

Changements climatiques : Après nous, le déluge ?



Pr Jean-Pascal van Ypersele

UCL-TECLIM

**(Université catholique de Louvain,
Centre de recherches sur la Terre et le
climat Georges Lemaître)**

Toile: www.climate.be

Courriel: vanyp@climate.be

Twitter: [JPvanYpersele](https://twitter.com/JPvanYpersele)

Collège St Hubert, Bruxelles, 15-1-2014

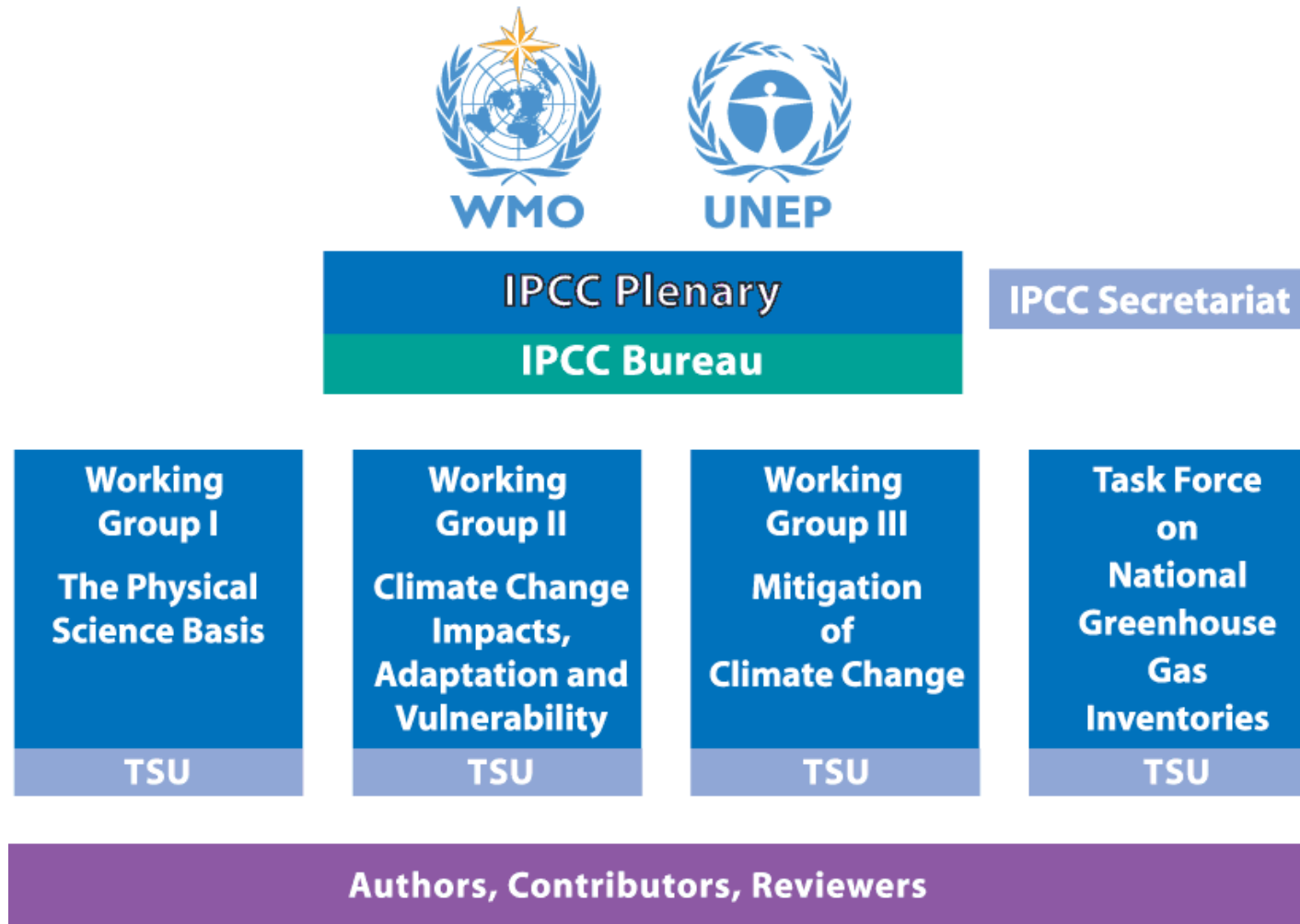
GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l' Evolution du Climat (=IPCC en anglais)

- | créé par l' OMM et le PNUE en 1988**
- | plus de 2500 chercheurs y participent (auteurs + relecteurs critiques)**
- | 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).**
- | publie des rapports (1990, 1996, 2001, 2007, 2013-2014 en cours) (Cambridge University Press) qui font autorité. (Prix Nobel de la Paix 2007!)**
- | Web: www.ipcc.ch**

Why the IPCC ?



Structure of the Intergovernmental Panel on Climate Change



Cycle d'écriture des rapports du GIEC (4 années, 2500 scientifiques)

- Une réunion plénière décide de la table des matières des rapports
- Le Bureau choisit les auteurs parmi les meilleurs chercheurs mondiaux, sur la base de leur CV
- Les auteurs évaluent toute la littérature scientifique pertinente
- Projet de texte
- *Projet de texte n°1* – Revue par les experts – *Projet de texte n°2* et *Projet de Résumé pour les décideurs (SPM) n°1* – Revue conjointe experts/gouvernements – *Version du texte n°3* et *Projet de Résumé pour les décideurs n°2* – Revue du Résumé par les gouvernements – Approbation ligne par ligne du résumé par une réunion plénière (interaction auteurs – gouvernements), acceptation du texte dans son ensemble
- *Les auteurs ont le dernier mot sur le contenu scientifique*

Completed IPCC Reports

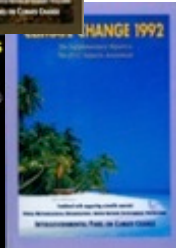
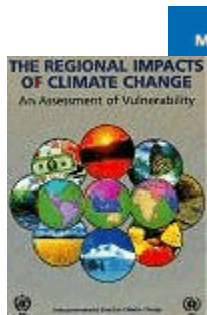
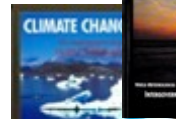
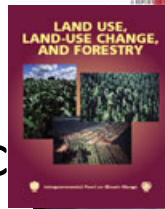
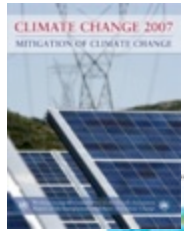
4 Assessment Reports (1990, 1995, 2001, 2007)

1992 Supplementary Report and 1994 Special Report

8 Special Reports (1997, 1999, 2000, 2005, 2011)

Guidelines for National GHG Inventories, Good Practice Guidance
(1995-2006)

6 Technical Papers (1996-2008)

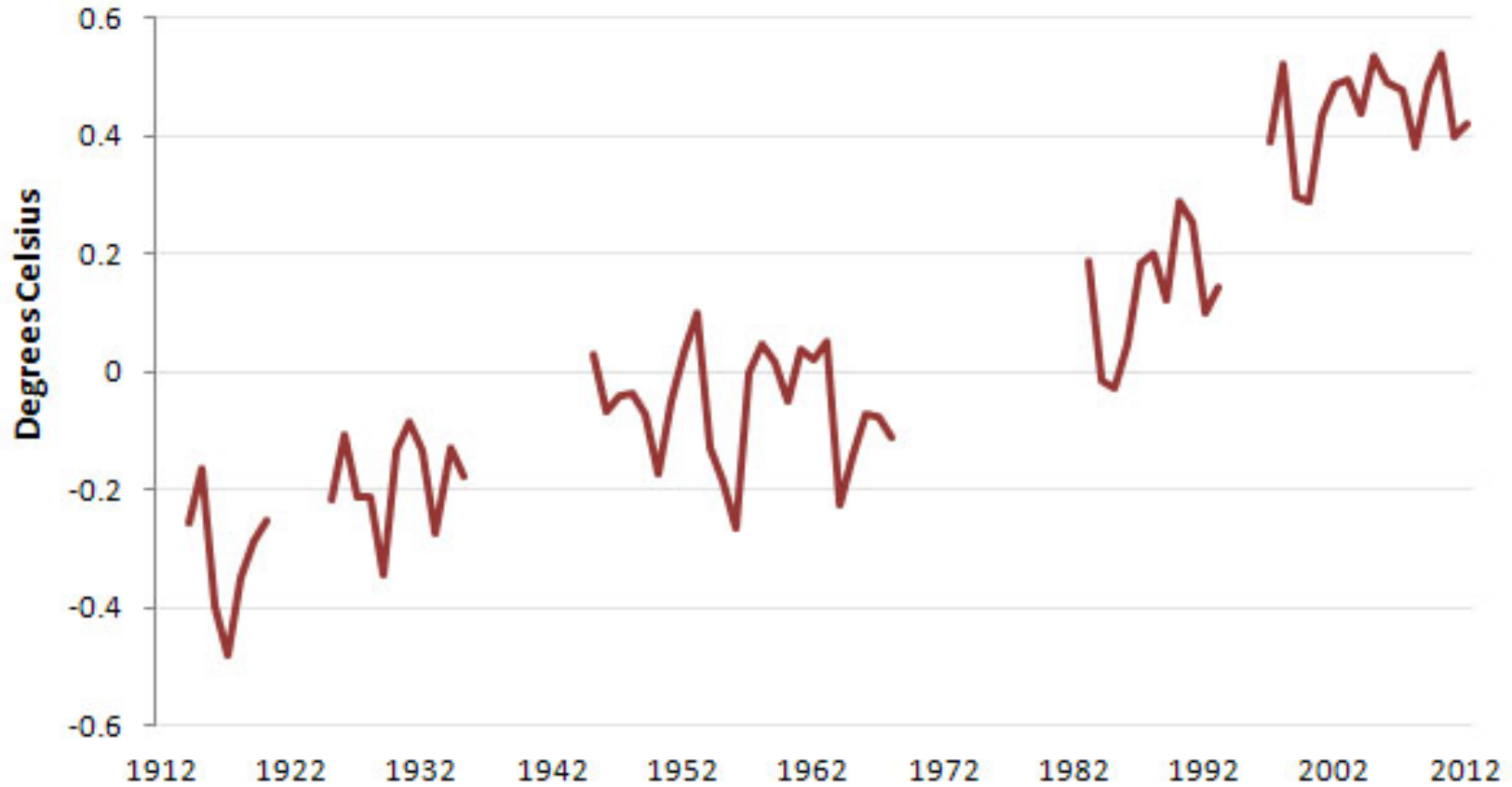


Temperature Change From 1961-1990 Average



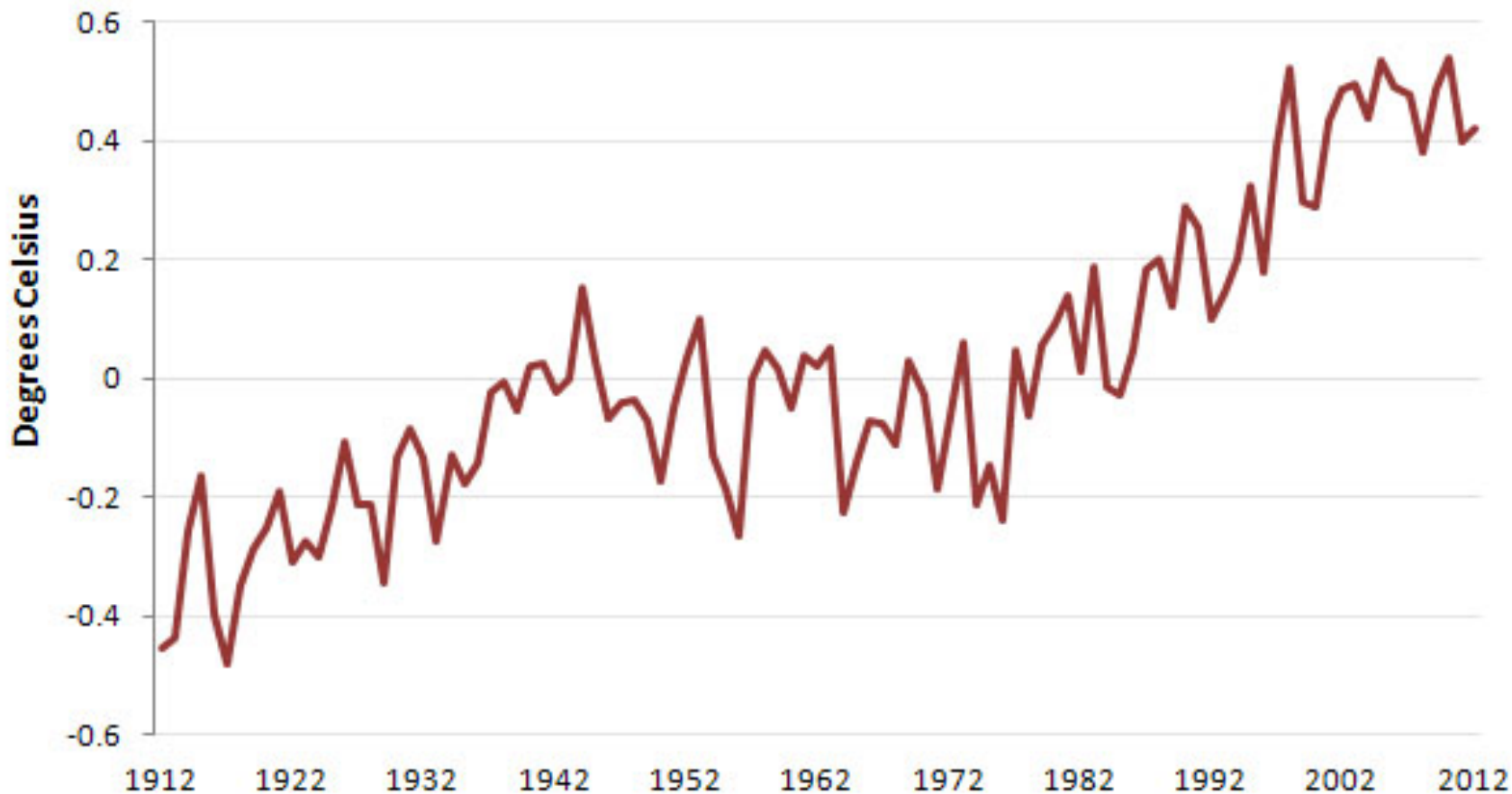
Lying With Statistics, Global Warming Edition

Temperature Plateaus — 1912-2012

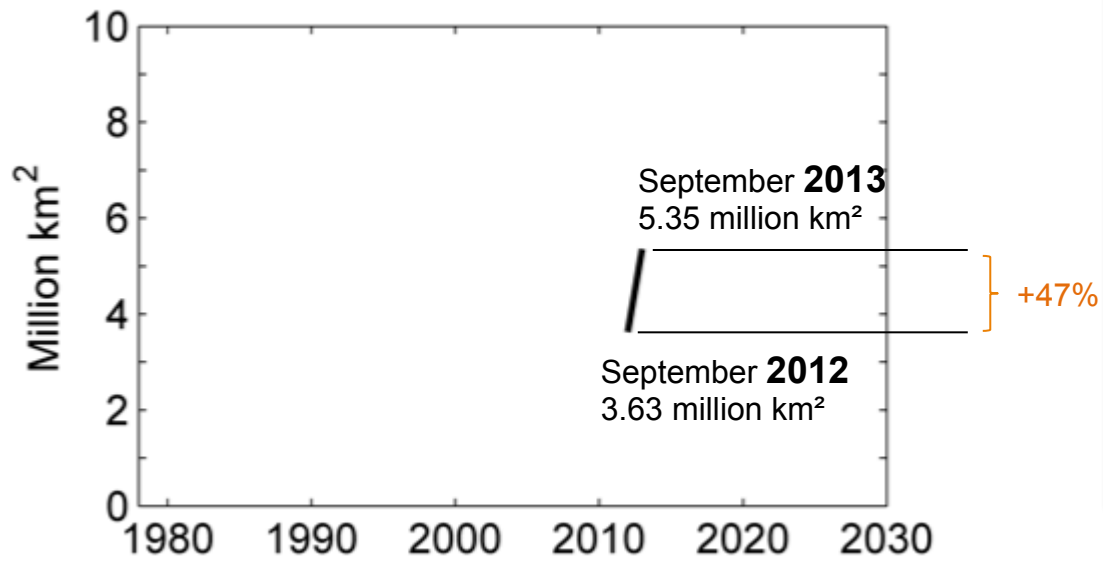


Lying With Statistics, Global Warming Edition

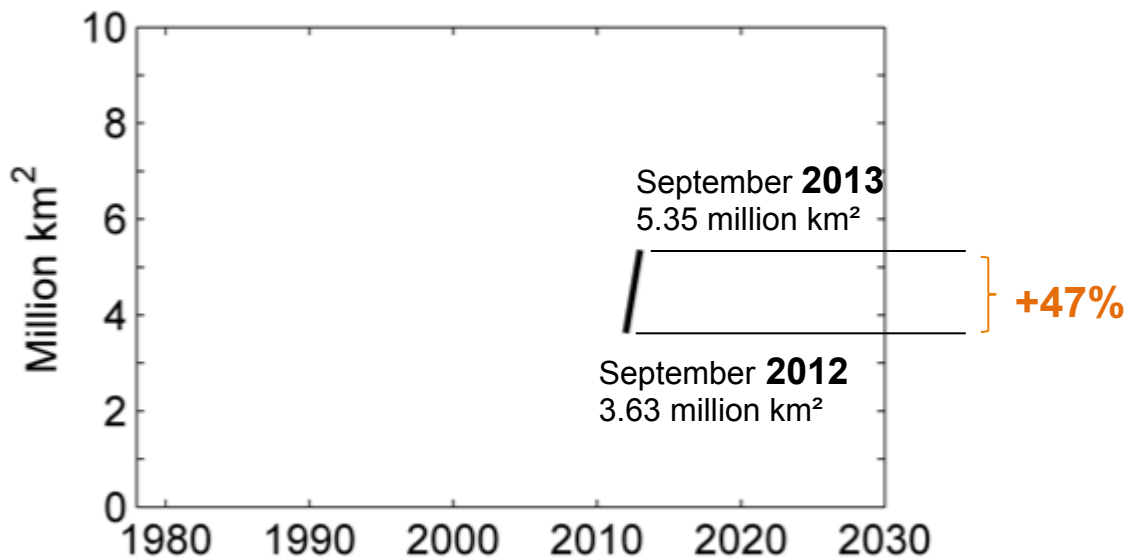
Temperature Change From 1961-1990 Average



Observed Arctic September sea ice extent



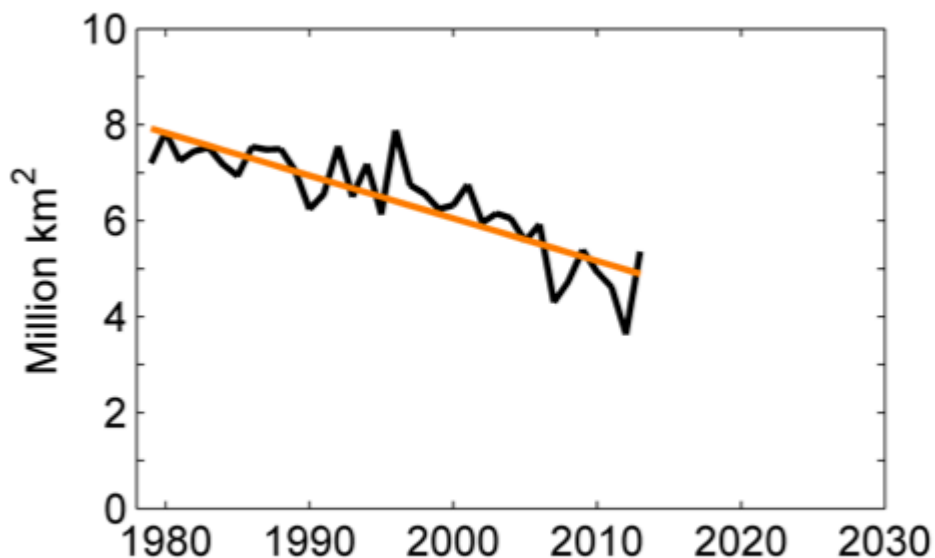
Observed Arctic September sea ice extent



Cherry-picking analysis

-« Arctic sea ice cover is rebounding »

-« Climate is cooling »



Scientific approach: the full view

-Variability of September sea ice extent at the interannual time scale is important

-Significant **negative trend** over record period (1979-2013): -0.89 million km²/decade

-September 2013 sea ice extent is 6th lowest on record and 16.5% below 1979-2013 average

Principaux messages du SPM

19 messages-clés

En moins de 2 pages

Résumé pour les décideurs
~14.000 Mots

14 Chapitres
Atlas des Projections Régionales

54.677 Commentaires
de 1089 Experts

2010: 209 Auteurs sélectionnés

2009: les grandes
lignes du WGI approuvées

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

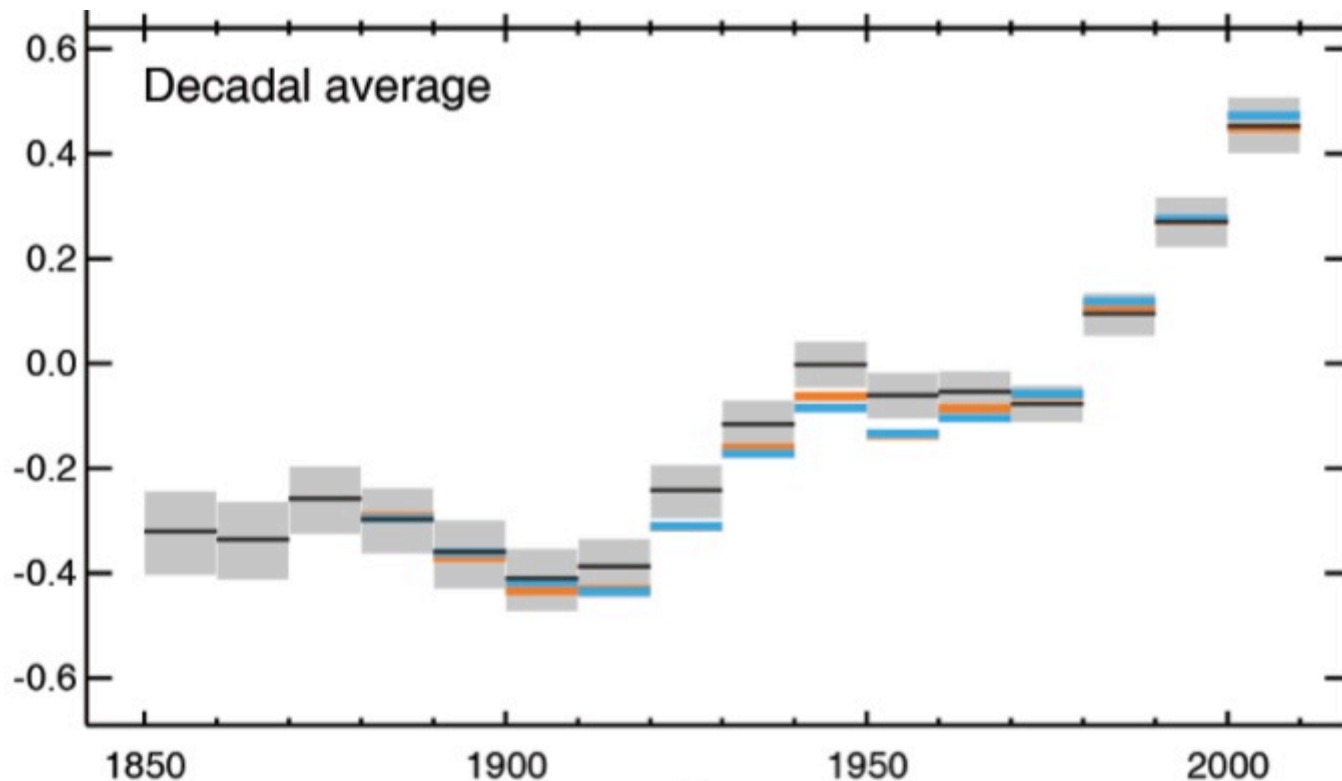
CLIMATE CHANGE 2013

The Physical Science Basis

WG I

WORKING GROUP I CONTRIBUTION TO THE
FIFTH ASSESSMENT REPORT OF THE
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE





(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).

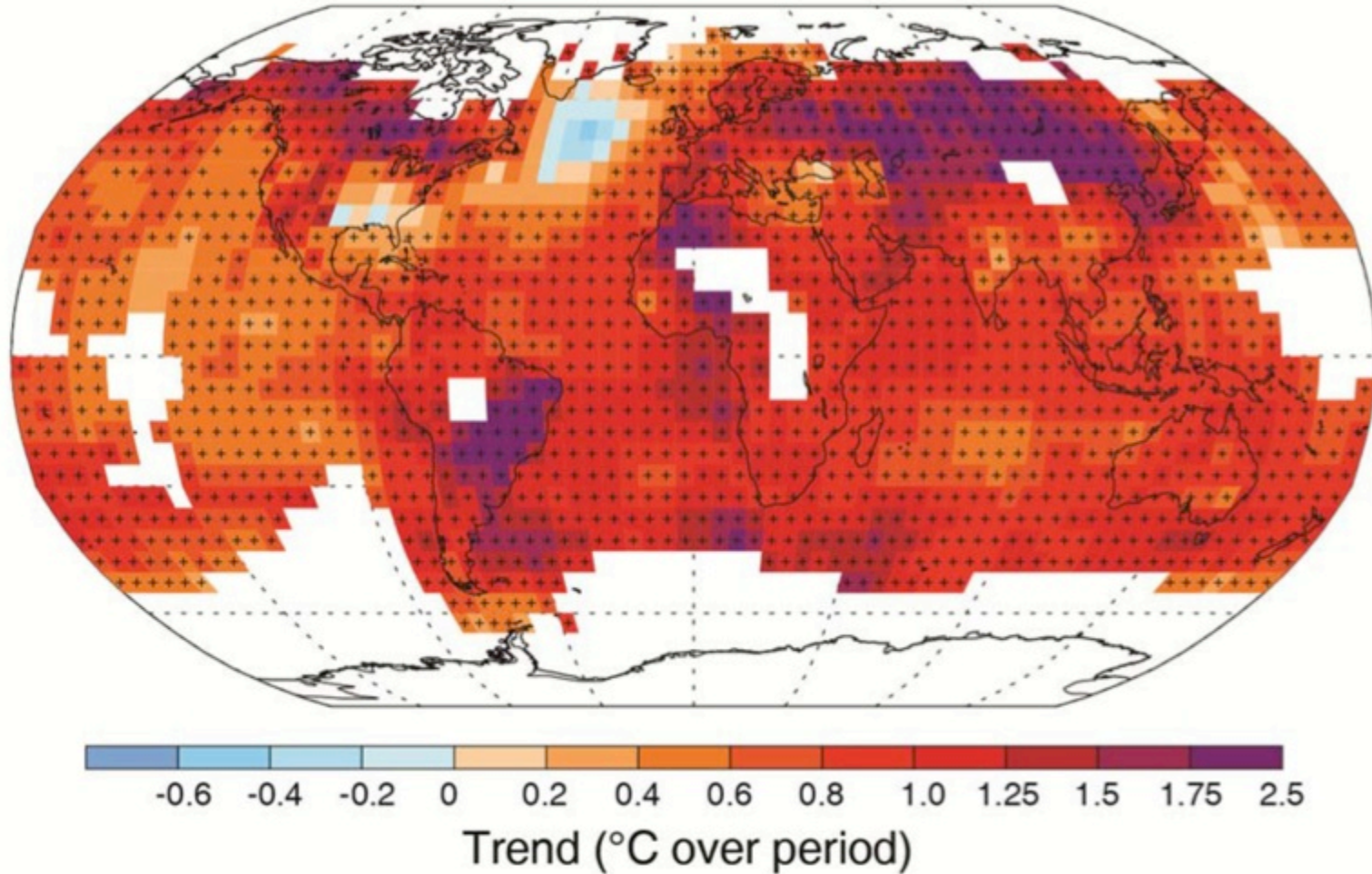
Que dit le GIEC sur le « ralentissement du réchauffement »

- En raison de la variabilité naturelle, les tendances calculées sur des séries courtes sont **très sensibles à la date de début et de fin de la période** considérée, et ne reflètent généralement pas les tendances climatiques
- Le taux de réchauffement calculé sur la période **1998-2012 est de $+0.05^{\circ}\text{C}/\text{décennie}$** (début lors d'un fort événement El Niño), alors que celui calculé sur la période **1996-2010 est de $+0.14^{\circ}\text{C}$** ; la tendance calculée sur **1951-2012 étant de $0.12^{\circ}\text{C}/\text{décennie}$**

Que dit le GIEC sur le « ralentissement du réchauffement »

- La réduction observée de la tendance 1998-2012 par rapport à celle de 1951-2012 est **due à parts à peu près égales à :**
 - une **réduction du forçage radiatif** (principalement due à des éruptions volcaniques et à la phase descendante du cycle solaire) (degré de confiance faible)
 - Une contribution de la **variabilité interne**, dont une possible **redistribution de la chaleur au sein de l'océan** (degré de confiance moyen)

Evolution de la température moyenne en surface 1901-2012: +0.89°C



(IPCC 2013, Fig. SPM.1b)

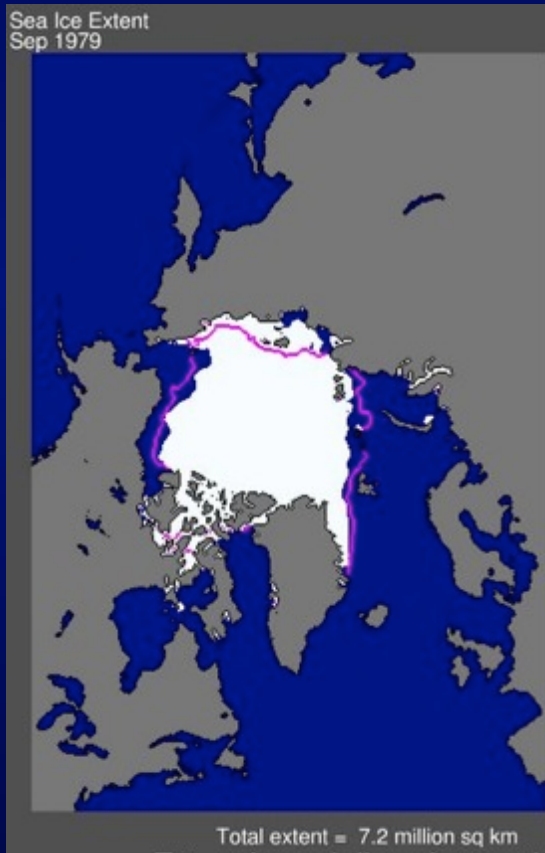
Le réchauffement du système climatique est sans équivoque

Extension of the Arctic ice cap

September 1979

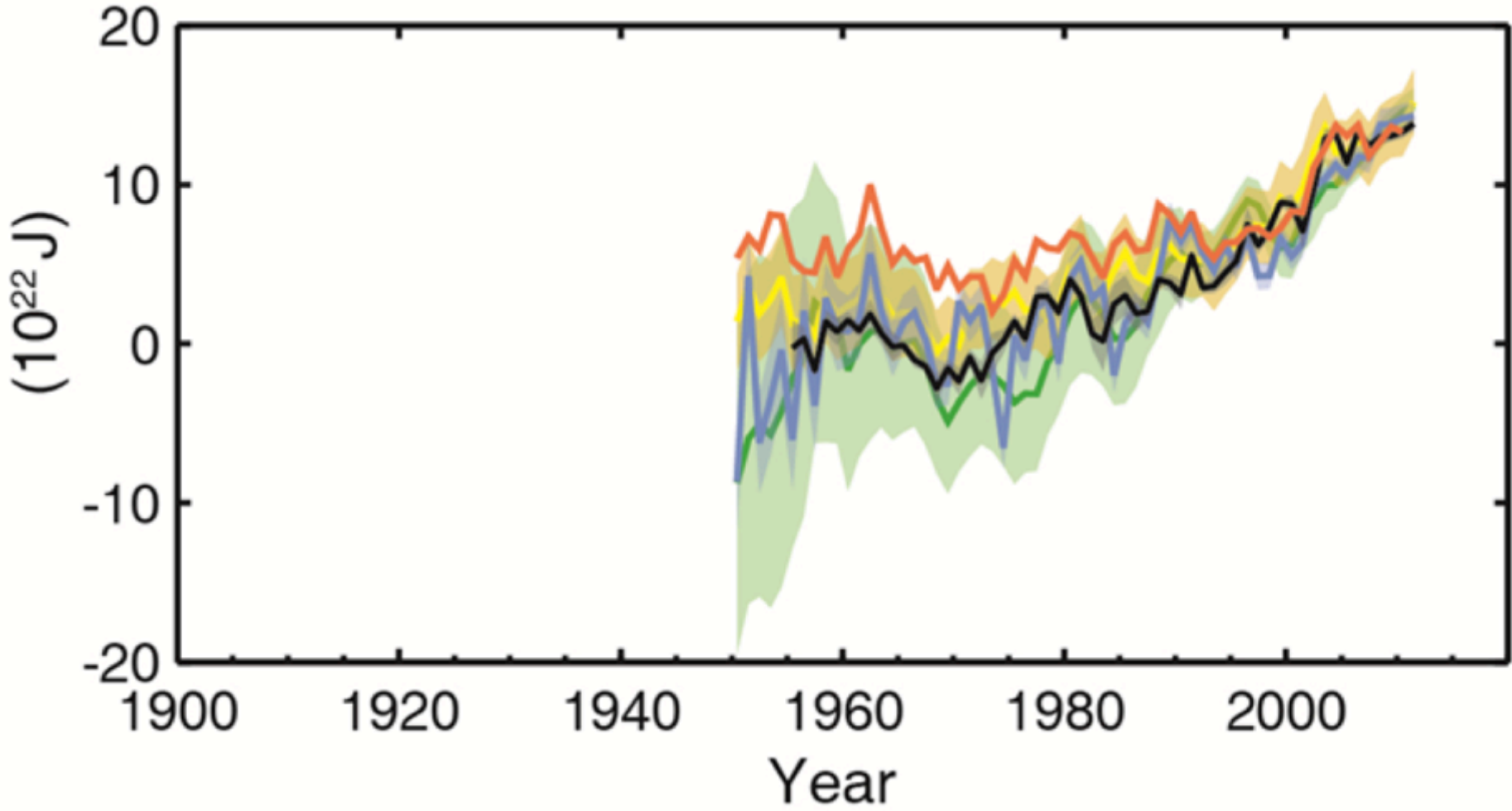
September 2005

September 2007

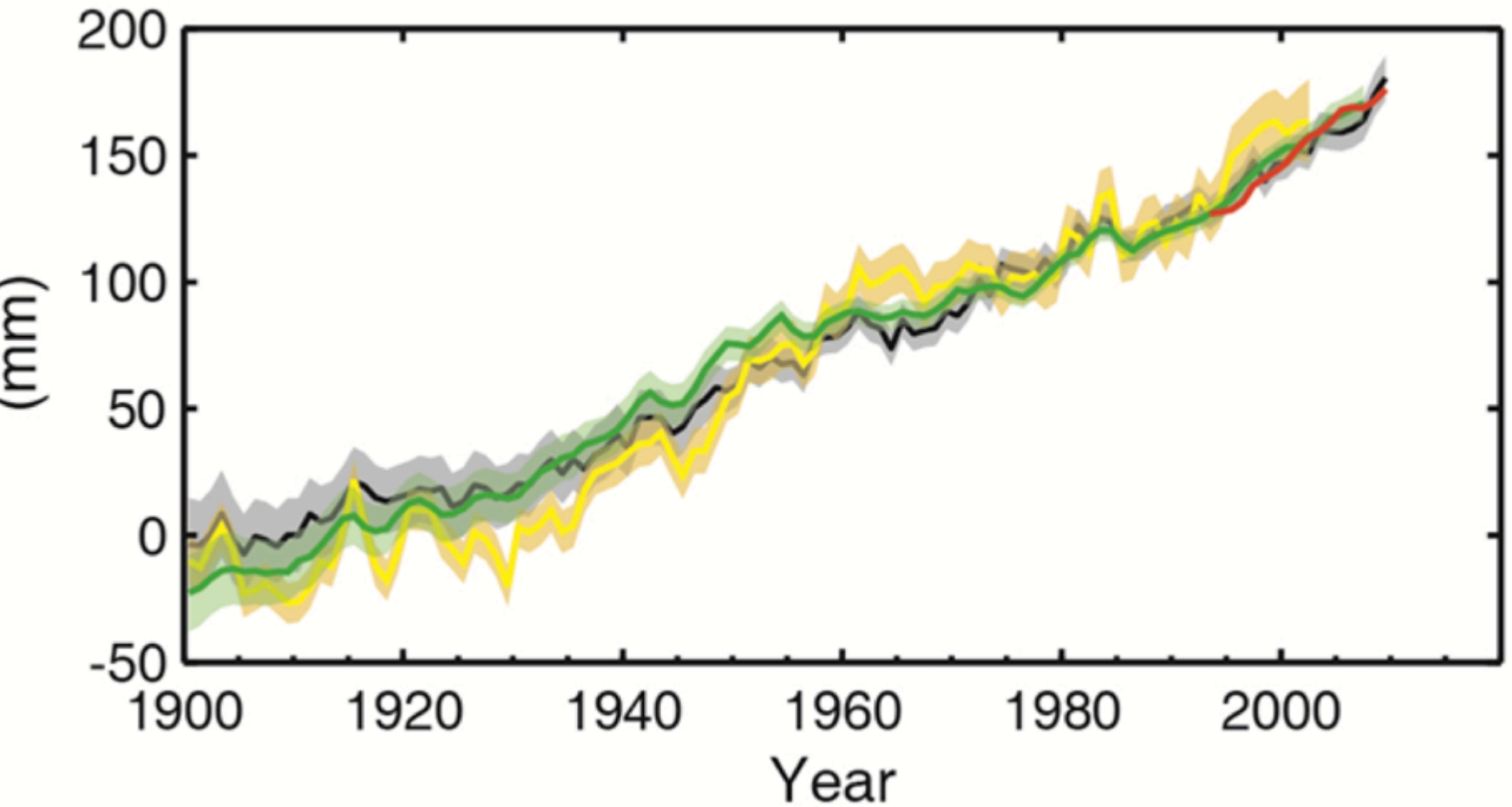


The pink line indicates the average ice cap extension since 1979

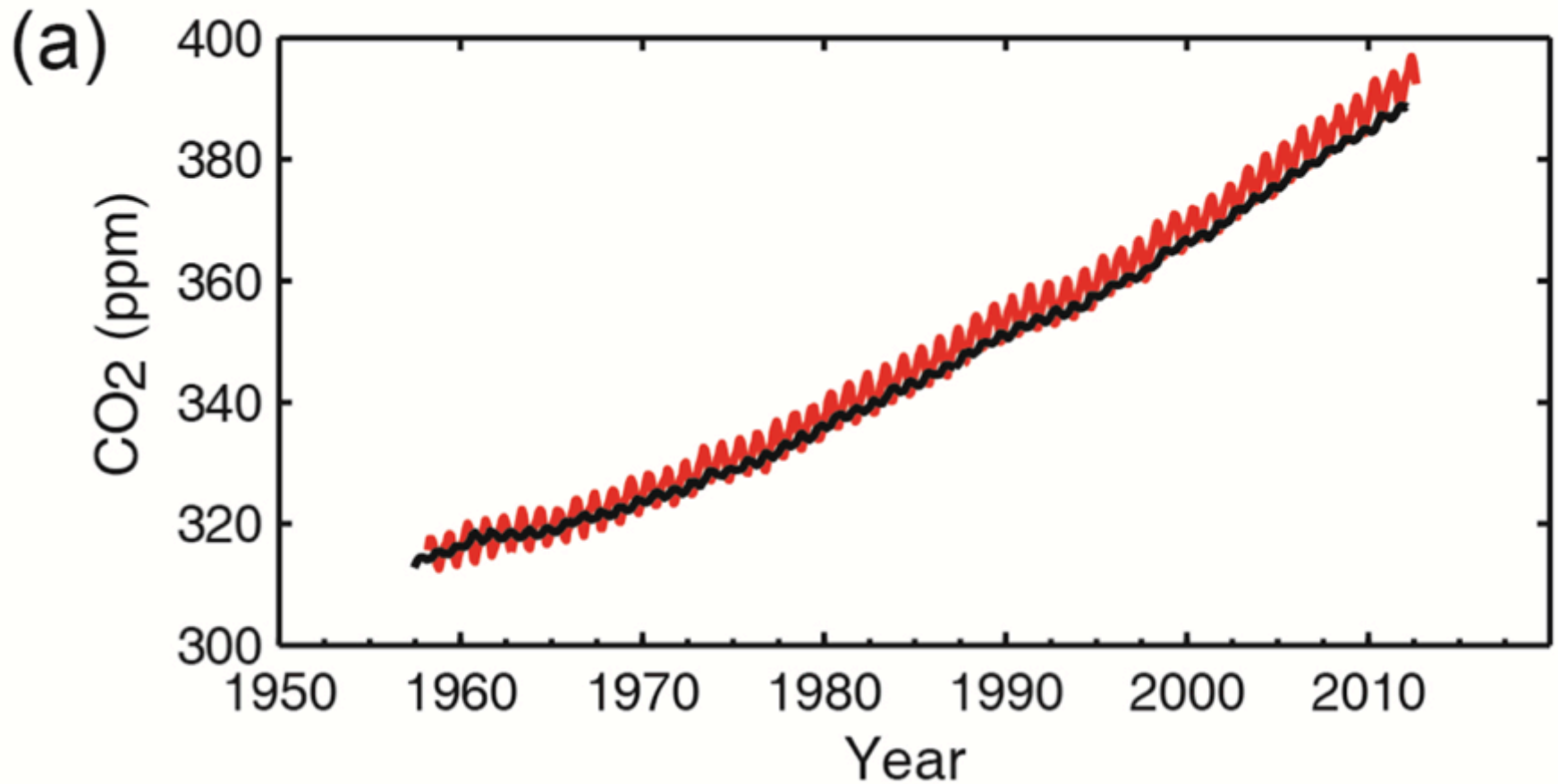
Change in global average upper ocean heat content



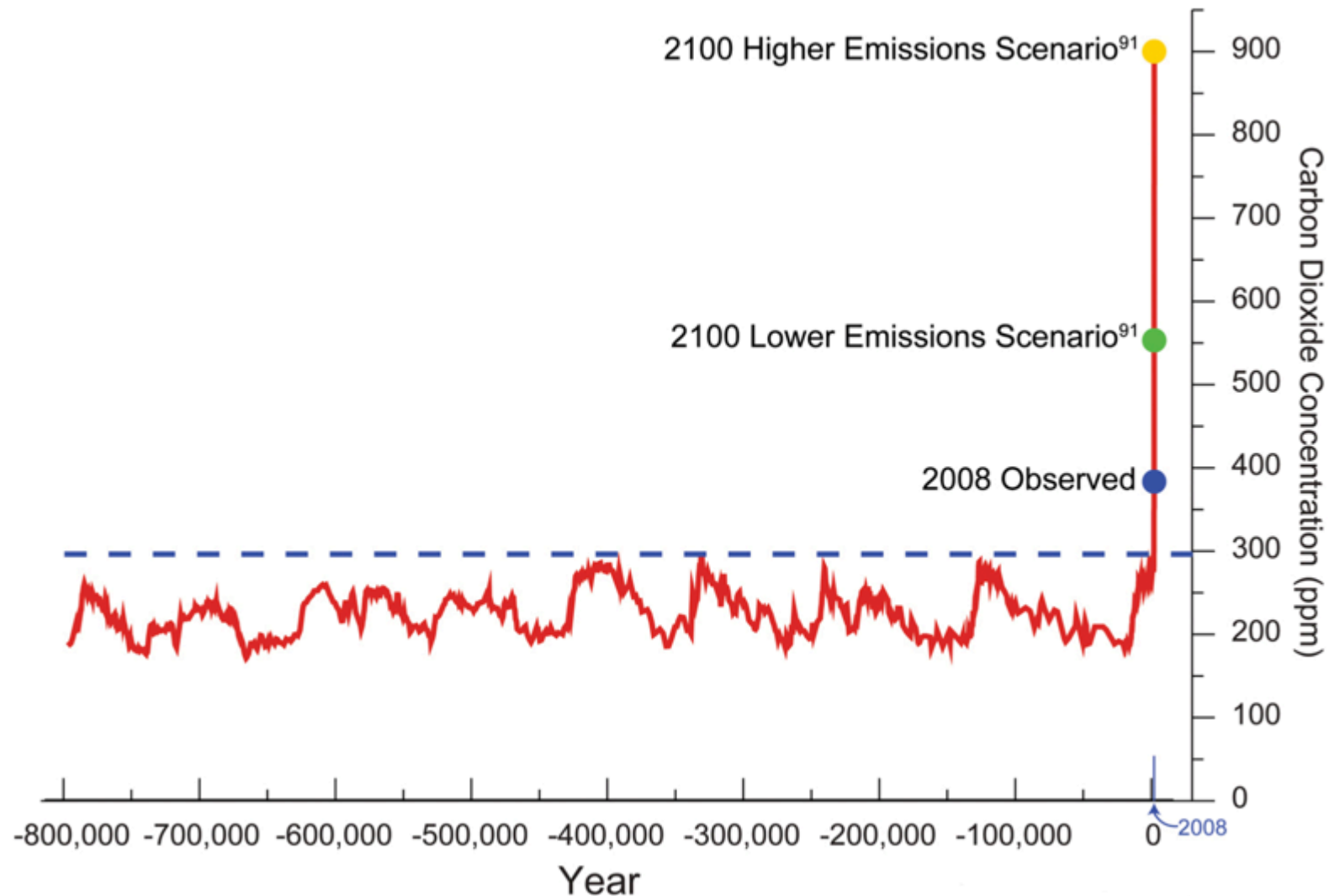
Change in average sea-level change



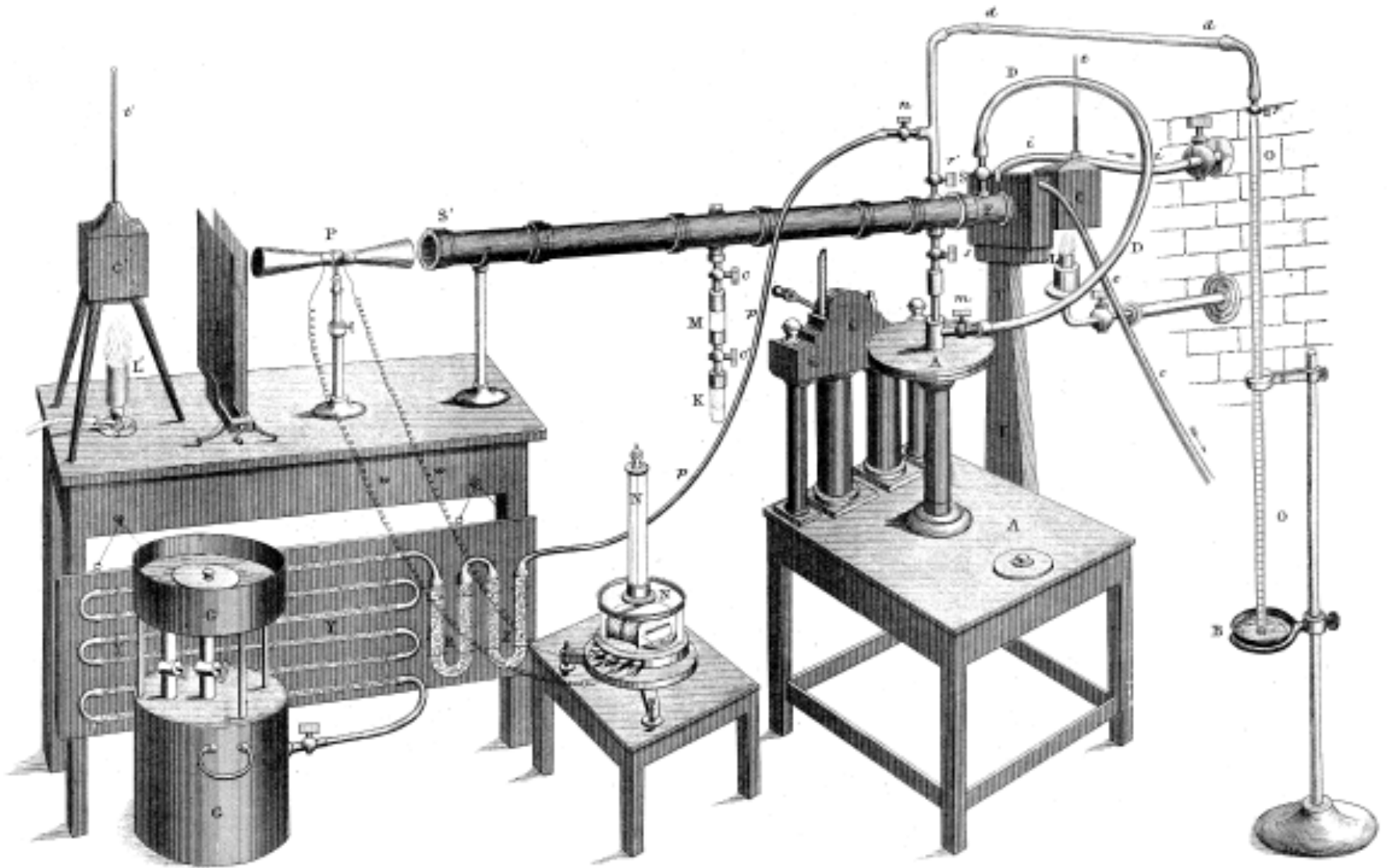
Atmospheric CO₂ concentration



Atmospheric CO₂ over the last 800,000 years

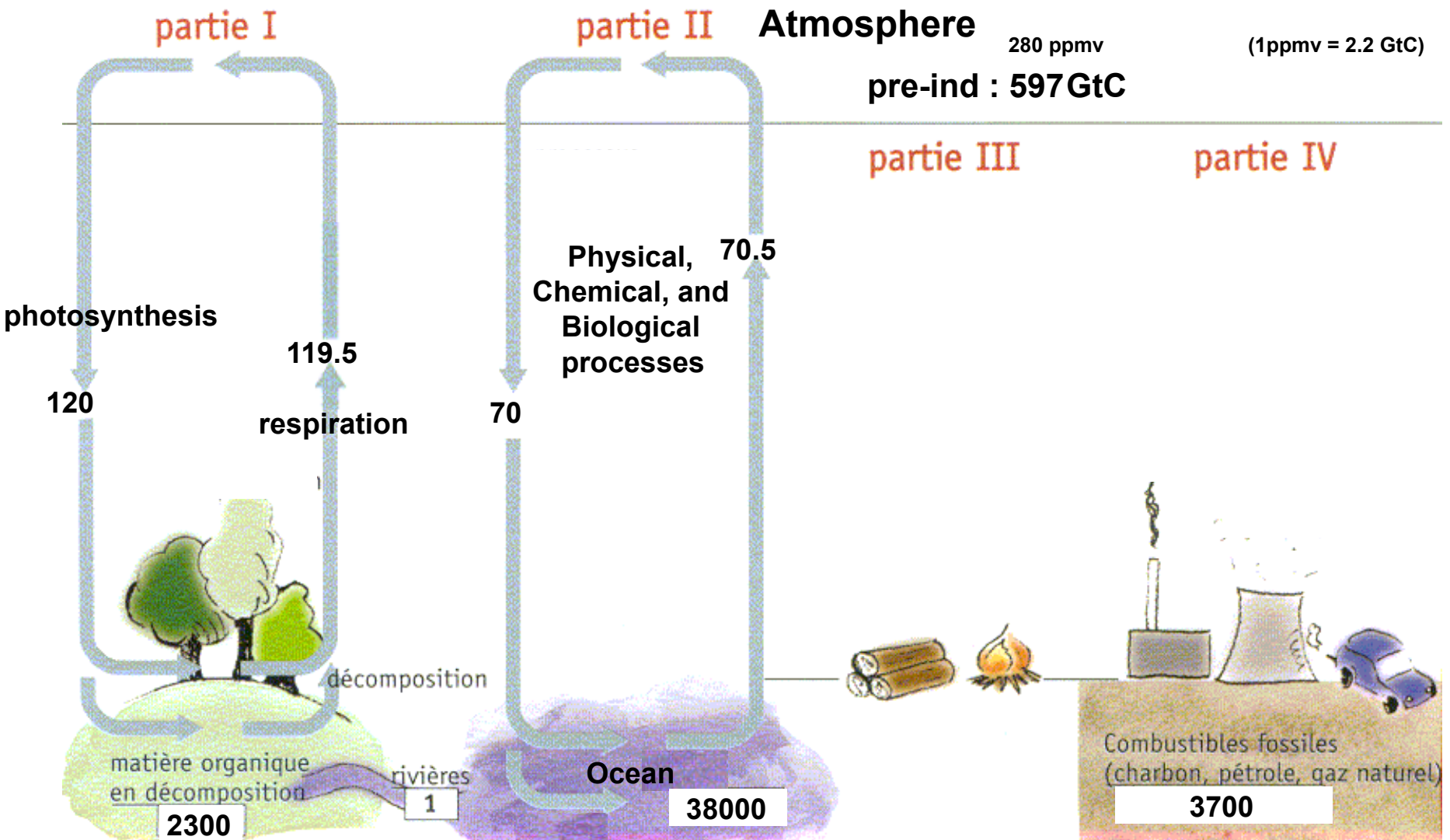


Lüthi *et al.*; Tans; IIASA²



Tyndall (1861) mesure l'absorption du rayonnement par les gaz

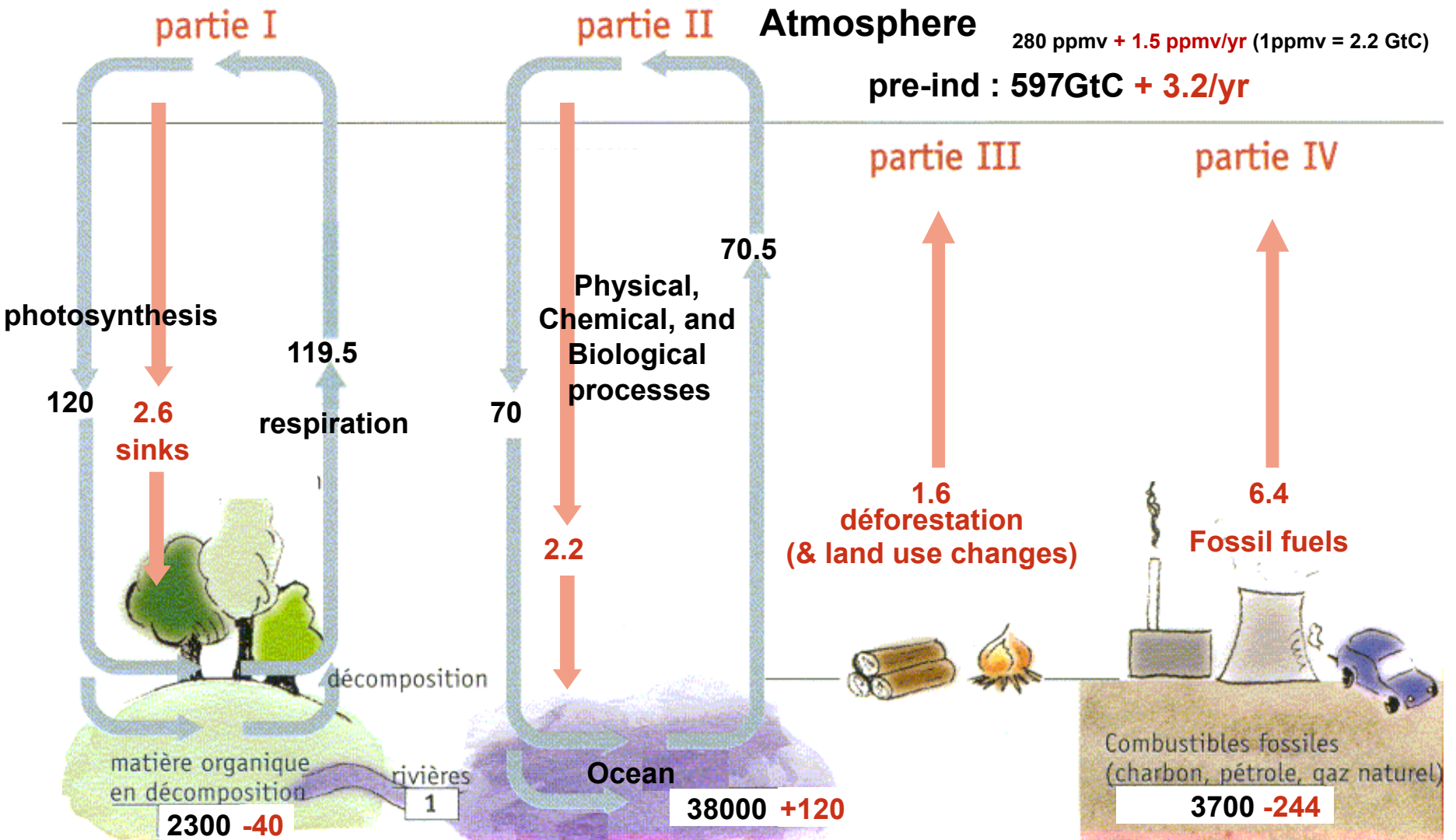
Carbon cycle: unperturbed fluxes



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)



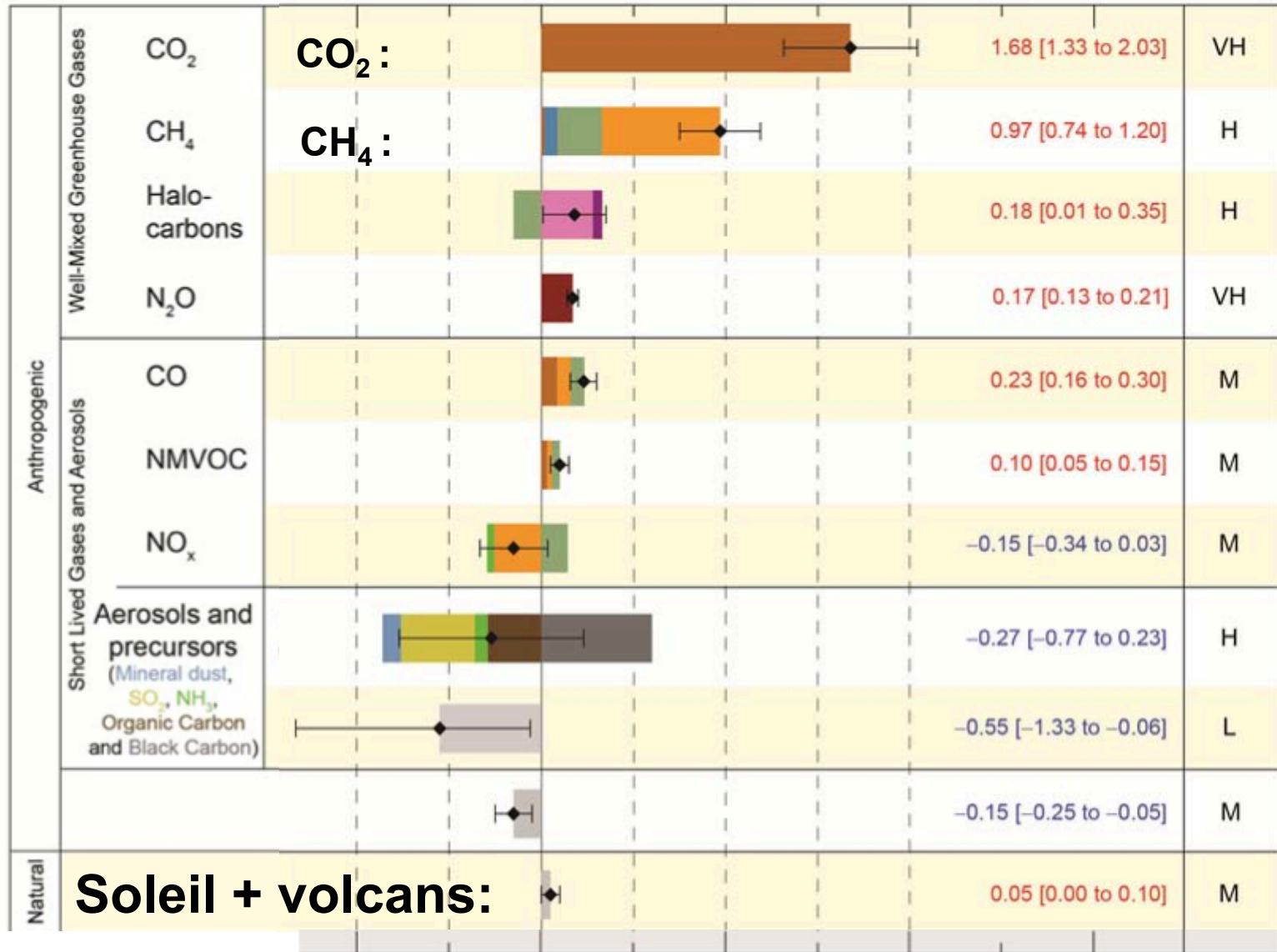
Units: GtC (billions tons of carbon) or GtC/year

Stocks!

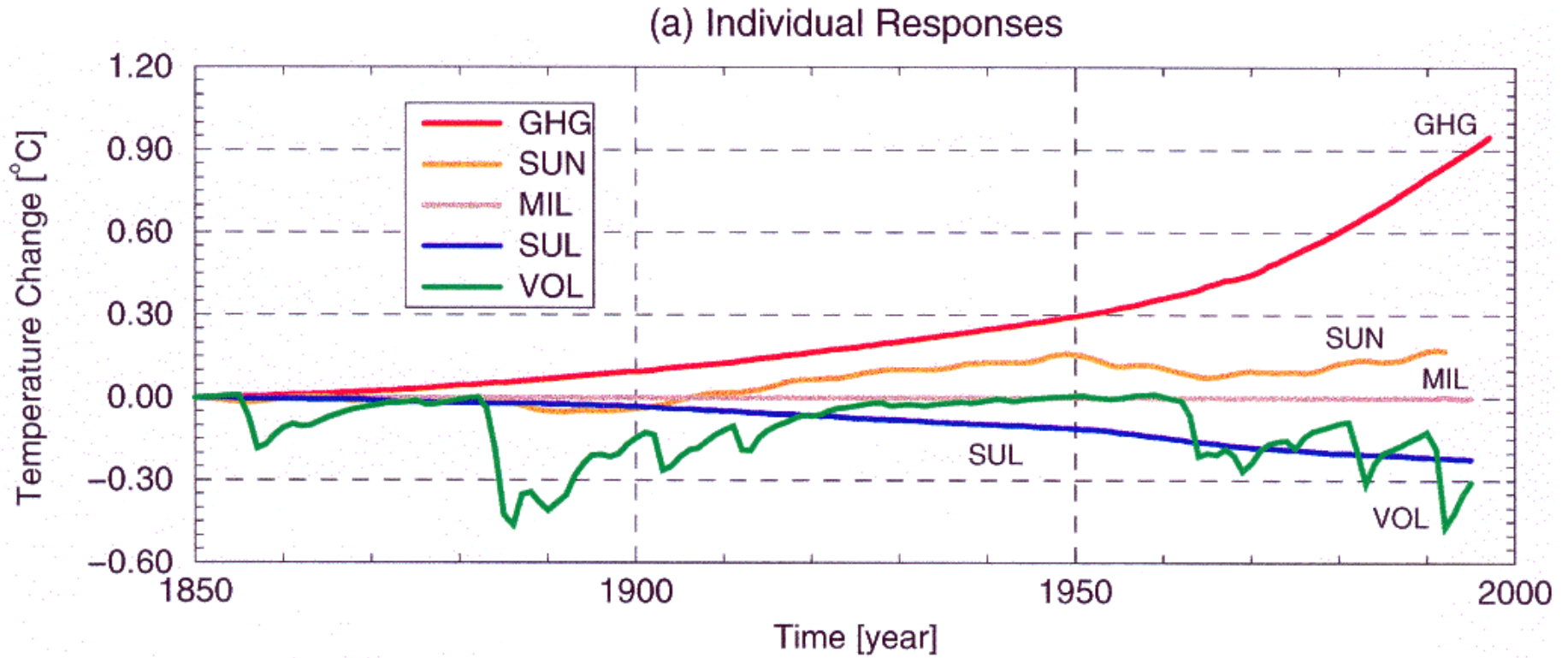
Emitted Compound

Radiative Forcing by Emissions and Drivers

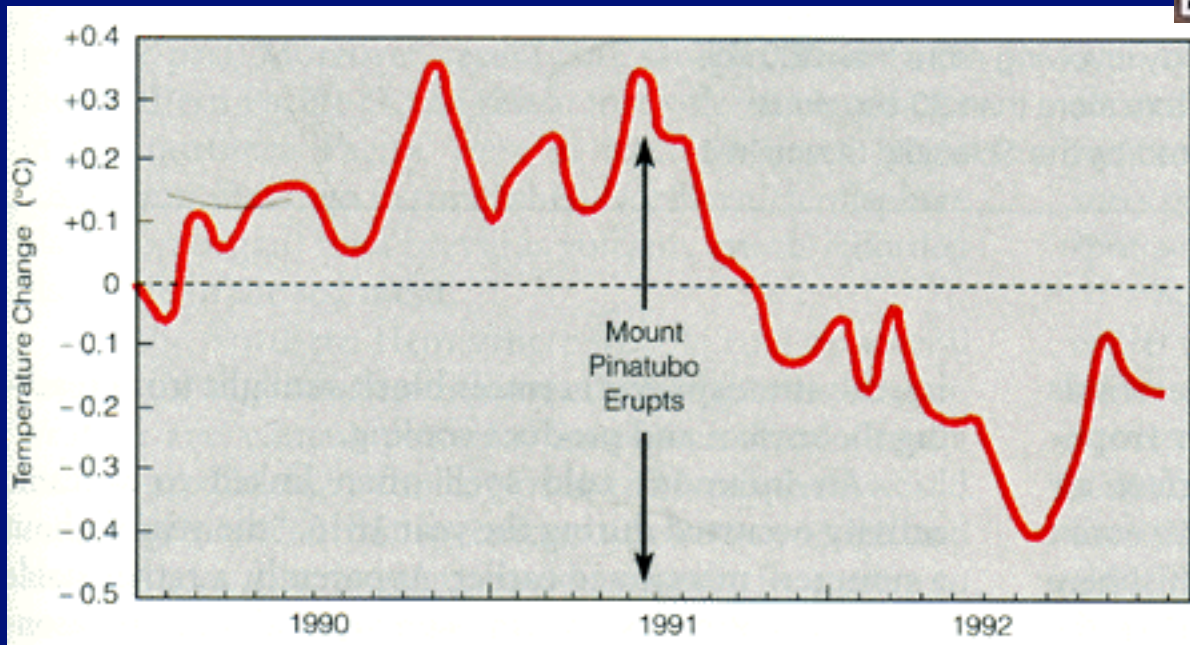
Level of Confidence



Effet des différents facteurs sur le modèle 2D de LLN



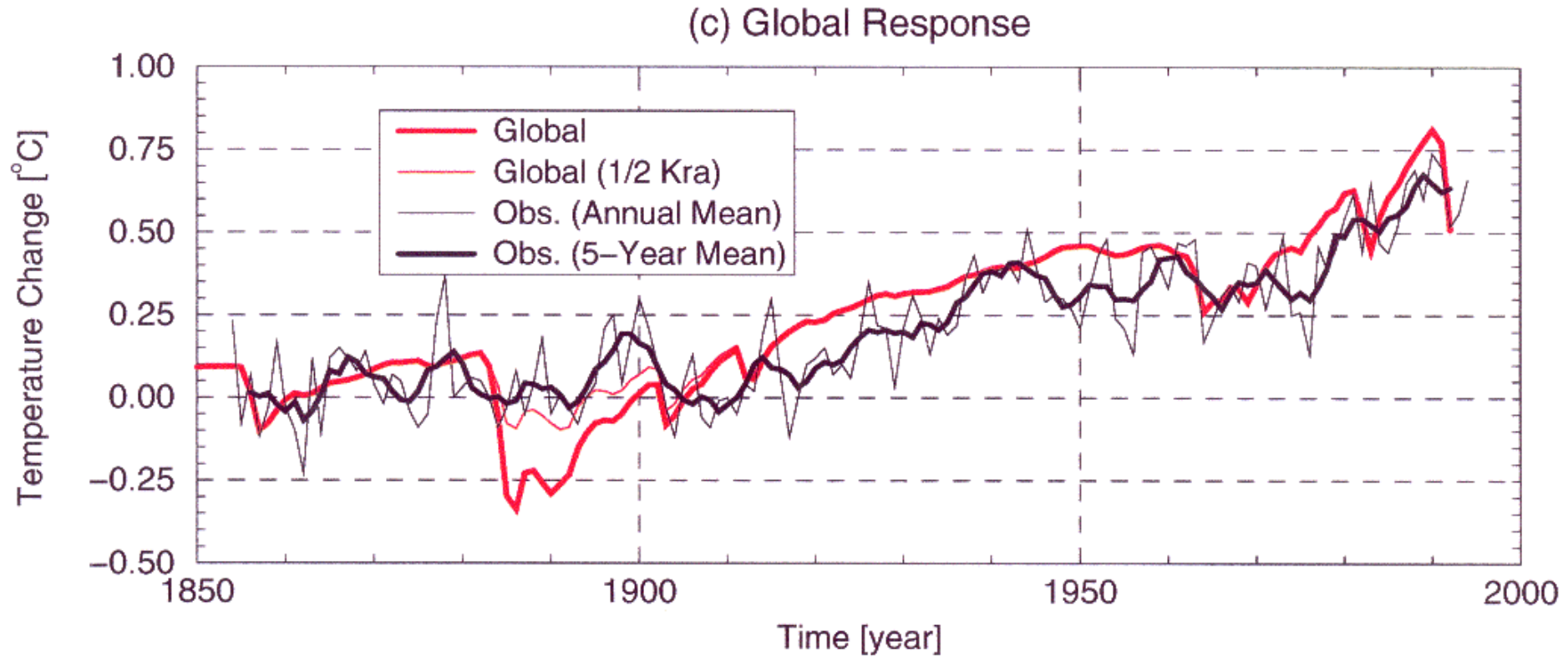
Eruptions volcaniques: Preuves de la réponse rapide du climat à un forçage



Le forçage « volcan » change la température (la vapeur d'eau,...).

Si les volcans peuvent refroidir, alors, les GES doivent réchauffer...

Effet des facteurs combinés sur le modèle 2D de LLN



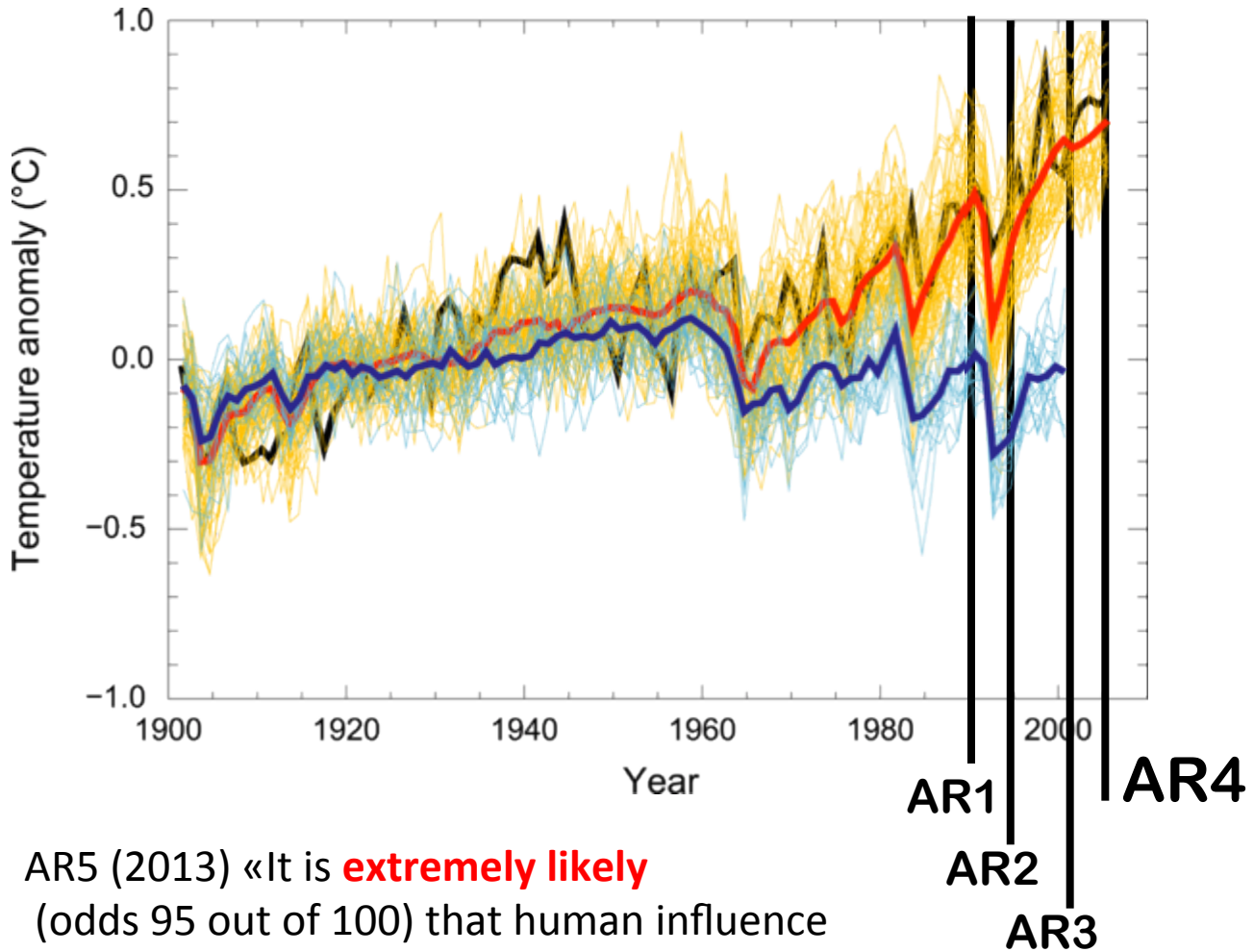
A Progression of Understanding: Greater and Greater Certainty in Attribution

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

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

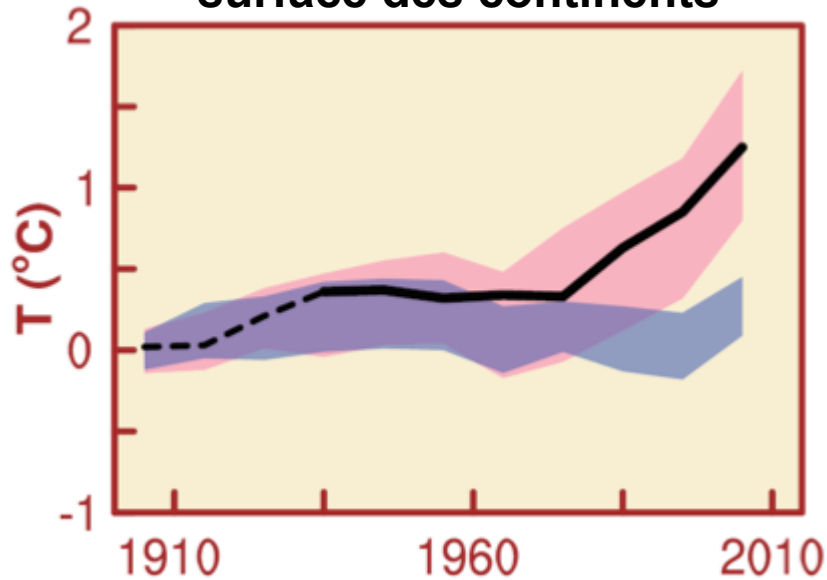
AR3 (2001): “most of
the warming of the
past 50 years is **likely**
(odds 2 out of 3) due
to human activities”

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

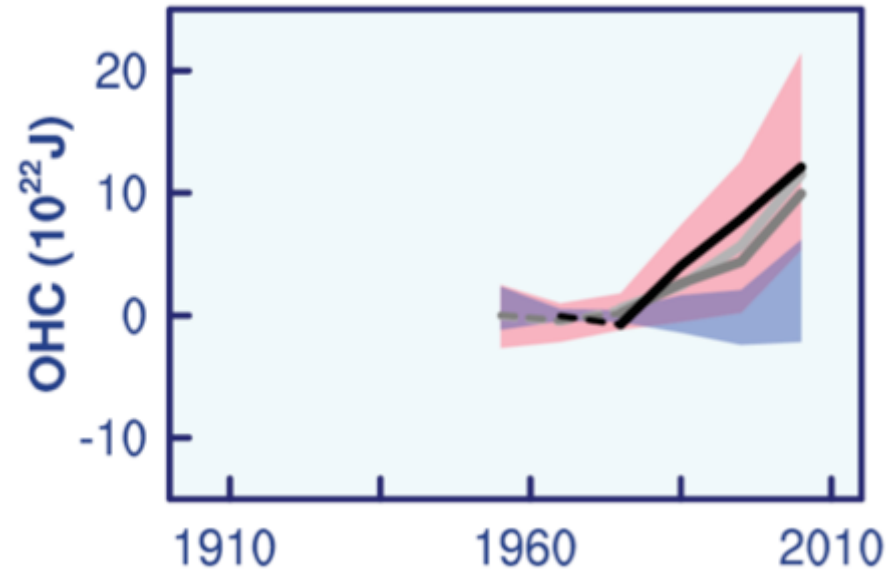


AR5 (2013) «It is **extremely likely**
(odds 95 out of 100) that human influence
has been the dominant cause... »

Température moyenne surface des continents



Contenu thermique des océans



(IPCC 2013, Fig. SPM.6)

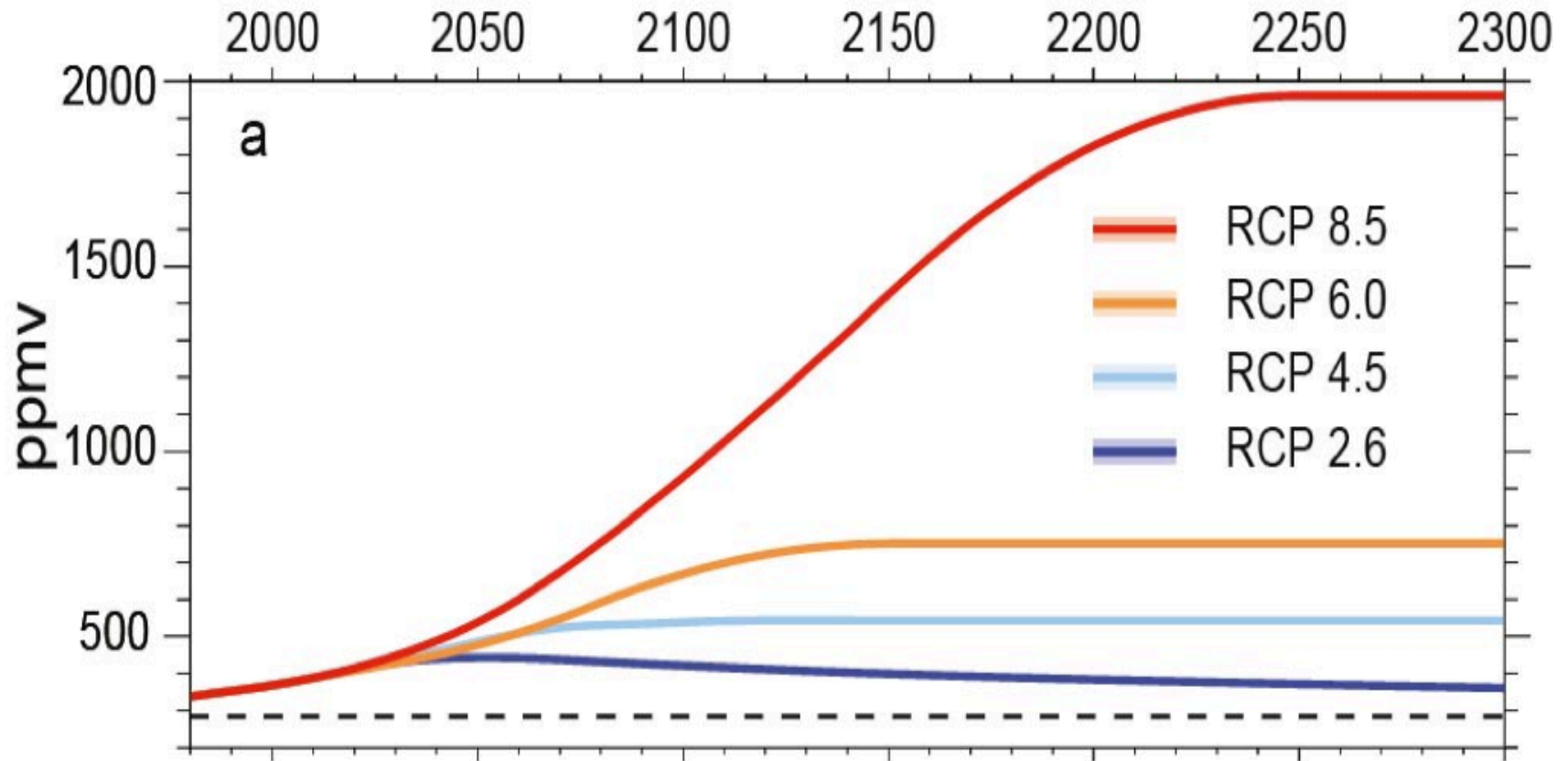
Noir: observations

Bleu: simulations avec seuls facteurs naturels

Rose: simulations avec facteurs naturels & humains

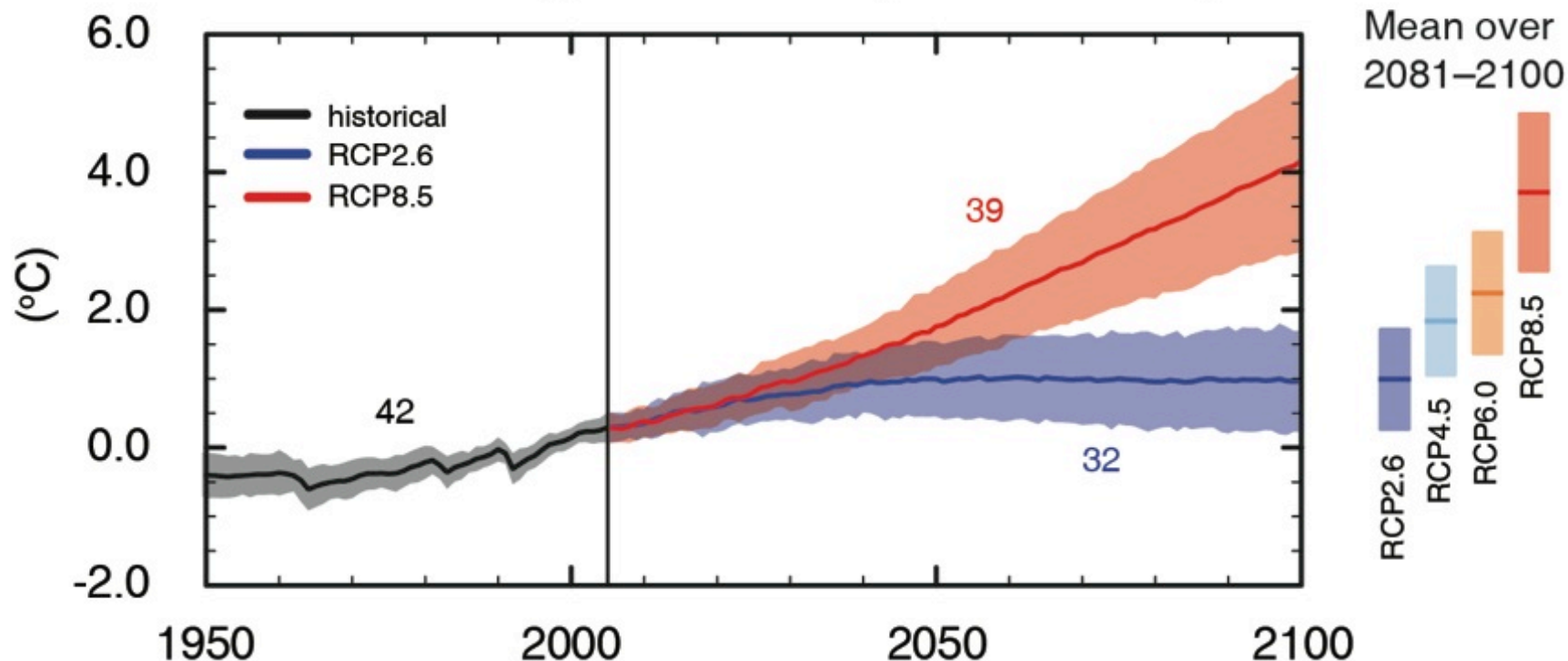
L'influence humaine sur le système climatique est sans équivoque; Il est *extrêmement probable* (95%) que l'influence humaine a été la cause principale du réchauffement depuis le milieu du 20^{ème} siècle

Atmospheric CO₂ concentration



Most CMIP5 runs are based on the concentrations, but emissions-driven runs are available for RCP 8.5

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



(IPCC 2013, Fig. SPM.7a)

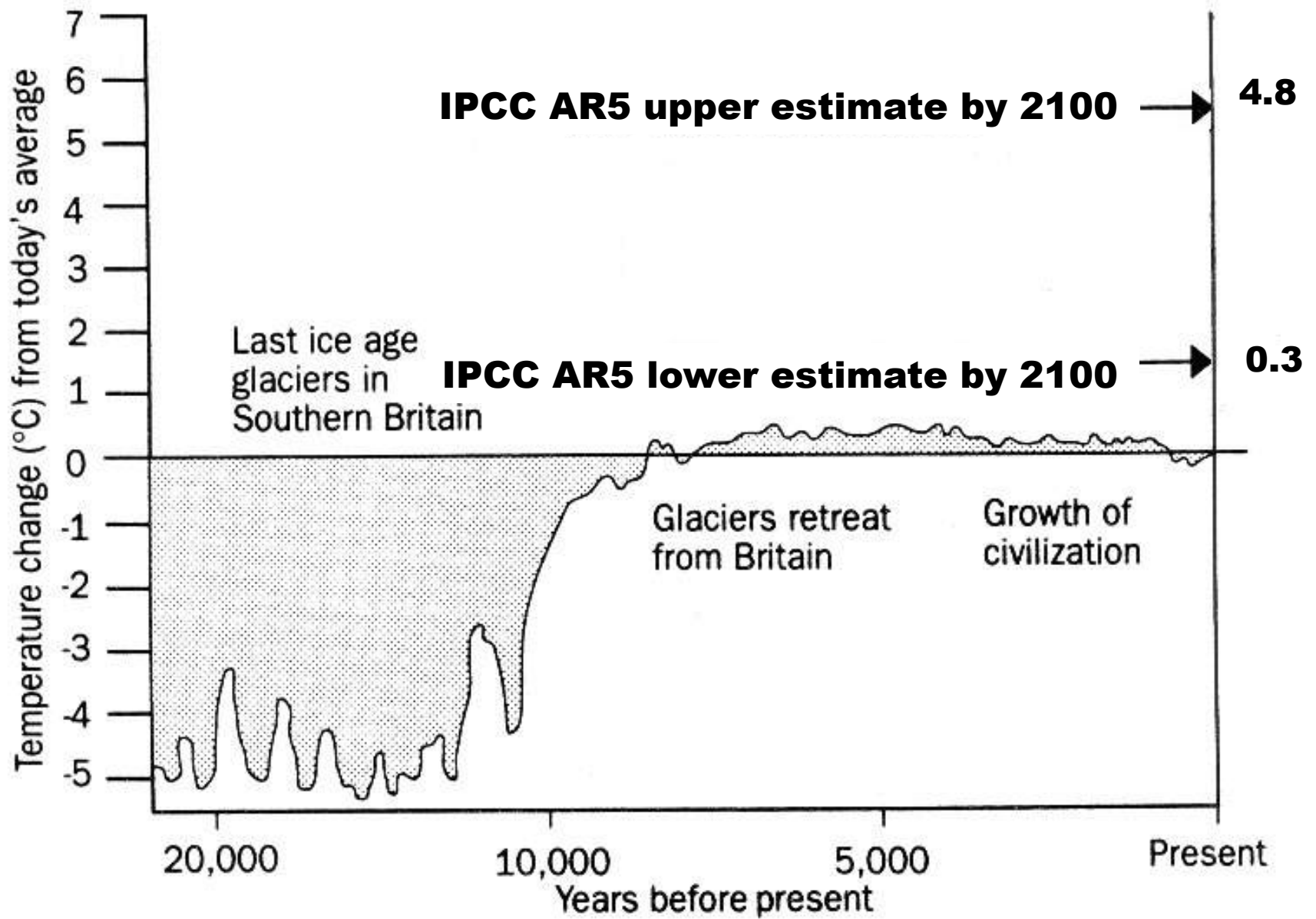
Le changement de la température moyenne du globe en surface pour la fin du XXI^e siècle dépassera *probablement* 1,5°C relativement à 1850-1900 pour tous les scénarios sauf pour le RCP2.6.

Dépassement *probable* de 2°C pour RCP6 et RCP8.5

Global mean surface temperature change projections

Increase from end of 20th century to end of 21st century

| | mean | likely range | (°C) |
|--------|------|--------------|------|
| RCP2.6 | 1.0 | 0.3 to 1.7 | |
| RCP4.5 | 1.8 | 1.1 to 2.6 | |
| RCP6 | 2.2 | 1.4 to 3.1 | |
| RCP8.5 | 3.7 | 2.6 to 4.8 | |



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

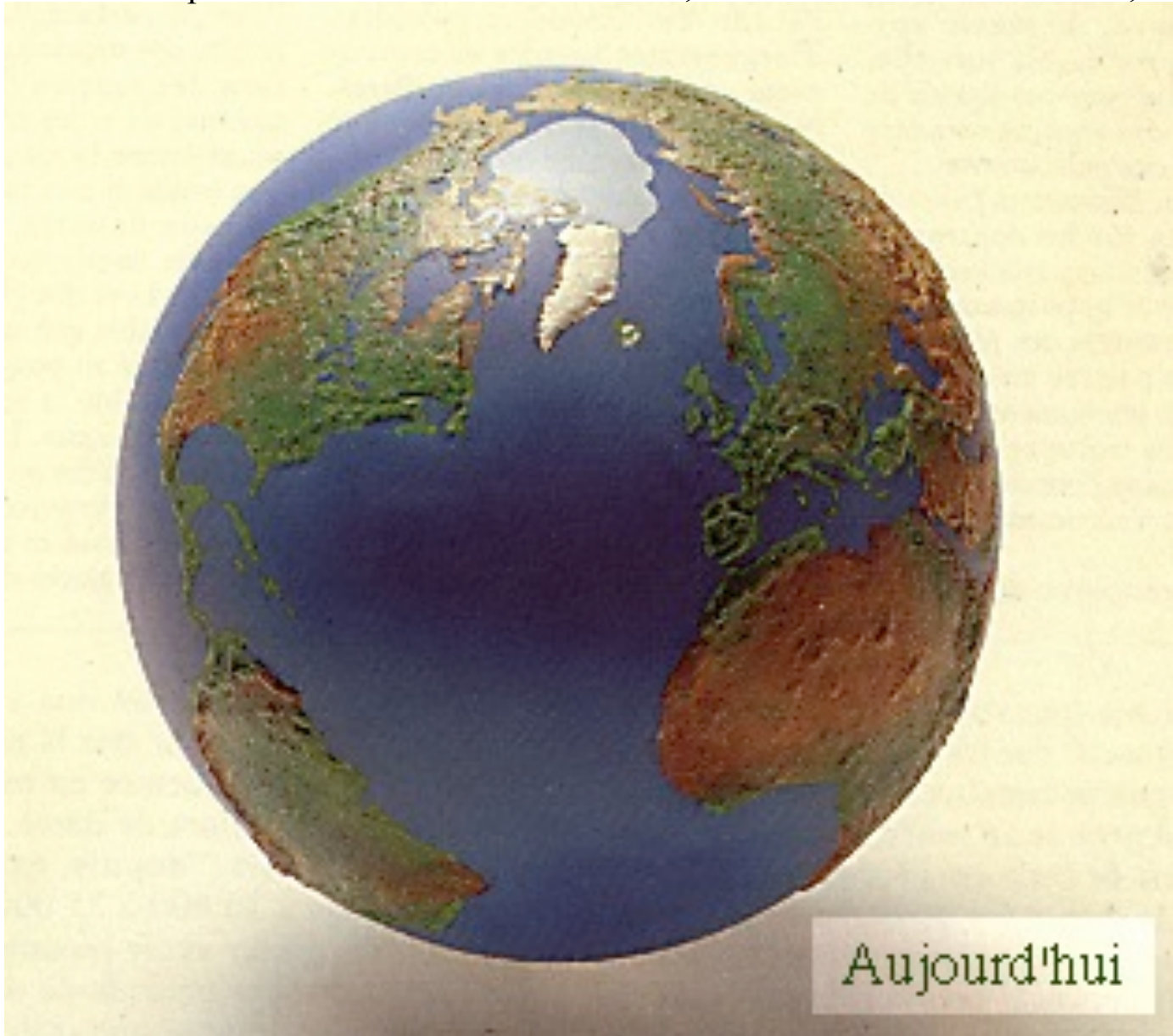
18-20000 years ago (Last Glacial Maximum)

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

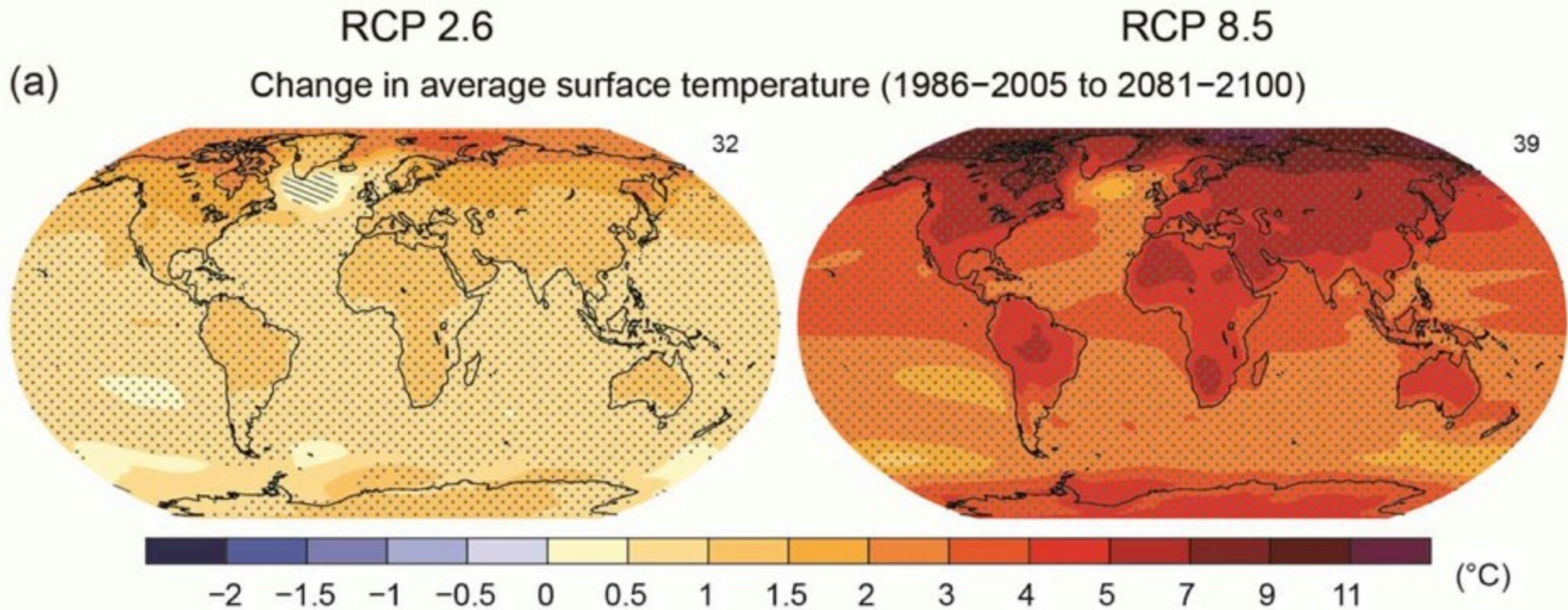


Today, with +4-5°C globally

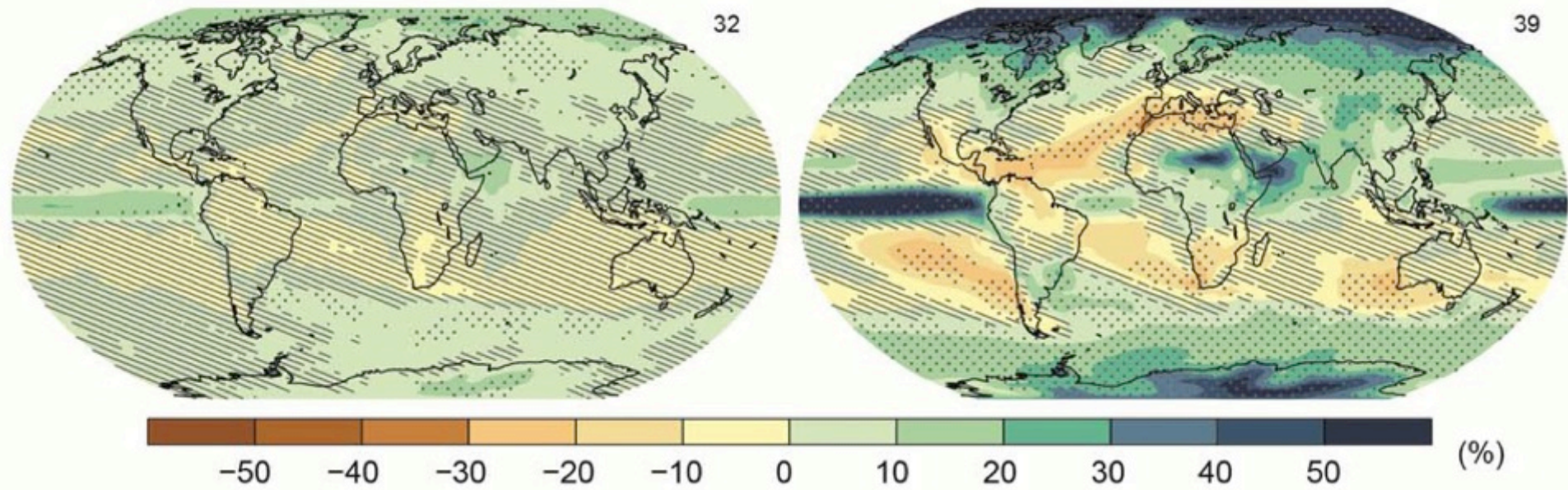
With permission from Dr. S. Joussaume, in « Climat d'hier à demain », CNRS éditions.



Surface temperature projections

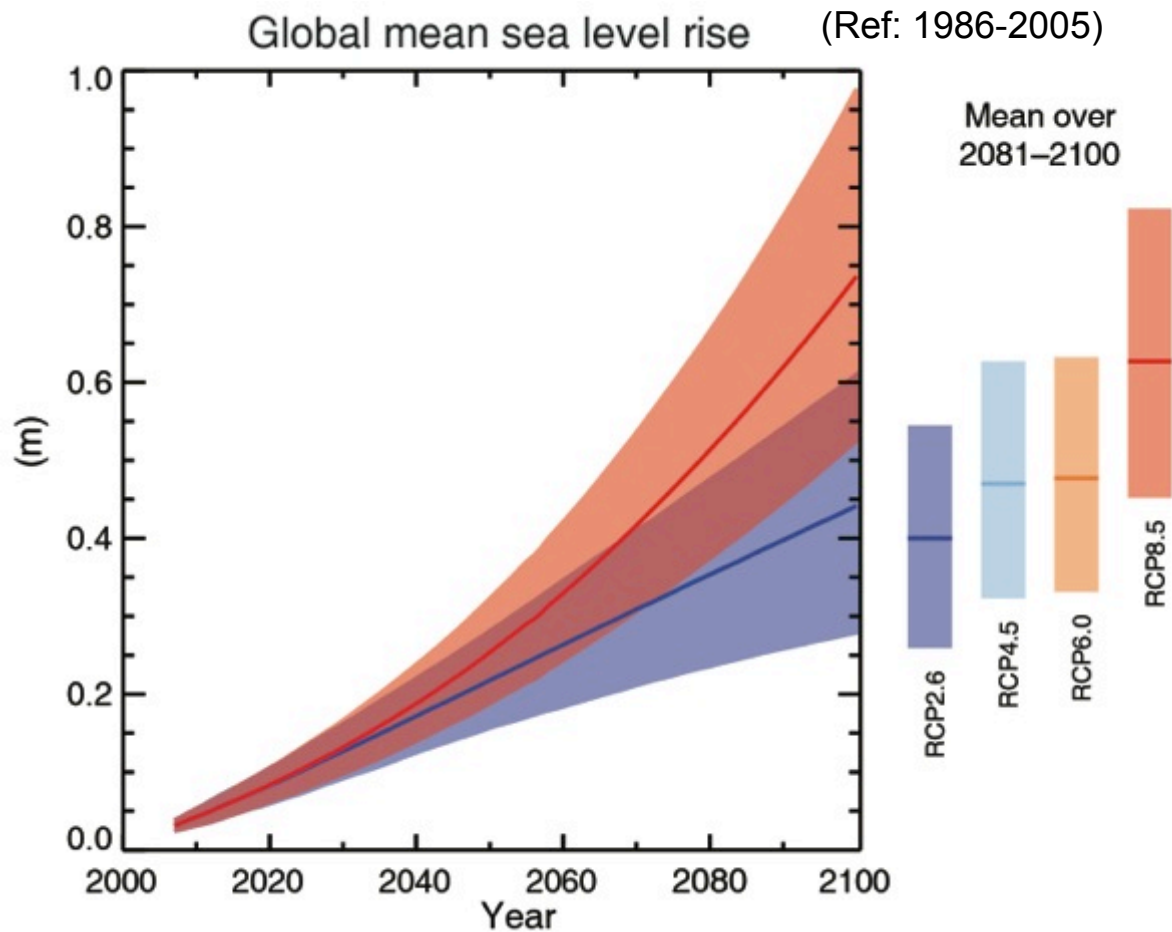


(b) Change in average precipitation (1986–2005 to 2081–2100)



Extreme weather and climate events

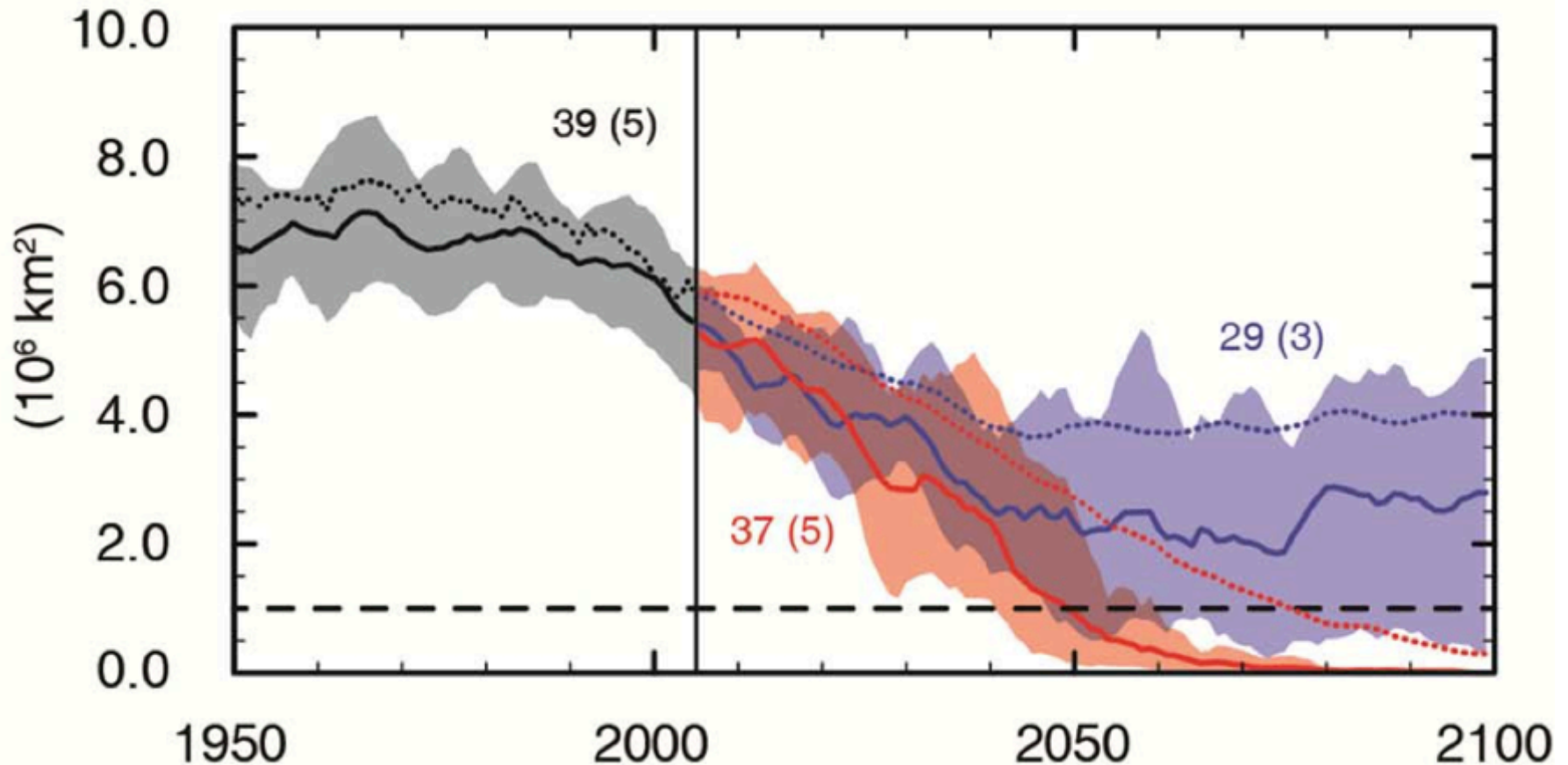
| Phenomenon and direction of trend | Assessment that changes occurred (typically since 1950 unless otherwise indicated) | Assessment of a human contribution to observed changes | Likelihood of further changes | |
|--|--|--|------------------------------------|--|
| | | | Early 21st century | Late 21st century |
| Warmer and/or fewer cold days and nights over most land areas | <i>Very likely</i> | <i>Very likely</i> | <i>Likely</i> | <i>Virtually certain</i> |
| Warmer and/or more frequent hot days and nights over most land areas | <i>Very likely</i> | <i>Very likely</i> | <i>Likely</i> | <i>Virtually certain</i> |
| Warm spells/heat waves. Frequency and/or duration increases over most land areas | Medium confidence on a global scale Likely in large parts of Europe, Asia and Australia | <i>Likely</i> | Not formally assessed | <i>Very likely</i> |
| Heavy precipitation events. Increase in the frequency, intensity, and/or amount of heavy precipitation | <i>Likely more land areas with increases than decreases</i> | Medium confidence | <i>Likely</i> over many land areas | <i>Very likely</i> over most of the mid-latitude land masses and over wet tropical regions |
| Increases in intensity and/or duration of drought | Low confidence on a global scale Likely changes in some regions | Low confidence | <i>Low confidence</i> | <i>Likely (medium confidence)</i> on a regional to global scale |
| Increases in intense tropical cyclone activity | Low confidence in long term (centennial) changes Virtually certain in North Atlantic since 1970 | Low confidence | <i>Low confidence</i> | More likely than not in the Western North Pacific and North Atlantic |
| Increased incidence and/or magnitude of extreme high sea level | <i>Likely</i> (since 1970) | <i>Likely</i> | <i>Likely</i> | <i>Very likely</i> |



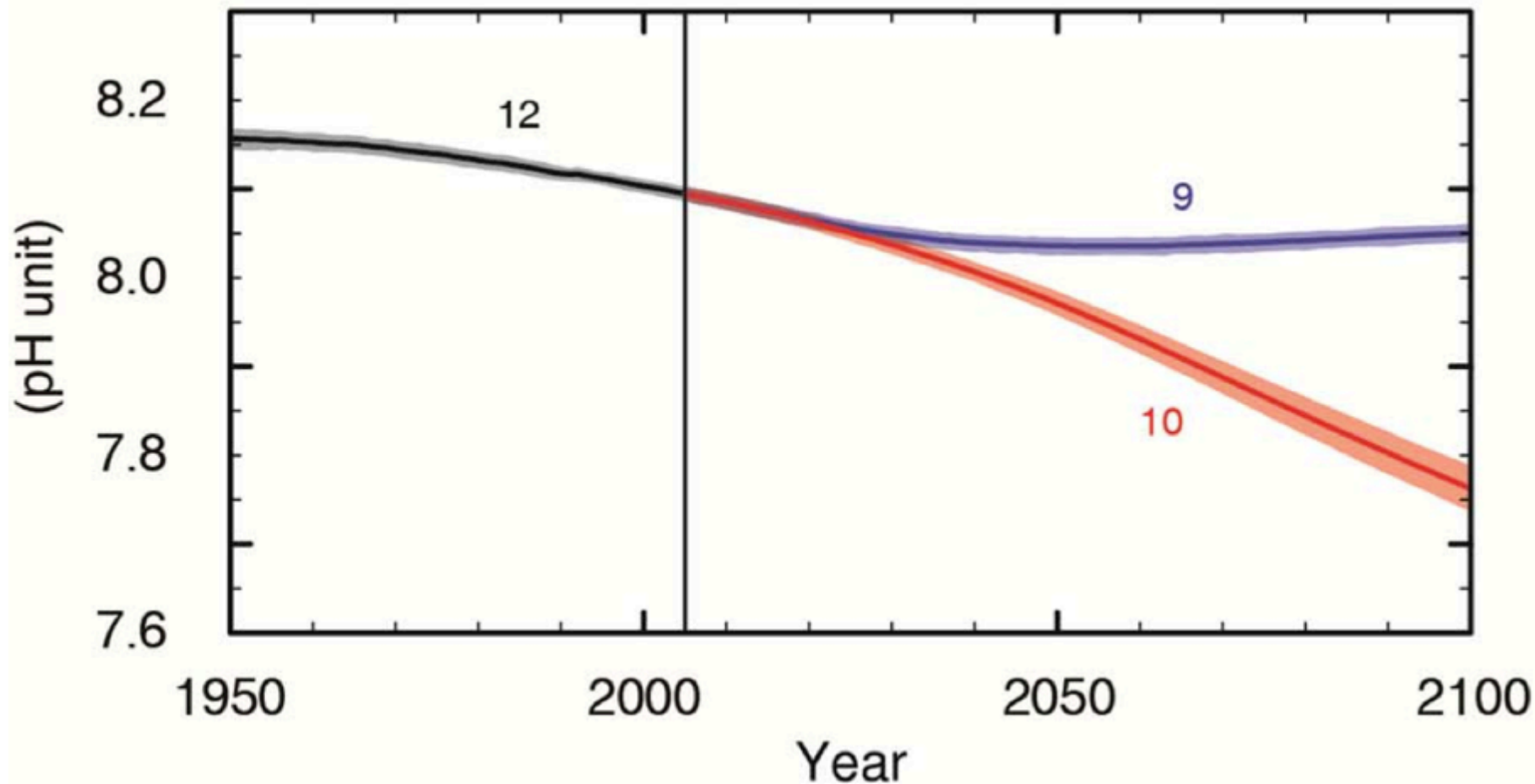
(IPCC 2013, Fig. SPM.9)

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

Extension de la glace de mer en Arctique

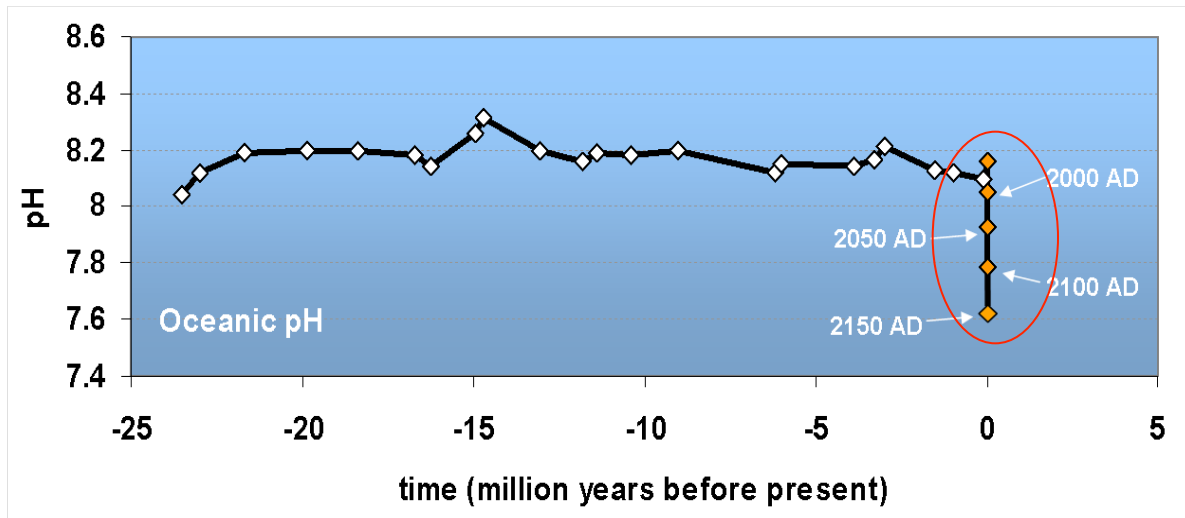


Acidification des océans, suivant RCP 2.6 (orange) et RCP2.6 (bleu)



Oceans are Acidifying Fast

Changes in pH over the last 25 million years

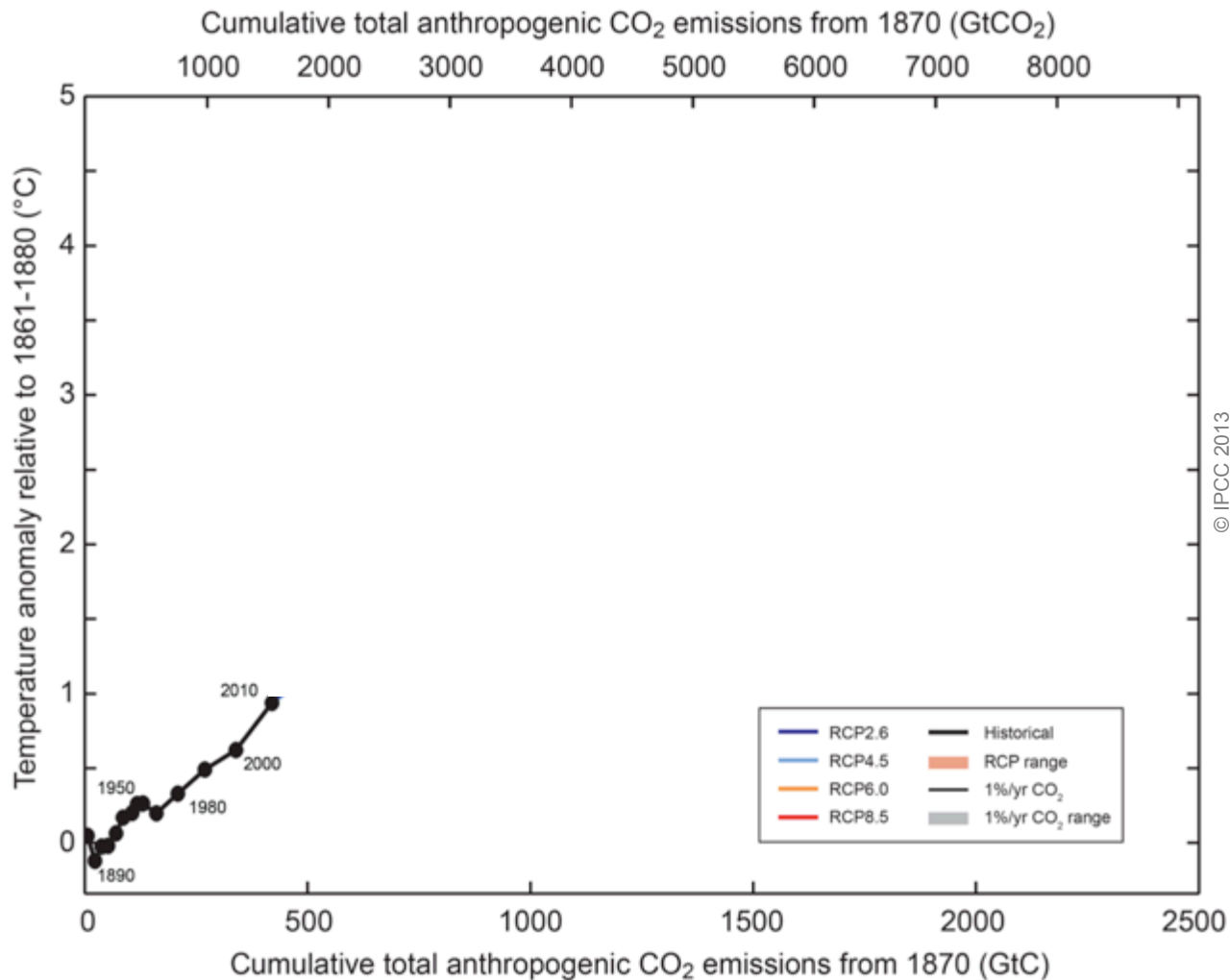


“Today is a rare event in the history of the World”

- 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

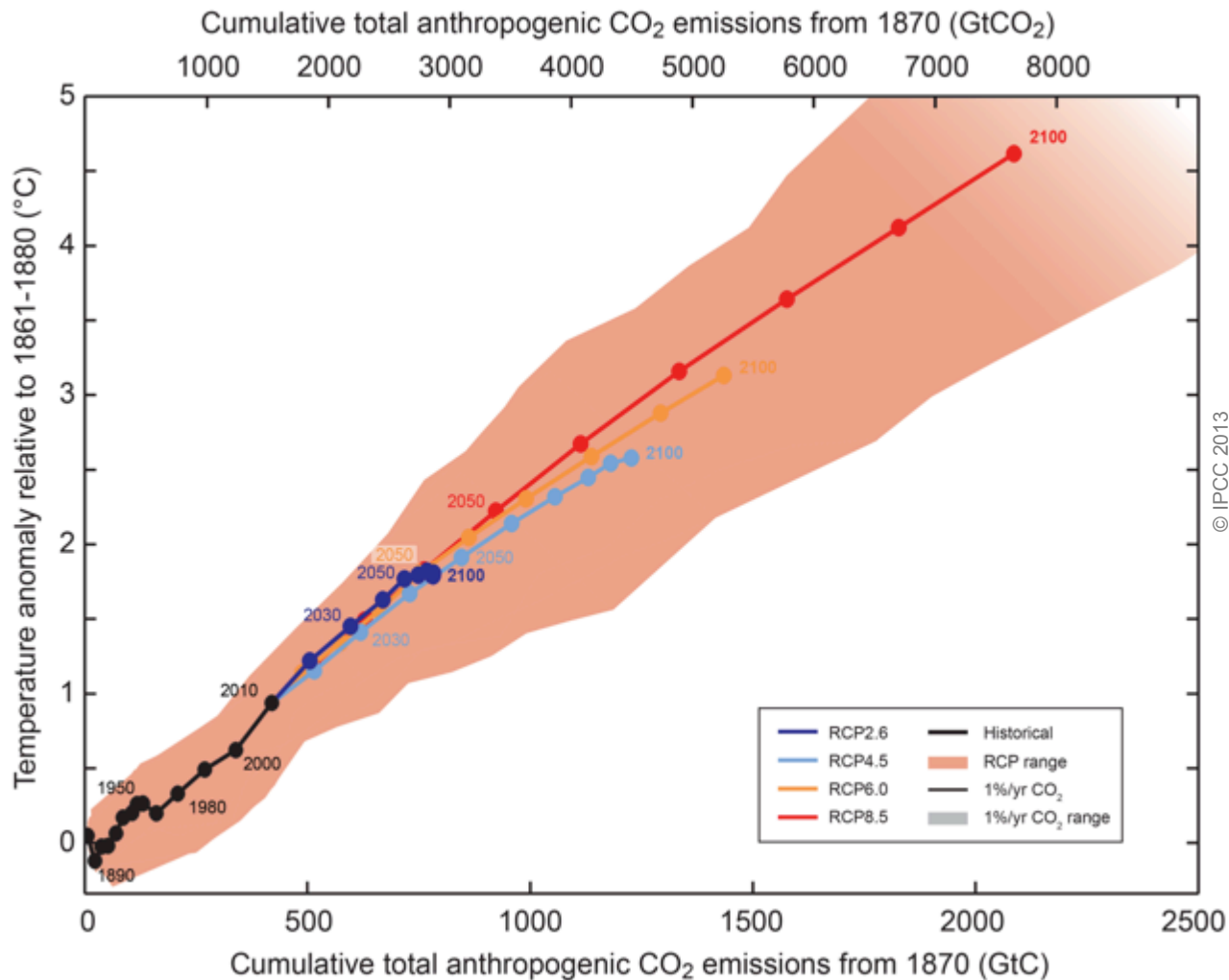
Slide courtesy of Carol Turley, PML



© IPCC 2013

Fig. SPM.10

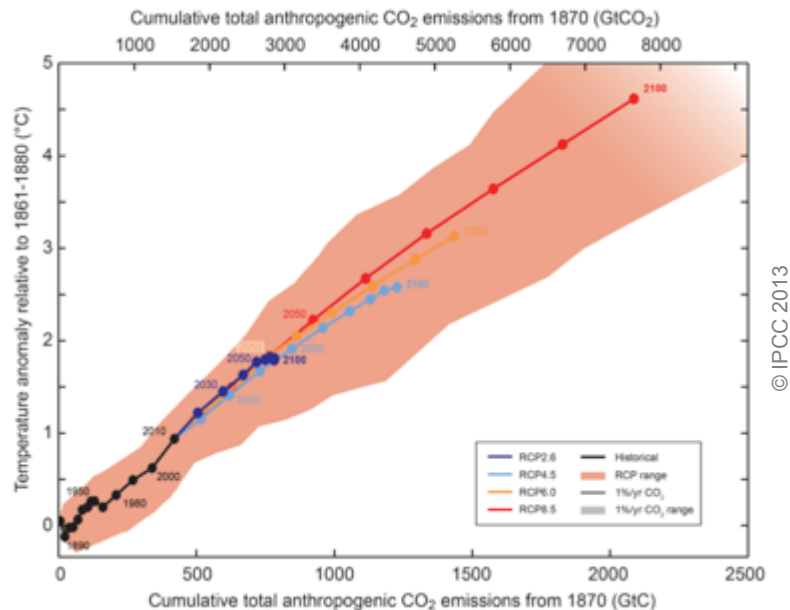
Cumulative emissions of CO₂ largely determine global mean surface warming by the late 21st century and beyond.



© IPCC 2013

Fig. SPM.10

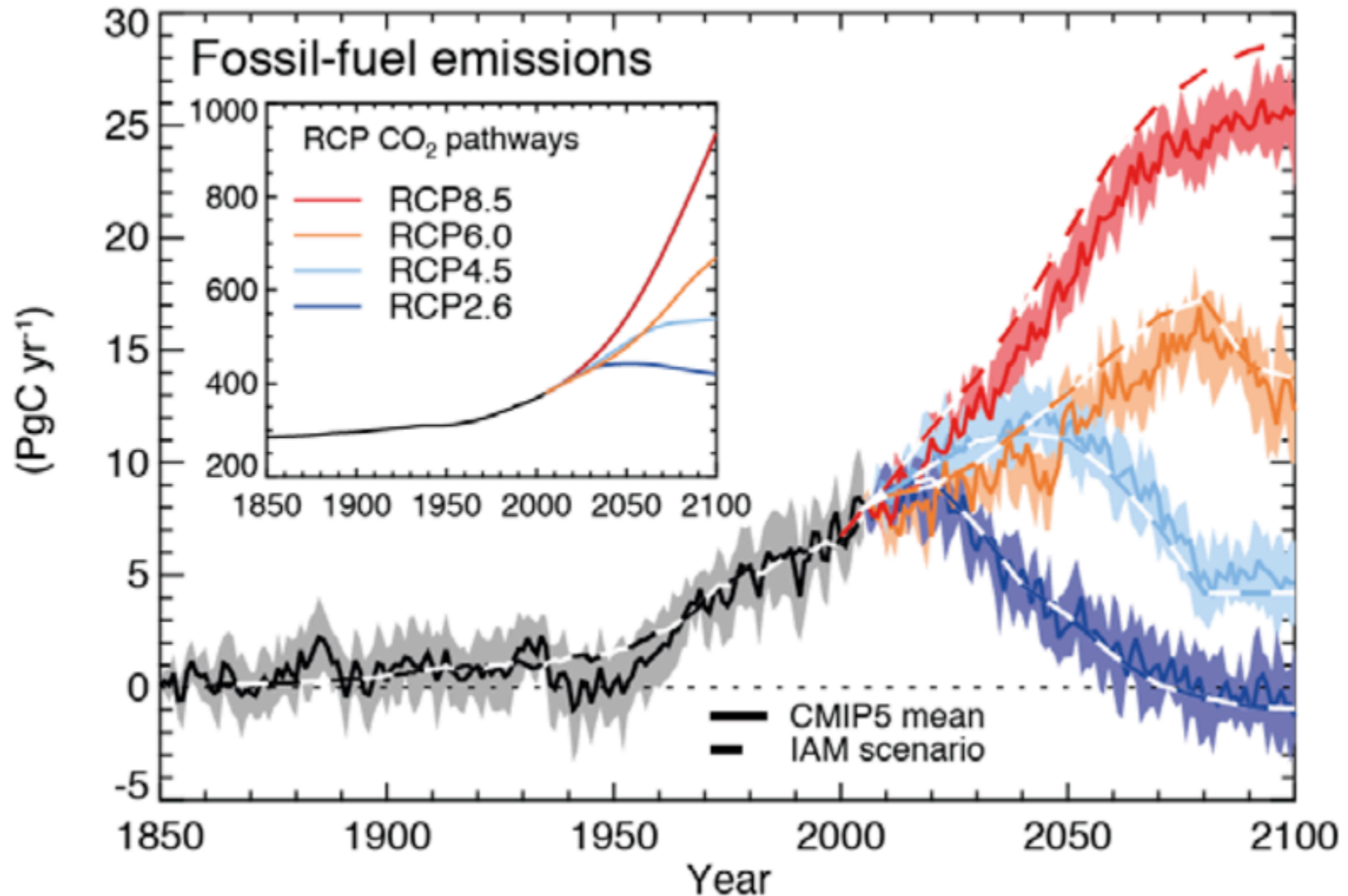
Limiting climate change will require substantial and sustained reductions of greenhouse gas emissions.



Limiting warming to *likely* less than 2°C since 1861-1880 requires cumulative CO₂ emissions to stay below 1000 GtC. Until 2011, over 50% of this amount has been emitted.

Accounting for other forcings, the upper amount of cumulative CO₂ emissions is 800 GtC; over 60% have been emitted by 2011.

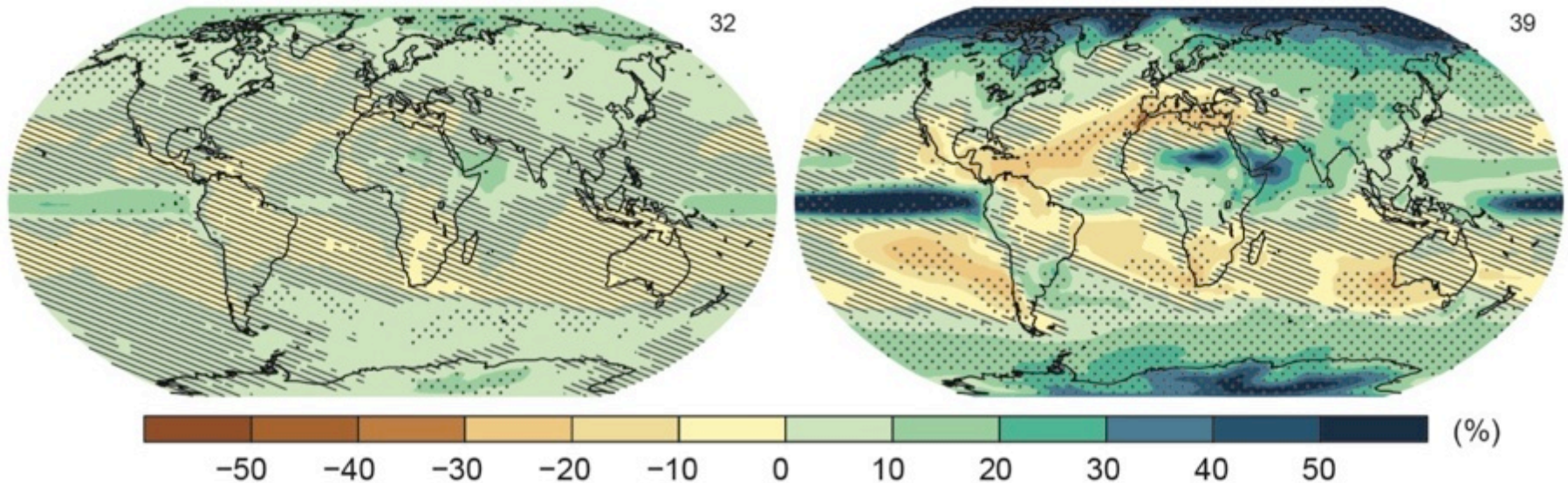
Compatible fossil fuel emissions simulated by the CMIP5 models for the four RCP scenarios



RCP2.6

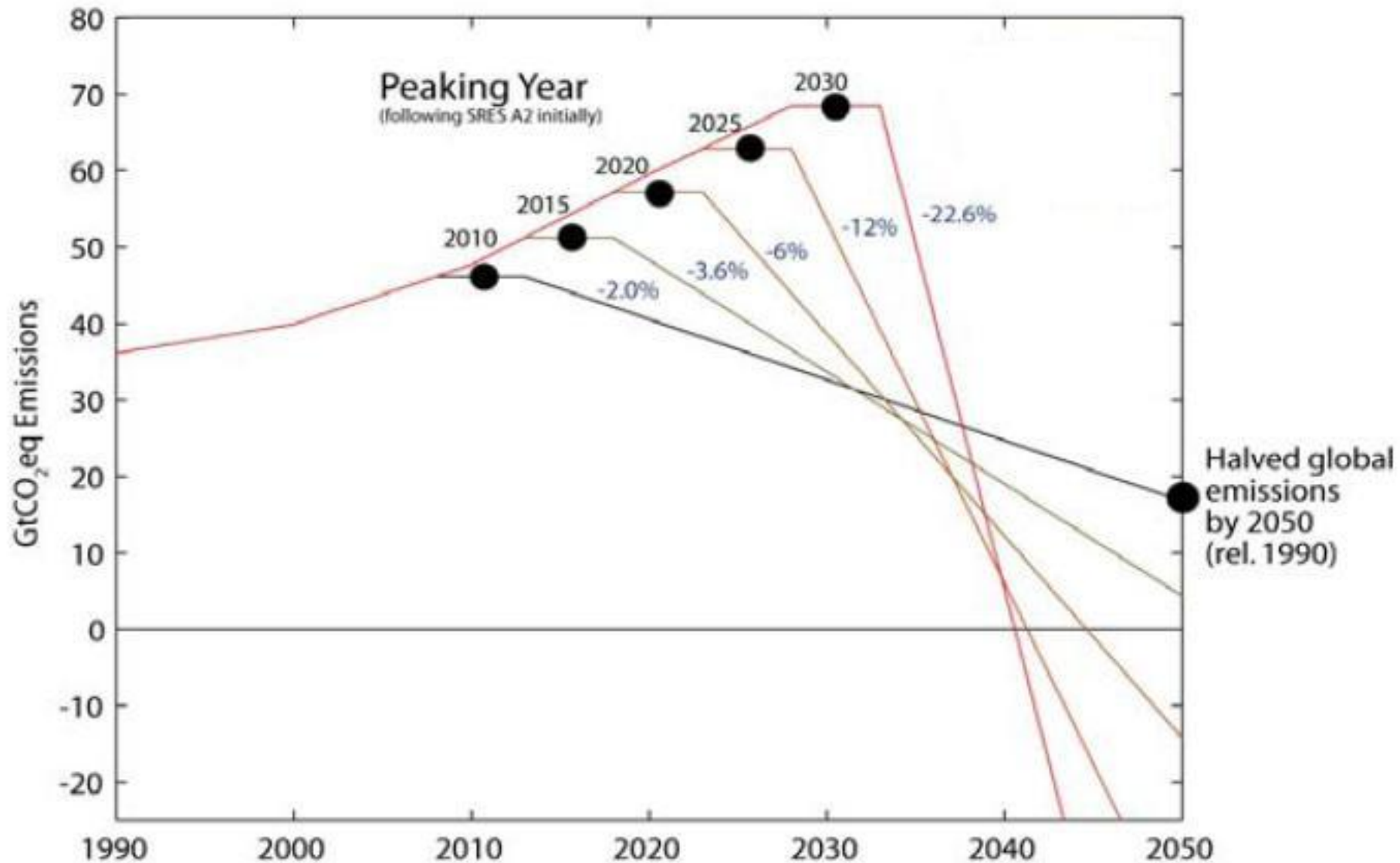
RCP8.5

Change in average precipitation (1986–2005 to 2081–2100)



We have a choice.

The more we wait, the more difficult it will be



Source: Meinshausen et al. - Nature, 30th April 2009

Pour en savoir plus :



- www.ipcc.ch : GIEC ou IPCC
- www.climatechange2013.org : GIEC WGI
- www.climate.be/vanyp : beaucoup de mes dias et d'autres documents
- www.climate.be/pendules : ressources faciles d'accès pour « remettre les pendules à l'heure »
- www.climate.be/desintox : réponses à la désinformation

IPCC WGI in video:

**Can be found with the following Google keywords:
Working group I IPCC (9 minutes): youtube climate
change 2013 IPCC**

Direct link:

**[http://www.youtube.com/watch?
v=6yiTZm0y1YA&feature=youtu.be](http://www.youtube.com/watch?v=6yiTZm0y1YA&feature=youtu.be)**

IGBP (4 minutes): youtube climate change 2013 IGBP

Direct link:

[http://www.youtube.com/watch?v= EWOrZQ3L-c](http://www.youtube.com/watch?v=EWOrZQ3L-c)