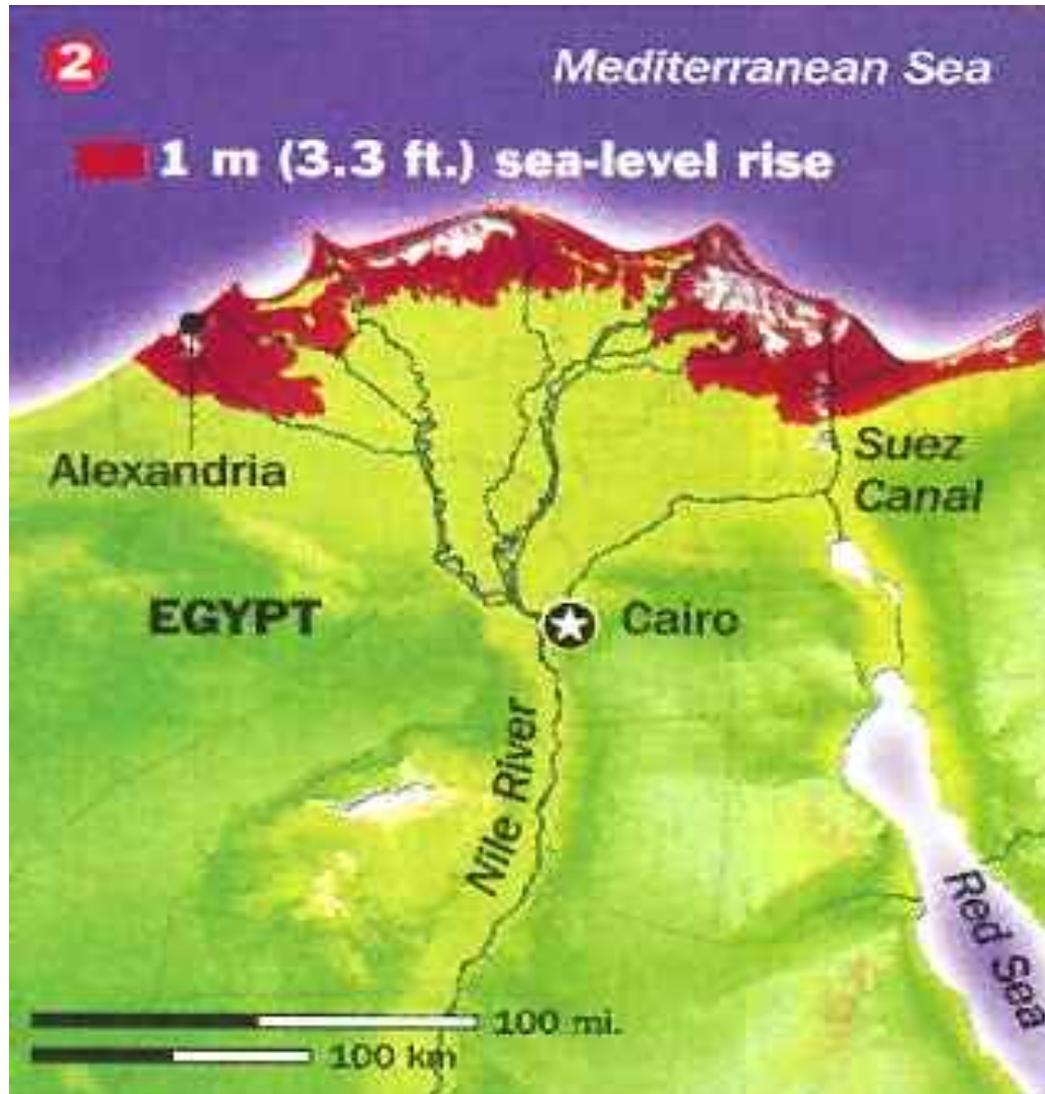
**Source: N. Dendoncker (Dépt de Géographie, UCL), J.P. van Ypersele et P. Marbaix (Dépt de Physique, UCL)**

**With 8 metre sea-level rise: 3700 km<sup>2</sup> below sea-level in Belgium  
(very possible in year 3000)  
(NB: flooded area depends on protection)**



**Source: N. Dendoncker (Dépt de Géographie, UCL), J.P. van Ypersele et P. Marbaix (Dépt de Physique, UCL)**

# Effets sur le Delta du Nil, où vivent plus de 10 millions de personnes à moins d'1 m d'altitude



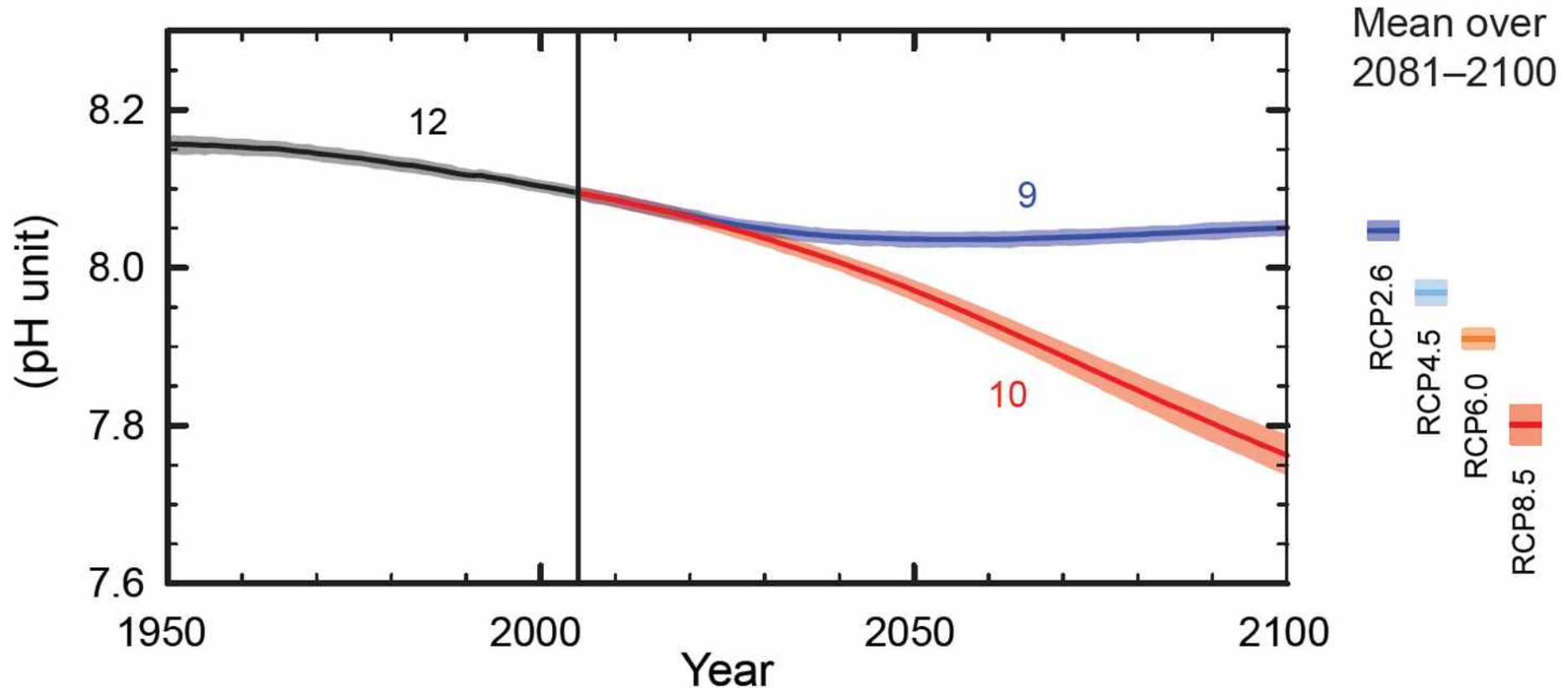
(Time 2001)

**Figure SPM.7c**

Global ocean surface pH

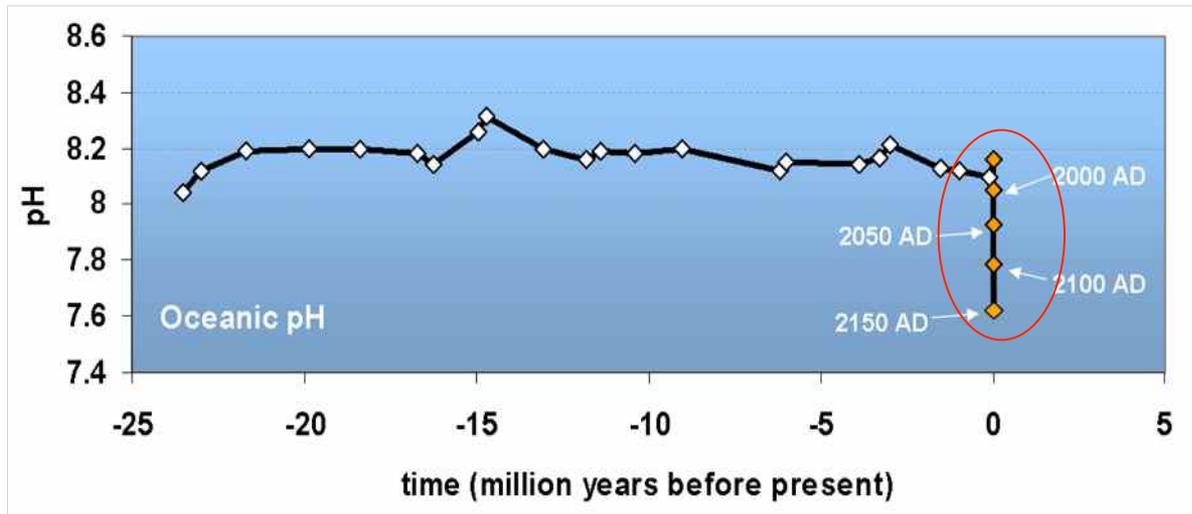
All Figures © IPCC 2013

# Acidification: l'acidité augmente quand le pH baisse



# Les océans s'acidifient vite

Changes in pH over the last 25 million years



“Today is a rare event in the history of the World”

- It is happening now, at a **speed and to a level** not experienced by marine organisms for about 60 million years
- Mass extinctions linked to previous ocean acidification events
- Takes 10,000' s of years to recover

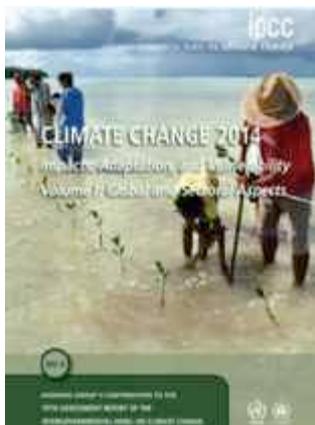
Turley et al. 2006

Slide courtesy of Carol Turley, PML

Depuis 1950, les **jours extrêmement chauds** and les **pluies intenses** sont devenues plus courants



There is evidence that anthropogenic influences, including increasing atmospheric **greenhouse gas concentrations**, have changed these extremes



**Quels sont les risques ?**

# 18-20000 years ago (Last Glacial Maximum)

With permission from Dr. S. Joussaume, in « Climat d'hier à demain », CNRS éditions.

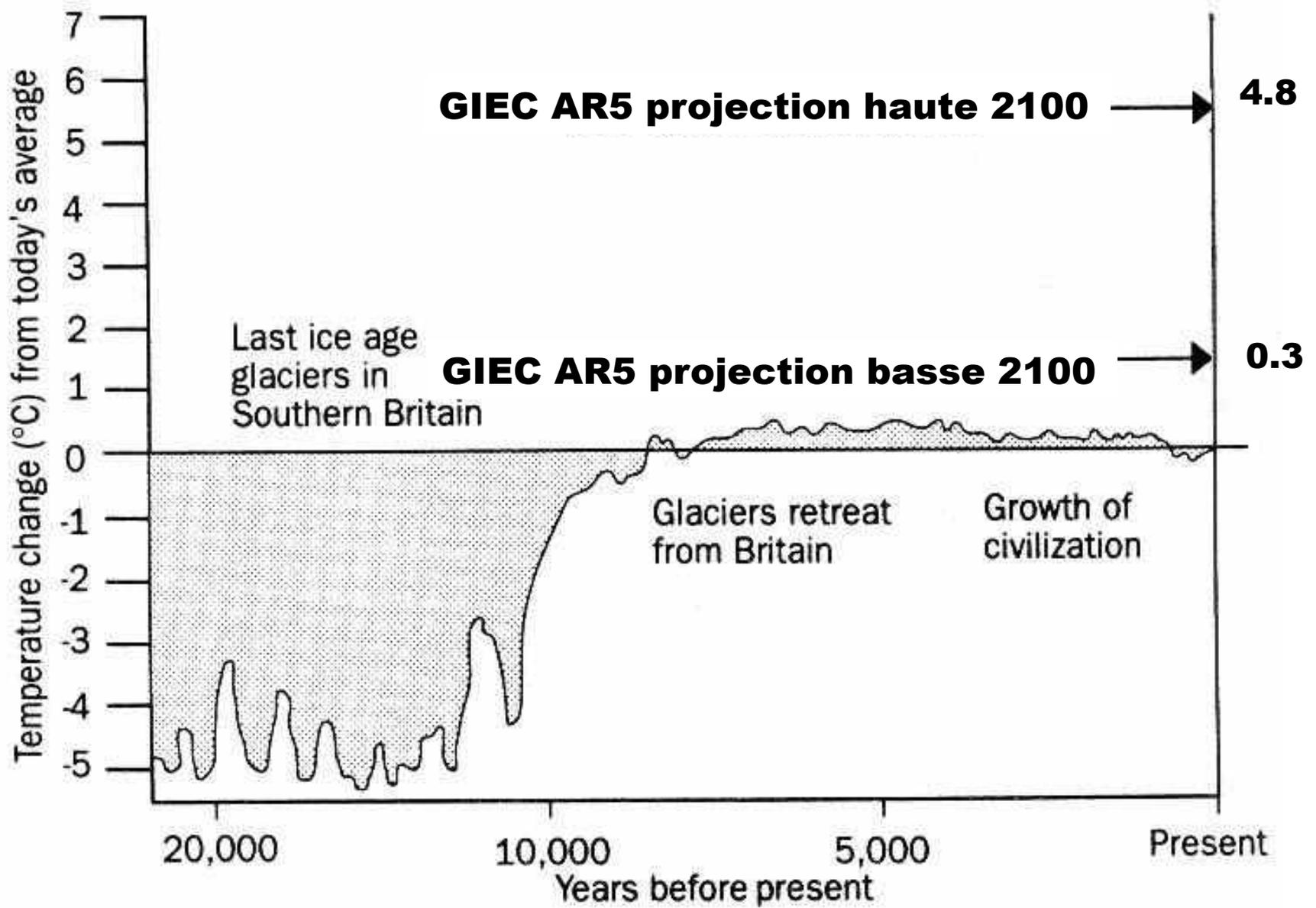


**Sea level: 120 m lower**

# Today, with +4-5°C globally

With permission from Dr. S. Joussaume, in « Climat d'hier à demain », CNRS éditions.





Adapted from: International Geosphere Biosphere Programme Report no.6, Global Changes of the Past, July 1988



---

# VULNERABILITE ET EXPOSITION

---

DANS LE MONDE ENTIER



LES RISQUES DES  
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

**AUGMENTENT**

AVEC DES  
EMISSIONS EN  
CROISSANCE  
CONTINUE

# Risque = Aléa x Vulnérabilité x Exposition (Victimes des inondations après Katrina)



# Impacts Potentiels des Changements Climatiques



Pénurie de nourriture  
et d'eau



Migrations humaines  
accrues



Pauvreté accrue



Inondations régions  
côtières

AR5 WGII SPM

IMPACTS OBSERVES  
PARTOUT

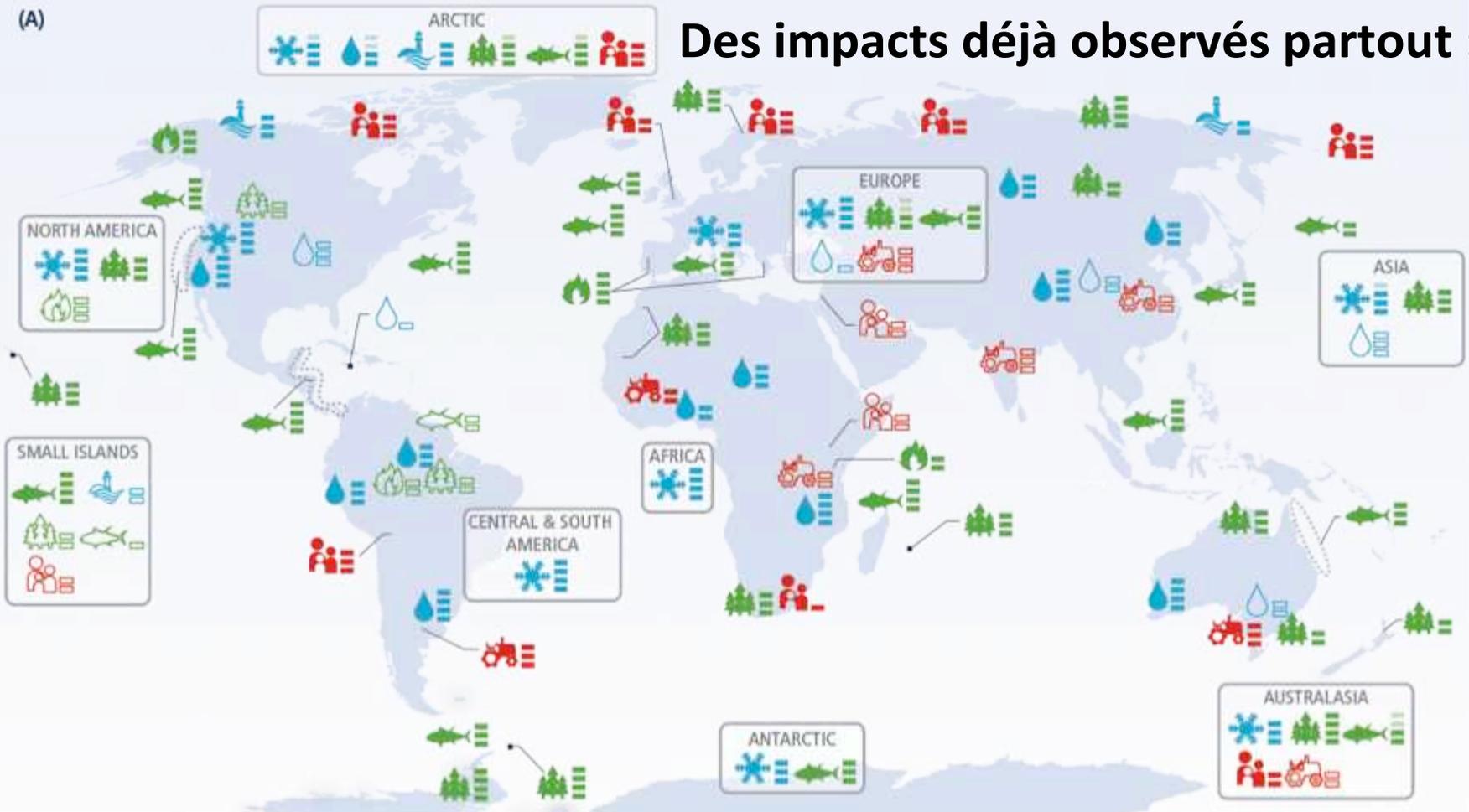
---

**UN MONDE QUI  
CHANGE**

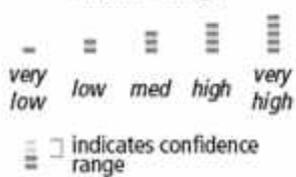


(A)

# Des impacts déjà observés partout :



### Confidence in attribution to climate change



### Observed impacts attributed to climate change for

#### Physical systems



#### Biological systems

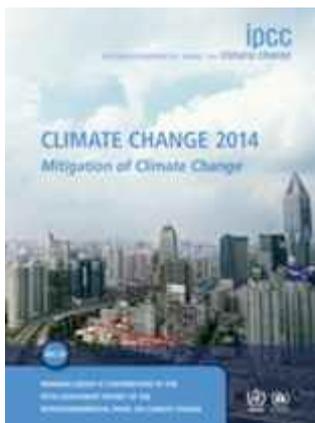


#### Human and managed systems



▭ Regional-scale impacts

Outlined symbols = Minor contribution of climate change  
Filled symbols = Major contribution of climate change



**Que peut-on faire ?**



---

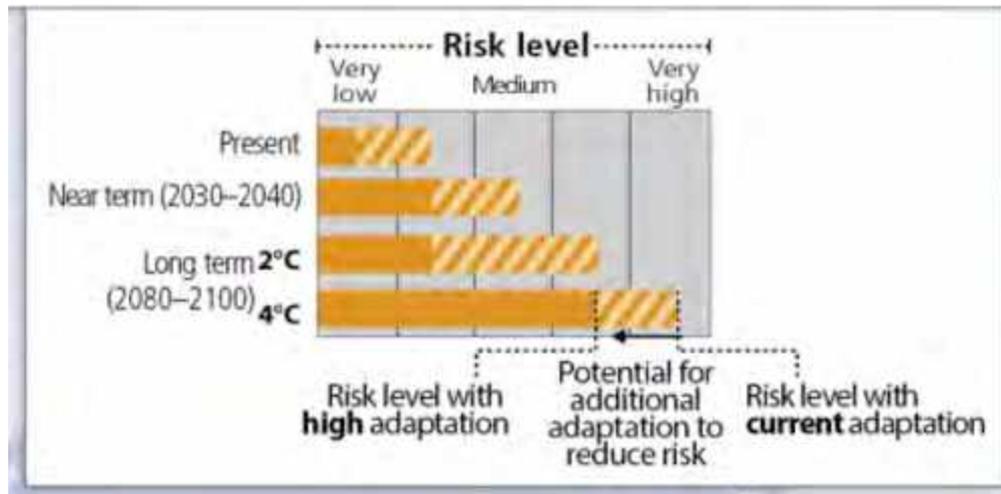
# DE L'ADAPTATION

---

# SE MET DEJA EN PLACE

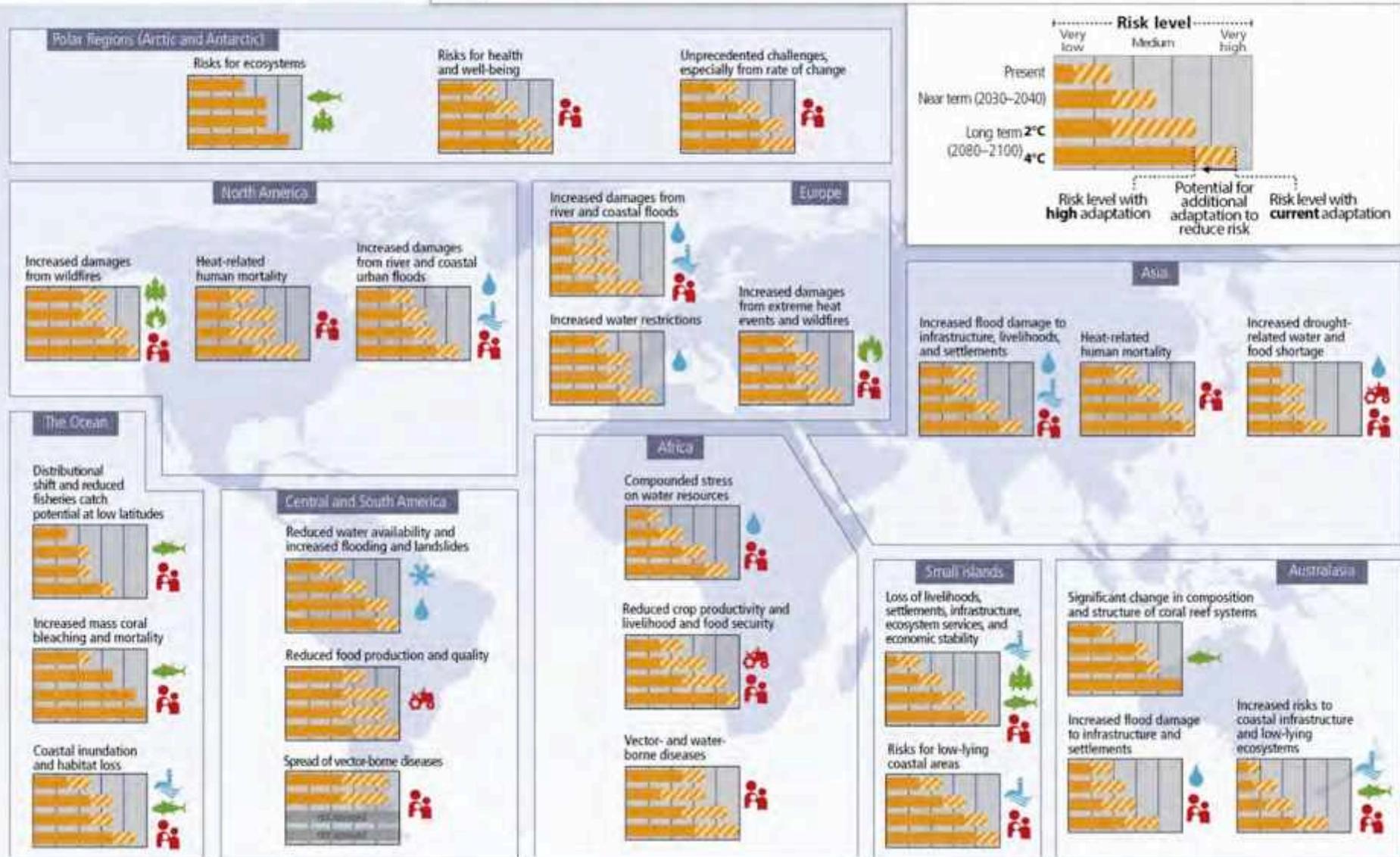
# Risques clés à l'échelle régionale et potentiel de réduction du risque par l'adaptation

Representative key risks for each region for

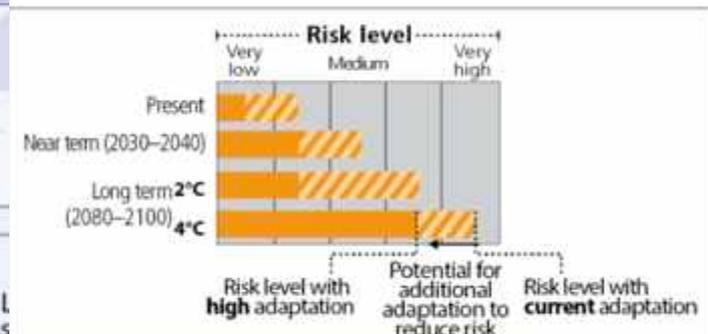
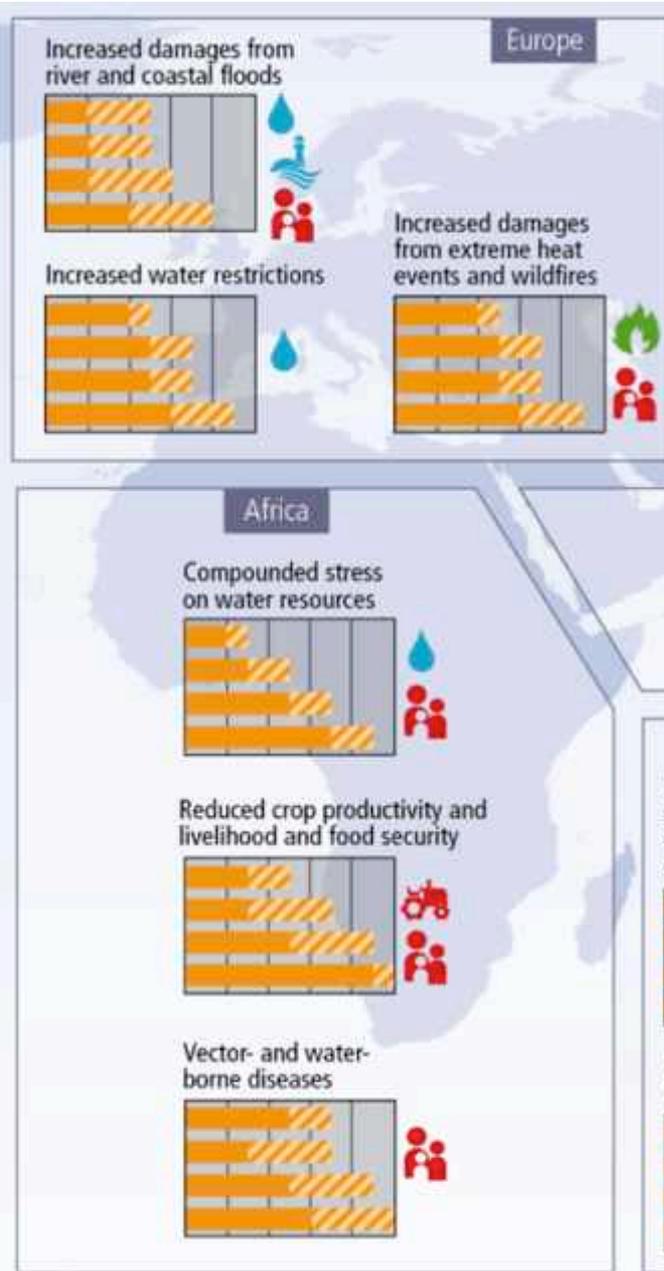


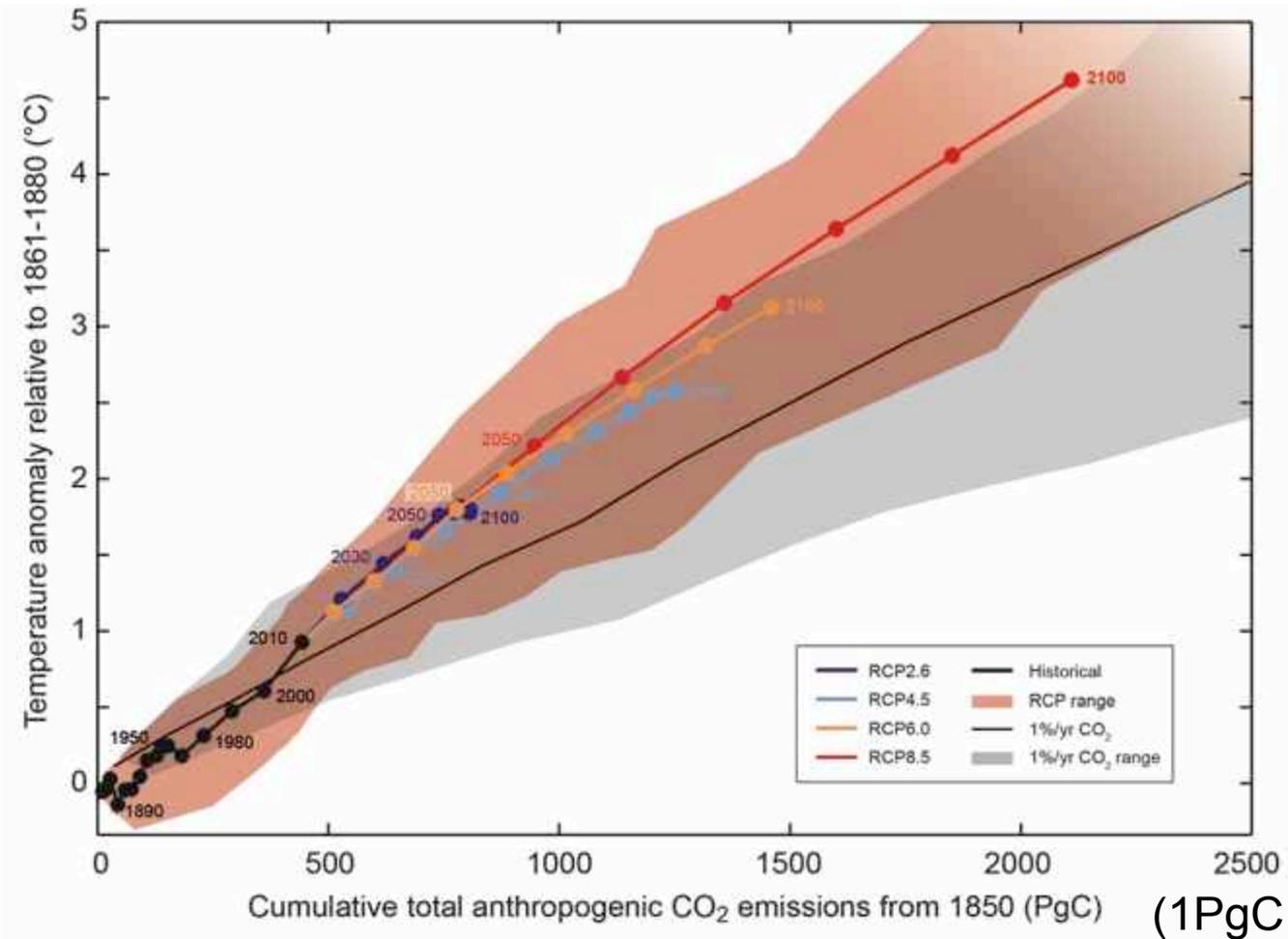
# Regional key risks and potential for risk reduction

## Representative key risks for each region for



# Risques clés à l'échelle régionale et potentiel de réduction du risque par l'adaptation: Europe et Afrique





(IPCC 2013, Fig. SPM.10)

**Le total des émissions de CO<sub>2</sub> cumulées détermine dans une large mesure la moyenne globale du réchauffement en surface vers la fin du XXIème siècle et au delà**

# Le fenêtre pour l'action se ferme rapidement

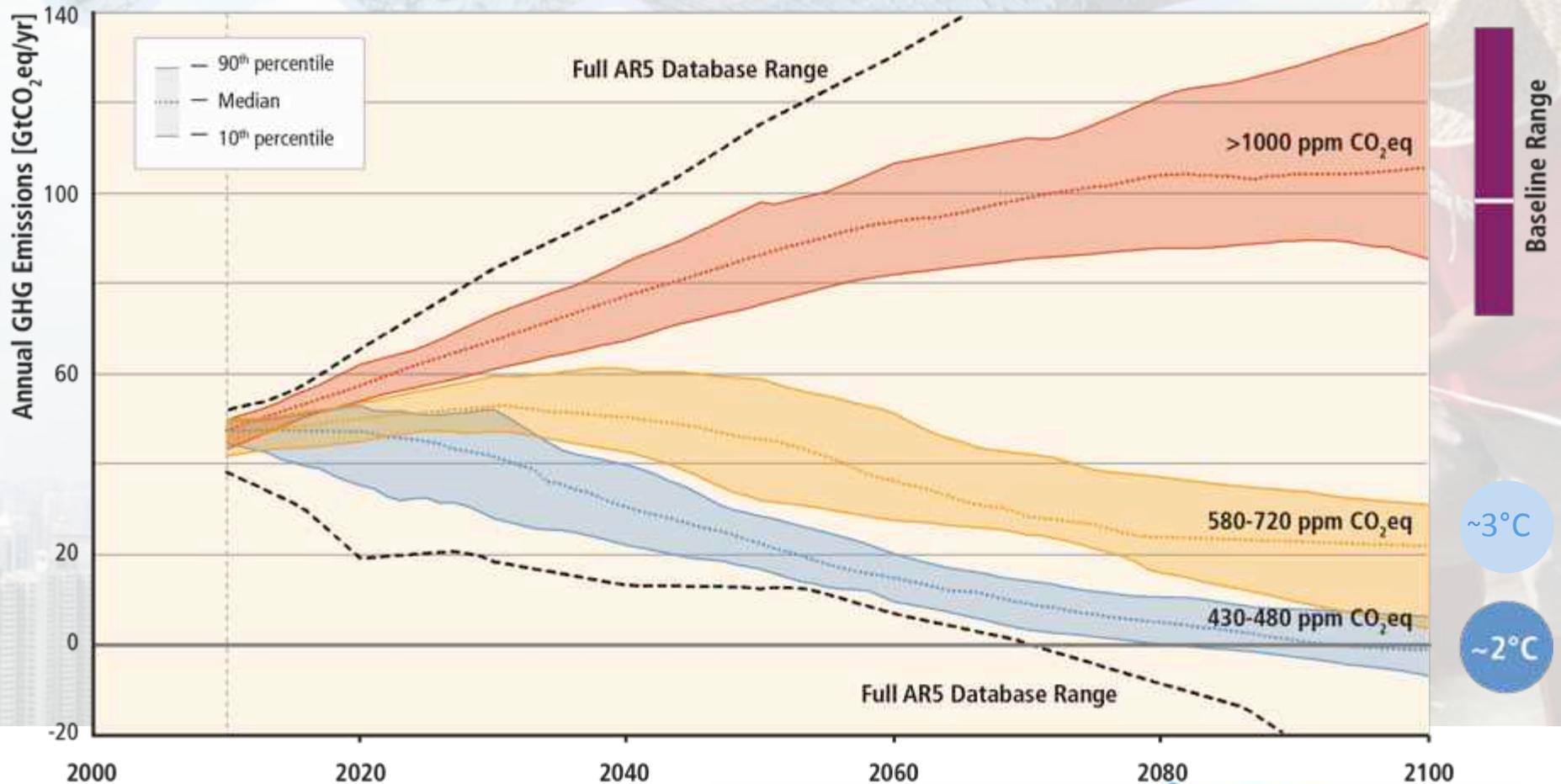
65% du budget carbone "compatible" avec un objectif de 2°C a déjà été utilisé. Il faut noter que ce budget offre une probabilité d'au moins 66% de rester sous un réchauffement de 2°C



**NB: Emissions en 2011: 38 GtCO<sub>2</sub>/an**

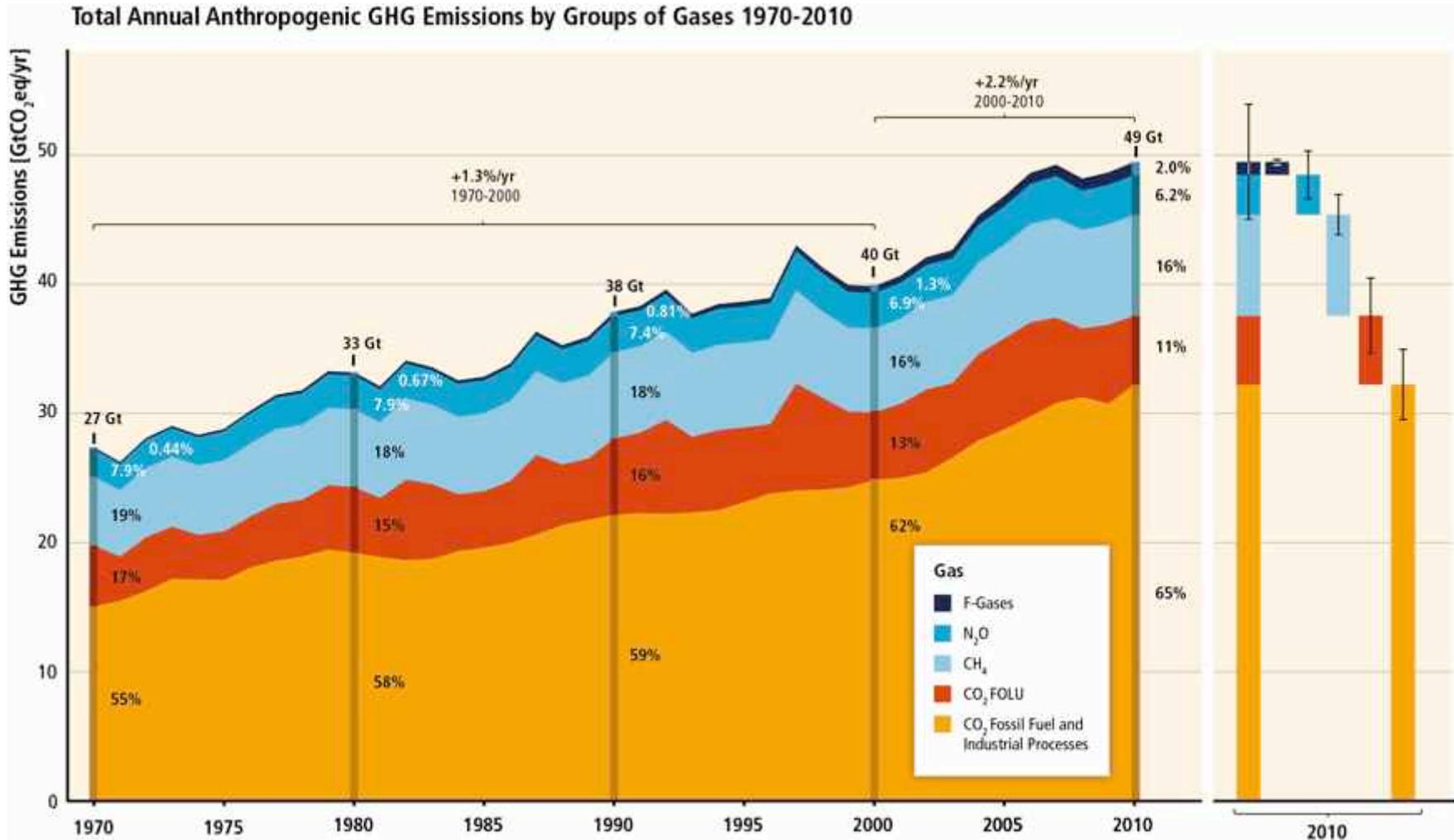
AR5 WGI SPM

# La stabilisation des concentrations atmosphériques requiert de s'écarter des scénarios de référence („baseline“) – quel que soit l'objectif de stabilisation



Based on Figure 6.7

# La croissance des émissions de GES s'accélère malgré les efforts. L'essentiel vient du CO<sub>2</sub> produit par l'usage des combustibles fossiles et par certains processus industriels.



***L'élévation de température peut-elle encore être limitée à 1.5 ou 2°C (au cours du 21ème siècle) comparée au niveau pré-industriel ?***

- De nombreuses études basées sur des scénarios confirment qu'il est techniquement et économiquement faisable de garder le réchauffement sous la barre des 2°C, avec une probabilité supérieure à 66%. Ceci impliquerait de limiter la concentration atmosphérique à moins de 450 ppm CO<sub>2</sub>-eq d'ici 2100.**
- De tels scénarios impliquent de réduire de 40 to 70% les émissions globales de GES de 2010 à 2050, et d'atteindre des émissions globales nulles ou négatives avant 2100.**

***L'élévation de température peut-elle encore être limitée à 1.5 ou 2°C (au cours du 21ème siècle) comparée au niveau pré-industriel ?***

- **Ces scénarios sont caractérisés par une amélioration rapide de l'efficacité énergétique et un quasi-quadruplement de la part des sources d'énergie bas-carbone (renouvelables, nucléaire, capture et stockage du carbone (CCS) provenant de combustibles fossiles ou de bio-énergie), pour que cette part atteigne 60% en 2050.**
- **Maintenir le réchauffement global sous la limite de 1.5°C demanderait de rester sous des concentrations encore plus basses, et des réductions d'émissions encore plus rapides [...]**

# ***L'élévation de température peut-elle encore être limitée à 1.5 ou 2°C (au cours du 21ème siècle) comparée au niveau pré-industriel ?***

- Il y a aussi des bénéfices qui viennent des impacts évités des changements climatiques, et des co-bénéfices dans d'autres domaines, comme une réduction des dommages (santé, écosystèmes) dus à la pollution atmosphérique, une sécurité énergétique et alimentaire améliorée, ou une amélioration de l'emploi.**

# Mesures d'atténuation



**Efficacité énergétique**



**Augmentation de la part des énergies à bas carbone ou sans carbone**



**Amélioration des puits de carbone**

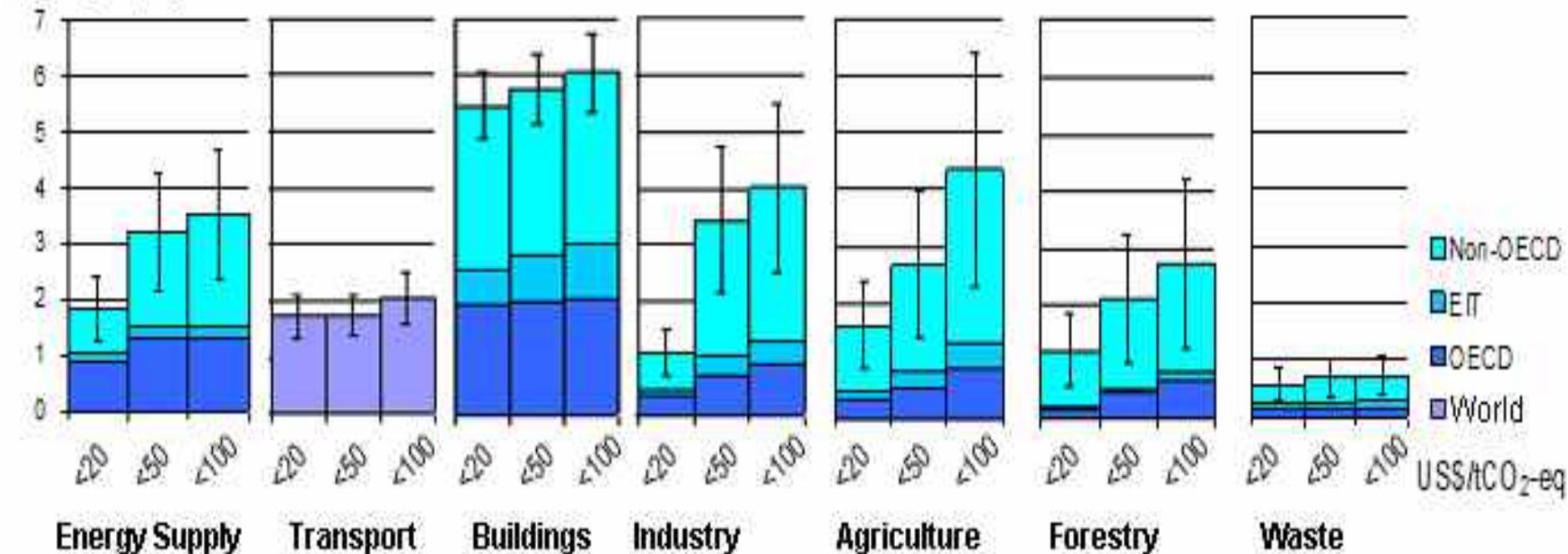


**Changements de style de vie et de comportement**

AR5 WGIII SPM

# Tous les secteurs et toutes les régions offrent un potentiel de contribution à la réduction des émissions (horizon 2030)

GtCO<sub>2</sub>-eq / year (émissions évitées)



IPCC AR4 (2007)

Note: estimates do not include non-technical options, such as lifestyle changes.

- **Des réductions substantielles d'émissions requièrent des changements importants des flux d'investissement; ex: de 2010 à 2029, en milliards de dollars US par an**

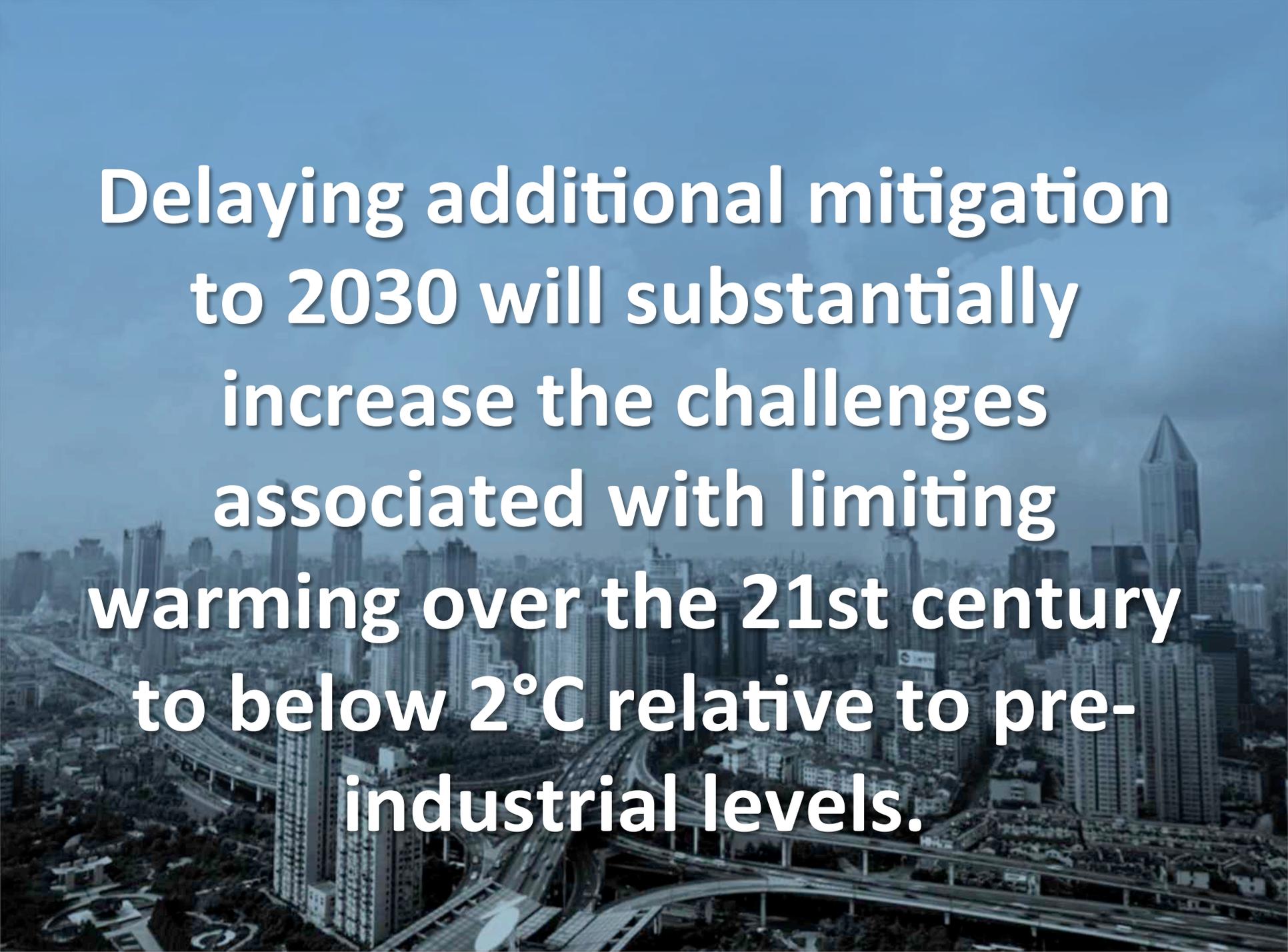
(chiffres moyens arrondis, IPCC AR5 WGIII Fig SPM 9)

- **efficacité énergétique: +330**
- **renouvelables: + 90**
- **centrales électr. avec CCS: + 40**
- **nucléaire: + 40**
- **centrales électr. sans CCS: - 60**
- **extraction de comb. fossiles: - 120**

# Ambitious Mitigation Is Affordable

- Economic growth reduced by ~ 0.06%  
(BAU growth 1.6 - 3%/year)
- This translates into delayed and not forgone growth
- Estimated cost does not account for the benefits of reduced climate change
- Unmitigated climate change would create increasing risks to economic growth and efforts to eradicate poverty

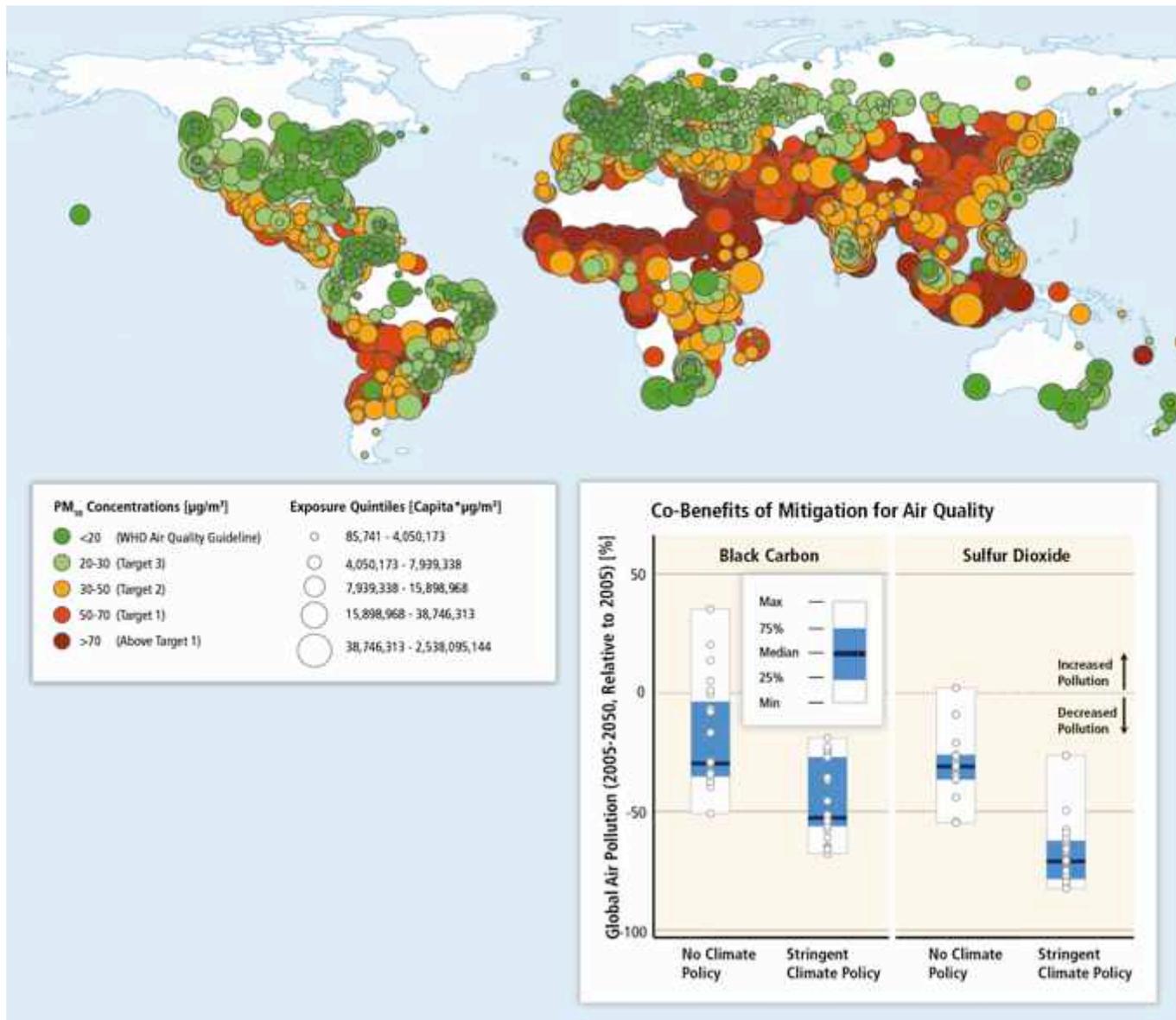
AR5 WGI SPM, AR5 WGII SPM

An aerial photograph of a city skyline, likely Hong Kong, showing a complex highway interchange and numerous high-rise buildings. The image is overlaid with white text.

**Delaying additional mitigation  
to 2030 will substantially  
increase the challenges  
associated with limiting  
warming over the 21st century  
to below 2°C relative to pre-  
industrial levels.**

**NB: Ambition *before* 2020 is essential as well (lock-in & entrainment effects)**

**L'atténuation peut aussi résulter en des co-bénéfices importants pour la santé ou d'autres objectifs sociétaux**



- **Le développement durable et l'équité fournissent une base pour évaluer les politiques climatiques et mettent en lumière le besoin de gérer les risques liés aux changements climatiques**
- **Des questions liées à l'équité et à la justice se posent en lien avec l'atténuation et l'adaptation**

# RCP2.6

# RCP8.5

Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)

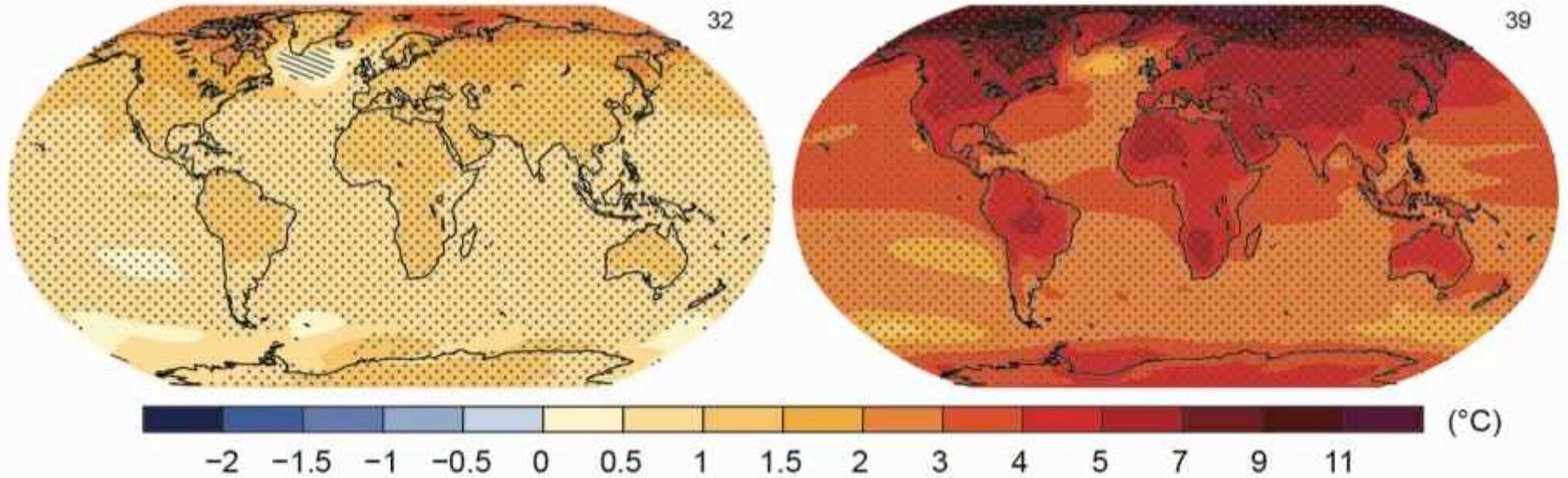


Fig. SPM.8

L'Humanité a le choix

# Pour en savoir plus :

- [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch) : GIEC ou IPCC
- [www.climate.be/vanyp](http://www.climate.be/vanyp) : beaucoup de mes dias et mon programme de candidat à la Présidence du GIEC
- [www.climate.be/pendules](http://www.climate.be/pendules) : ressources faciles d'accès pour « remettre les pendules à l'heure »
- **Sur Twitter: @JPvanYpersele**  
— **@IPCC\_CH**

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