

Changements climatiques : Causes et mécanismes

Jean-Pascal van Ypersele
(UCLouvain, Earth & Life Institute,
Centre G. Lemaître)

Vice-président du GIEC de 2008 à 2015
Twitter: @JPvanYpersele

**Cours à l’Institut Eco-Conseil, Partie n° 1, Namur,
14 septembre 2020**

**Merci au Gouvernement wallon pour son soutien à la [www.plateforme-
wallonne-giec.be](http://www.plateforme-wallonne-giec.be) et à mon équipe à l’Université catholique de Louvain**

**Ce petit point bleu est la Terre, vue par Cassini,
proche de Saturne, depuis une distance de
1.4 milliards de km de nous, le 19-7-2013**





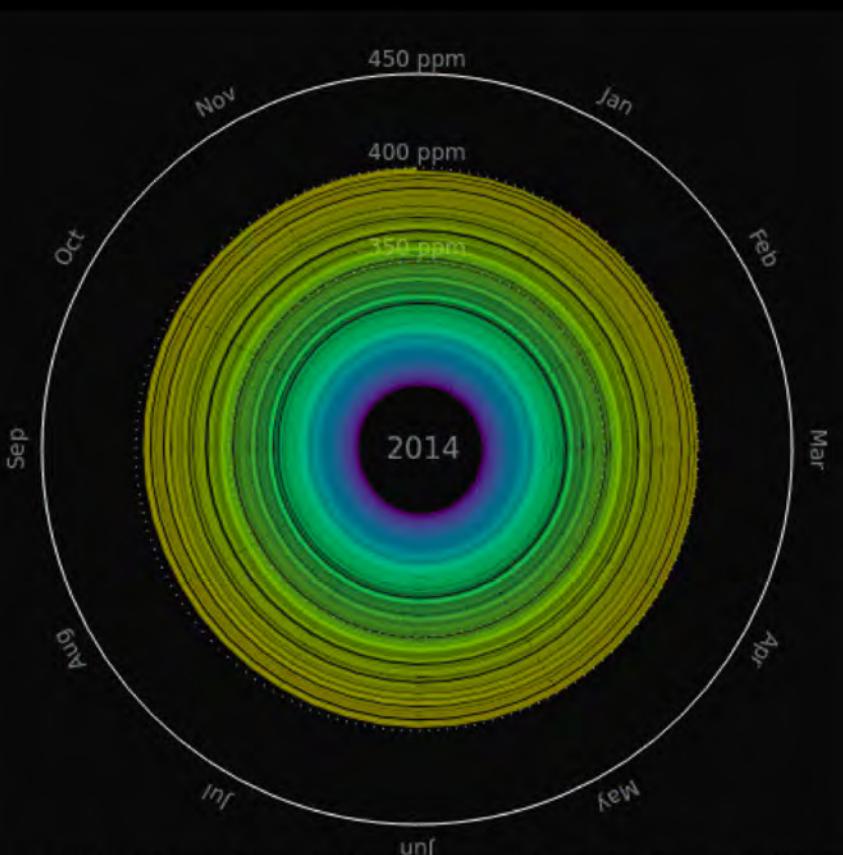
Apollo 17,
7 Dec. 1972

Notre atmosphère est fine et fragile (vue ici par l'équipage de la Station spatiale internationale le 31 juillet 2013)

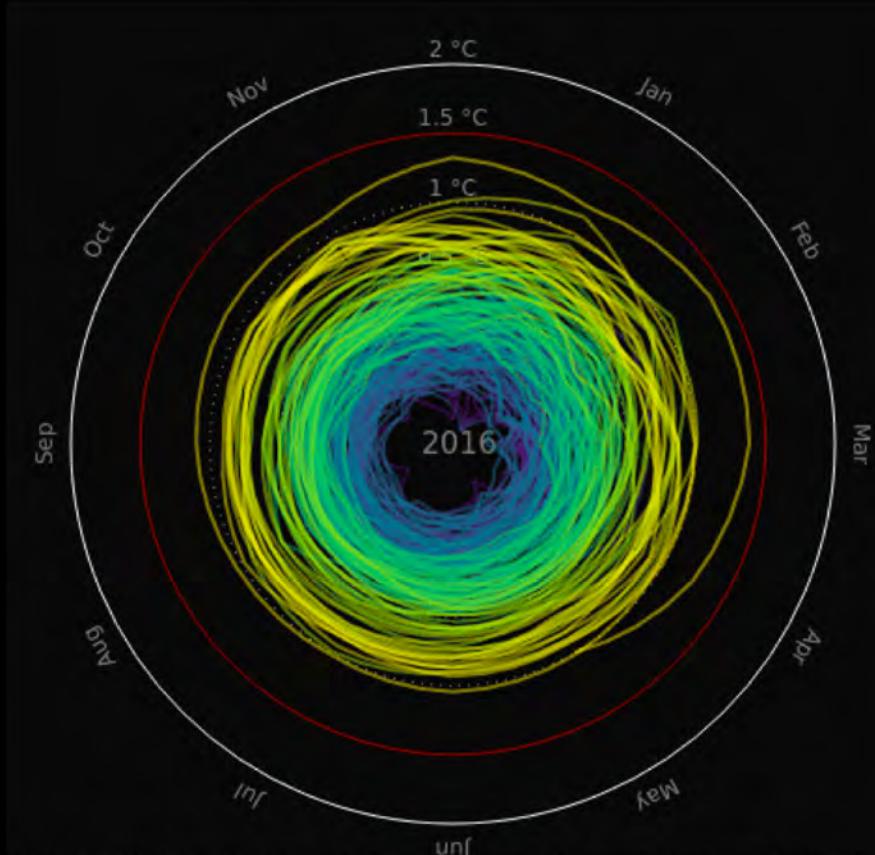


Jean-Pascal van Ypersele
(vanyp@climate.be)

CO₂ Concentration and Temperature spirals



Concentration Spiral pik-potsdam.de/primap-live/ & climatecollege.unimelb.edu.au, Gieseke, Meinshausen. Thx to Ed Hawkins



Temperature Spiral pik-potsdam.de/primap-live/ & climatecollege.unimelb.edu.au, Gieseke, Meinshausen. Thx to Ed Hawkins

CO₂ Concentration since 1850 and Global Mean Temperature in °C relative to 1850 – 1900

Graph: Ed Hawkins (Climate Lab Book) – Data: HadCRUT4 global temperature dataset

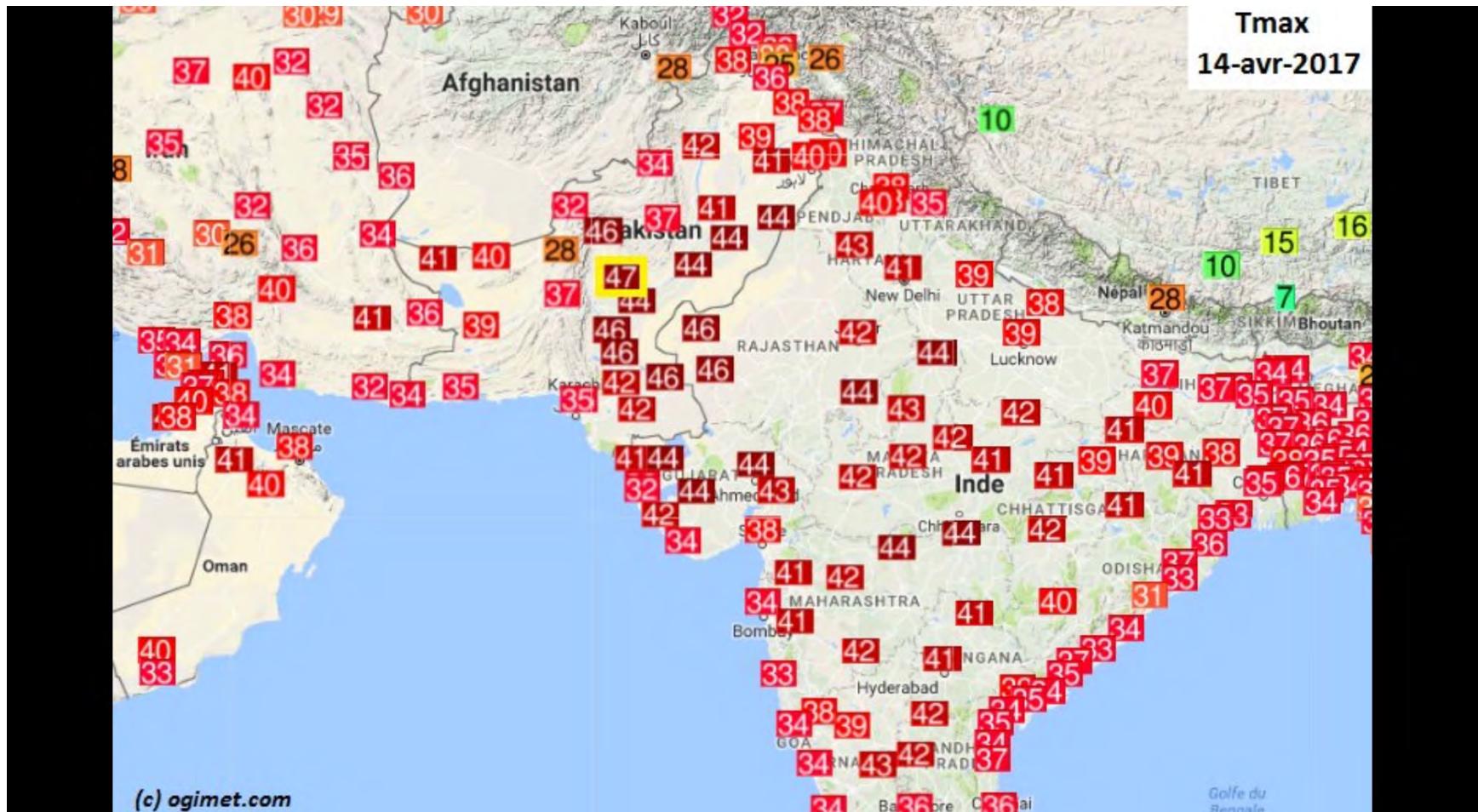
Animation available on <http://openclimatedata.net/climate-spirals/concentration-temperature/>

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

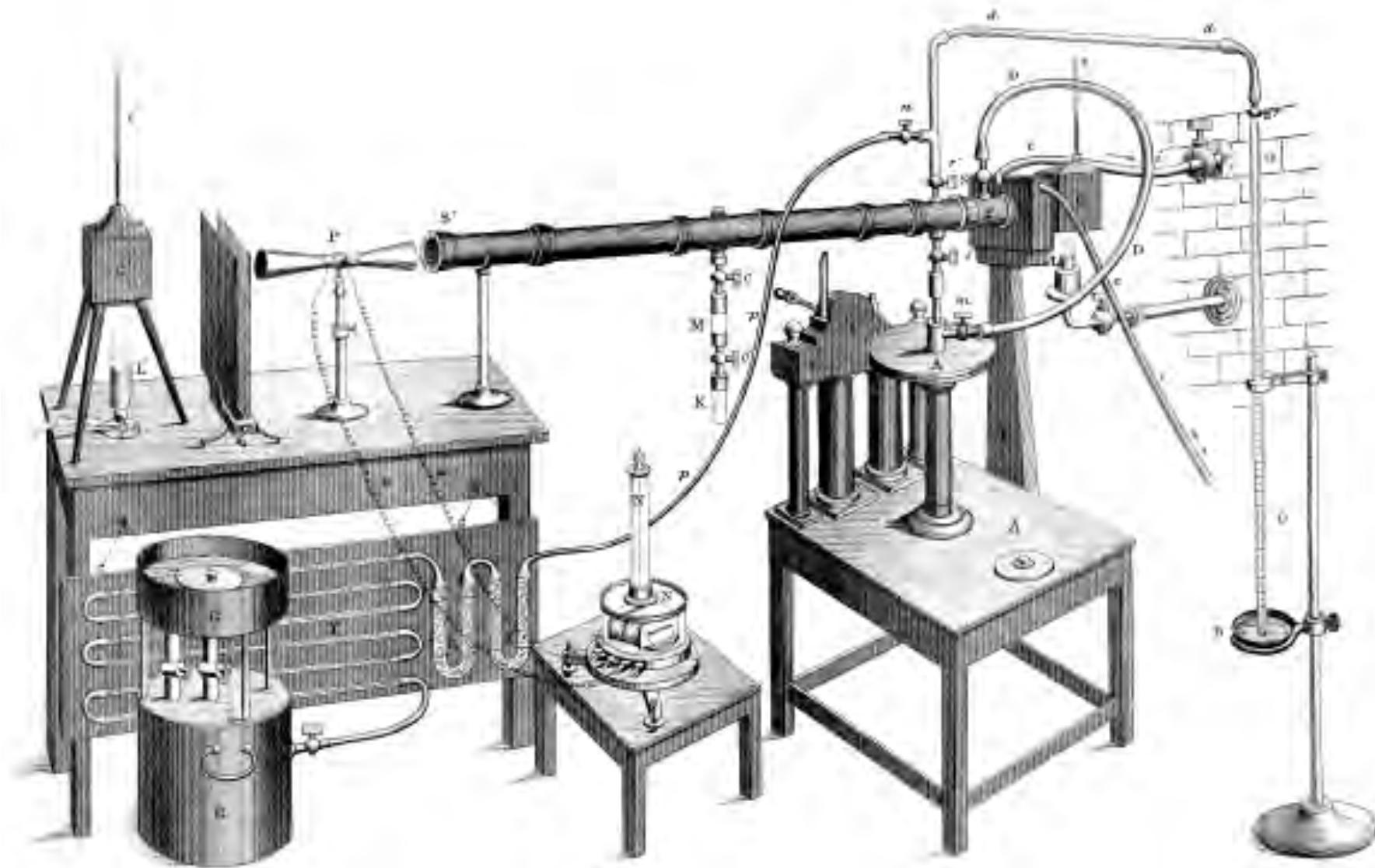
Les vagues de chaleur tuent



GREENHOUSE EFFECT?

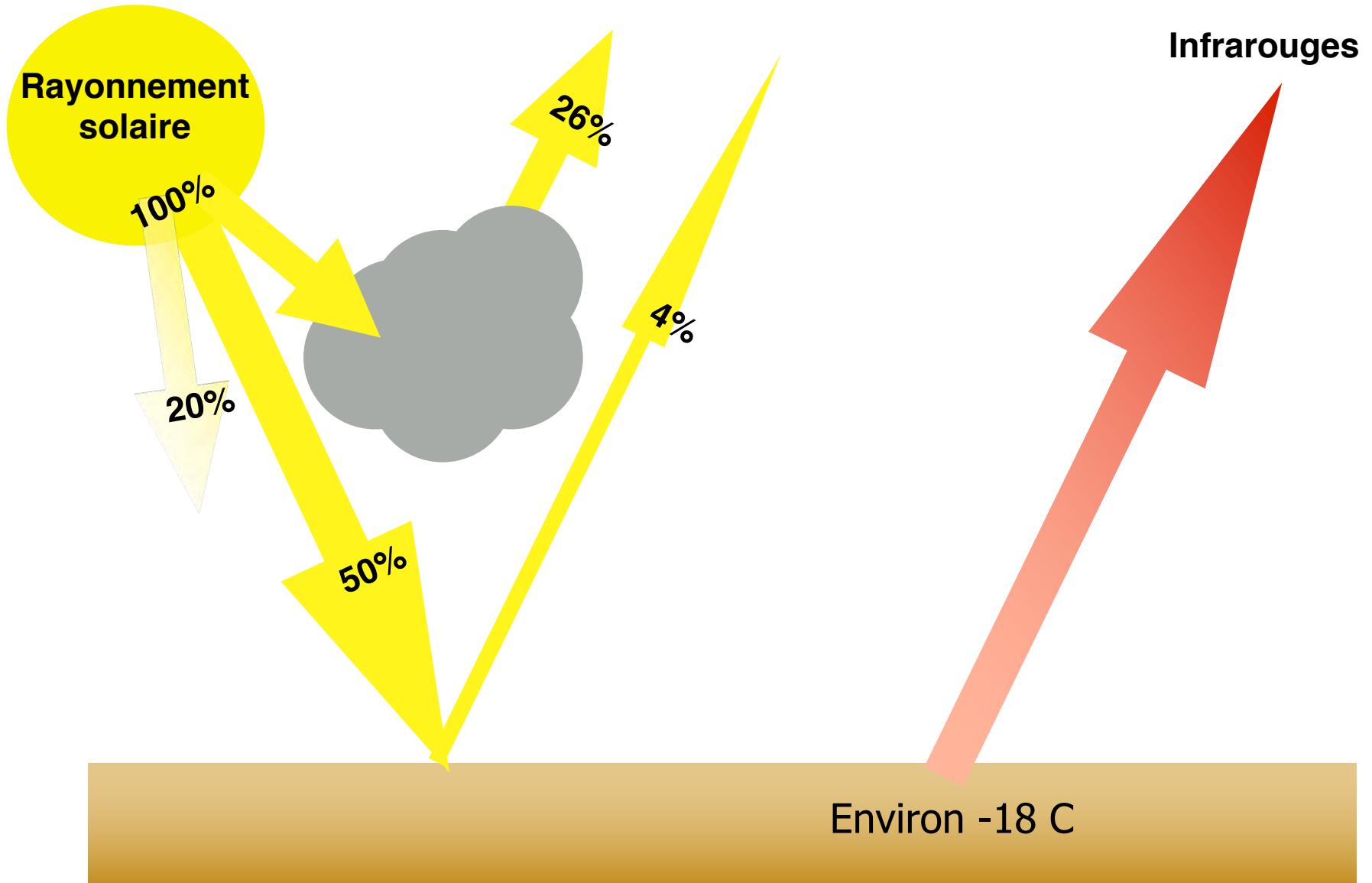


... un peu d'analogie,
mais grande
différence
de principe

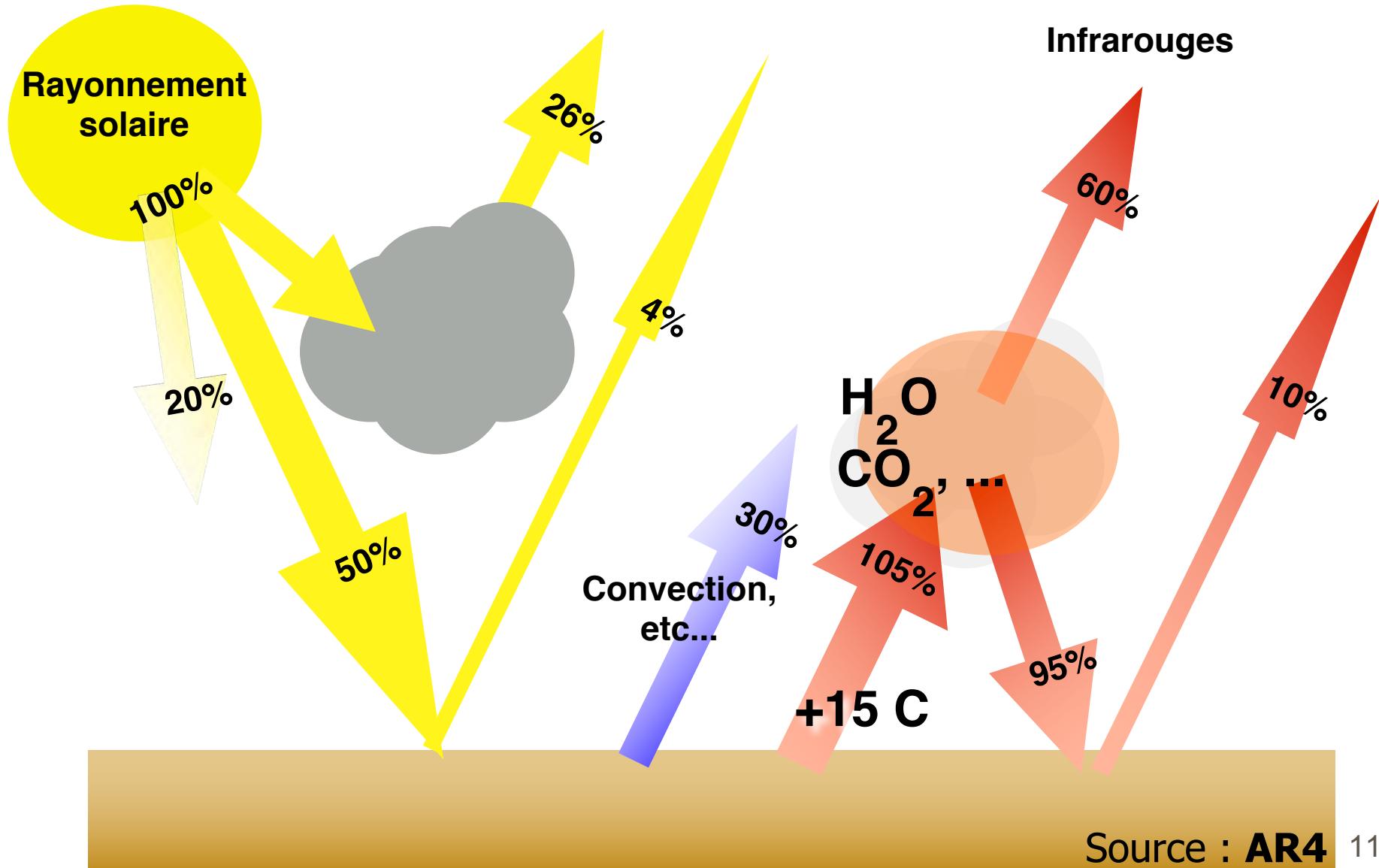


Tyndall (1861) mesure l'absorption du rayonnement par les gaz

Energie et effet de serre



Energie et effet de serre



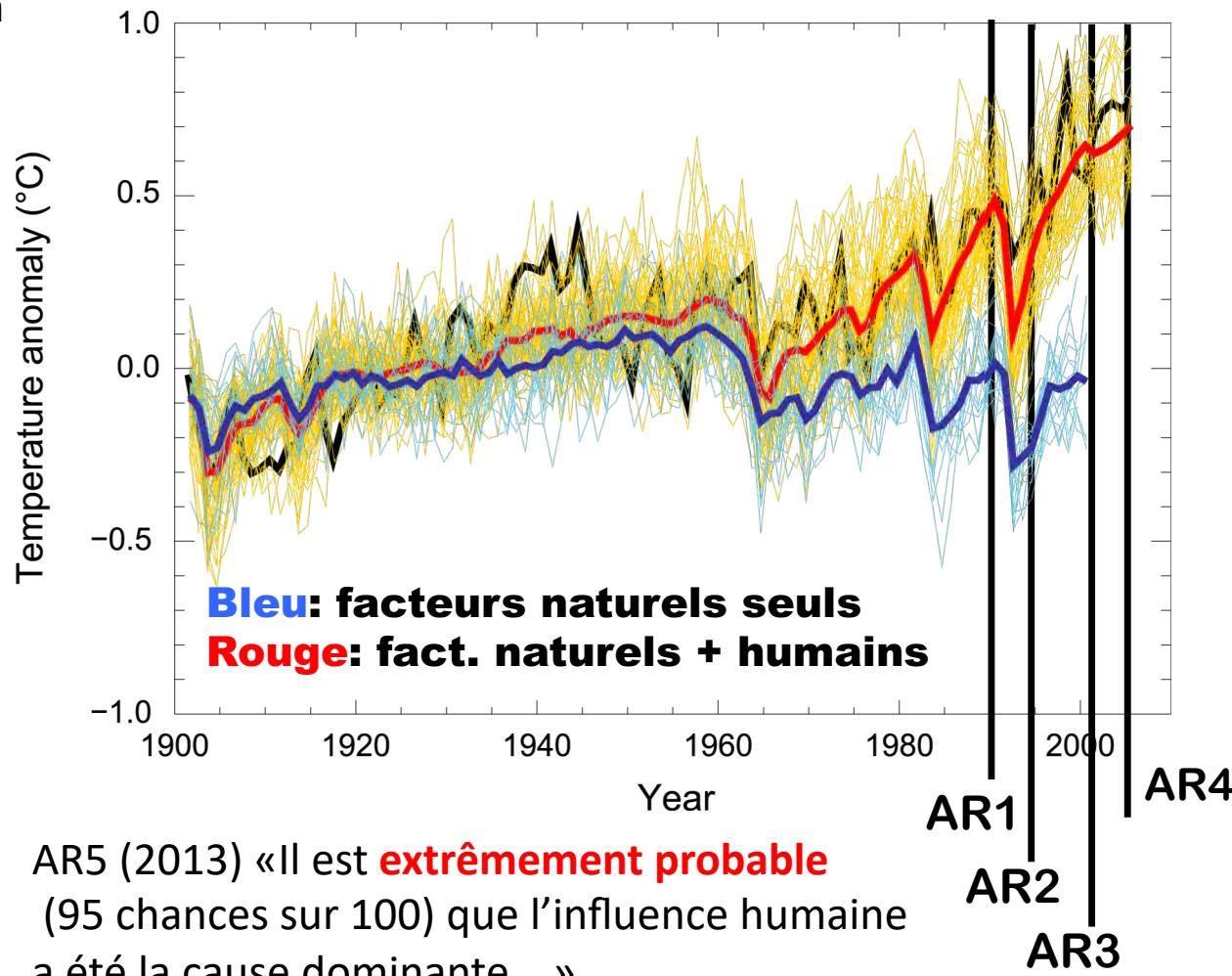
La progression de la certitude à propos de l'attribution du réchauffement aux facteurs humains

AR1 (1990): "Une détection sans équivoque prendra probablement plus d'une décennie"

AR2 (1995): "Un faisceau d'éléments suggère une influence humaine **perceptible** sur le climat"

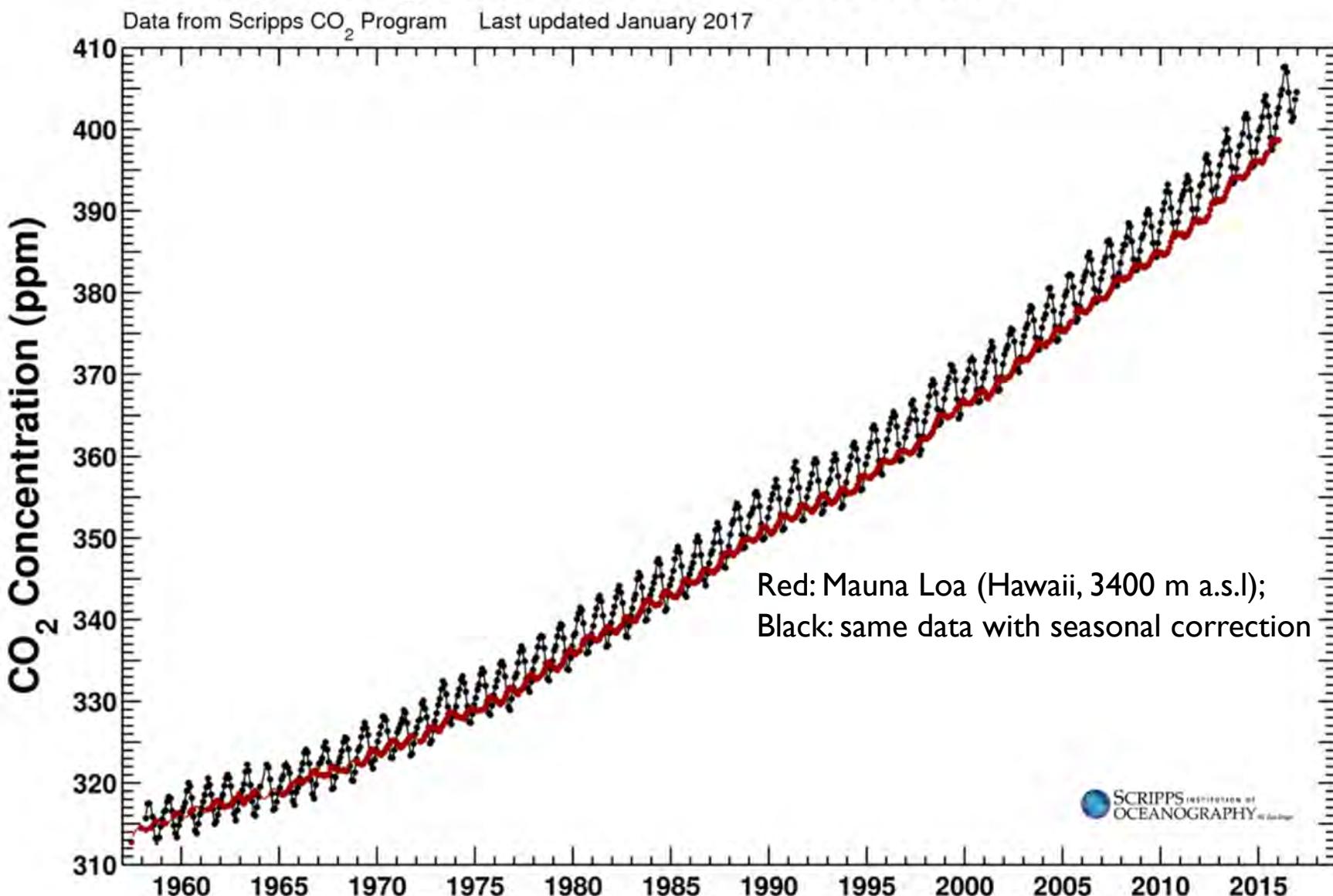
AR3 (2001): "L'essentiel du réchauffement depuis 1950 est **probablement** (2 chances sur 3) dû aux activités humaines"

AR4 (2007): "L'essentiel du réchauffement depuis 2050 est **très probablement** (9 chances sur 10) dû aux gaz à effet de serre"

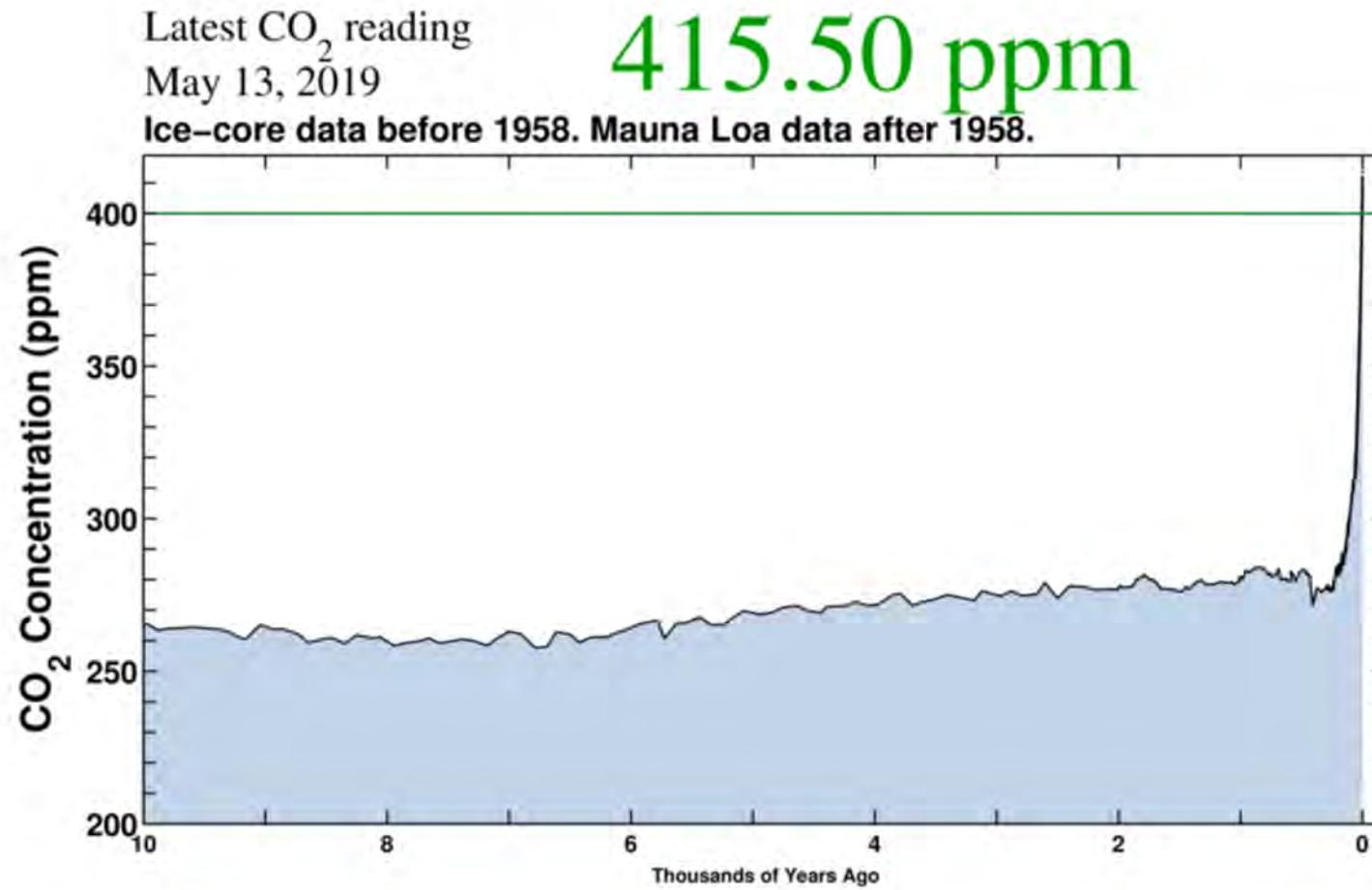


Atmospheric CO₂ concentration

Mauna Loa Observatory, Hawaii and South Pole, Antarctica Monthly Average Carbon Dioxide Concentration

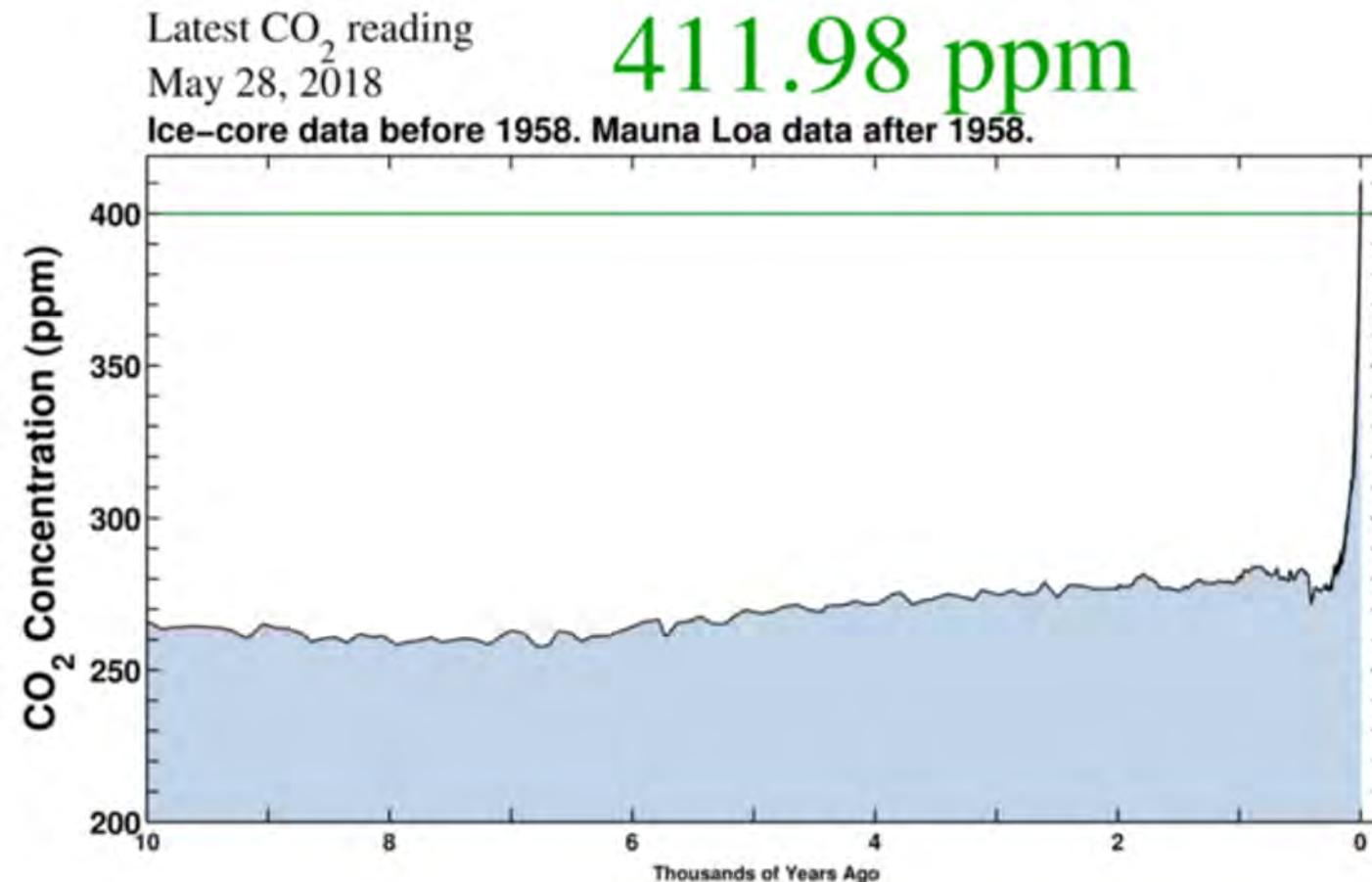


CO₂ Concentration, 13 May 2019 (Keeling curve)



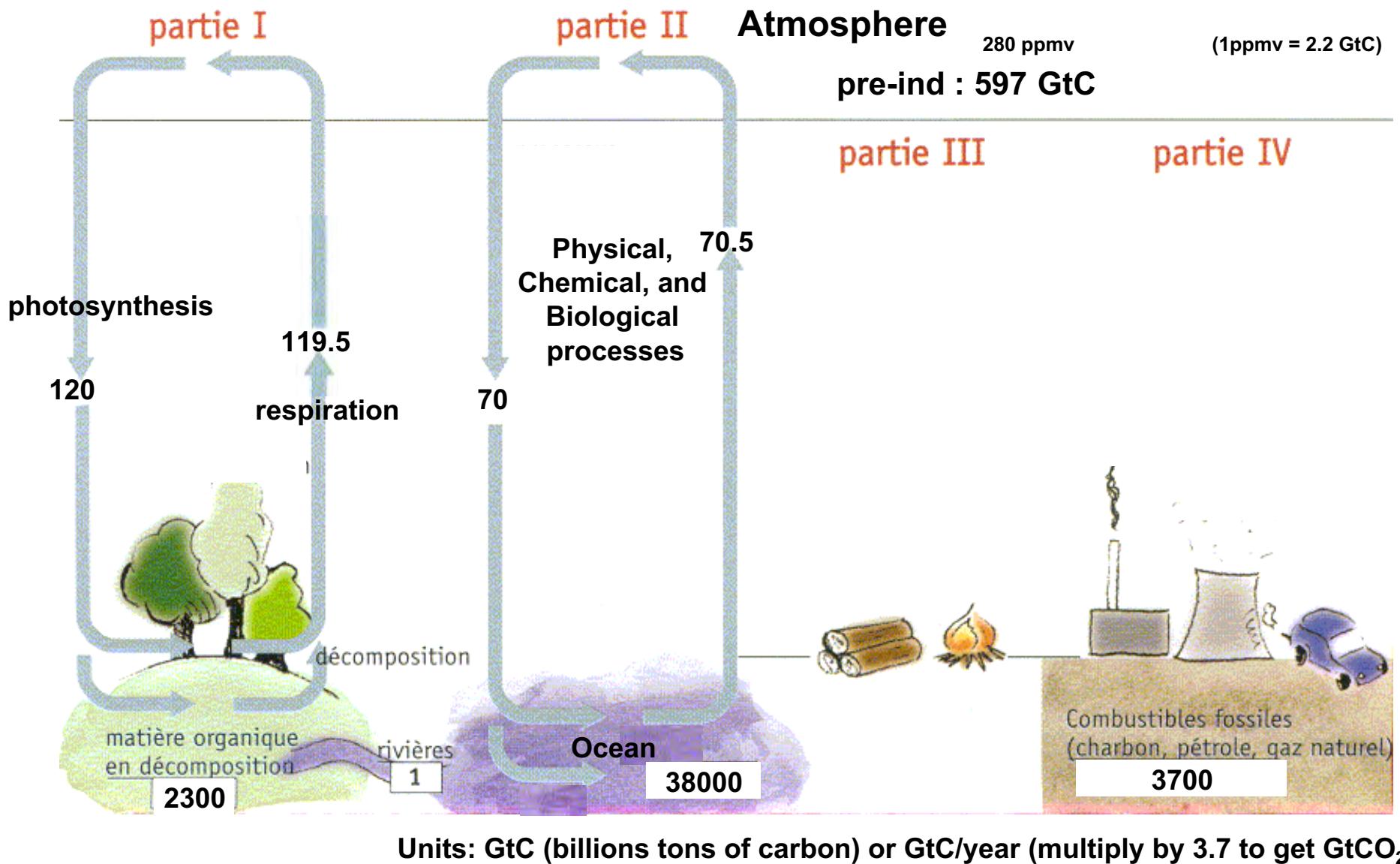
Source: scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/

CO_2 Concentration, 28 May 2018 (Keeling curve)



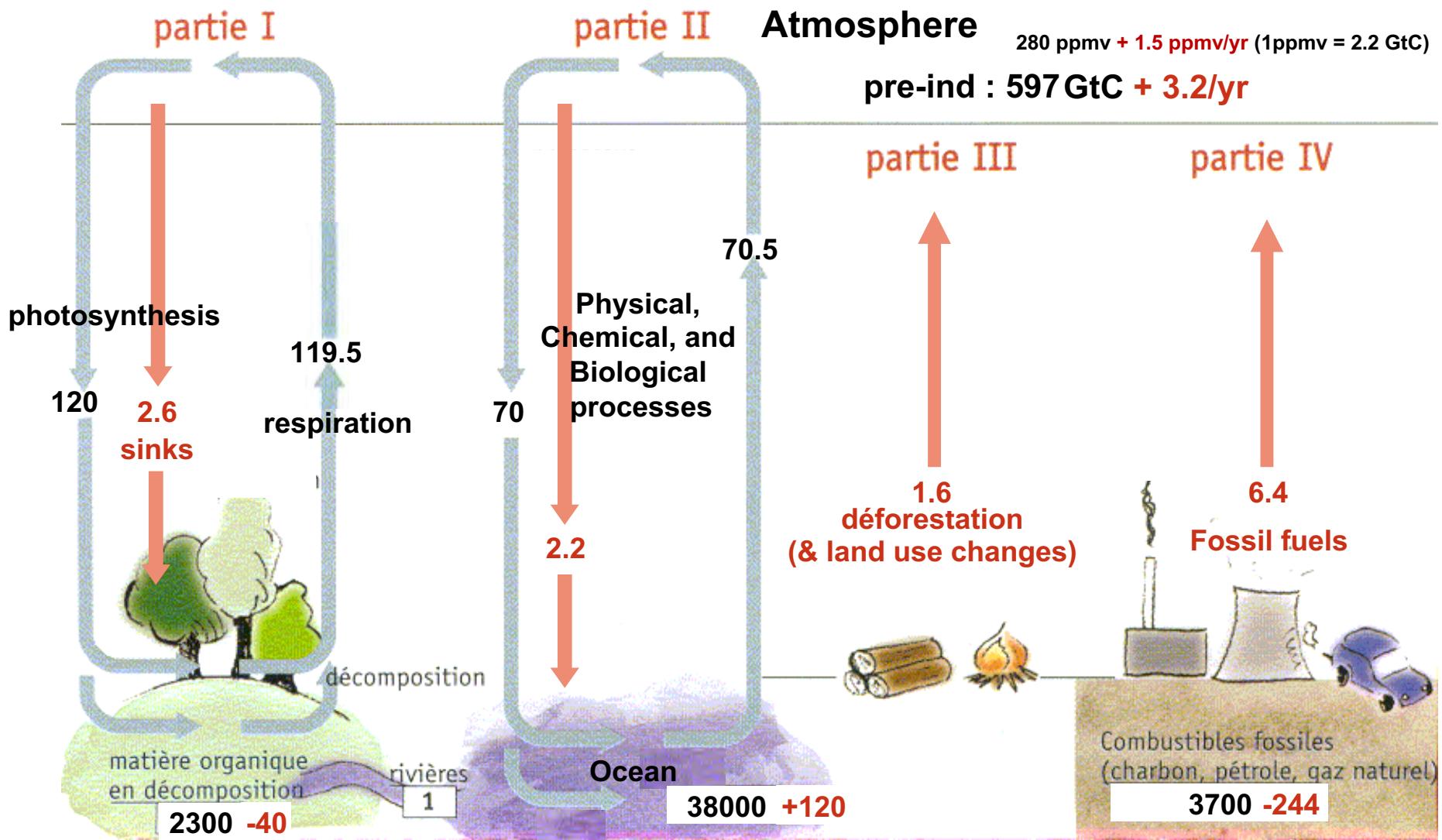
Source: scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/

Carbon cycle: unperturbed fluxes



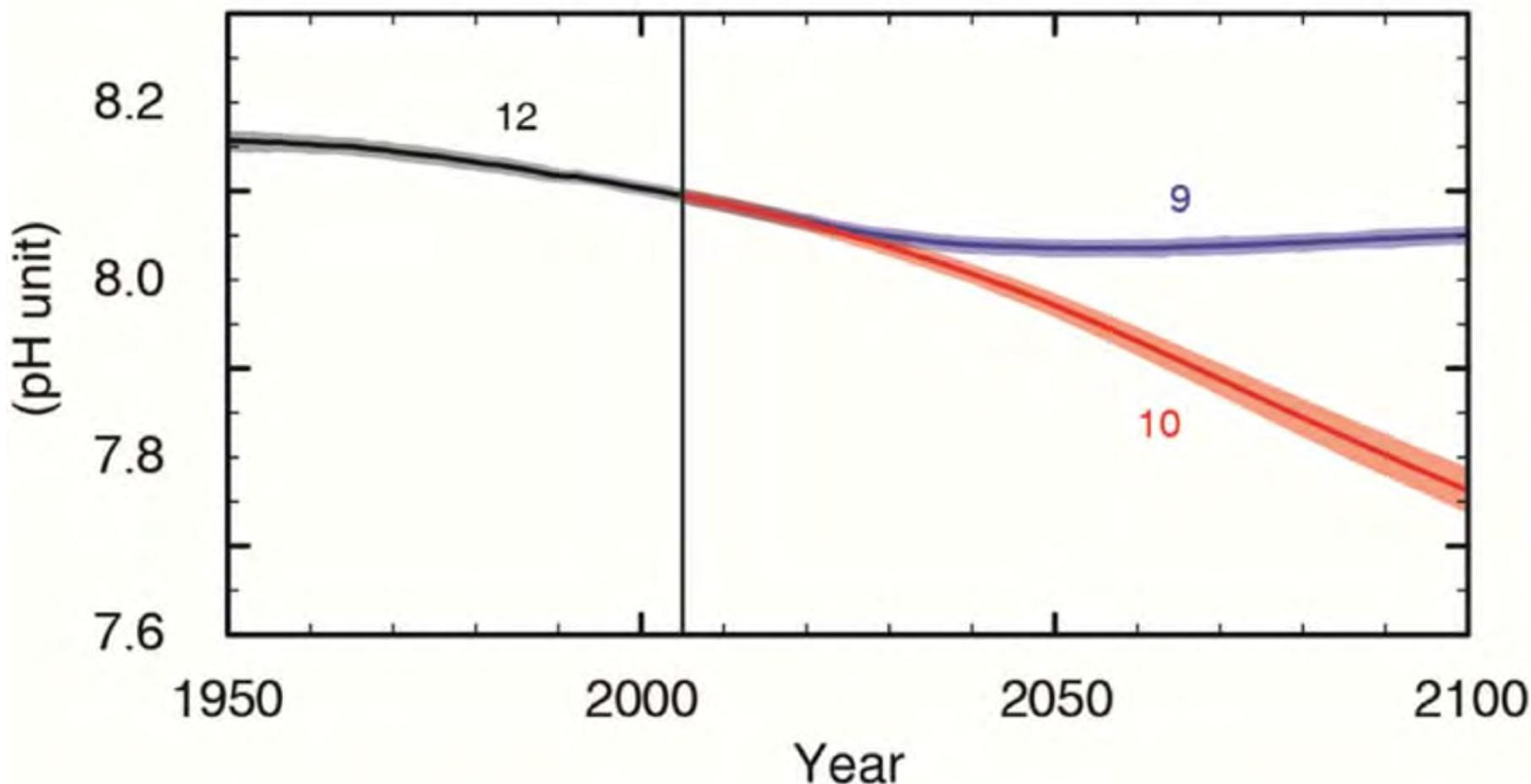
Carbon cycle: perturbed by human activities

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



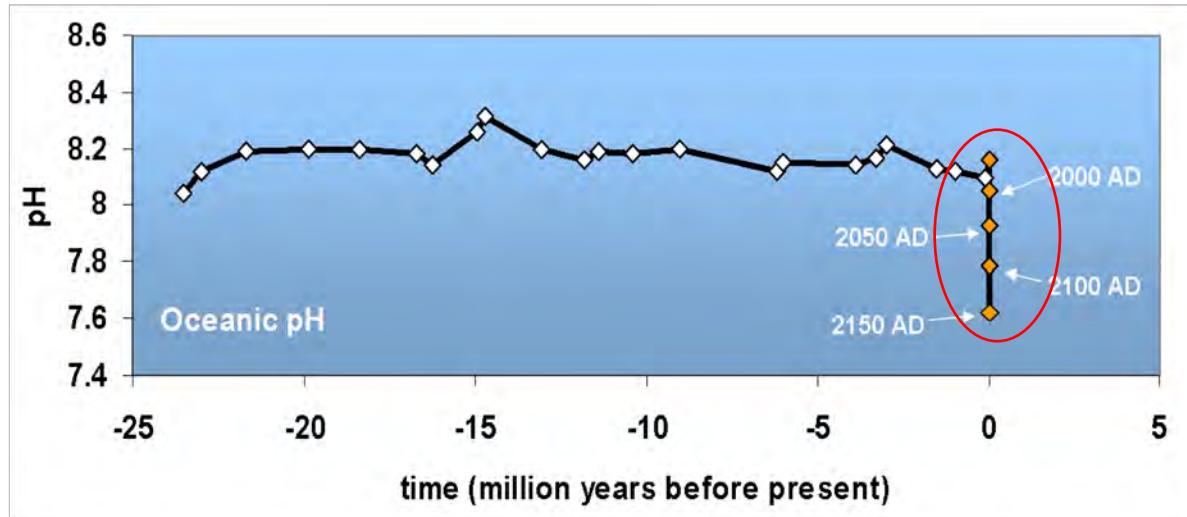
Global ocean surface pH (projections)

Ocean Acidification, for RCP 8.5 (orange) & RCP2.6 (blue)



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

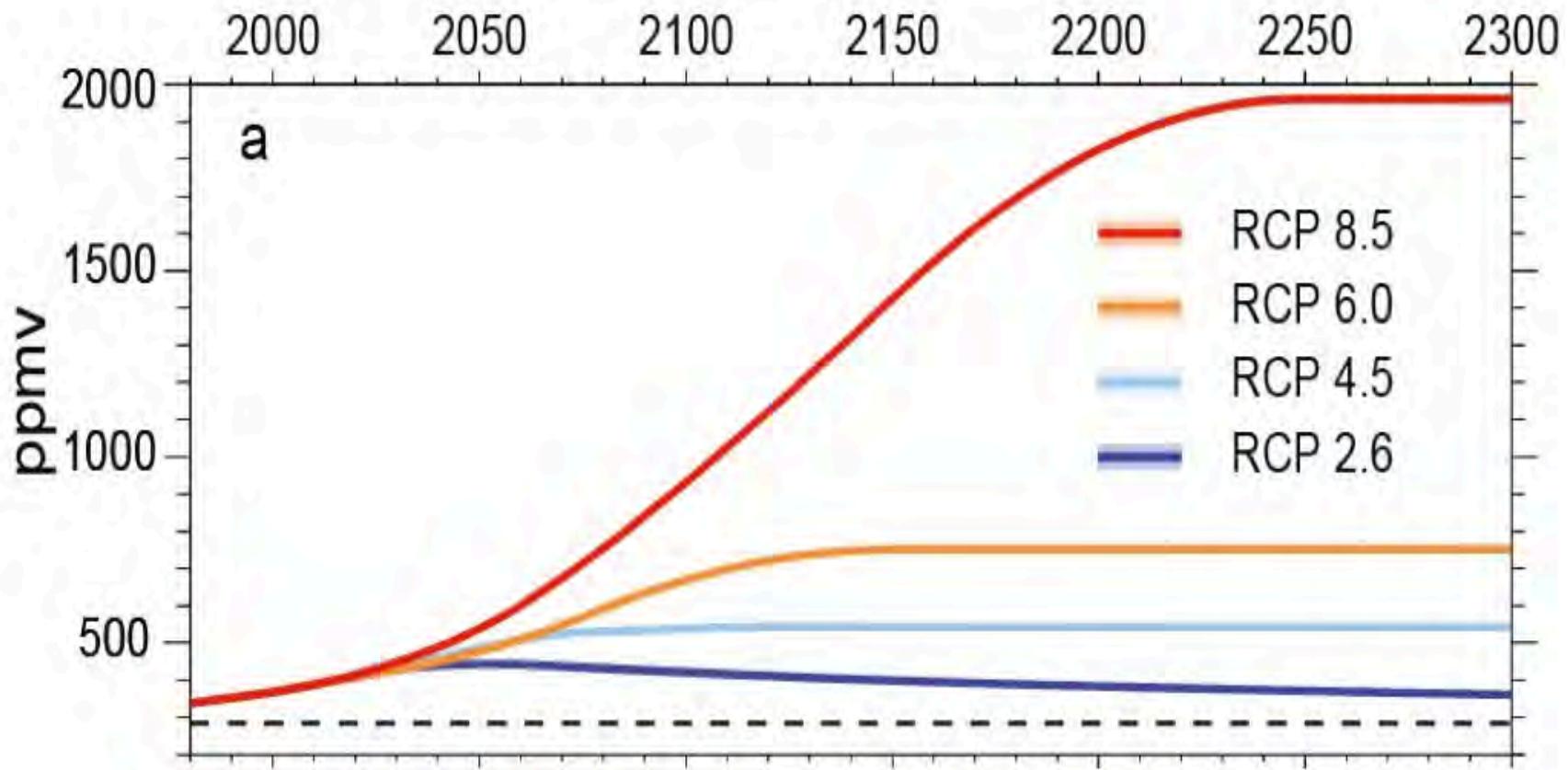
Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming? (Broecker, 1975)

Table 1. Reconstruction and prediction of atmospheric CO₂ contents based on fuel consumption data.

Year	Chemical fuel CO ₂ (× 10 ¹⁶ g)	Excess atmo- spheric CO ₂ * (× 10 ¹⁶ g)	Excess atmo- spheric CO ₂ (%)	Excess atmo- spheric CO ₂ (ppm)	CO ₂ content of the atmosphere† (ppm)	Global temper- ature increase‡ (°C)
1900	3.8	1.9	0.9	2	295	0.02
1910	6.3	3.1	1.4	4	297	.04
1920	9.7	4.8	2.2	6	299	.07
1930	13.6	6.8	3.1	9	302	.09
1940	17.9	8.9	4.1	12	305	.11
1950	23.3	11.6	5.3	16	309	.15
1960	31.2	15.6	7.2	21	314§	.21
1970	44.0	22.0	10.2	29	322§	.29
1980	63	31	14	42	335	.42
1990	88	44	20	58	351	.58
2000	121	60	28	80	373	.80
2010	167	83	38	110	403	1.10

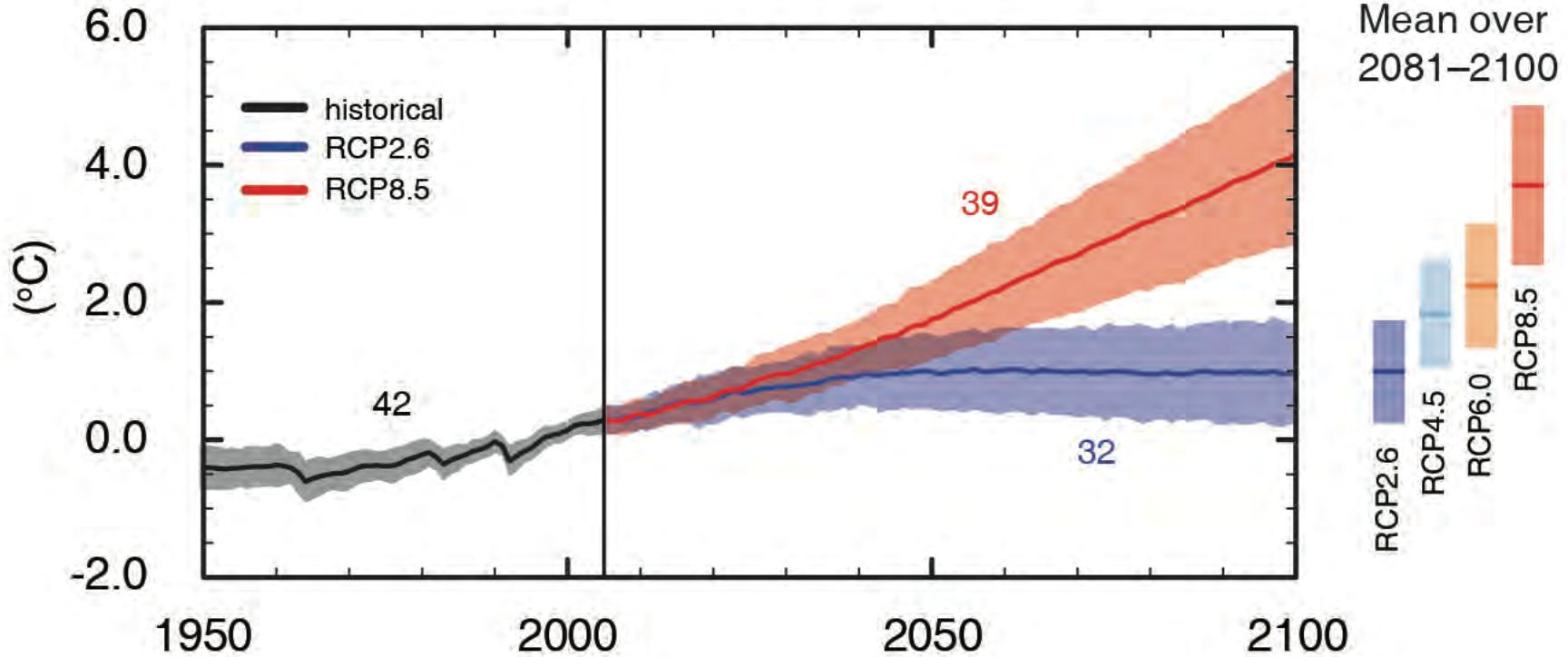
*On the assumption that 50 percent of the CO₂ produced by the burning of fuel remains in the atmosphere.
 †The preindustrial atmospheric partial pressure of CO₂ is assumed to be 293 ppm. ‡Assumes a 0.3°C global temperature increase for each 10 percent rise in the atmospheric CO₂ content. §Value observed on Hawaii for 1960, 314 ppm; value for 1970, 322 ppm (8). ||Post-1972 growth rate taken to be 3 percent per year.

RCP Scenarios: Atmospheric CO₂ concentration



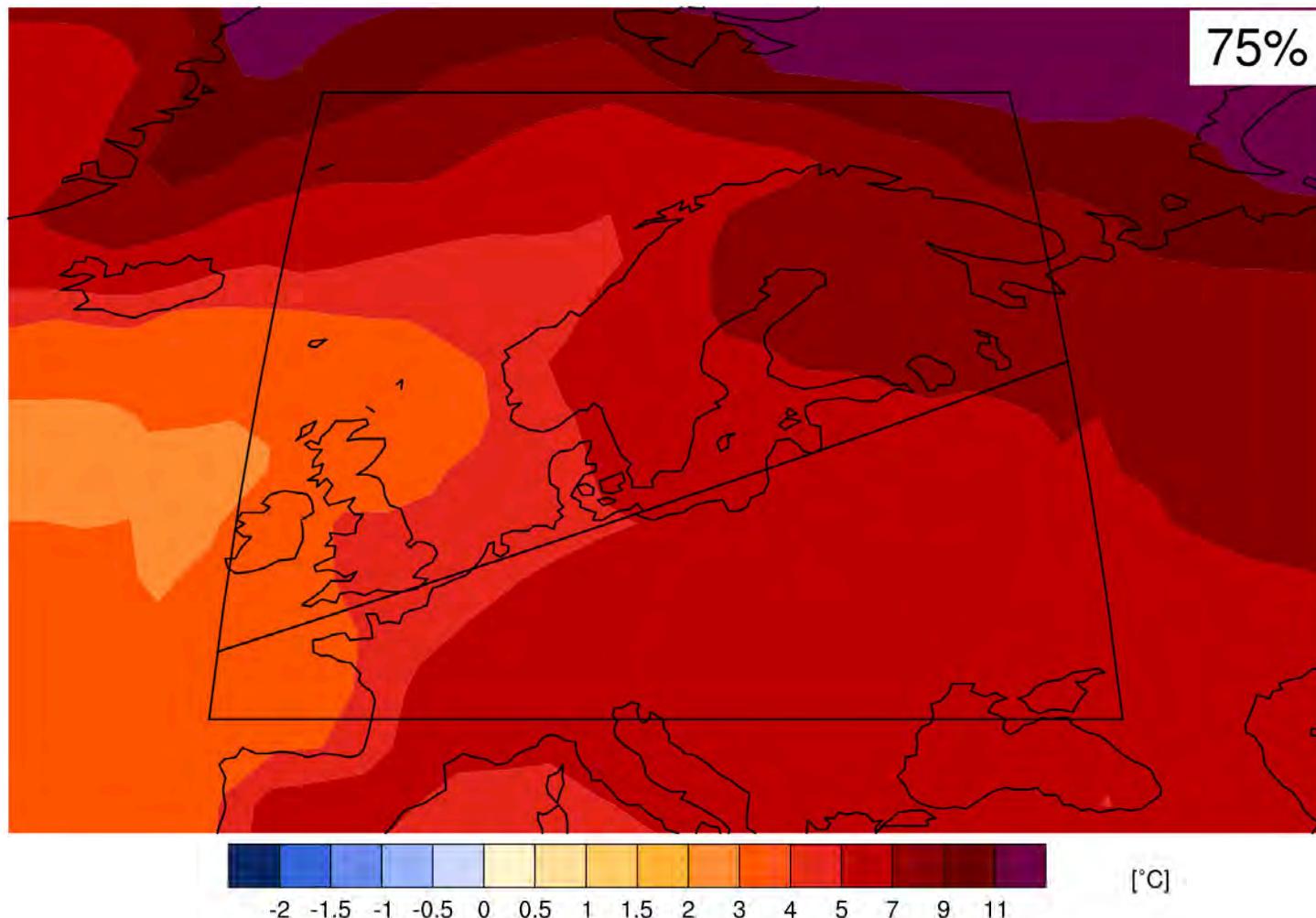
Three stabilisation scenarios: RCP 2.6 to 6
One Business-as-usual scenario: RCP 8.5

Global average surface temperature change



Only the lowest (RCP2.6) scenario maintains the global surface temperature increase above the pre-industrial level to less than 2° C with at least 66% probability

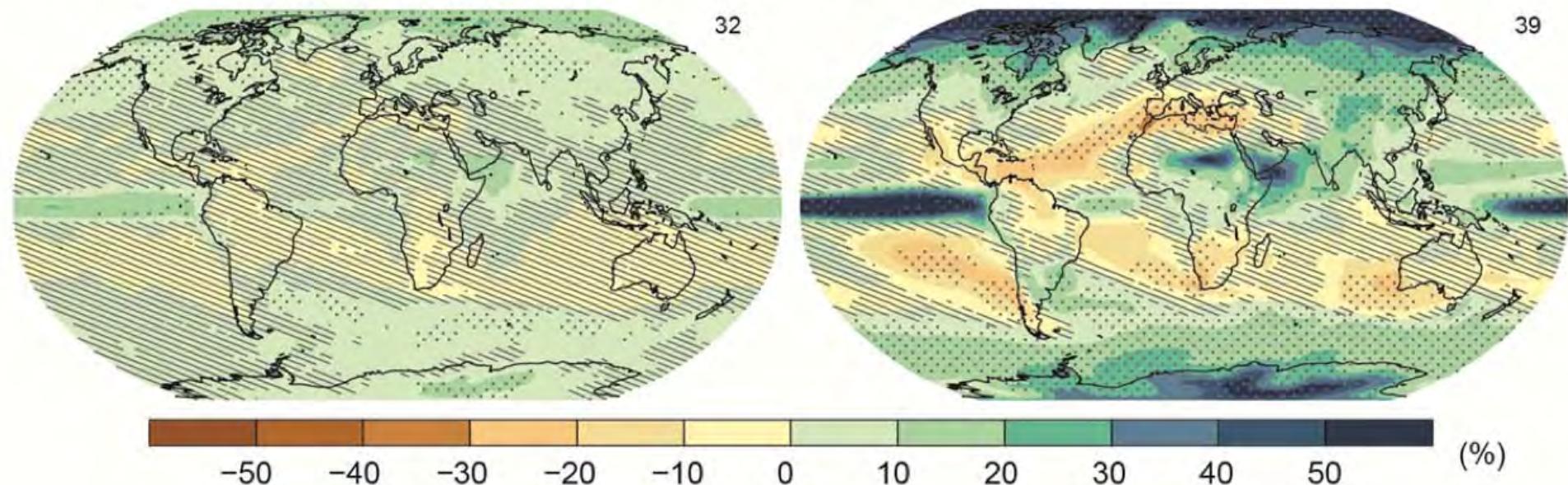
North Europe - Map of temperature changes: 2081–2100 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario (annual)



Projected Change in Precipitation

(b)

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



Hatching indicates regions where *the multi-model mean is small compared to natural internal variability* (i.e., less than one standard deviation of natural internal variability in 20-year means).
Stippling indicates regions where the multi-model mean is large compared to natural internal variability (i.e., greater than two standard deviations of natural internal variability in 20-year means) and where at least 90% of models agree on the sign of change

Qori Kalis Glacier (Pérou): juillet 1978



Source: Dr. Lonnie Thompson (OSU),
via <http://climate.nasa.gov/images-of-change#543-melting-qori-kalis-glacier-peru>

Qori Kalis Glacier (Pérou): juillet 2011



Source: Dr. Lonnie Thompson (OSU),
via <http://climate.nasa.gov/images-of-change#543-melting-qori-kalis-glacier-peru>

La Mer de Glace (massif du Mont-Blanc, France)

1919

2019



Photo : Walter Mittelholzer, ETH-Bibliothek Zürich

Photo : Dr Kieran Baxter, Université de Dundee

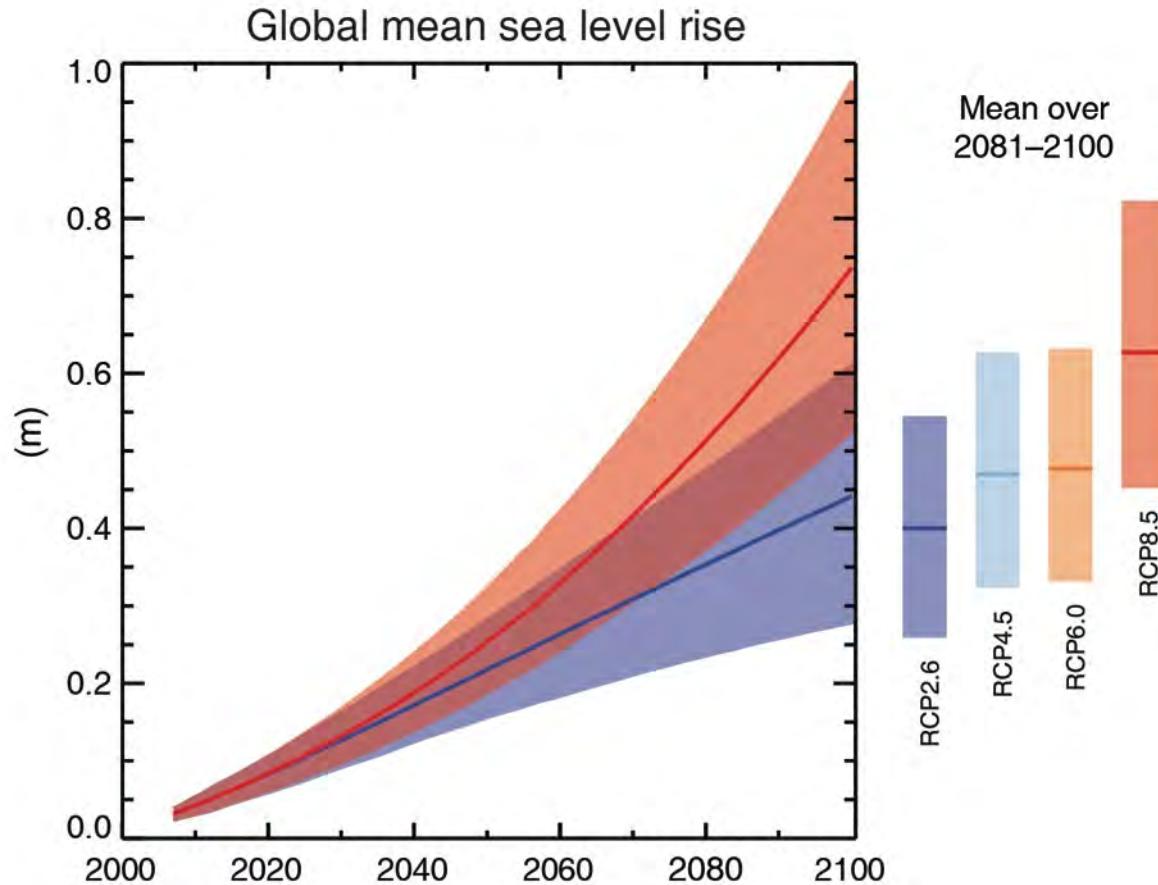


Fig. SPM.9

RCP2.6 (2081-2100), *likely* range: **26 to 55 cm**

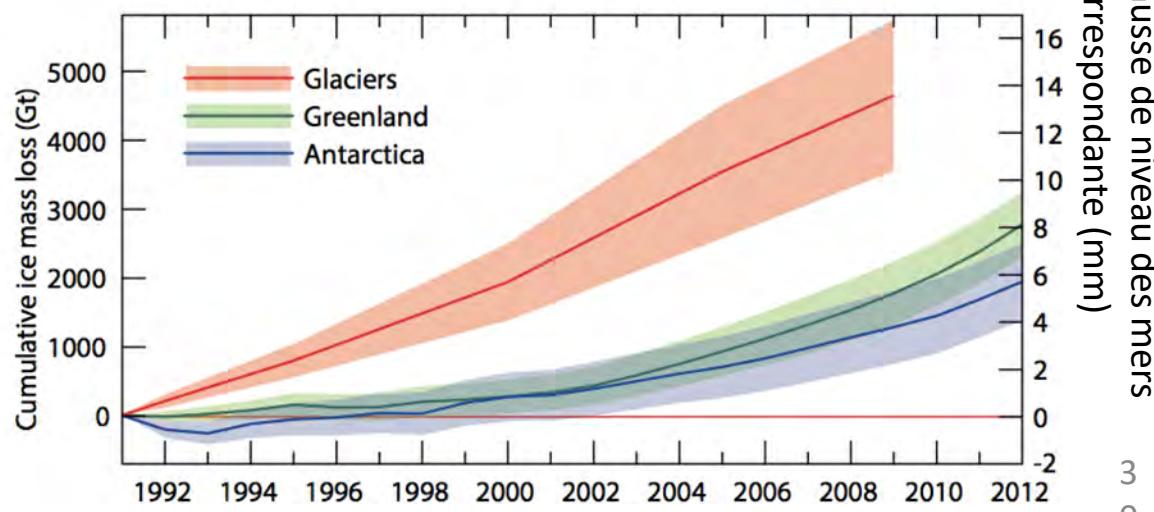
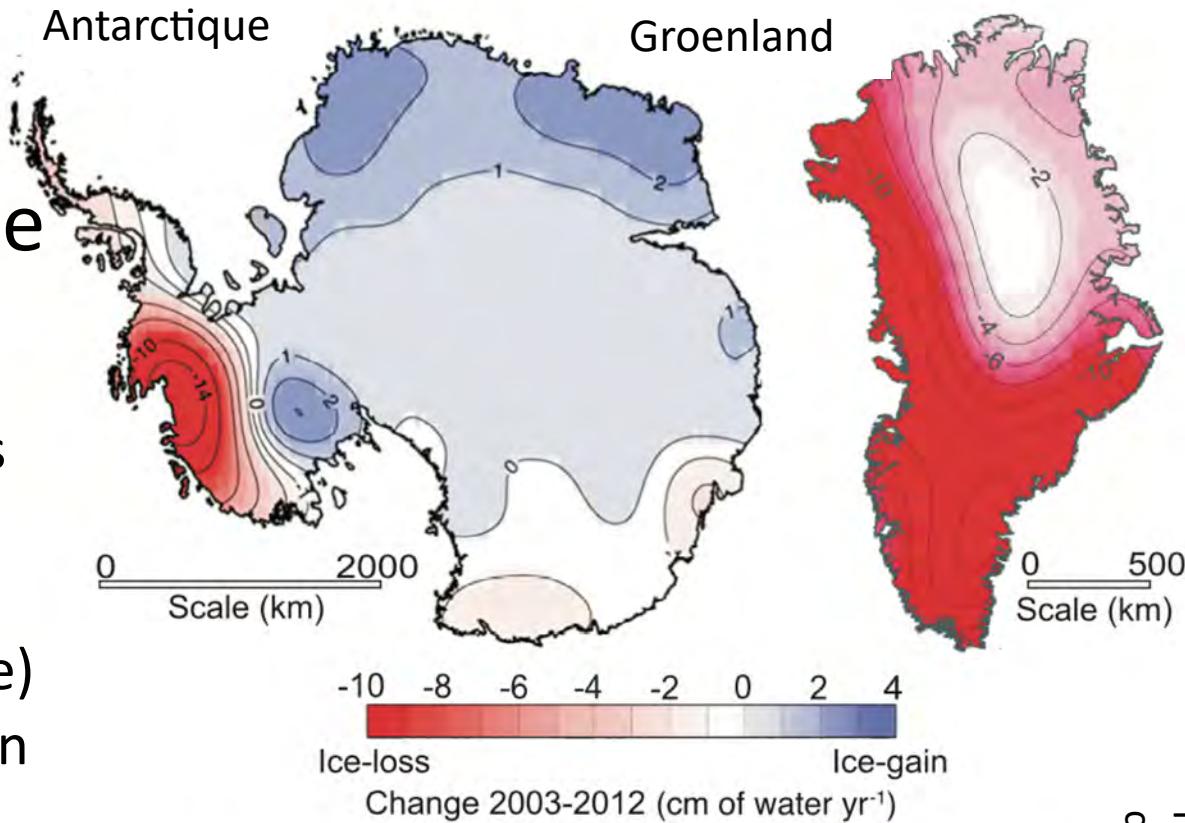
RCP8.5 (in 2100), *likely* range: **52 to 98 cm**

La température moyenne est sans doute déjà en train de dépasser la température de conservation des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique

Le risque d'une élévation du niveau des mers de plusieurs mètres d'ici un siècle ou deux est très important

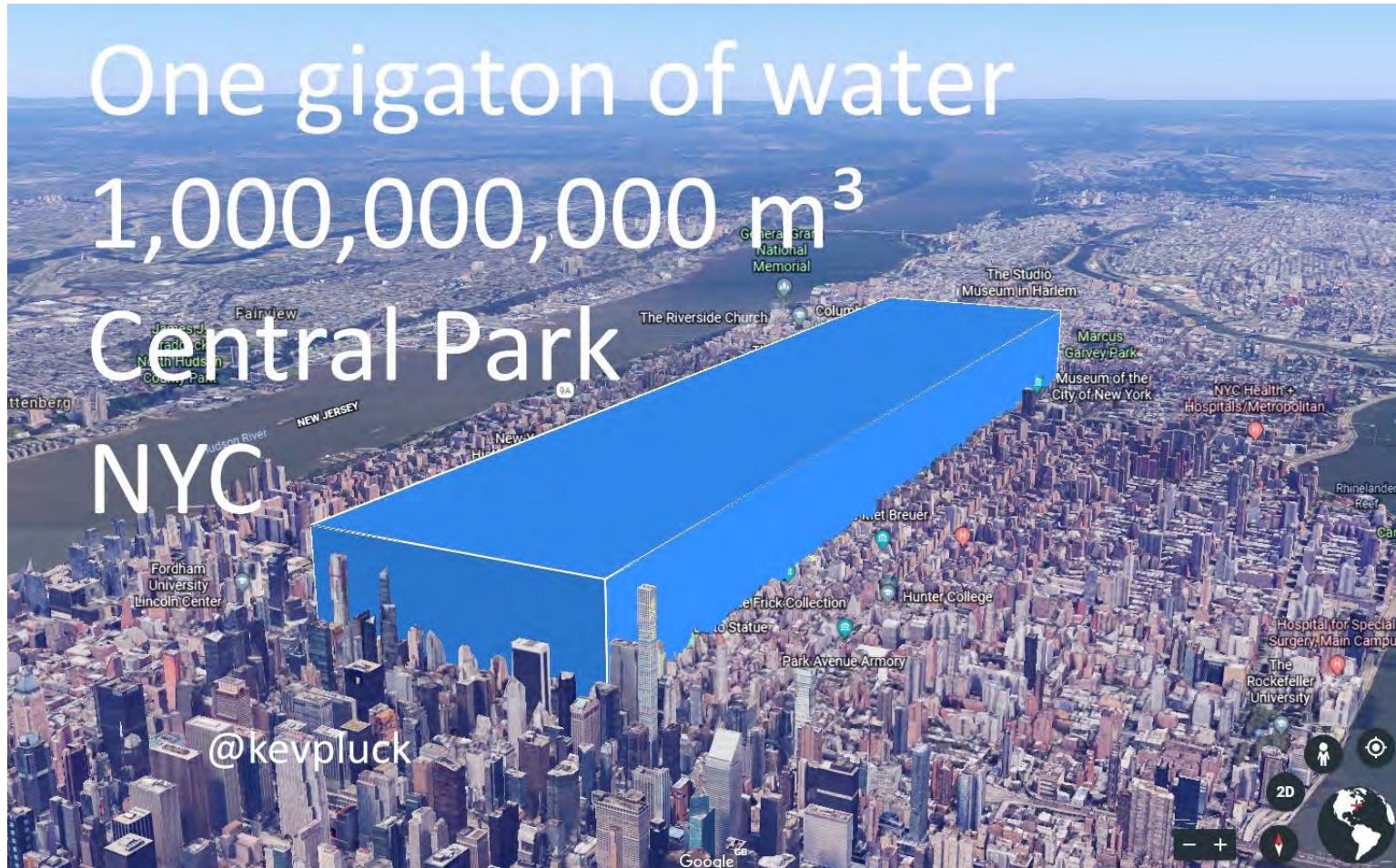
Le Groenland et l'Antarctique perdent de la glace

- Au Groenland, la perte de masse a lieu près des côtes car l'altitude est plus élevée au centre (environ 3000m de glace) donc il y fait plus froid en surface
- La figure ci-contre montre l'évolution de la contribution à la hausse du niveau des mers, comparée à celle des glaciers de montagne



Source: IPCC AR5 WG1 fig TS.3

La calotte glaciaire de l'Antarctique perd actuellement 1 Gt de glace tous les 1.5 jours !



Source: @Kevpluck, June 2018

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.



Rien qu'aux USA, les organisations qui sèment le doute à propos des changements climatiques dépensent près d'un milliard de dollars par an !

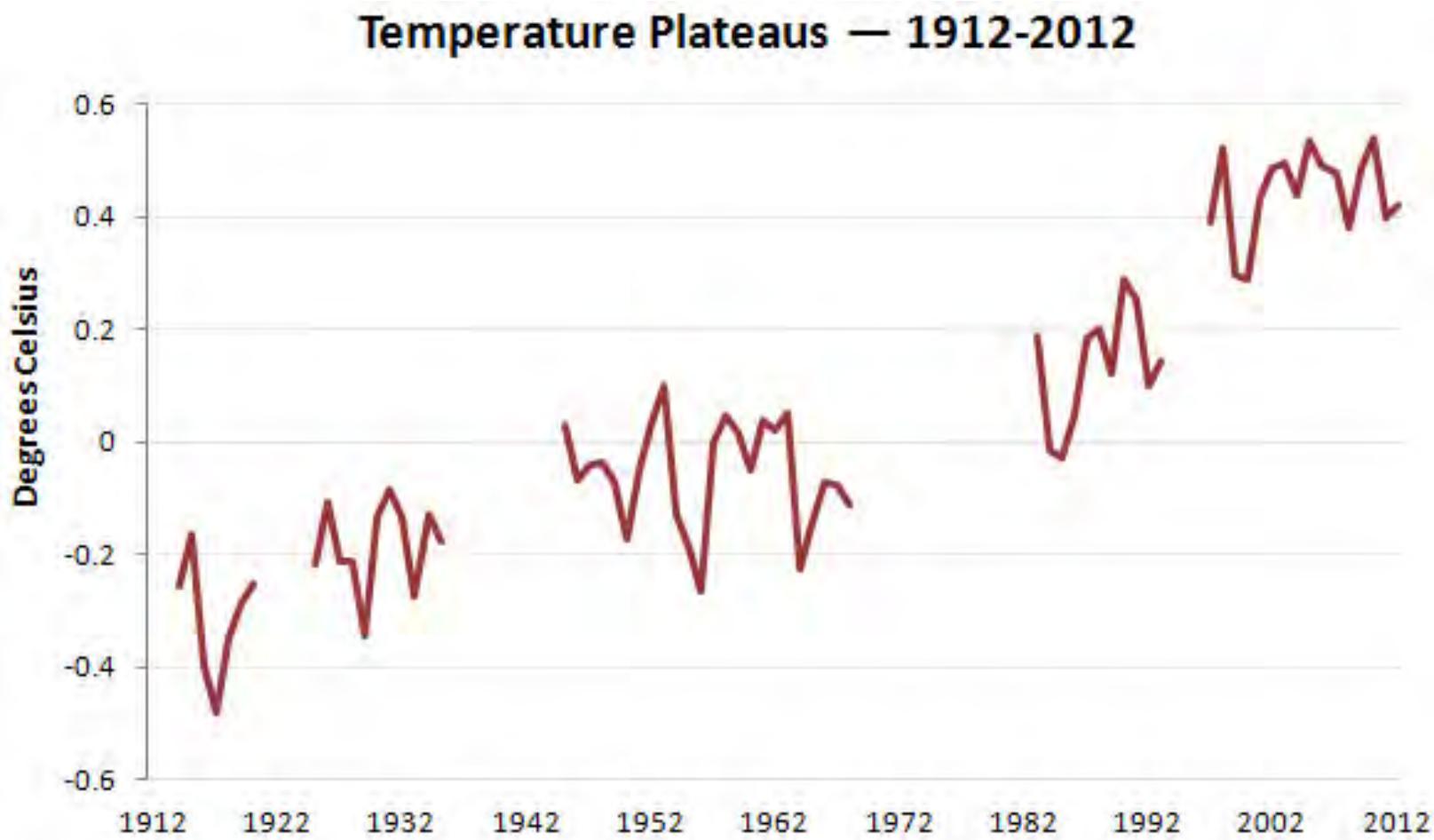
(Brulle 2014, chiffres pour 2003-2010)

L'Union européenne n'est pas en reste: de très nombreux lobbyistes travaillent à Bruxelles pour diluer les efforts de l'UE.

Temperature Change From 1961-1990 Average

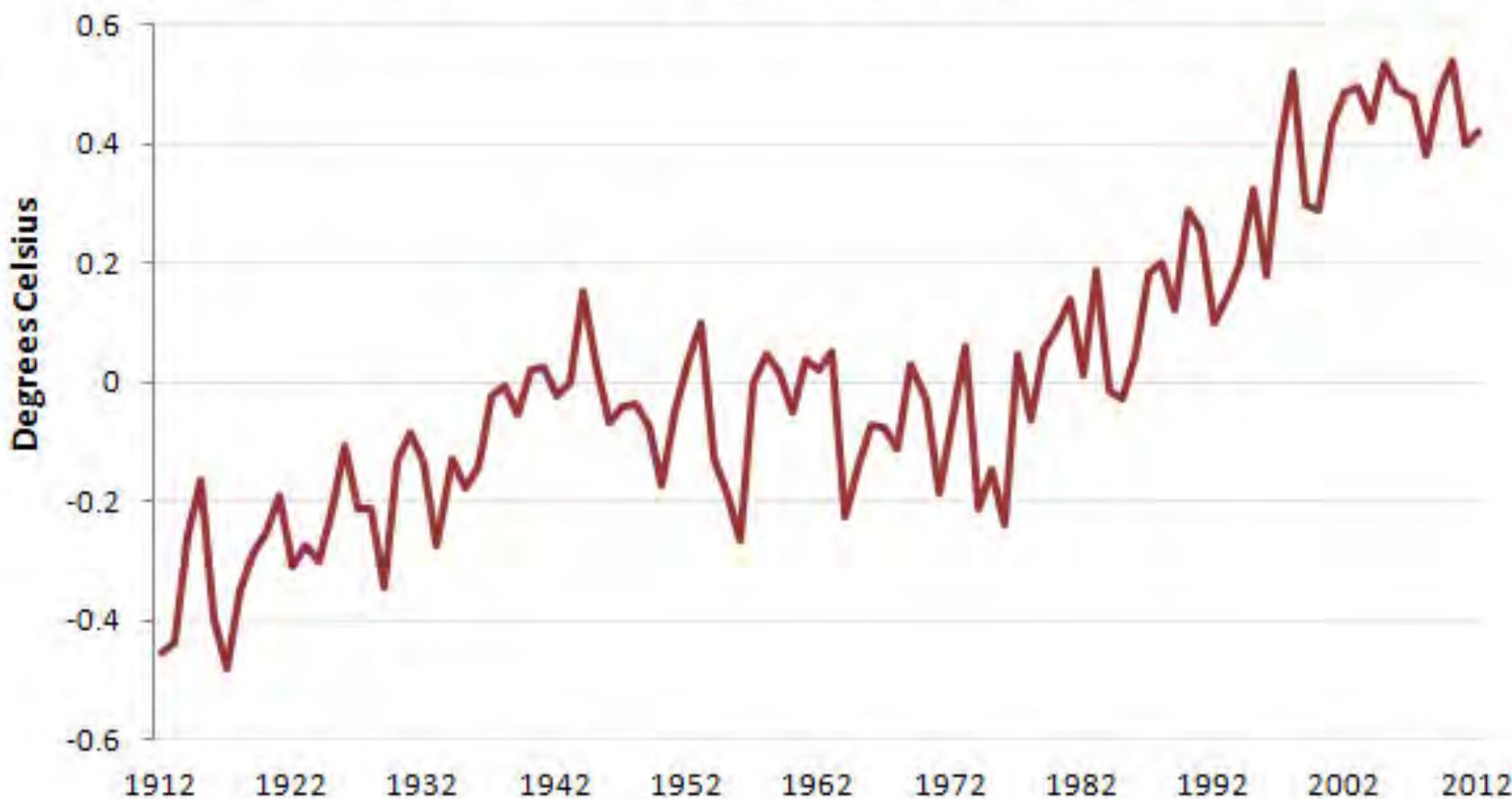


Lying With Statistics, Global Warming Edition



Lying With Statistics, Global Warming Edition

Temperature Change From 1961-1990 Average



Les sujets auxquels les «semeurs de confusion » s'attachent ont évolué au fil du temps:

- Existence du réchauffement et des changements climatiques
- Responsabilité humaine dans ces changements
- Coût de la décarbonation de l'économie mondiale
- Inconvénients supposés des alternatives
(exemple le plus récent: les soi-disant besoins énormes en cobalt des voitures électriques, voir l'analyse critique sur <https://www.desmogblog.com/2018/05/02/cnn-wrongly-blames-electric-cars-unethical-cobalt-mining>)

Missions de la Plateforme Wallonne pour le GIEC

- créer et tenir à jour un registre de l'expertise scientifique en Wallonie à propos de toutes les dimensions des changements climatiques ;
- effectuer un travail de veille scientifique, informer régulièrement les preneurs de décision, et répondre aux demandes d'information ;
- publier la Lettre de la PWG (gratuit, 6 X/an)

The Essential Truth About Climate Change in Ten Words

**IT'S REAL
IT'S US
EXPERTS AGREE
IT'S BAD
THERE'S HOPE**

The basic facts of climate change, established over decades of research, can be summarized in five key points:

Global warming is happening.

Human activity is the main cause.

There's scientific consensus on human-caused global warming.

The impacts are serious and affect people.

We have the technology needed to avoid the worst climate impacts.

Source: @JohnfoCook

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).



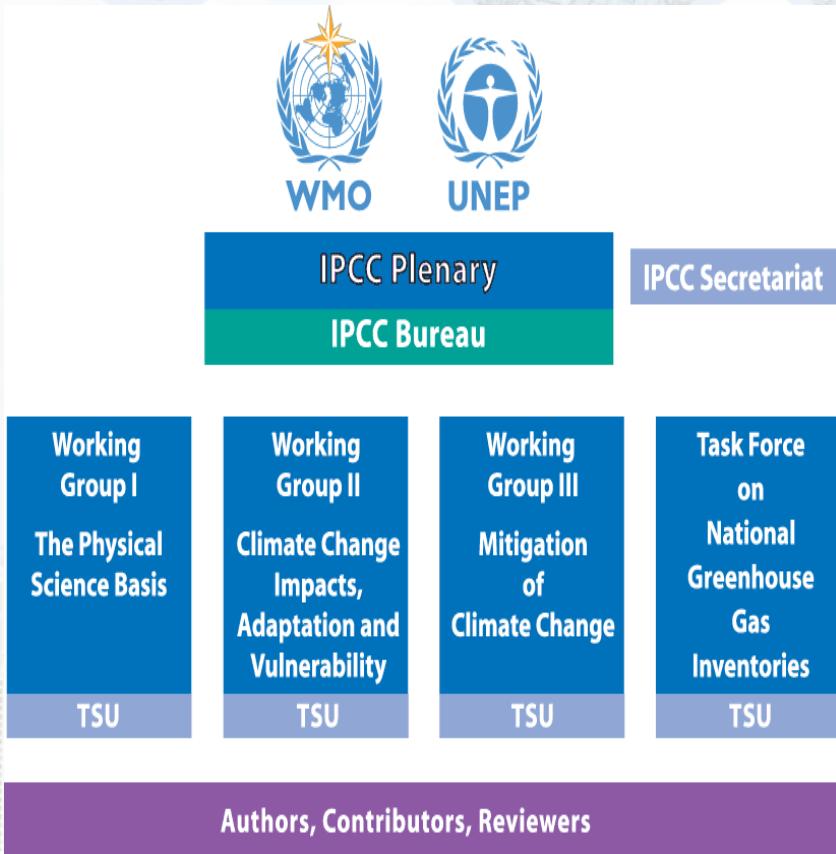
OMM = Organisation Météorologique Mondiale
PNUE = Programme des Nations Unies pour l'Environnement



**IPCC Reports are
policy-relevant,
NOT
policy-prescriptive**

Jean-Pascal van Ypersele
(vanyp@climate.be)

Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC): Organization Structure

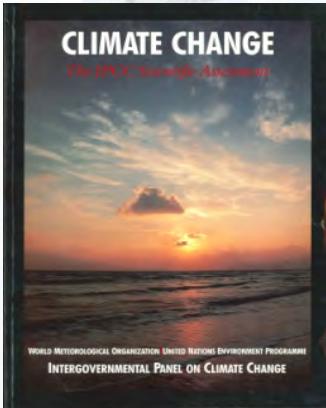


- **IPCC plenary comprises of all countries in the world**
- **IPCC Bureau comprises of 34 elected members; IPCC elects its Bureau every 6-7 years**
- **3 Working Groups & a Task Force on National Greenhouse Gas Inventories**
- **Authors, Contributors, Reviewers, Review Editors**

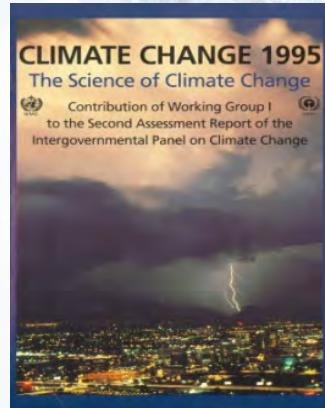
IPCC writing cycle (4 years, 831 Lead authors)

- Plenary decides table of content of reports
- Bureau appoints world-class scientists as authors, based on publication record
- Authors assess all scientific literature
- *Draft* – Expert review (+ Review editors)
- *Draft 2 (+ Draft 1 Summary for Policy Makers (SPM))* – Combined expert/government review
- *Draft 3 (+ Draft 2 SPM)* – Government review of SPM
- Approval Plenary (interaction authors – governments) – *SPM and full report*
- ***NB: the scientists have the last word!***

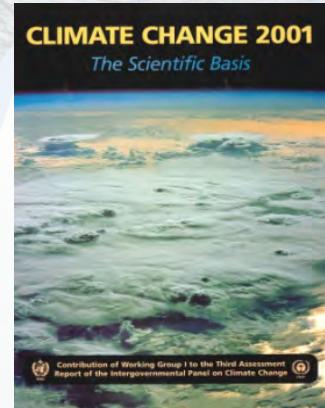
IPCC Assessment Reports



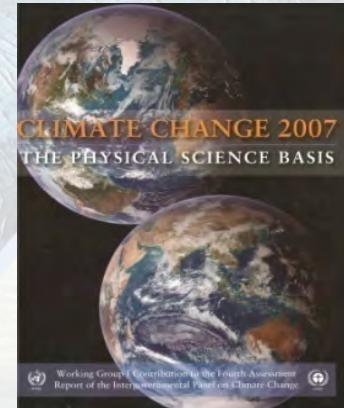
FAR 1990



SAR 1995



TAR 2001



AR4 2007



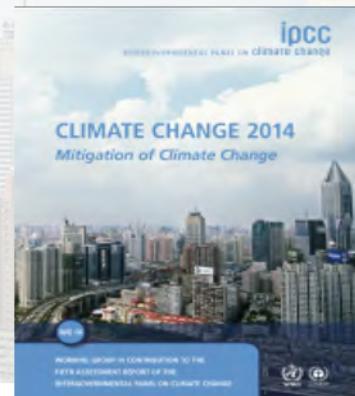
Nobel Peace Prize 2007



AR5 WGI 2013



AR5 WGII 2014



AR5 WGIII 2014

IPCC AR5 Synthesis Report

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

ipcc
climate change



The IPCC assessments have influenced global action on an unprecedented scale

1. The First Assessment Report (FAR, 1990) had a major impact in defining the content of the **UNFCCC**
2. The Second Assessment Report (SAR, 1996) was largely influential in defining the provisions of the **Kyoto Protocol**
3. The Third Assessment Report (TAR, 2001) focused attention on the **impacts** of climate change and the need for **adaptation**
4. The Fourth Assessment Report (AR4, 2007) informed the decision on the ultimate objective (**2° C**) and is creating a strong basis for a **post Kyoto Protocol** agreement
5. The Fifth Assessment Report (AR5, 2013-14) has informed the **review of the 2° C objective**, and the preparation of the **Paris 2015 agreement**

Missions de la Plateforme Wallonne pour le GIEC

- accompagner les scientifiques wallons qui participent aux travaux du GIEC, y compris au cours de la relecture des rapports du GIEC ;
- participer à la valorisation et à la représentation en Wallonie et à l'étranger pour les activités scientifiques liées au travail de la plateforme;
- contribuer à l'analyse des politiques et mesures mise en œuvre par le Gouvernement wallon pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre et s'adapter aux effets du réchauffement climatique
- www.plateforme-wallonne-giec.be

Missions de la Plateforme Wallonne pour le GIEC

- créer et tenir à jour un registre de l'expertise scientifique en Wallonie à propos de toutes les dimensions des changements climatiques ;
- effectuer un travail de veille scientifique, informer régulièrement les preneurs de décision, et répondre aux demandes d'information ;
- publier la Lettre de la PWG (gratuit, 6 X/an)

Ecrit pour les jeunes (et moins jeunes), avec des liens vers des ressources utiles

Plateforme Wallonne pour le GIEC

Lettre N°13 - avril 2019

'Sauver le climat' : les bases



Suite à l'intense mobilisation des jeunes, les changements climatiques ont fait l'objet de beaucoup d'attention au cours des derniers mois. Elèves du secondaire, étudiants, professeurs, parents et grands-parents sont descendus dans la rue pour montrer leur désarroi face à la lenteur de l'action vis-à-vis des changements climatiques.

Nous nous réjouissons de cette mobilisation, car notre rôle nous met encore plus fréquemment que l'ensemble de la population en position de témoin des risques que font courir les changements climatiques, ainsi que de l'ampleur des efforts nécessaires pour mettre en œuvre les objectifs qui se sont fixés les membres des Nations Unies à Paris en 2015 (COP21).

Une démarche essentielle en faveur de ces jeunes est de les aider à se former, à appréhender les principaux éléments de la problématique du climat, et plus largement, de l'influence de nos activités sur notre environnement et sur le futur de l'humanité. L'éducation est un des instruments essentiels pour évoluer vers une société plus durable et plus juste.

Pour y contribuer, nous présentons ici une brève synthèse de la problématique et une sélection de références commentées. Nous espérons que cette Lettre aidera enseignants et élèves à disposer d'une base d'information solide et ainsi à prendre leur part dans la solution à ce problème planétaire : agir à leur niveau et favoriser l'action dans leur entourage et au niveau sociétal.

Plusieurs témoignages d'élèves ou de professeurs sont également présentés.

Nous vous souhaitons une bonne lecture !

Jean-Pascal van Ypersele, Philippe Marbaix et Bruna Gaino

Sommaire

ABC des changements climatiques	2
Ressources pour l'enseignement	10
Témoignages	14
Agenda	16

Wallonie environnement Awac

Disponible gratuitement, 6X/an: www.plateforme-wallonne-giec.be

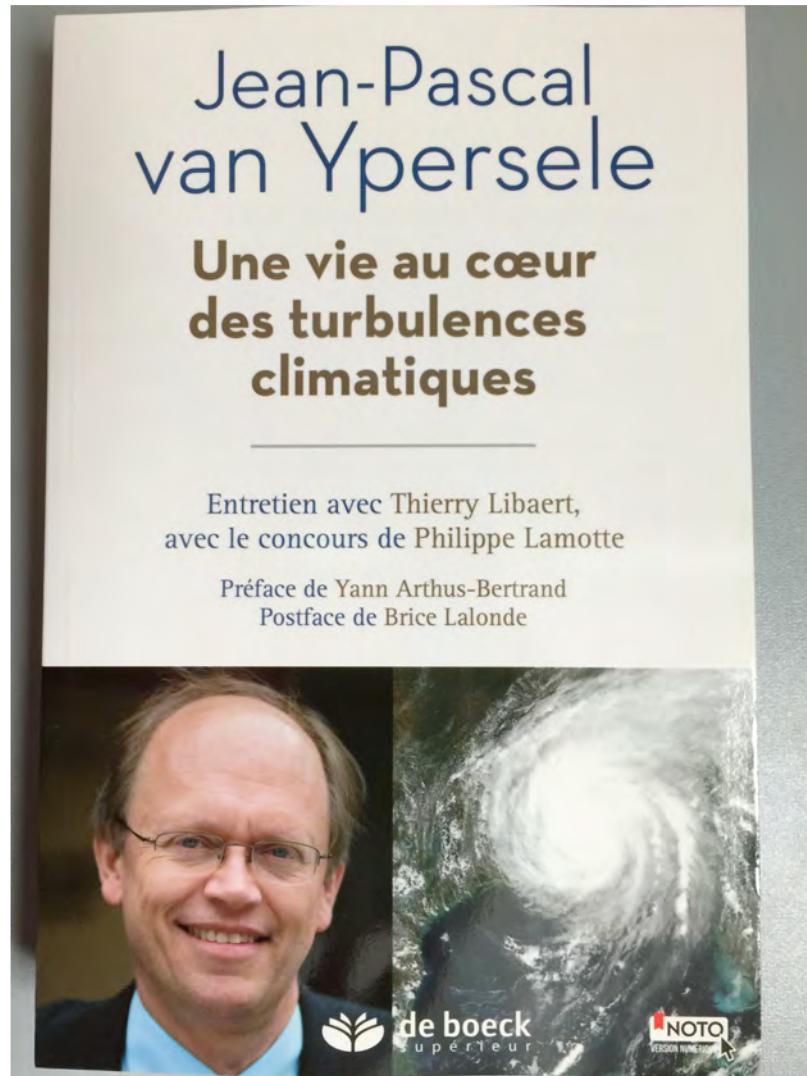
Pour en savoir plus:

**Lisez mon livre, où
j'aborde tous ces sujets**

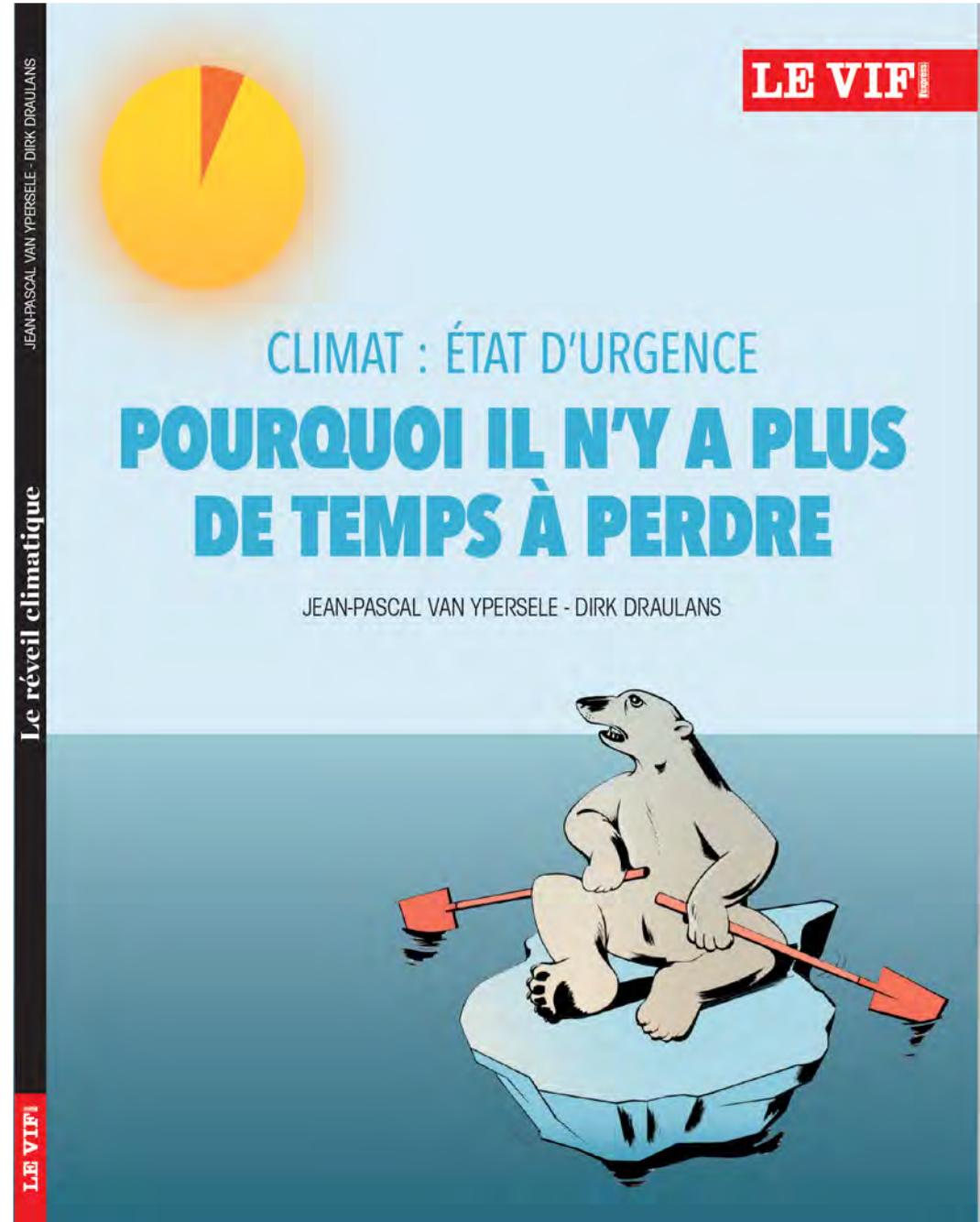
**Publié chez De Boeck
supérieur**

**Préface:Yann Arthus-
Bertrand**

Postface: Brice Lalonde

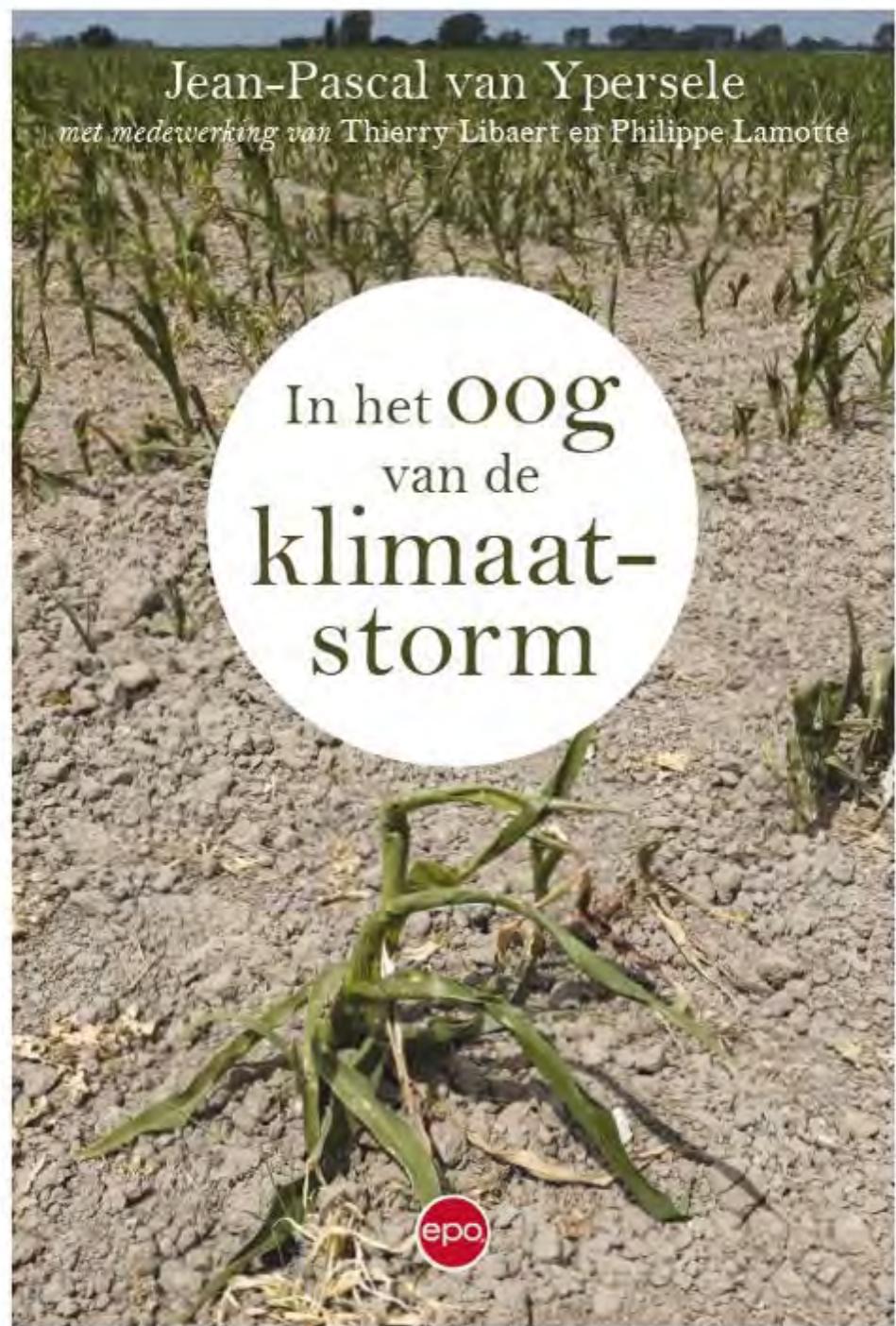


Mon dernier essai (2020) : Gratuit sur
www.levif.be/reveil-climatique



Bij EPO (2018)

Voorwoord:
Jill Peeters



Pour en savoir plus :

- www.ipcc.ch : GIEC ou IPCC
- www.climate.be/vanyp : beaucoup de mes dias
- www.plateforme-wallonne-giec.be : Plateforme wallonne pour le GIEC (e.a., Lettre d'information)
- www.my2050.be : calculateur de scénarios
- www.wechangeforlife.org : 250 experts témoignent
- www.realclimate.org : réponses aux semeurs de doute
- www.skepticalscience.com : idem
- **Sur Twitter: @JPvanYpersele @IPCC_CH**