

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

BNP-Paribas-Fortis, Liège, 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

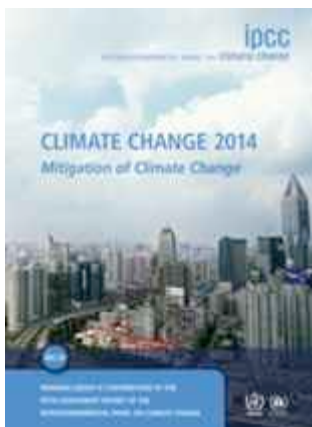




Que se passe-t-il dans le système climatique ?



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

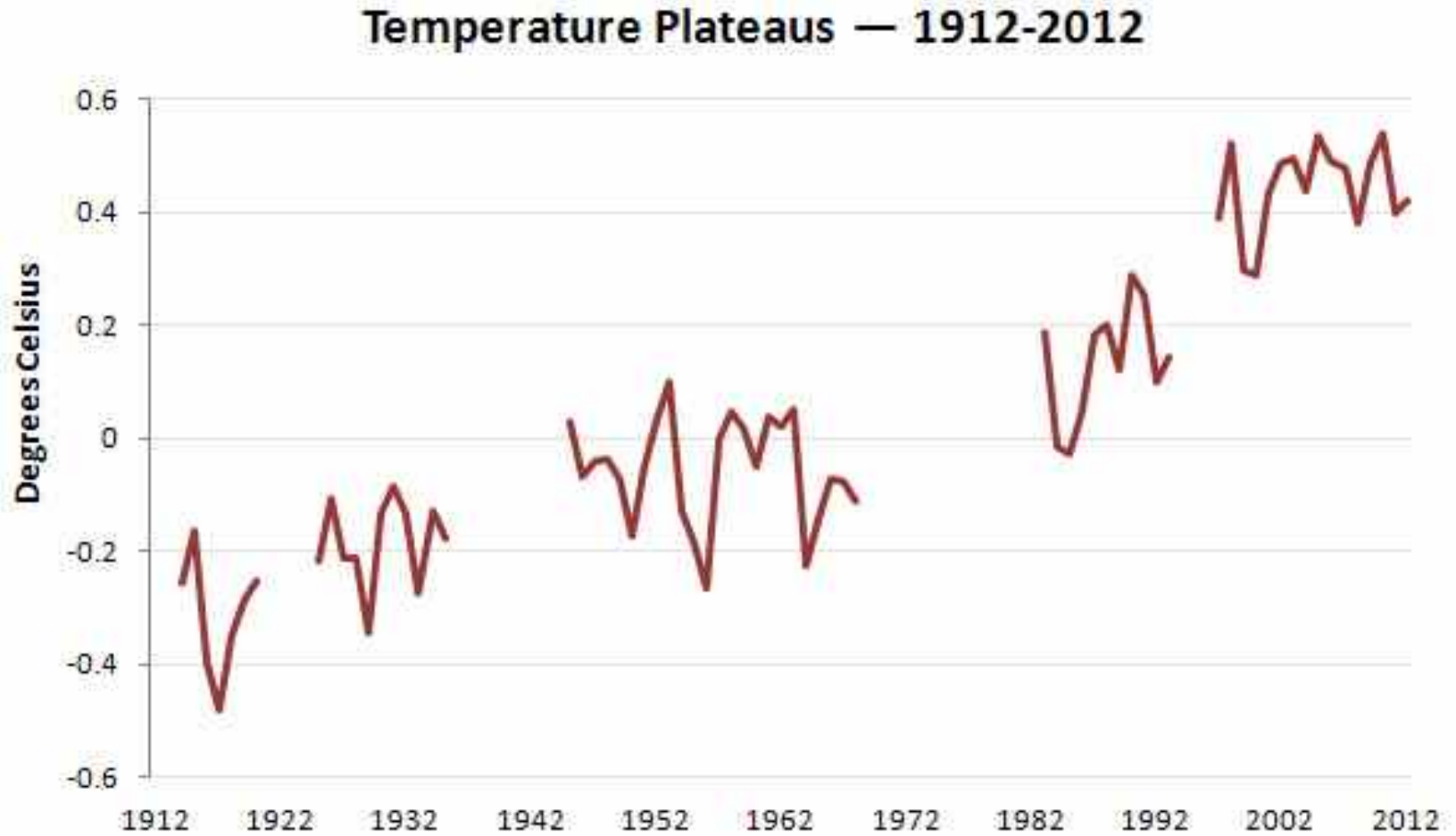


Que se passe-t-il dans le système climatique ?

Temperature Change From 1961-1990 Average

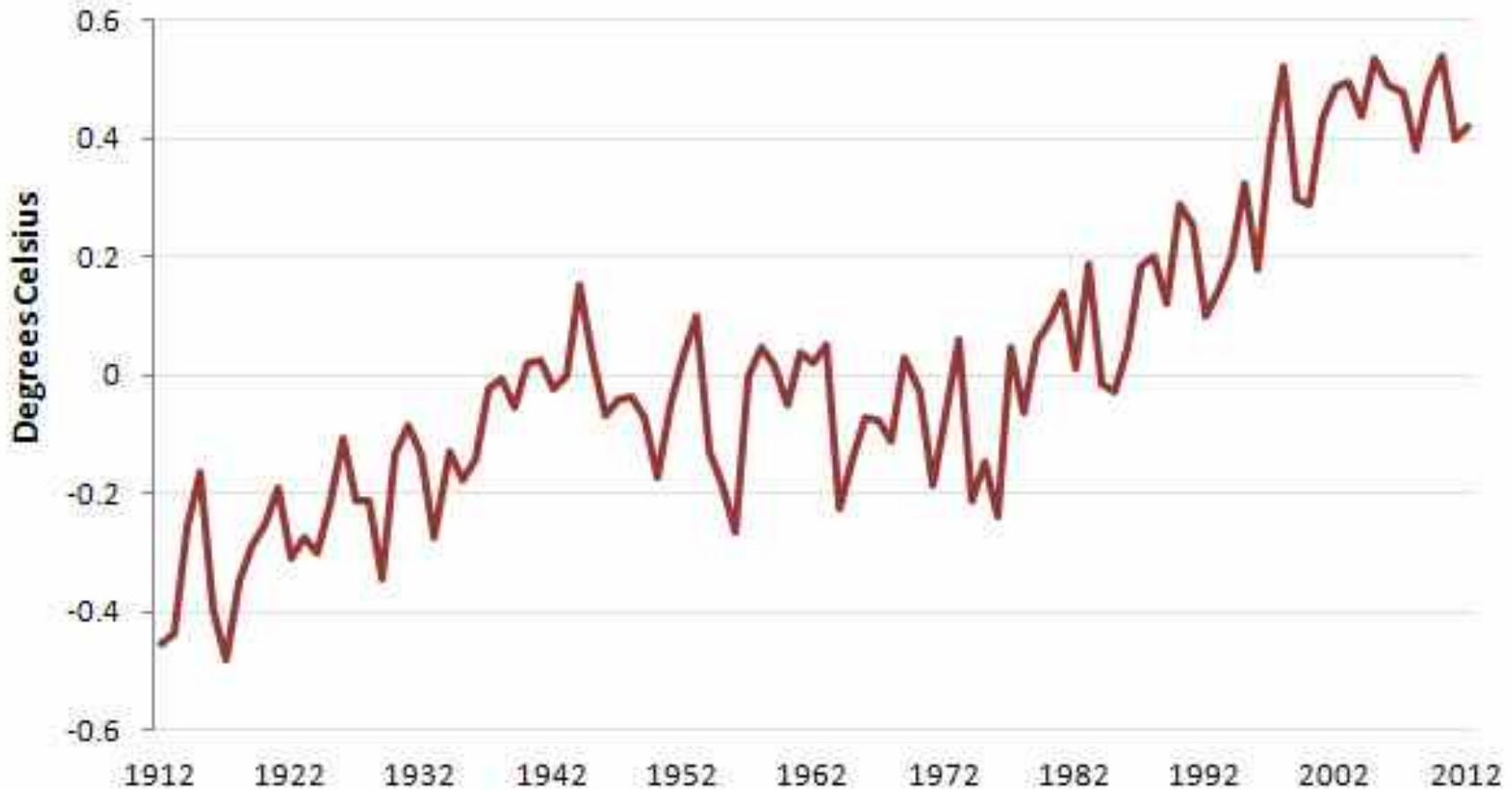


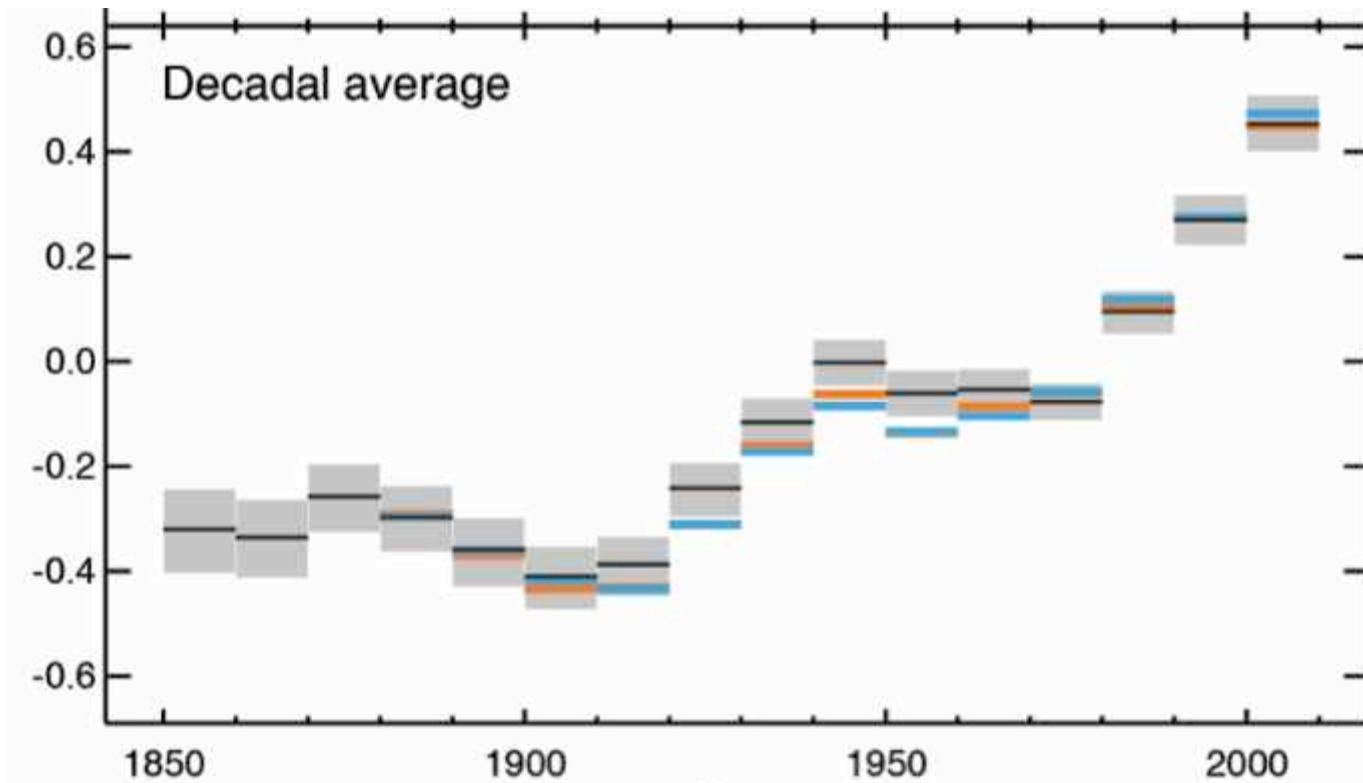
Lying With Statistics, Global Warming Edition



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)



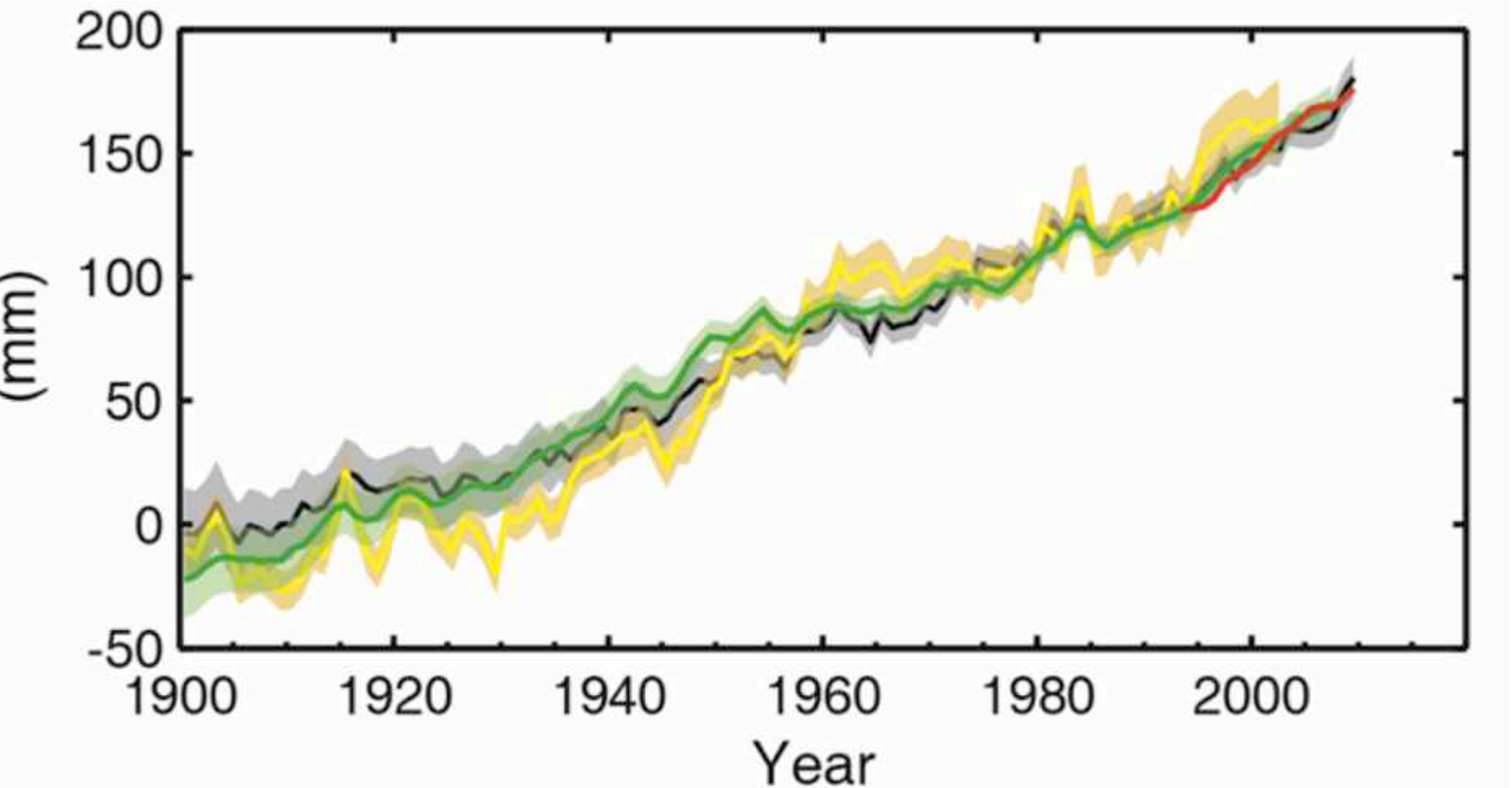
http://www.weather.com/news/science/environment/alaskas-glaciers-capturing-earth-changing-our-eyes-20131125?cm_ven=Email&cm_cat=ENVIRONMENT_us_share

Plateau Glacier (2003) (Alaska)

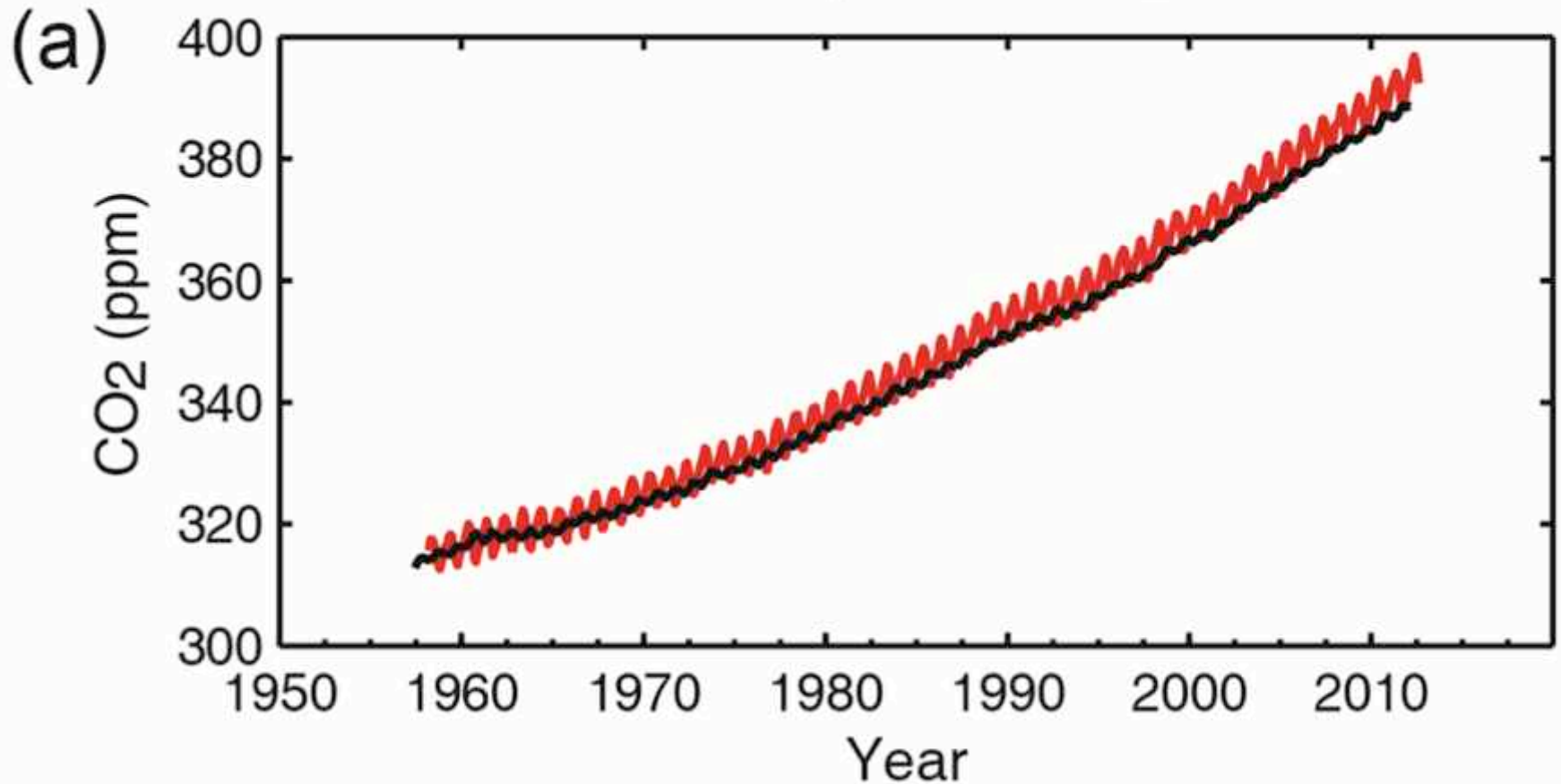


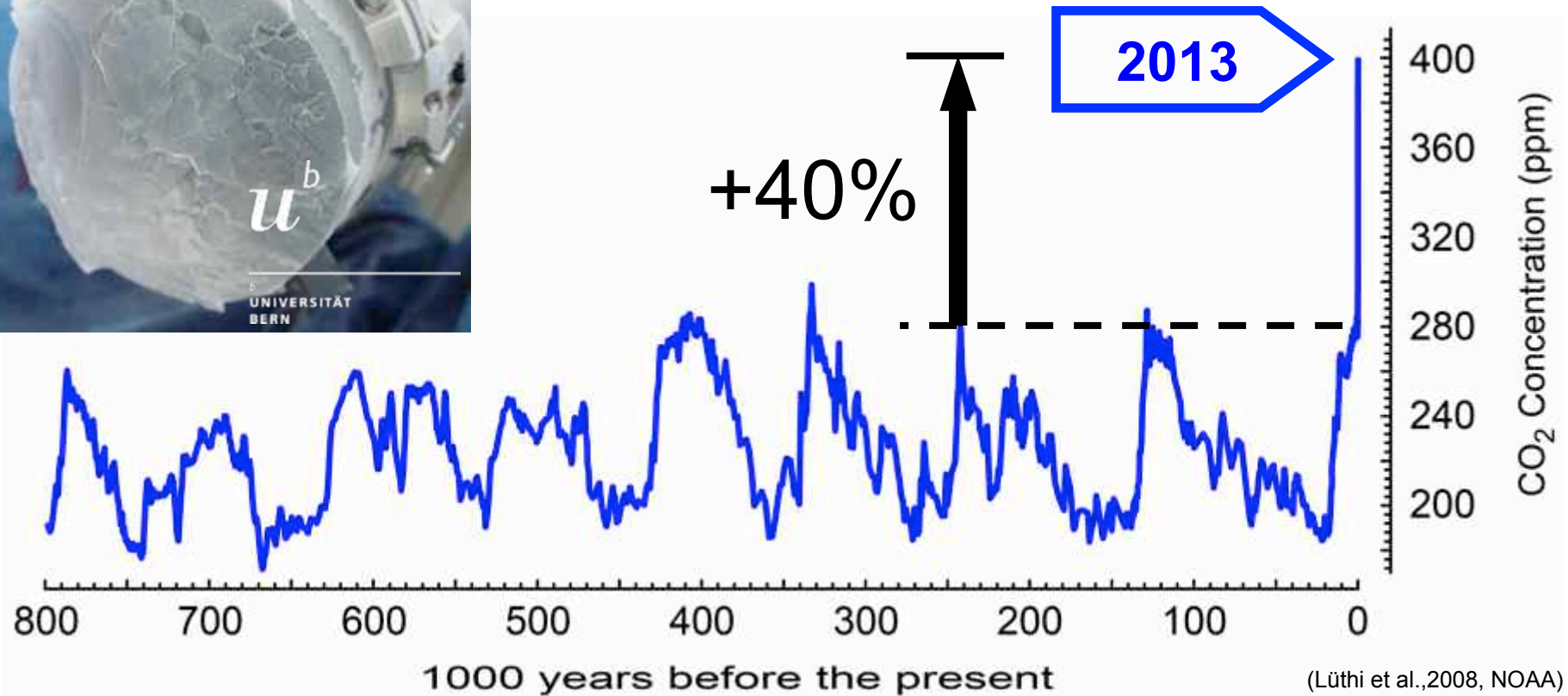
http://www.weather.com/news/science/environment/alaskas-glaciers-capturing-earth-changing-our-eyes-20131125?cm_ven=Email&cm_cat=ENVIRONMENT_us_share

Evolution du niveau moyen des mers



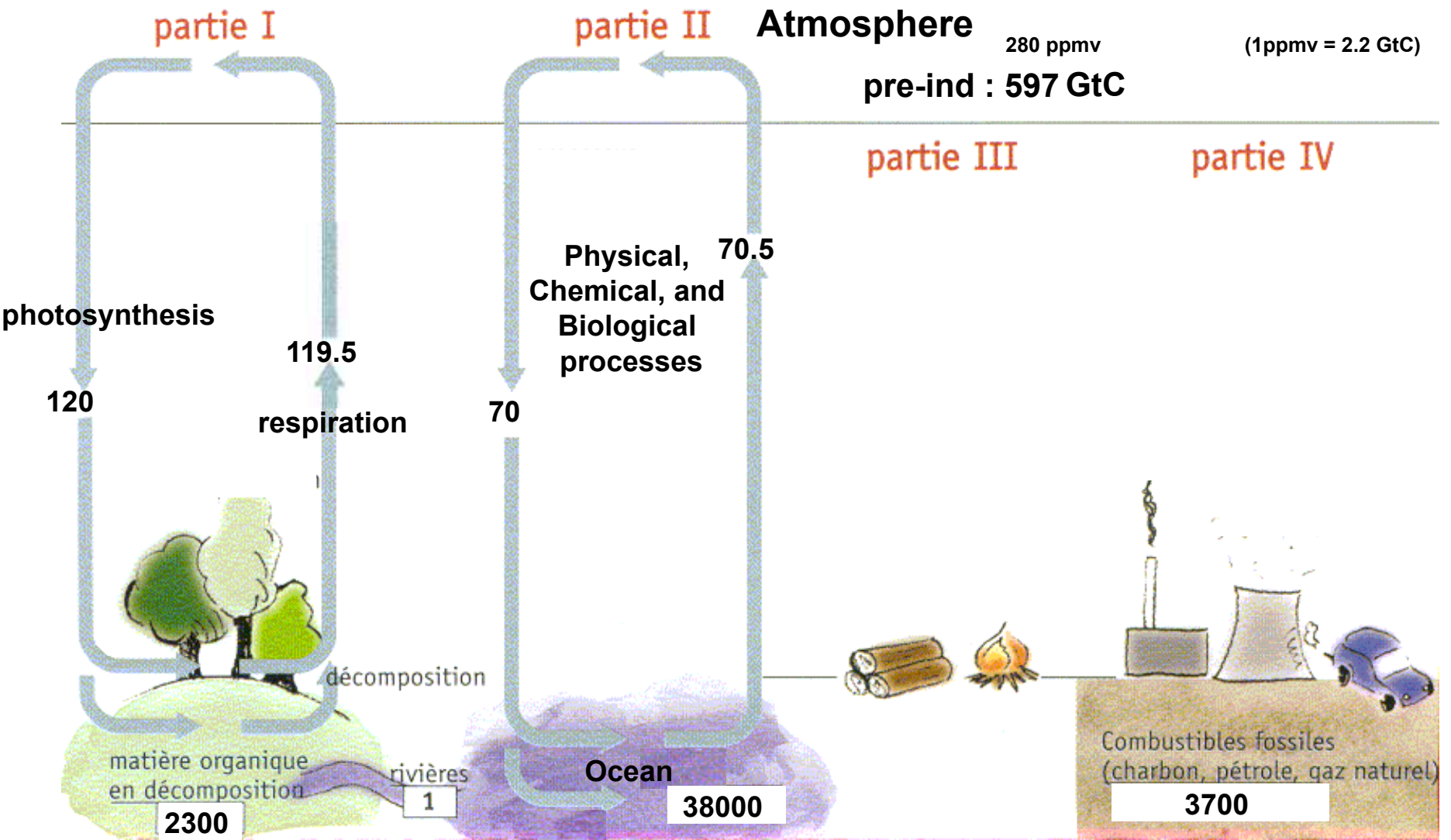
Concentration atmosphérique en CO₂





Les concentrations atmosphériques en dioxyde de carbone (CO₂) ont augmenté jusqu'à des niveaux sans précédent au cours des 800 000 dernières années

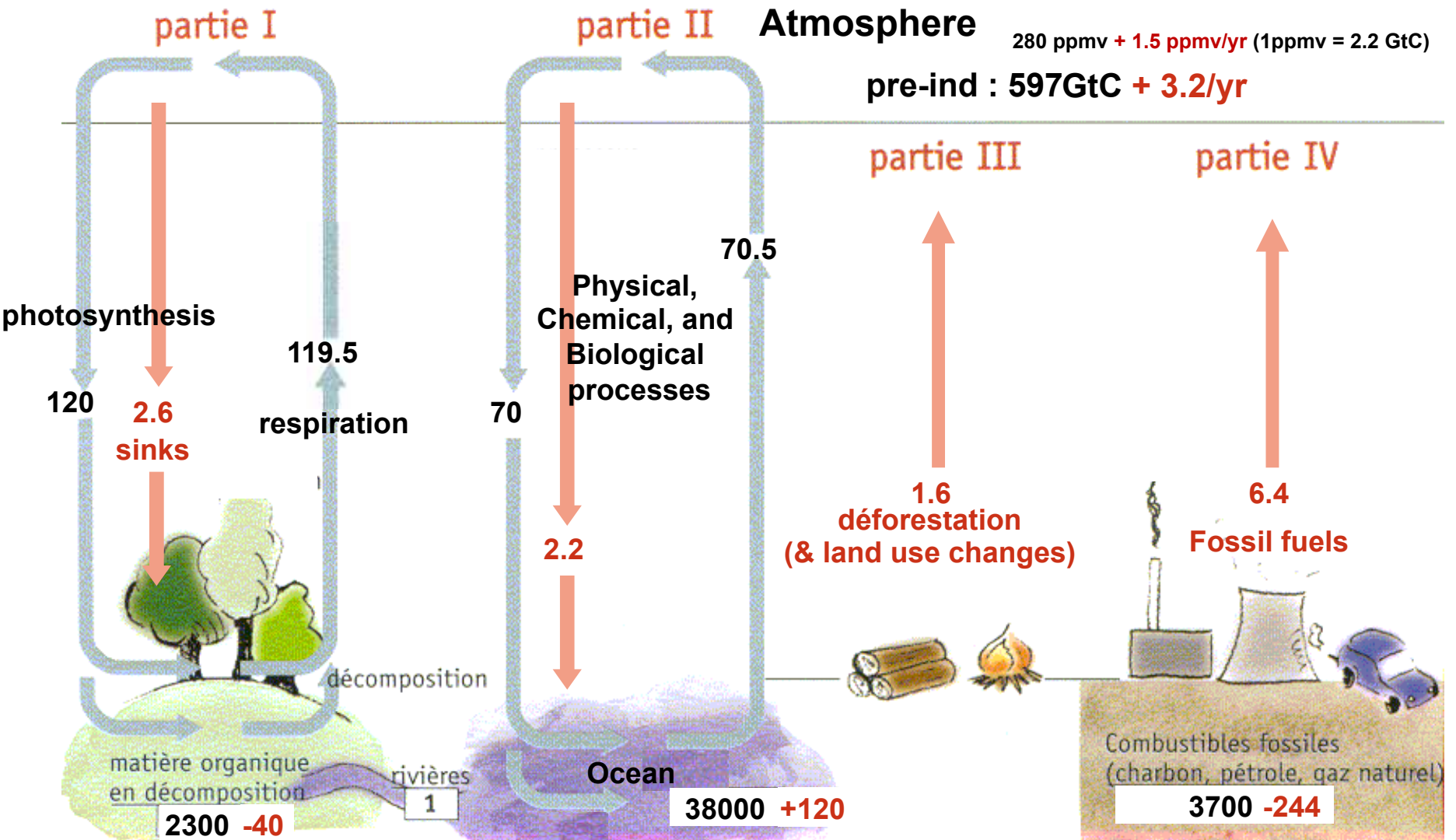
Carbon cycle: unperturbed fluxes



Units: GtC (billions tons of carbon) or GtC/year (multiply by 3.7 to get GtCO₂)

Carbon cycle: perturbed by human activities

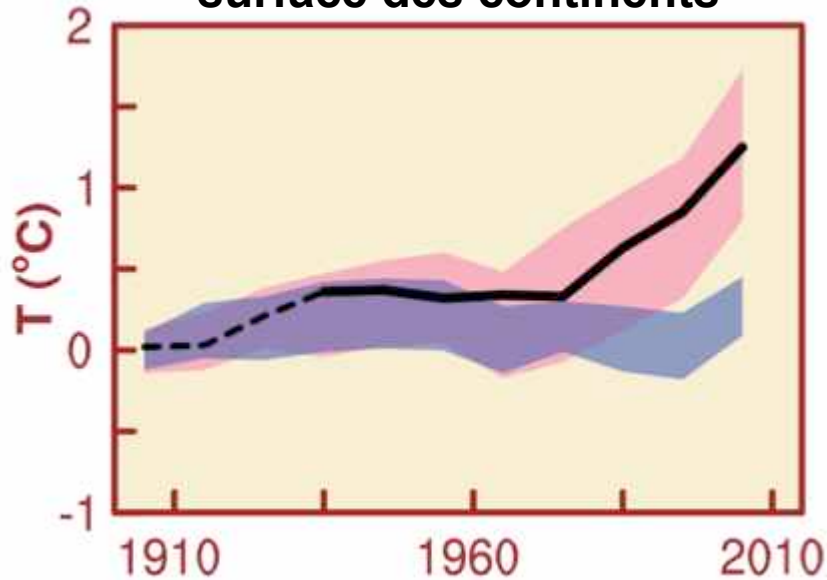
(numbers for the decade 1990-1999s, based on IPCC AR4)



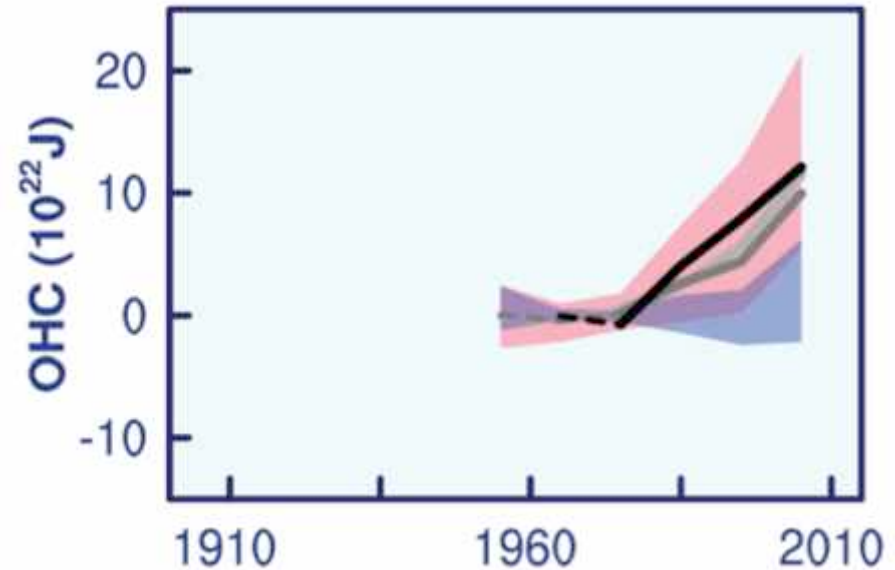
Units: GtC (billions tons of carbon) or GtC/year

Stocks!

Température moyenne surface des continents



Contenu thermique des océans



(IPCC 2013, Fig. SPM.6)

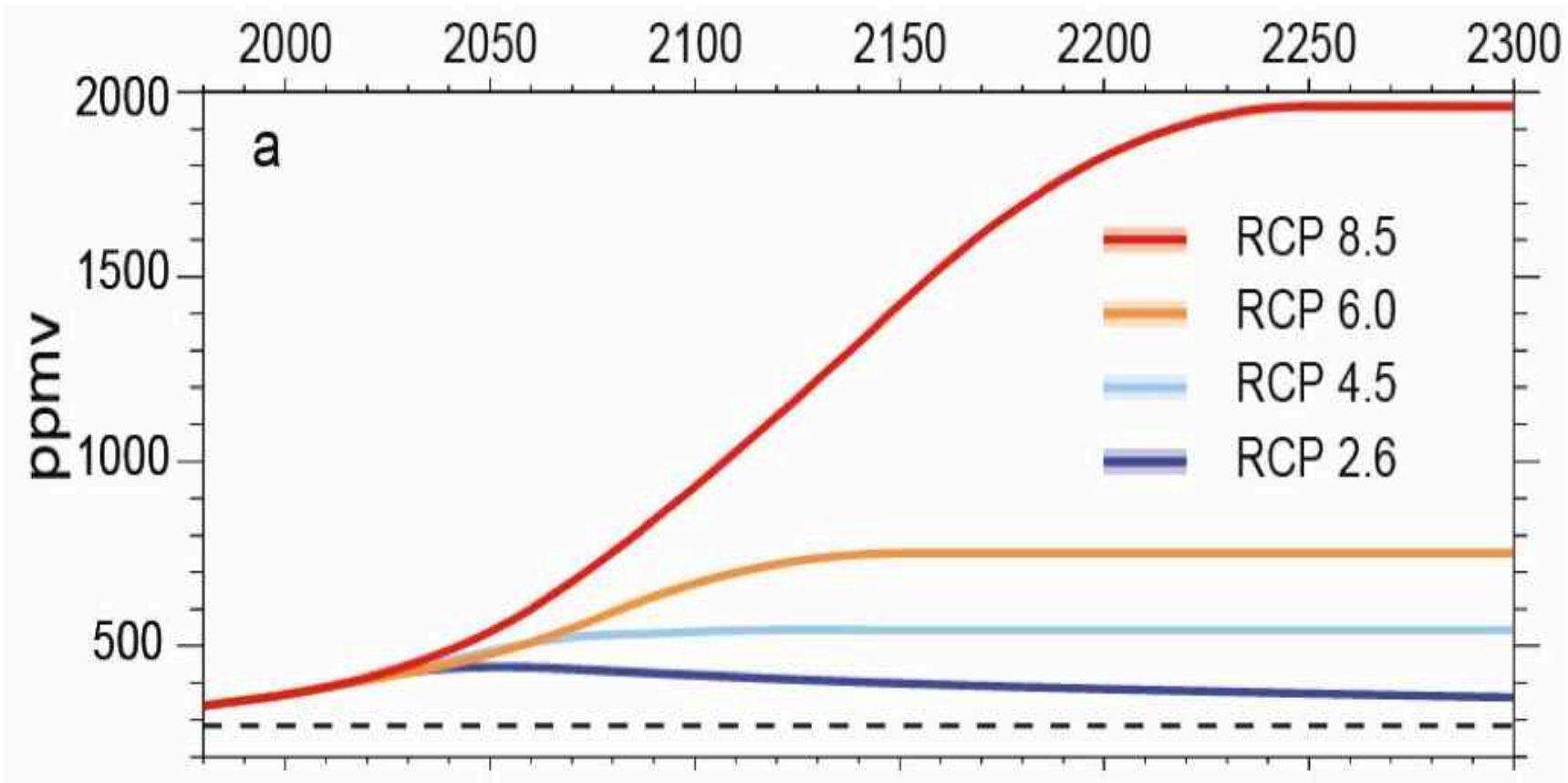
Noir: observations

Bleu: simulations avec seuls facteurs naturels

Rose: simulations avec facteurs naturels & humains

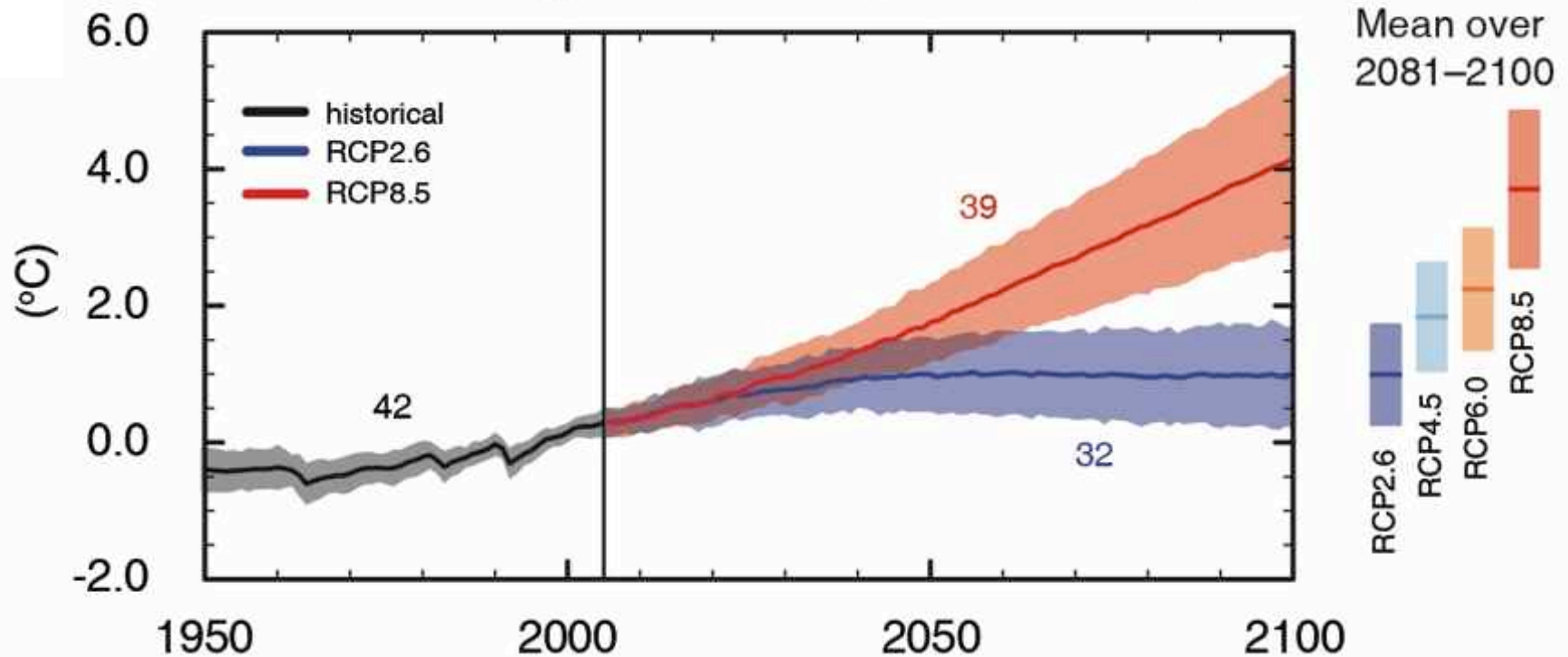
L'influence humaine sur le système climatique est sans équivoque; Il est *extrêmement probable* (95%) que l'influence humaine a été la cause principale du réchauffement depuis le milieu du 20^{ème} siècle

RCP Scenarios: Atmospheric CO₂ concentration



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

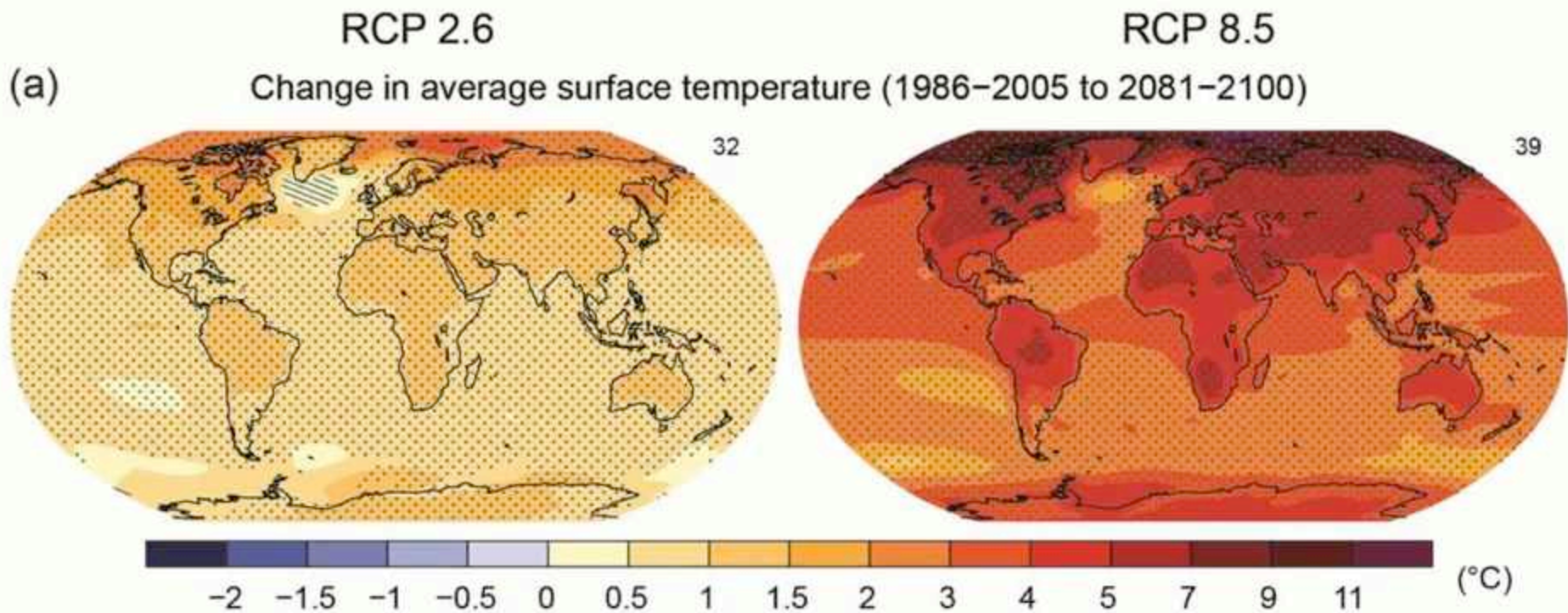
Global average surface temperature change (Ref: 1986-2005)



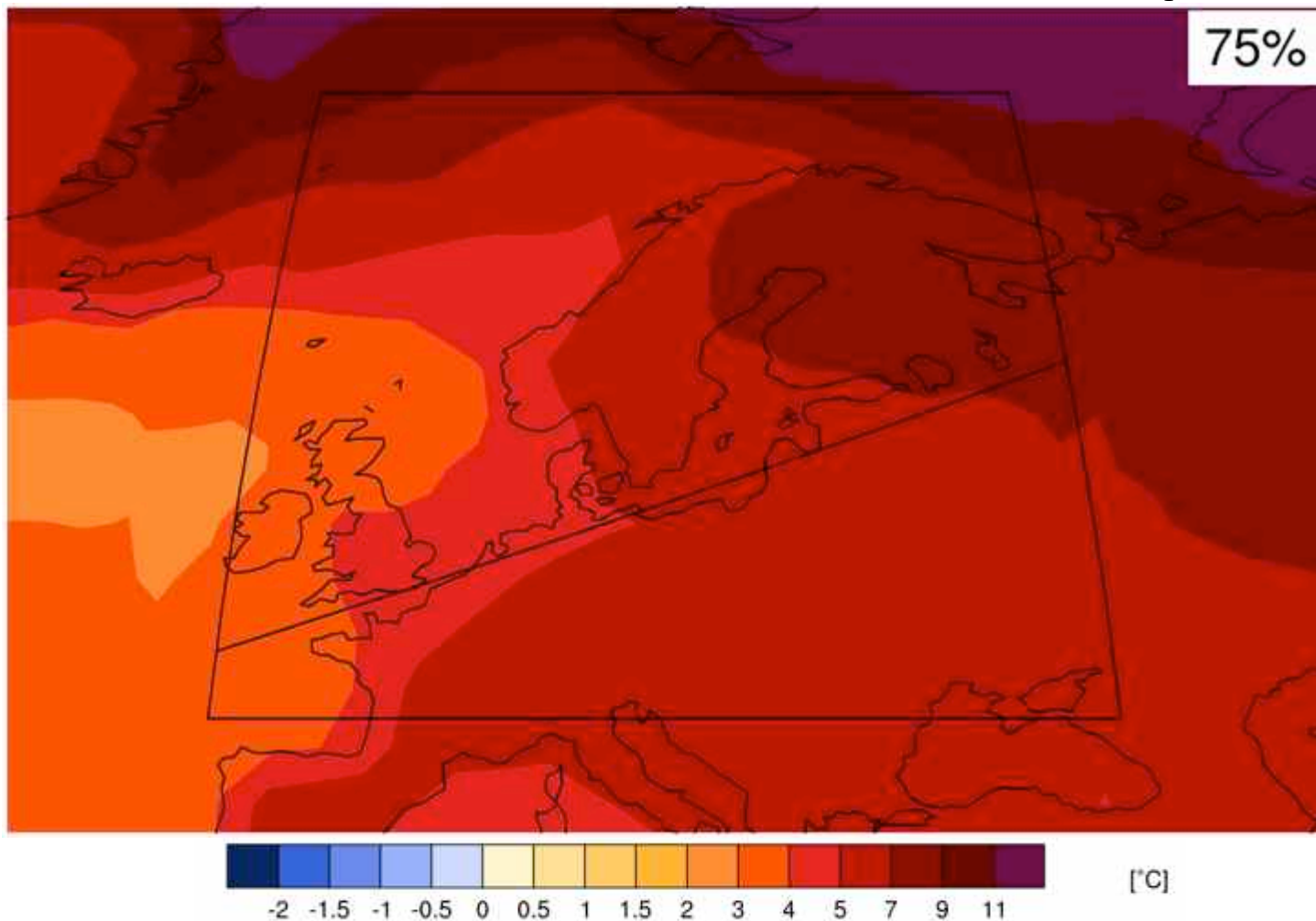
(IPCC 2013, Fig. SPM.7a)

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%.

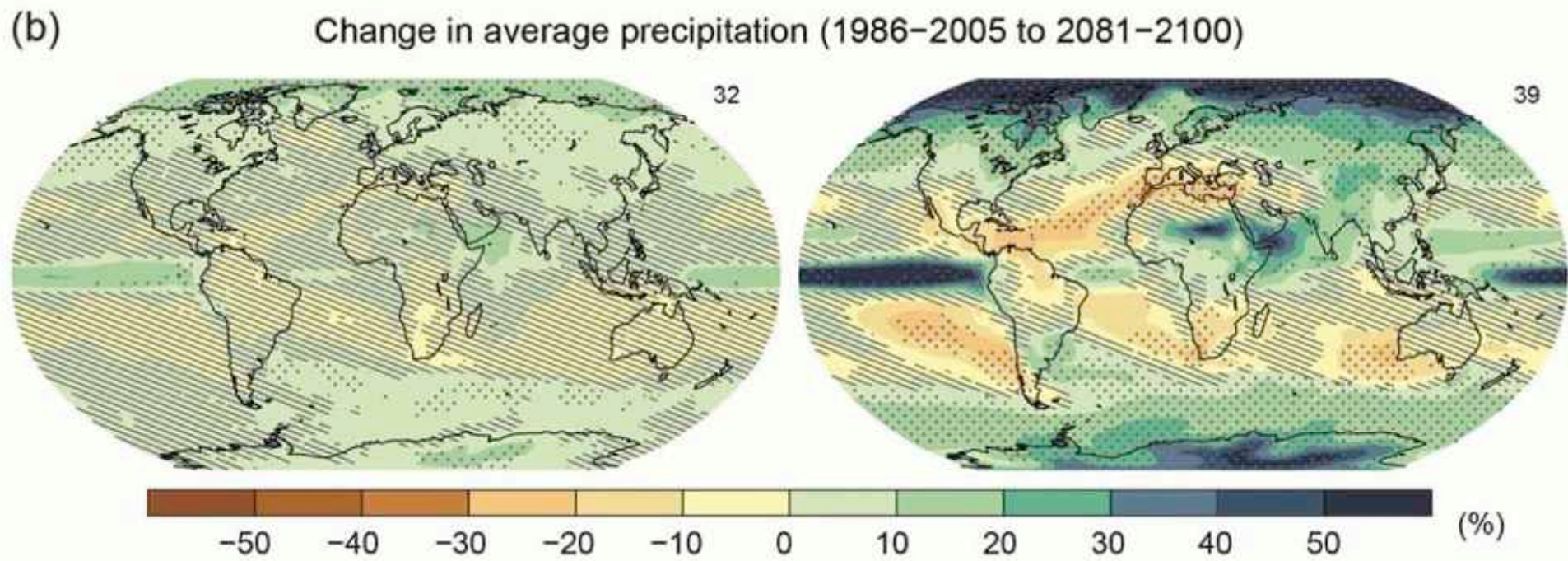
Projections de la température de surface



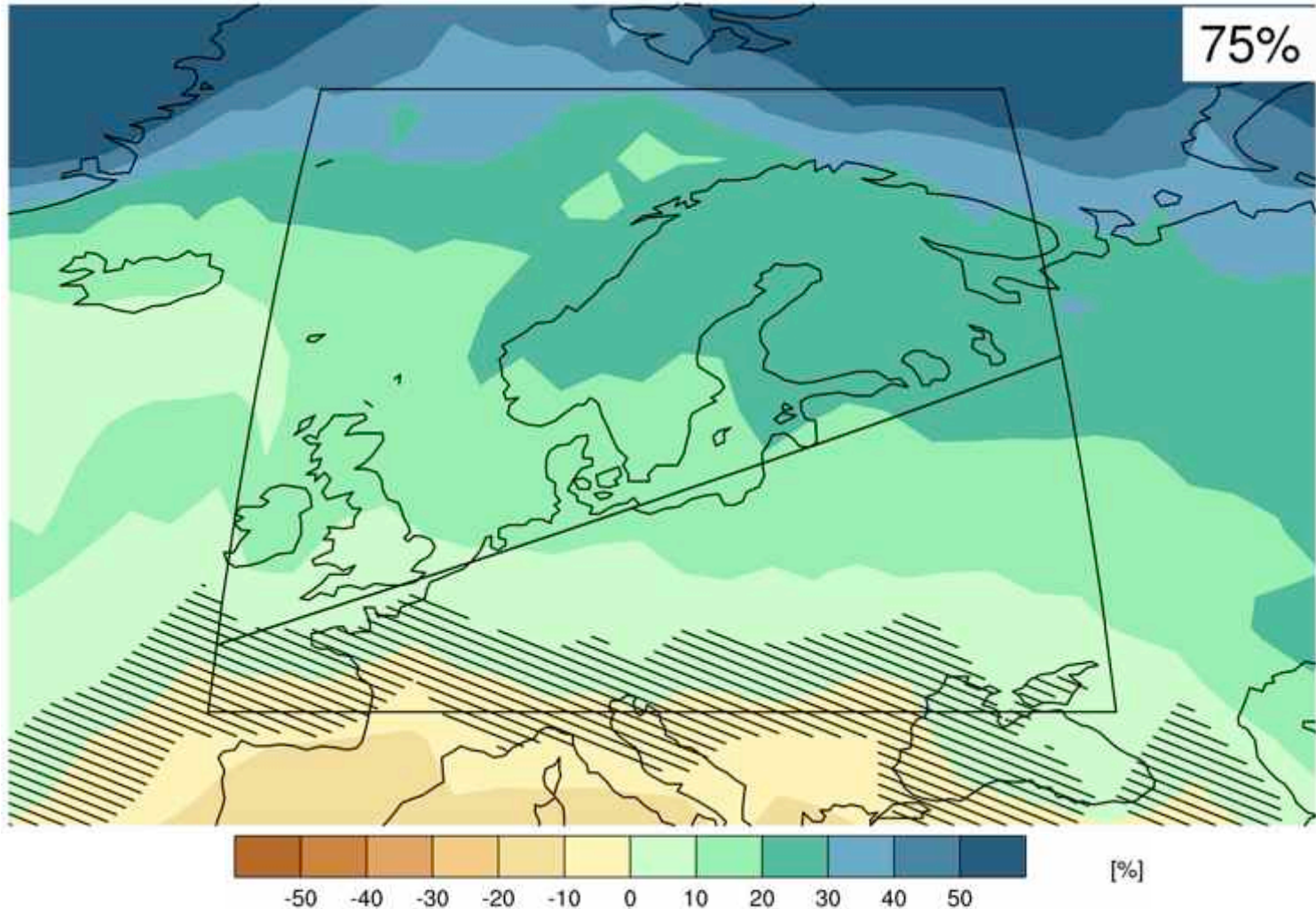
North Europe - Map of temperature changes: 2081–2100 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario (annual)

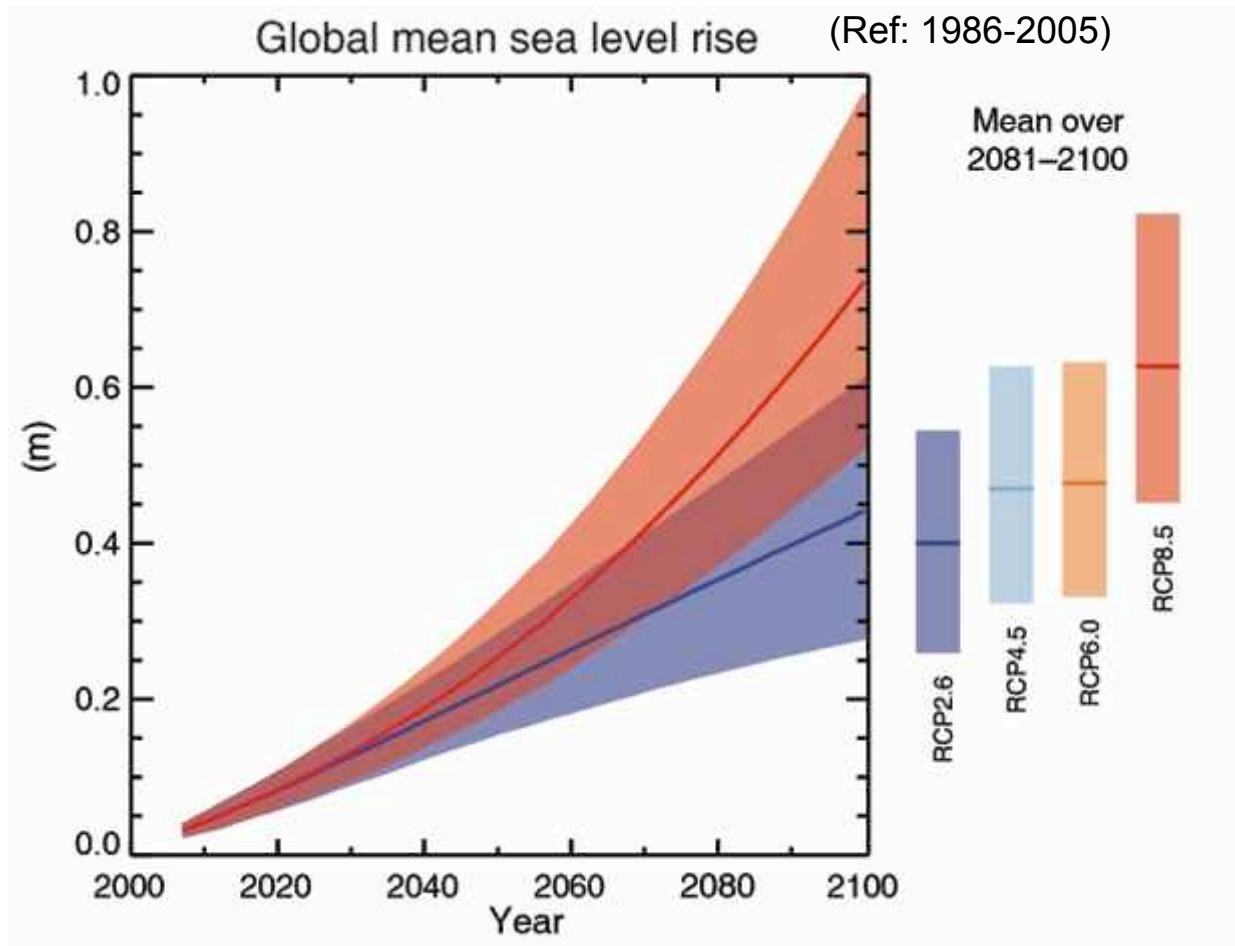


Projections de l'évolution du total des pluies



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 km² 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



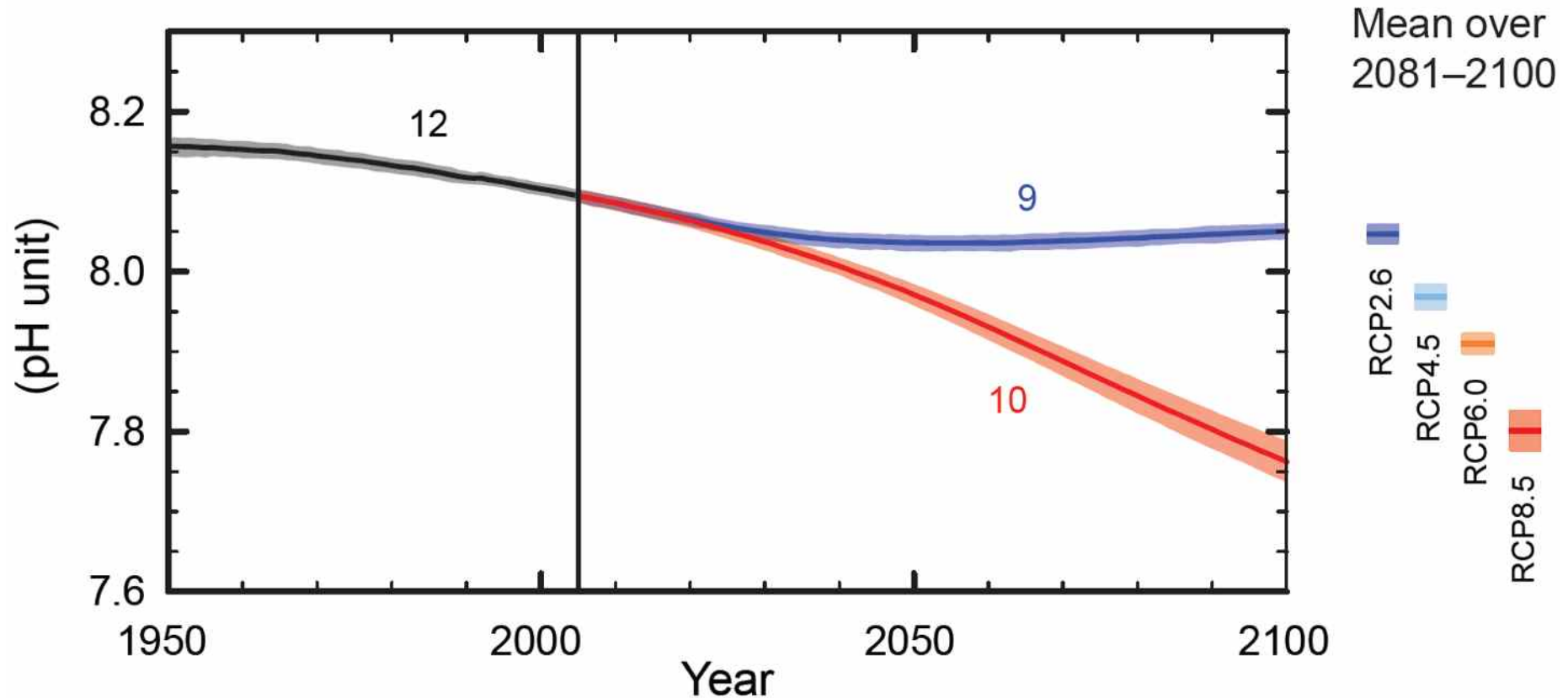
(Time 2001)

Figure SPM.7c

Global ocean surface pH

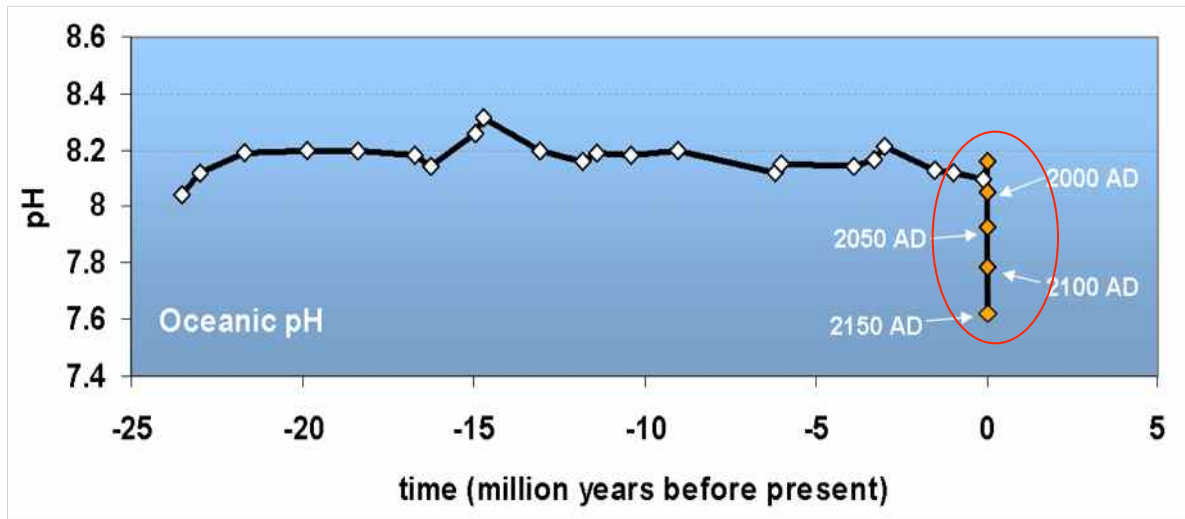
All Figures © IPCC 2013

Acidification: l'acidité augmente quand le pH baisse



Oceans are Acidifying Fast...

Changes in pH over the last 25 million years



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

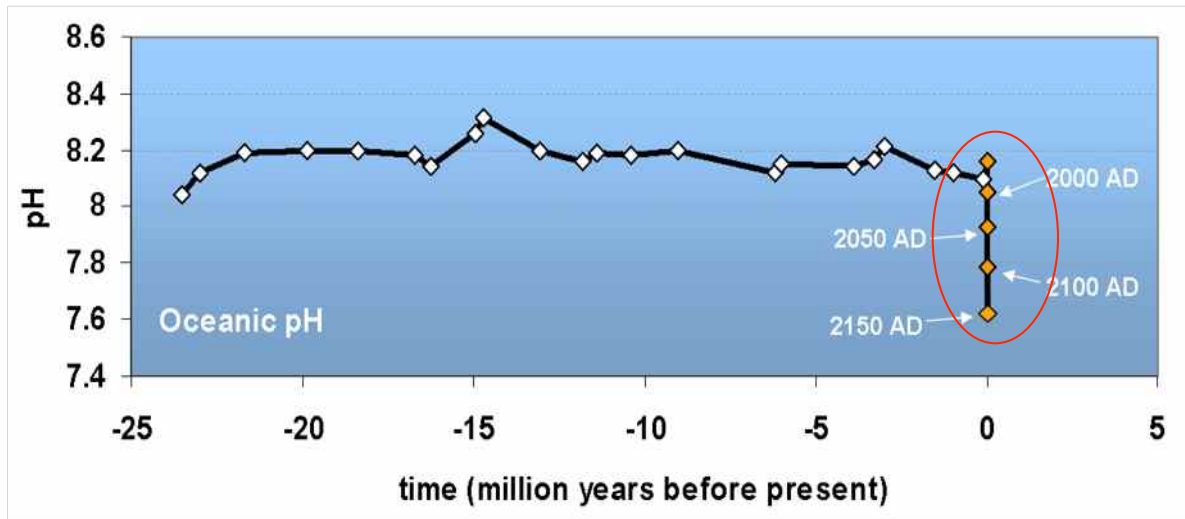
- It is happening now, at a **speed and to a level** not experienced by marine organisms for about 60 million years
- Mass extinctions linked to previous ocean acidification events
- Takes 10,000' s of years to recover

Turley et al. 2006

Slide courtesy of Carol Turley, PML

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

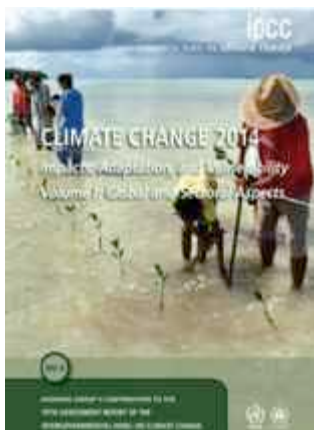
Turley et al. 2006

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)

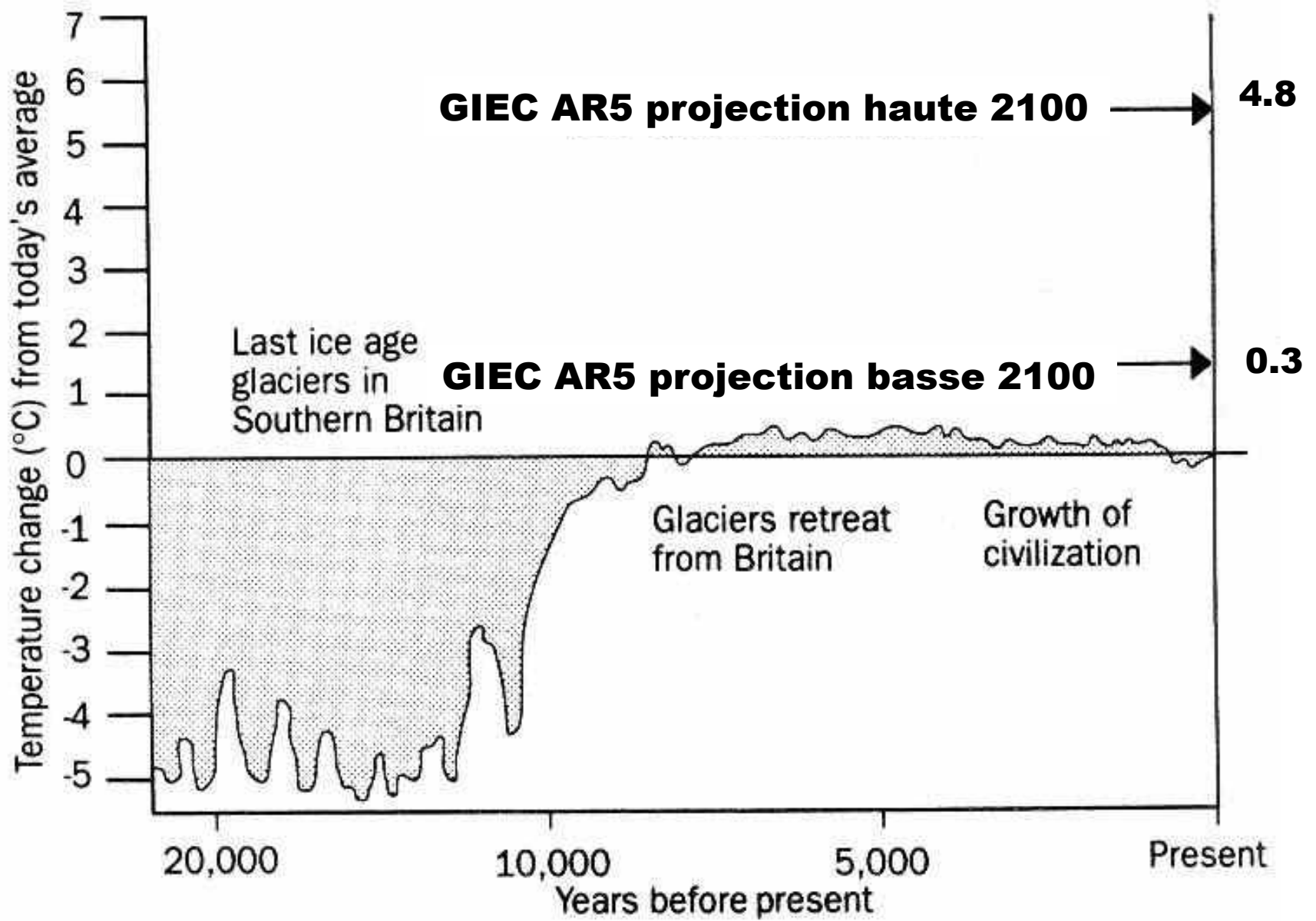
With permission from Dr. S. Joussaume, in « Climat d'hier à demain », CNRS éditions.



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

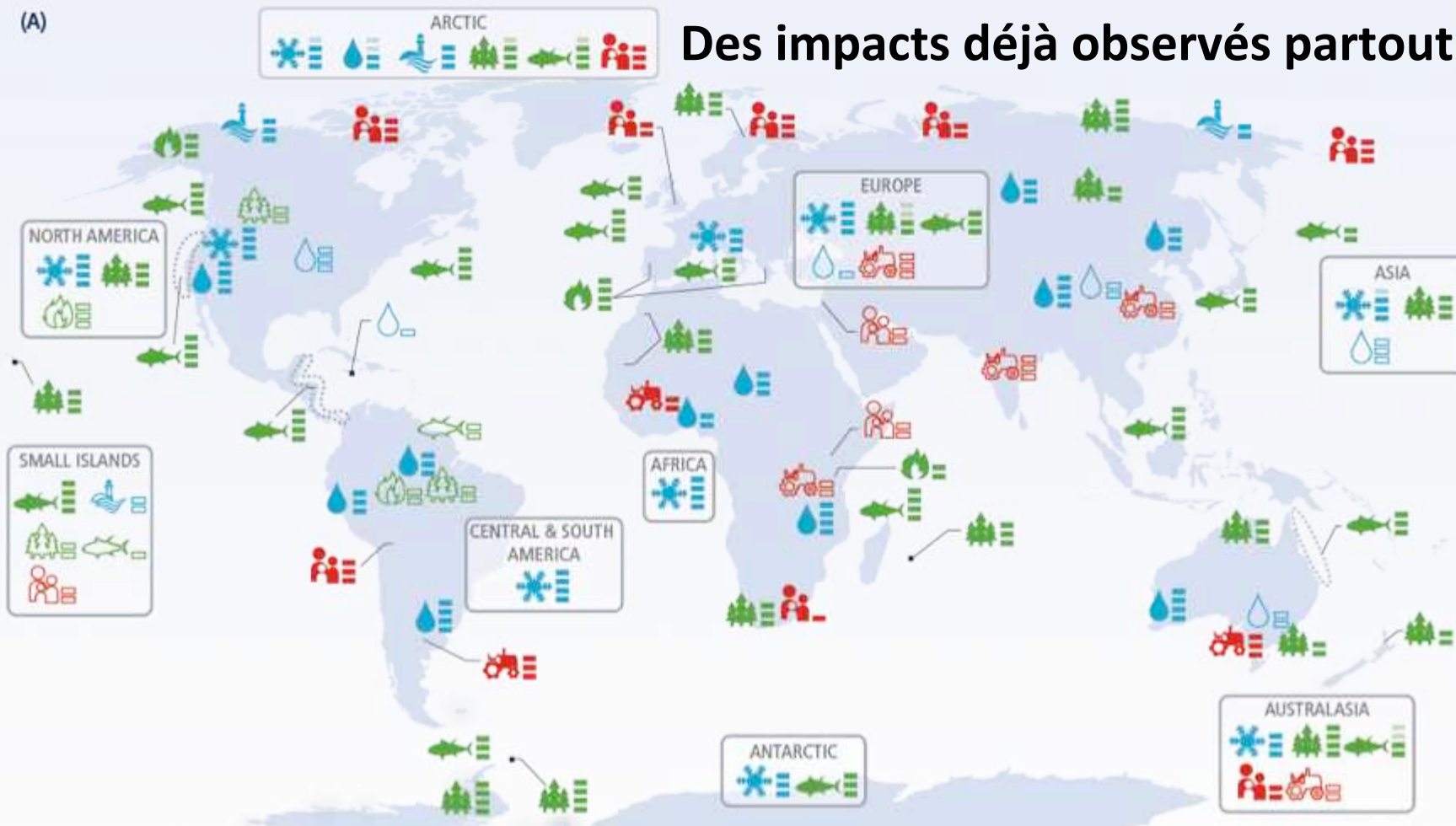
An underwater photograph of a coral reef. The water is a deep, dark green. The coral is mostly bleached, appearing in shades of brown, tan, and white, with some patches of green. A prominent, fan-shaped coral structure is visible in the center. The overall scene suggests a degraded or recovering reef ecosystem.

IMPACTS OBSERVES
PARTOUT

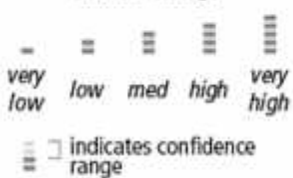
**UN MONDE QUI
CHANGE**

(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

Impacts Potentiels des Changements Climatiques



Pénurie de nourriture
et d'eau



Migrations humaines
accrues

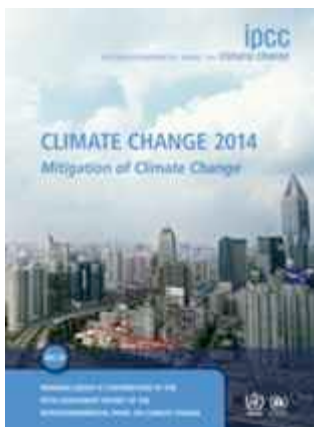


Pauvreté accrue



Inondations régions
côtières

AR5 WGII SPM



Que peut-on faire ?

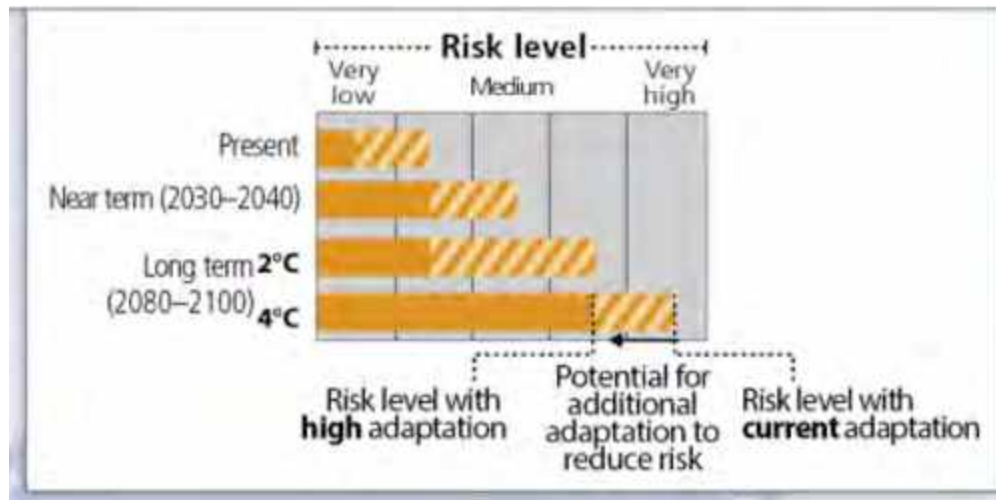


DE L'ADAPTATION

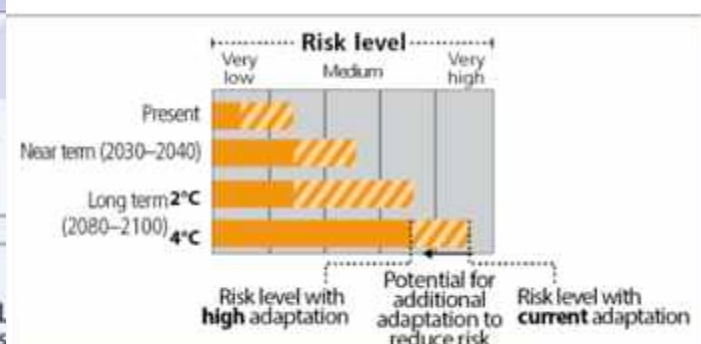
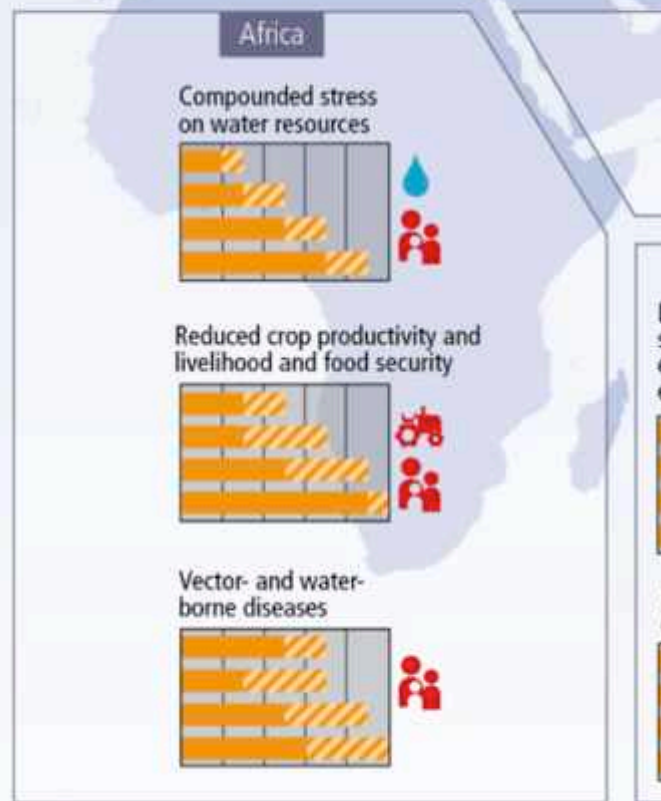
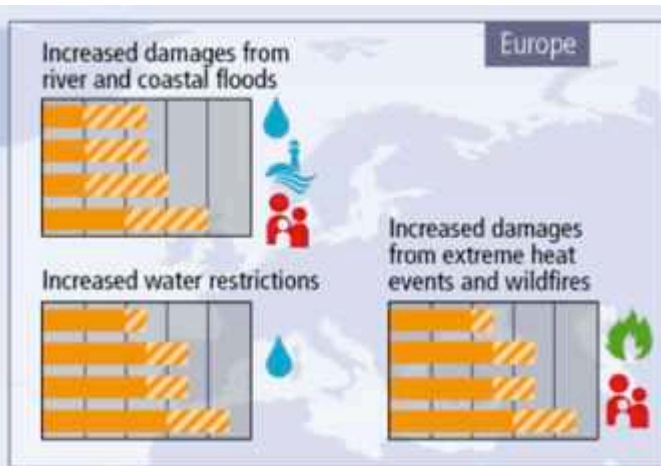
SE MET DEJA EN PLACE

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

Representative key risks for each region for

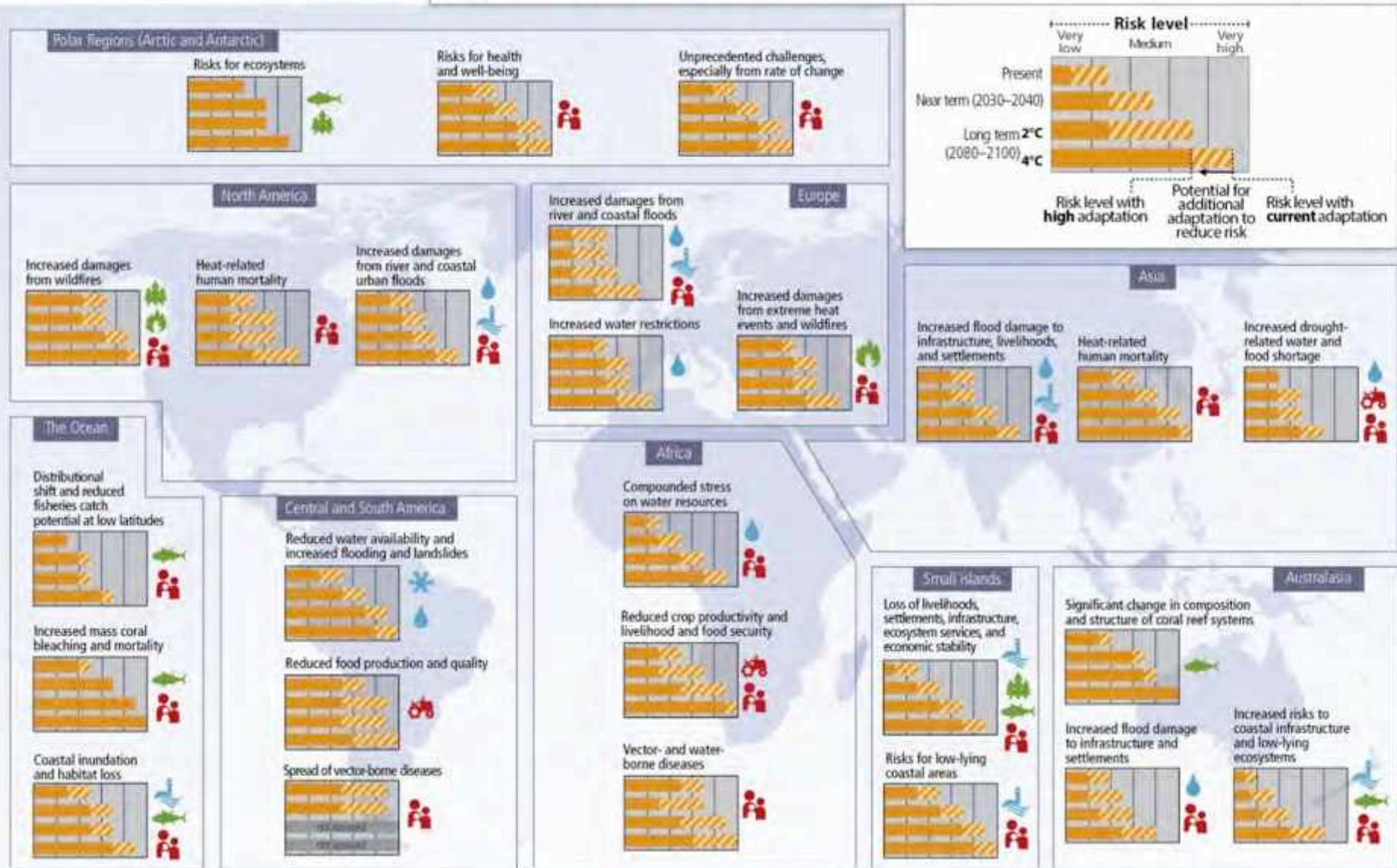


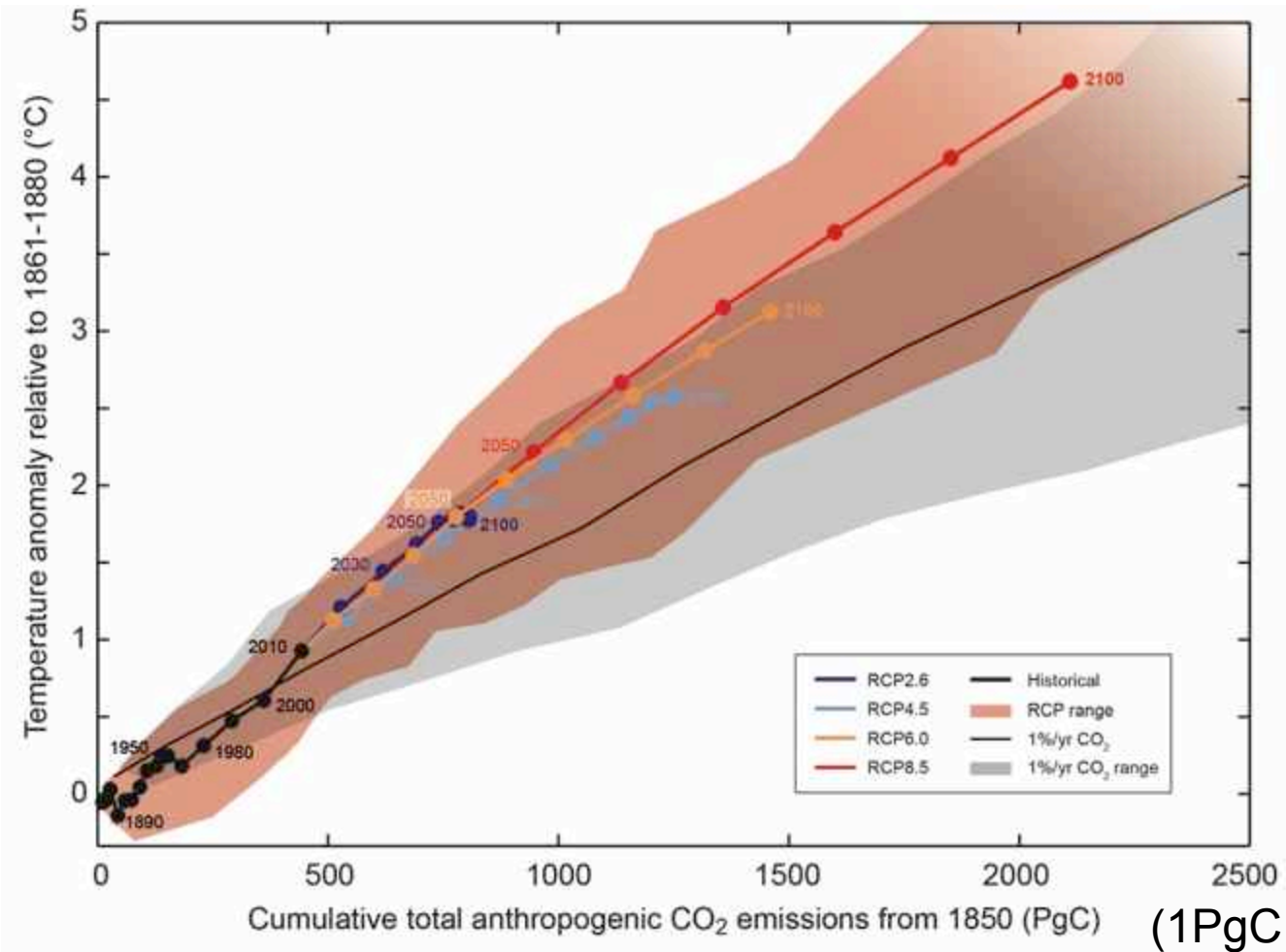
Risques clés à l'échelle régionale et potentiel de réduction du risque par l'adaptation: Europe & Afrique



Regional key risks and potential for risk reduction

Representative key risks for each region for



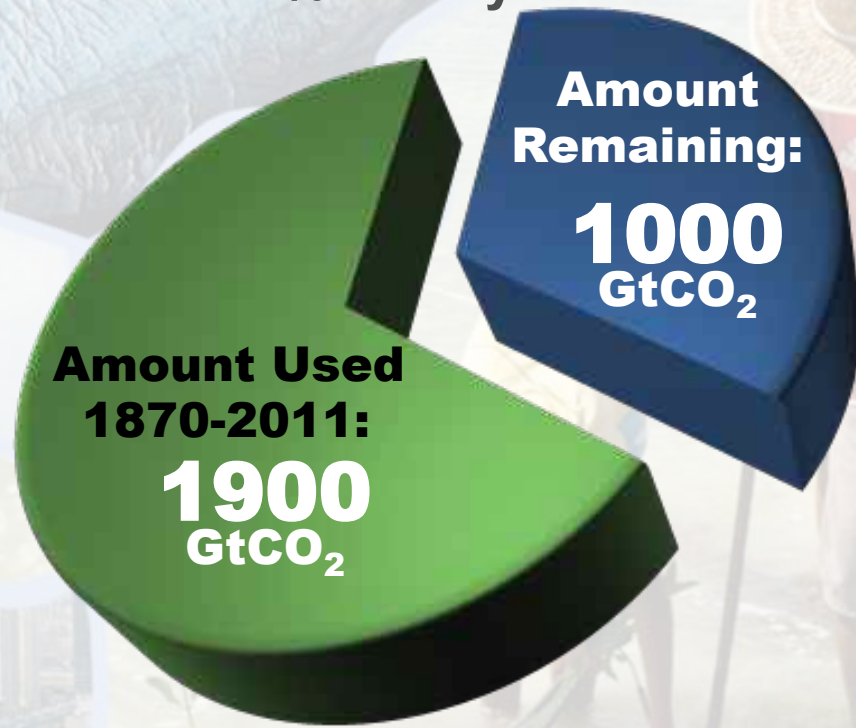


(IPCC 2013, Fig. SPM.10)

Le total des émissions de CO₂ cumulées détermine dans une large mesure la moyenne globale du réchauffement en surface vers la fin du XXIème siècle et au delà

The window for action is rapidly closing

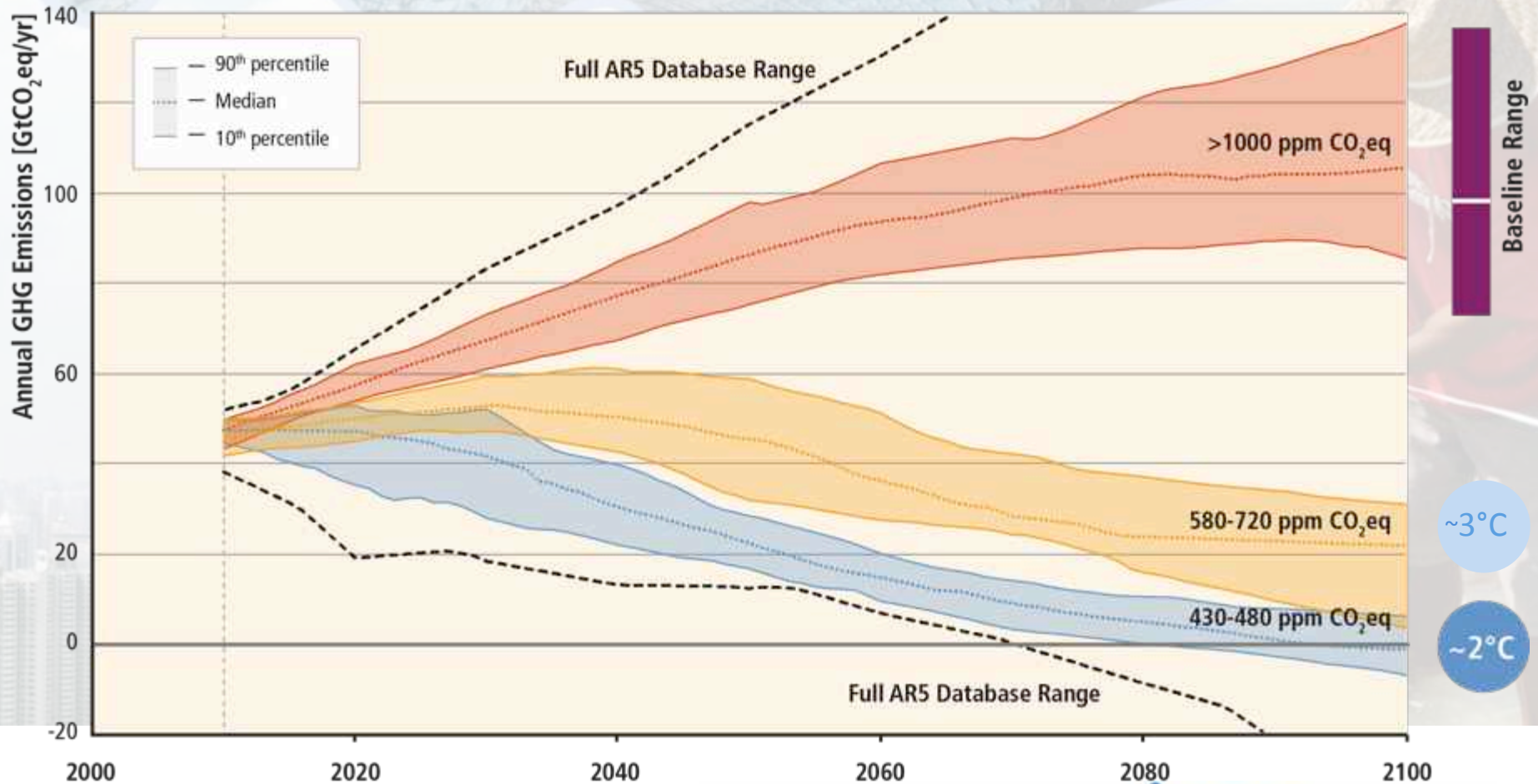
65% of the carbon budget compatible with a 2°C goal is already used
NB: this is with a probability greater than 66% to stay below 2°C



NB: Emissions in 2011: 38 GtCO₂/yr

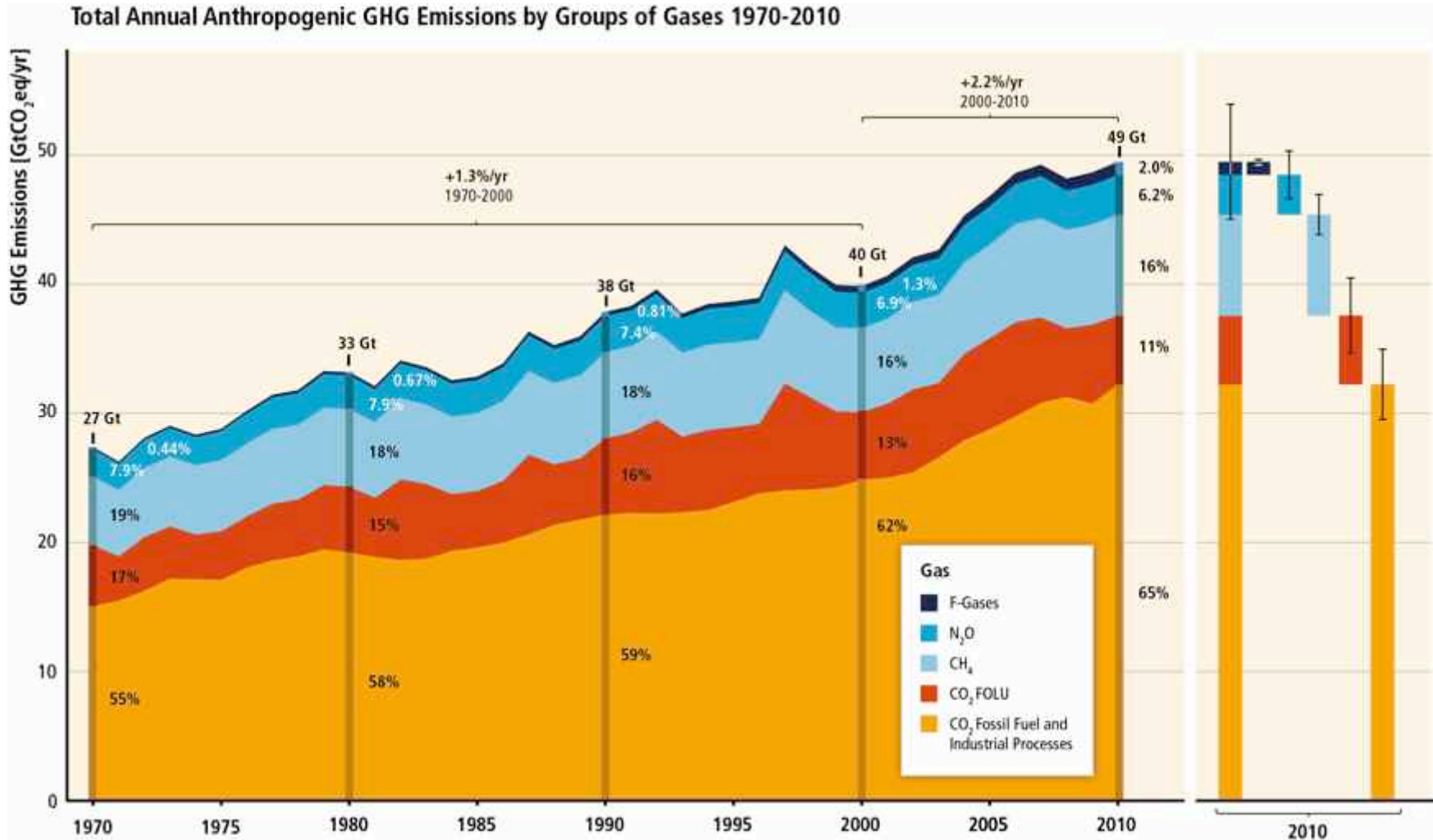
AR5 WGI SPM

Stabilization of atmospheric concentrations requires moving away from the baseline – regardless of the mitigation goal.



Based on Figure 6.7

La croissance des émissions de GES s'accélère malgré les efforts. L'essentiel vient du CO₂ 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 CO₂-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 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.**

Mitigation Measures



More efficient use of energy



Greater use of low-carbon and no-carbon energy

- Many of these technologies exist today



Improved carbon sinks

- Reduced deforestation and improved forest management and planting of new forests
- Bio-energy with carbon capture and storage

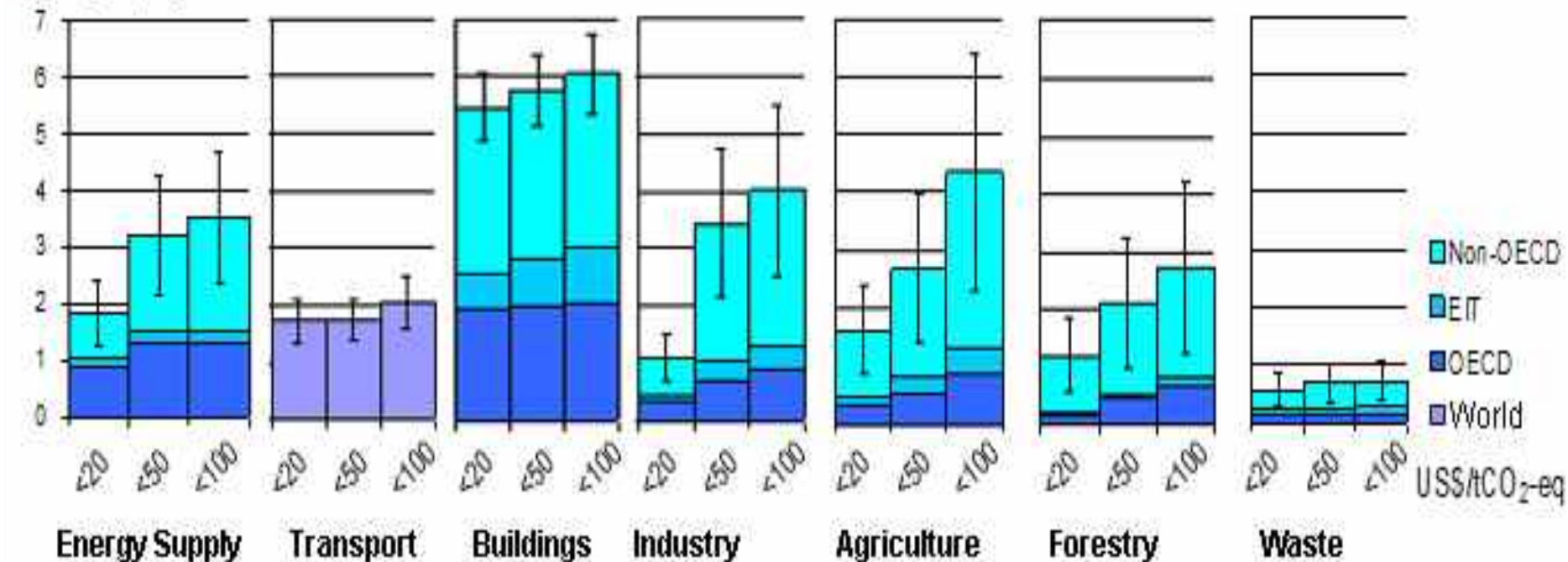


Lifestyle and behavioural changes

AR5 WGIII SPM

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

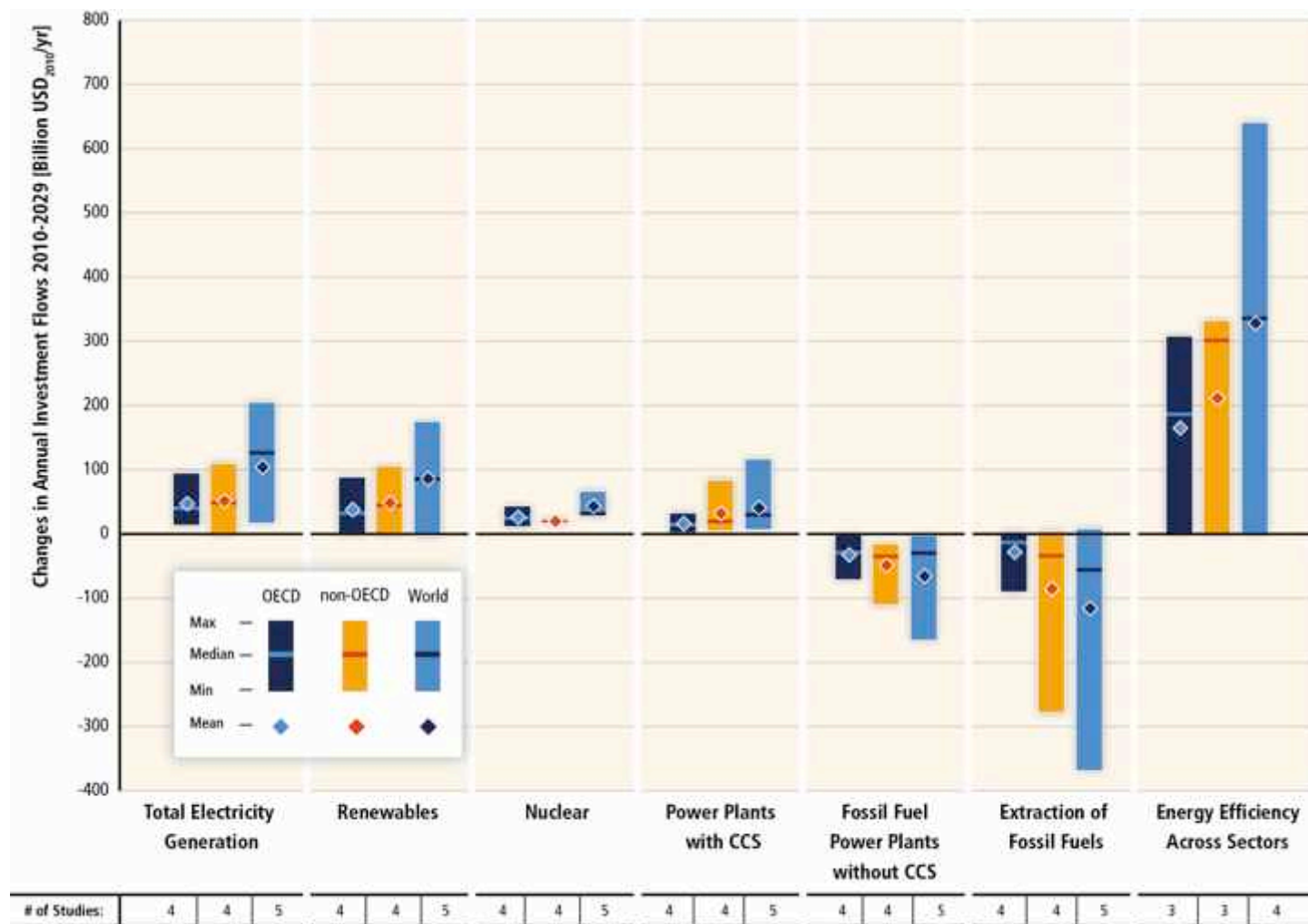
GtCO₂-eq / year (émissions évitées)



IPCC AR4 (2007)

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

Substantial reductions in emissions would require large changes in investment patterns.



- **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**

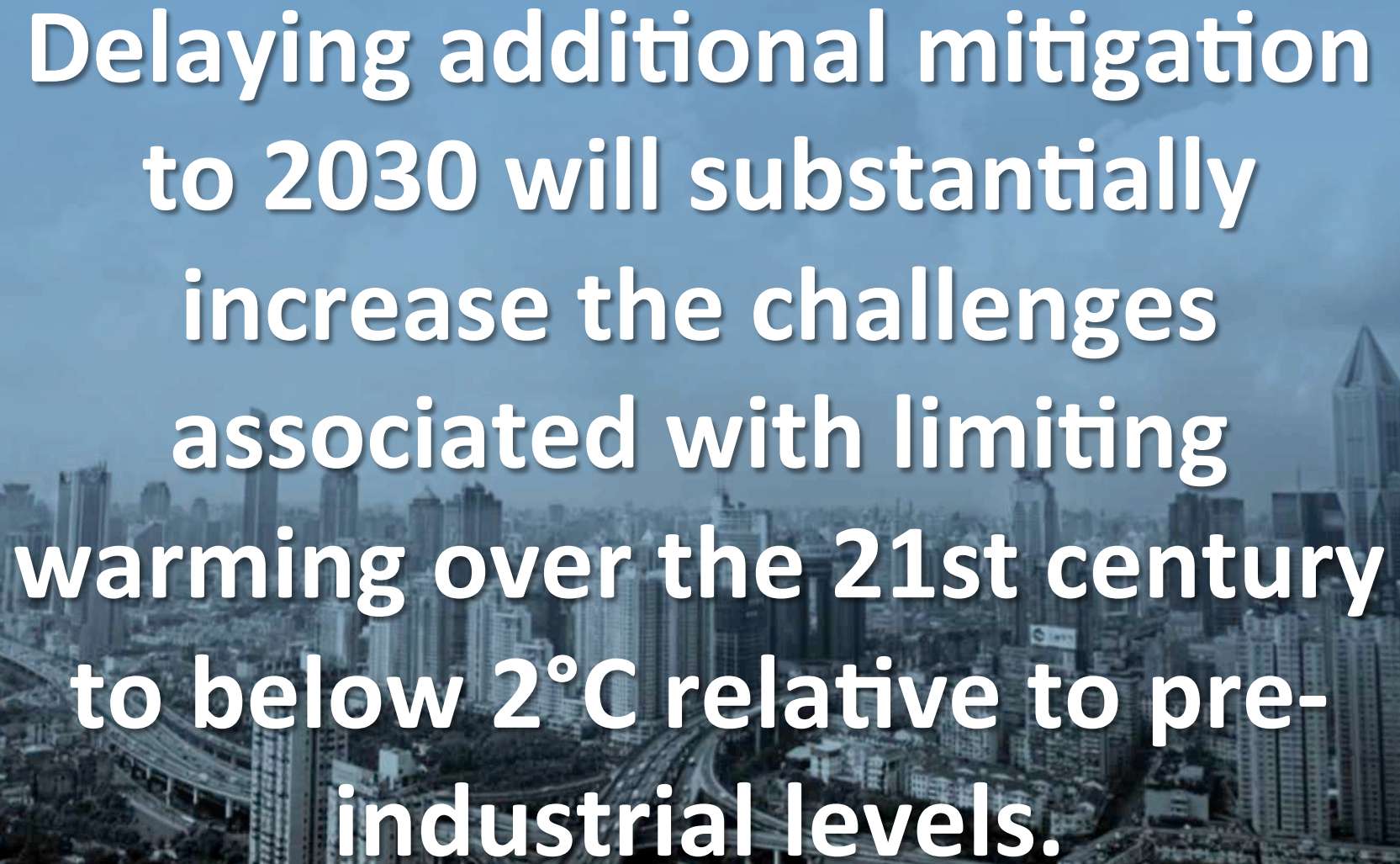
(chiffres moyens arrondis, IPCC AR5 WGIII Fig SPM 9)

- **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

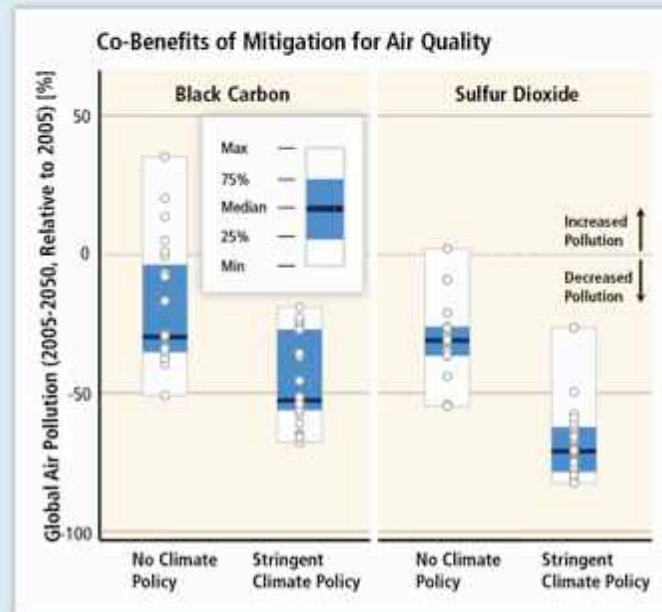
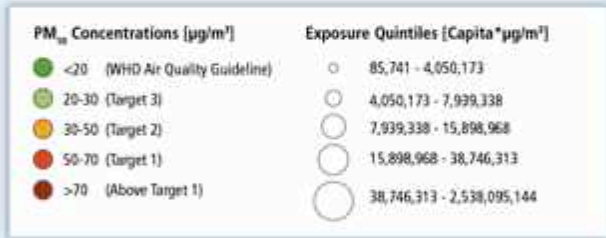
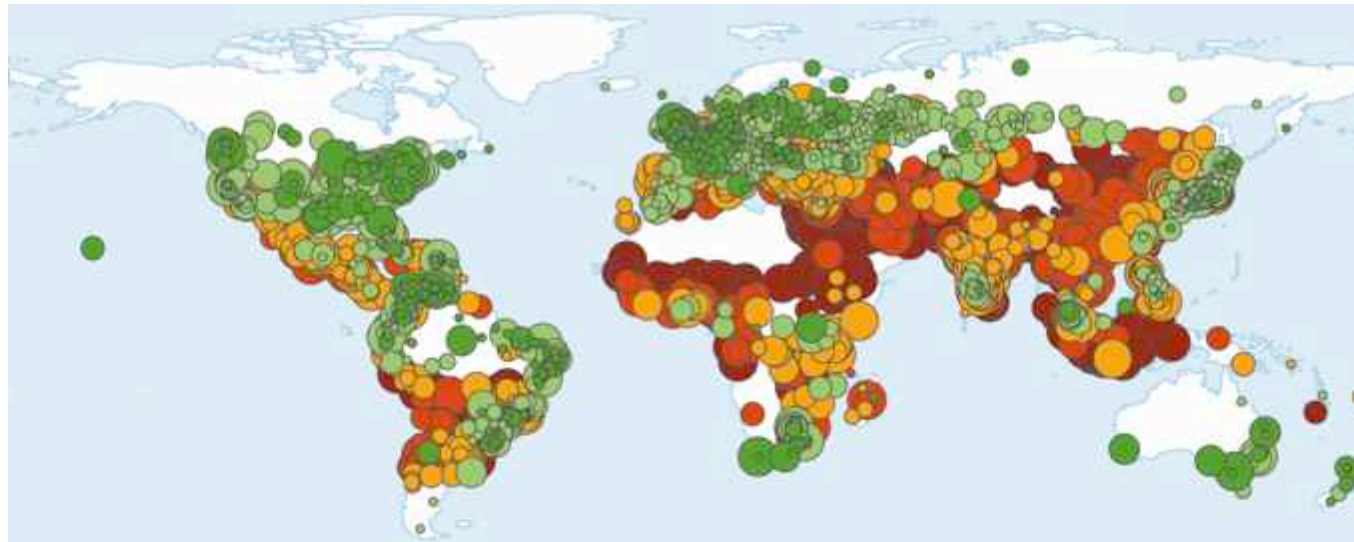
- Economic growth reduced by ~ 0.06% (BAU growth 1.6 - 3%/year)
- This translates into delayed and not forgone growth
- Estimated cost does not account for the benefits of reduced climate change
- Unmitigated climate change would create increasing risks to economic growth and efforts to eradicate poverty

AR5 WGI SPM, AR5 WGII SPM

An aerial photograph of a city skyline, likely Hong Kong, featuring a complex highway interchange in the foreground and numerous high-rise buildings in the background. 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)



Mitigation can result in large co-benefits for human health and other societal goals.

RCP2.6

RCP8.5

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

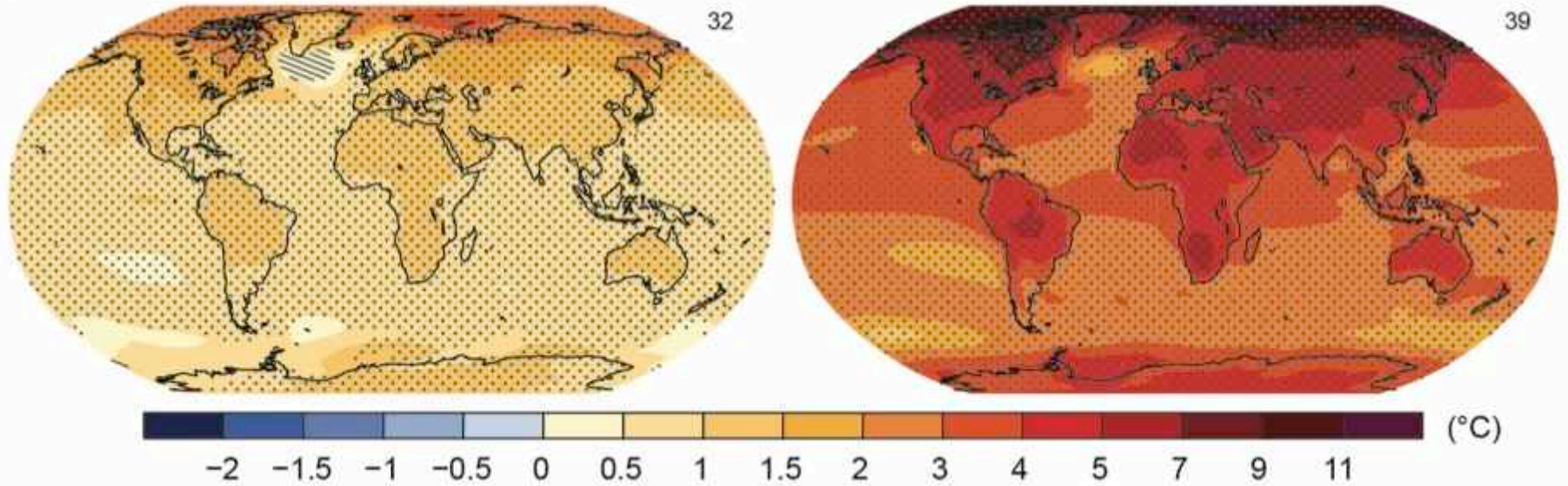


Fig. SPM.8

L'Humanité a le choix

Pour en savoir plus :

- www.ipcc.ch : GIEC ou IPCC
- www.climate.be/vanyp : beaucoup de mes dias et mon programme de candidat à la Présidence du GIEC
- 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)