

Changements climatiques : ***Les bases***

Jean-Pascal van Ypersele

**(UCLouvain, Earth & Life Institute,
Centre G. Lemaître)**

Vice-président du GIEC de 2008 à 2015

Twitter: @JPvanYpersele

**Cours n° 2, Chaire Développement durable et Transition
Université de Namur, 17 septembre 2019**

Merci au Gouvernement wallon pour son soutien à la www.plateforme-wallonne-giec.be et à mon équipe à l'Université catholique de Louvain



Apollo 17,
7 Dec. 1972

Plan

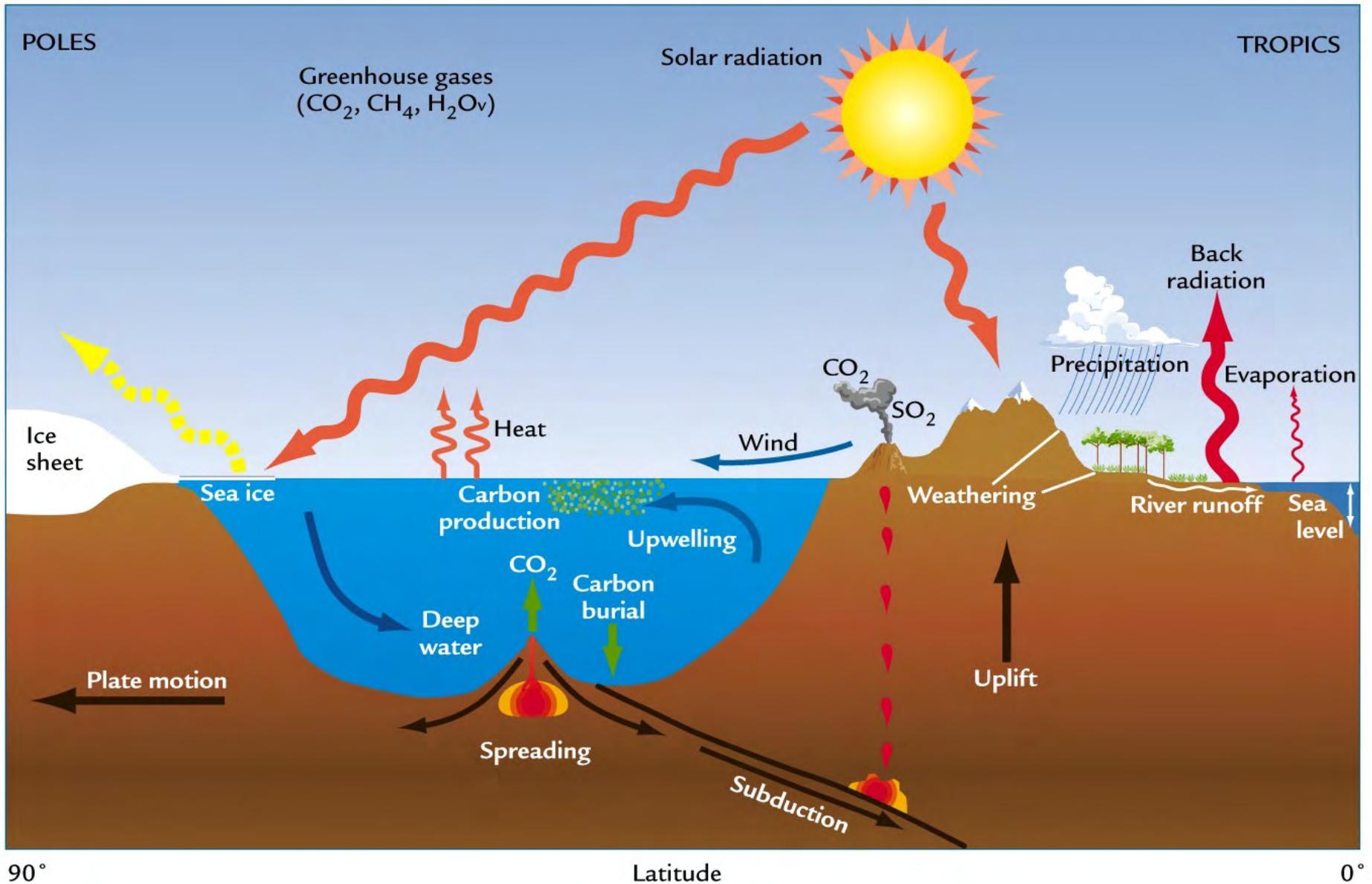
- **Le système climatique**
- **Le cycle de l'énergie et l'effet de serre**
- **Modélisation**
- **Rétroactions positives et négatives**
- **Attribution du réchauffement aux activités humaines**
- **Cycle du carbone**
- **Acidification des océans**
- **Budget carbone**
- **Scénarios pour les émissions futures**
- **Projections du climat futur**
- **Événements climatiques extrêmes**
- **Glace et niveau des océans**

Définitions

- **Système climatique:** constitué par l'atmosphère, les océans, la cryosphère (glace), la surface des continents, la biosphère...
- **Le climat** = moyenne de l'état de ce système, en particulier du temps sur 30 ans, + variabilité autour de cette moyenne

Le système climatique terrestre

- Machine thermique alimentée en énergie par le Soleil (1400 Wm^{-2} au sommet de l'atmosphère)
- « Sphère » en rotation : dynamique des fluides complexe
- Océan= 70% de la surface,
- Très fine atmosphère (N_2 , O_2 , H_2O , CO_2 ,...)
- Effet de serre
- Cycles bio-géo-chimiques



Résumé (1)

- $C + O_2 = \text{chaleur} + CO_2$ (inévitabile)
- 80% de l'énergie mondiale viennent des combustibles fossiles, contenant du "C" (carbone); le déboisement contribue aussi à l'émission de CO_2
- Ce gaz "à effet de serre" piège la chaleur
- De façon simplifiée : actuellement la moitié du CO_2 émis reste environ 100 ans dans l'atmosphère; il s'y accumule: $[CO_2] +40\%$ depuis 1750

Résumé (2)

- La température globale augmente (déjà 0.85°C de 1880 à 2012) & augmentera ($+0.3$ à $+4.8^{\circ}\text{C}$ de ≈ 1995 à ≈ 2090 ; gamme « probable » de l'AR5)
- Des impacts importants sont attendus
- Limiter l'augmentation de température à $+1.5^{\circ}\text{C}$
(// pré-industriel)
= réduire les émissions mondiales nettes à ≈ 0 vers 2050 !

Le cycle de l'énergie

Discovery of the Greenhouse Effect

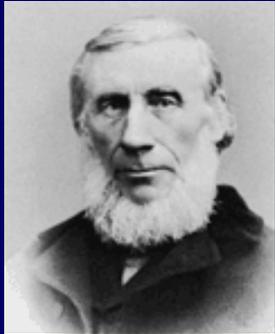
Joseph Fourier (1827)

Recognized that gases in the atmosphere might trap the heat received from the Sun.



John Tyndall (1859)

Careful laboratory experiments demonstrated that several gases could trap infrared radiation. The most important was simple water vapor. Also effective was carbon dioxide, although in the atmosphere the gas is only a few parts in ten thousand.



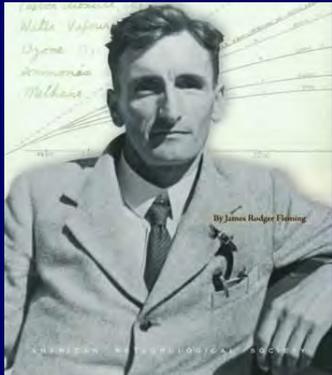
Svante Arrhenius (1896)

Performed numerical calculations that suggested that doubling the amount of carbon dioxide in the atmosphere could raise global mean surface temperatures by 5-6°C.
(not reliable yet : errors & lack of appropriate data)



Guy Callendar (1939)

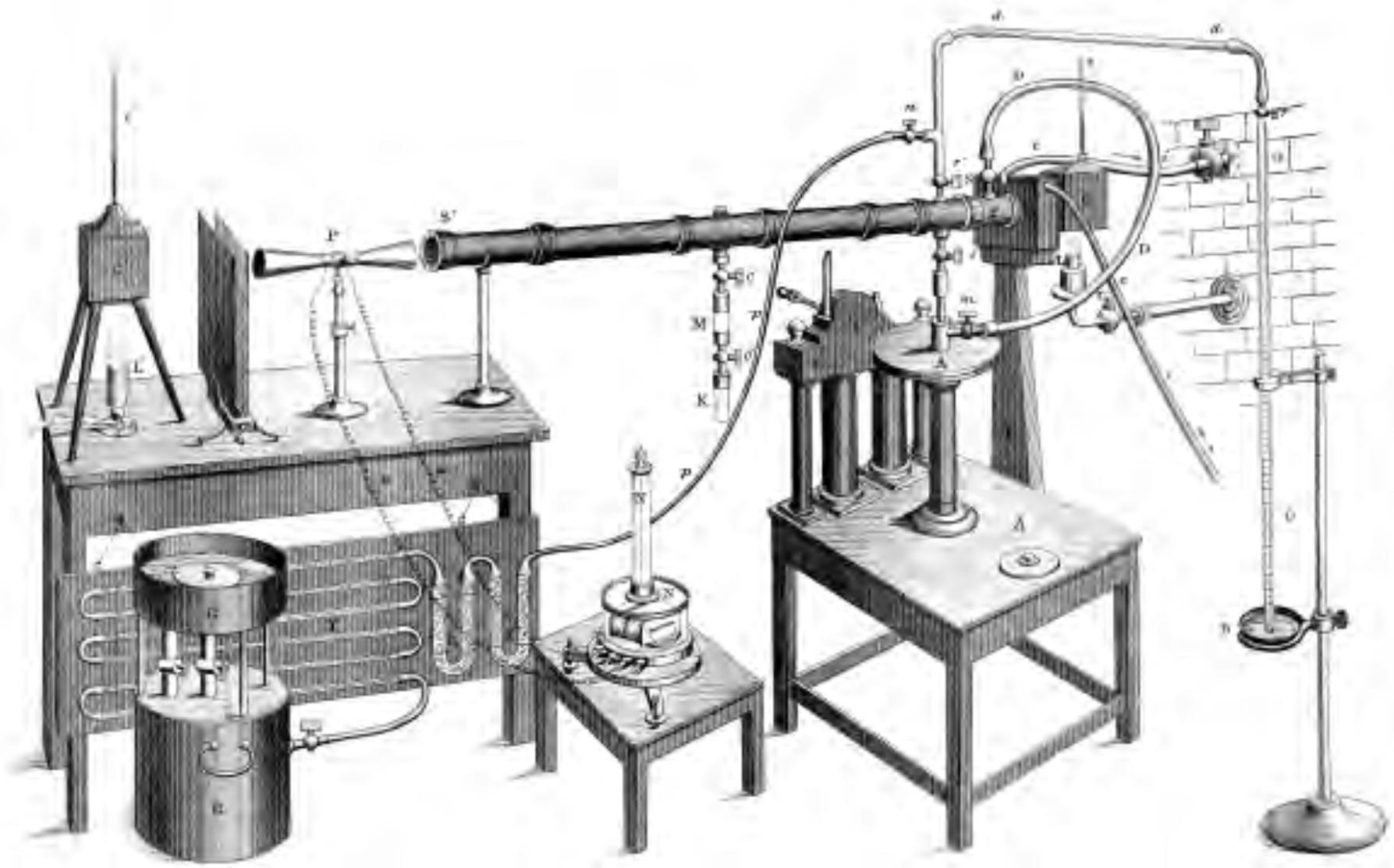
Argued that rising levels of carbon dioxide were responsible for measurable increases in Earth surface temperatures. Estimated that doubling the amount of CO₂ in the atmosphere could raise global mean surface temperatures by 2°C.¹



GREENHOUSE EFFECT?

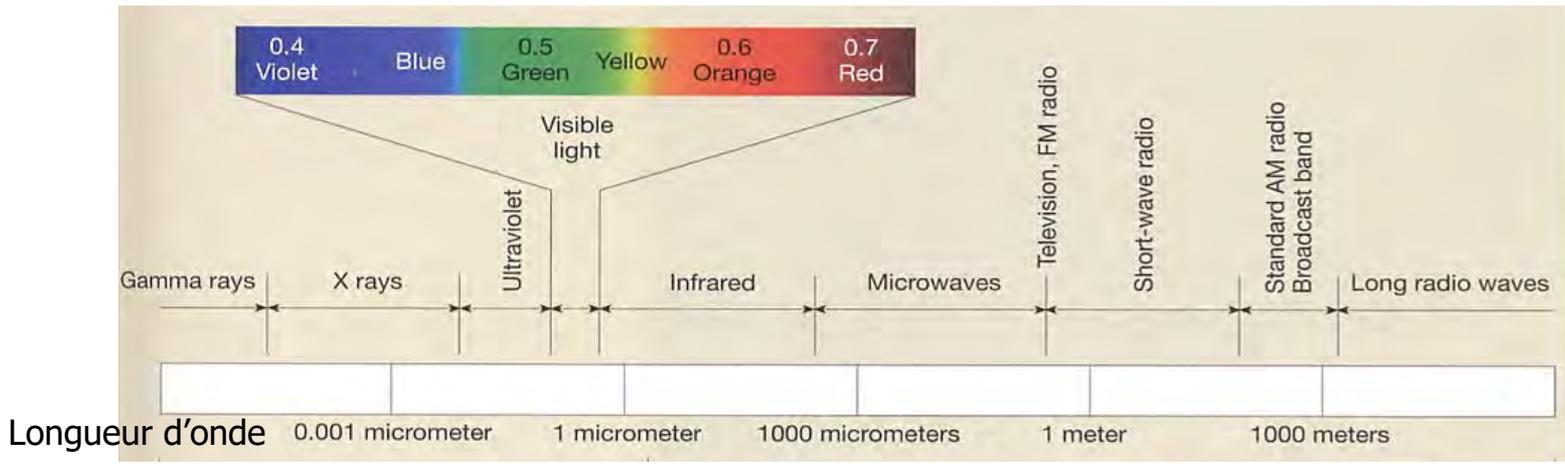


... un peu d'analogie,
mais grande
différence
de principe

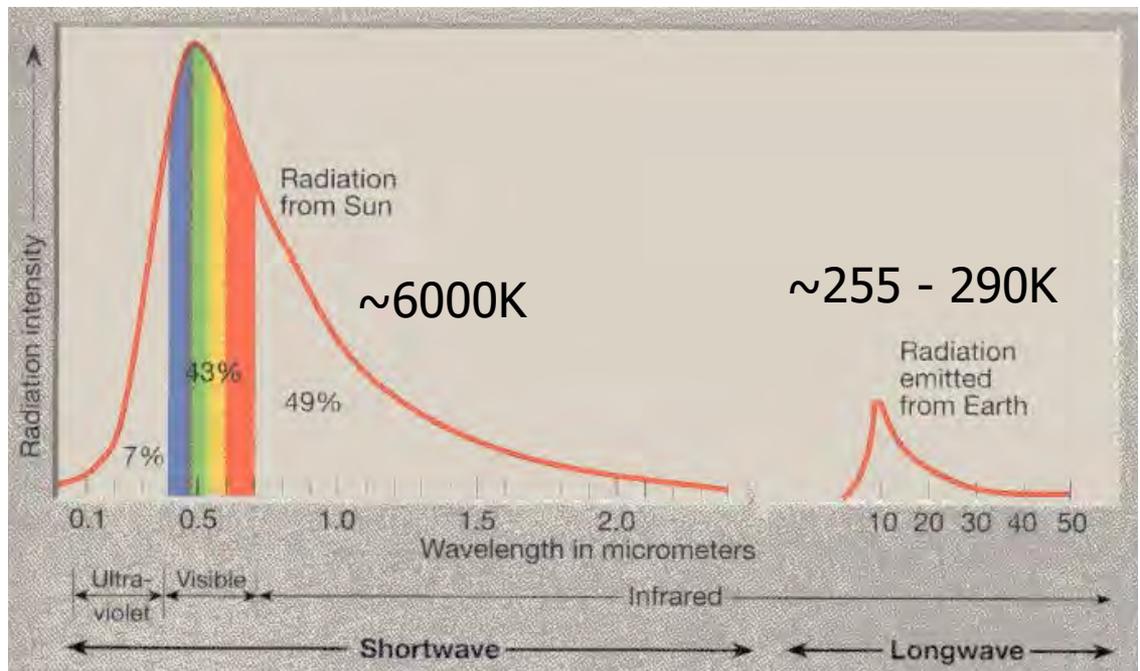


Tyndall (1861) mesure l'absorption du rayonnement par les gaz

Spectre du rayonnement électromagnétique

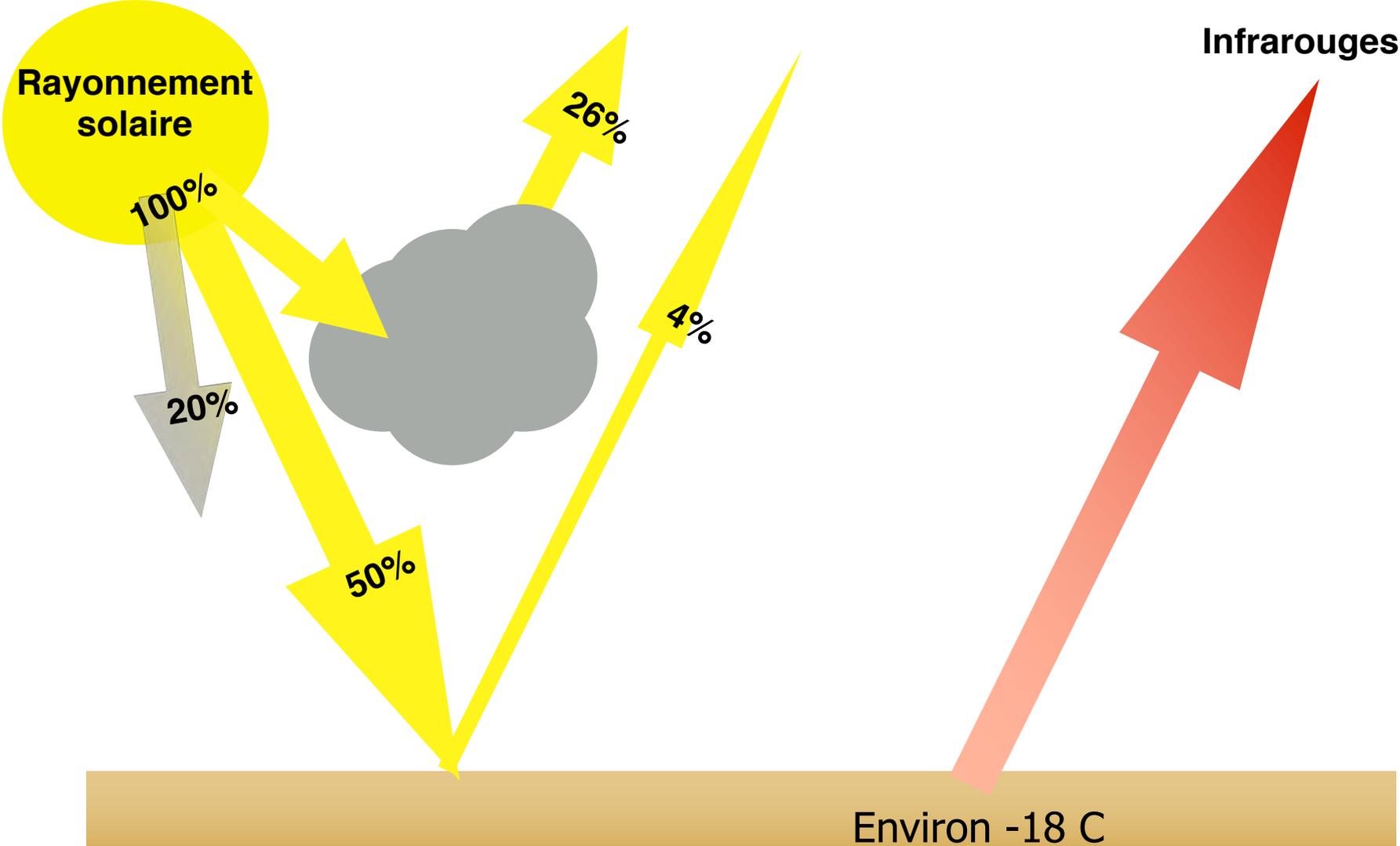


Spectres des rayonnements solaire et terrestre

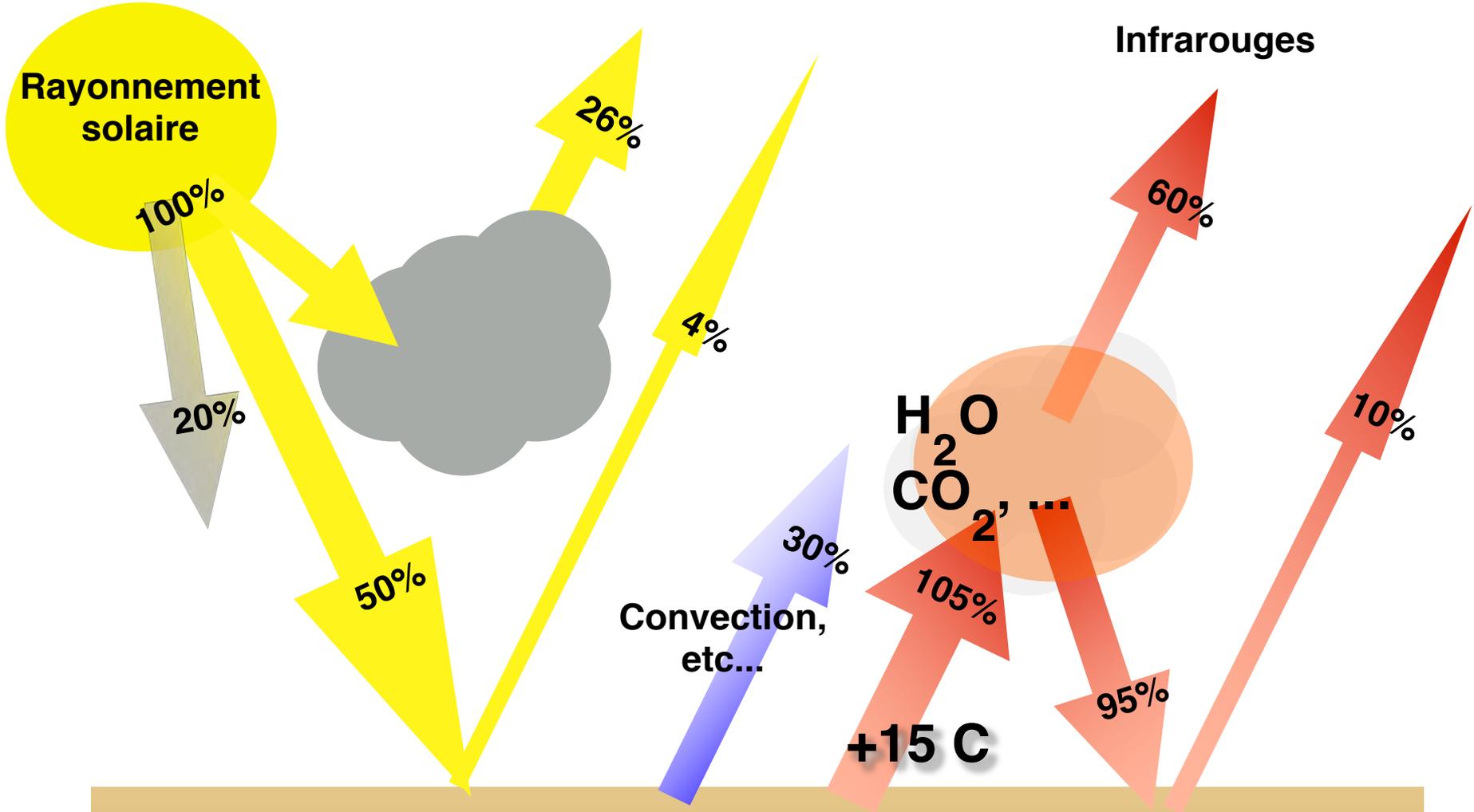


(0°C = +273K)

Energie et effet de serre



Energie et effet de serre



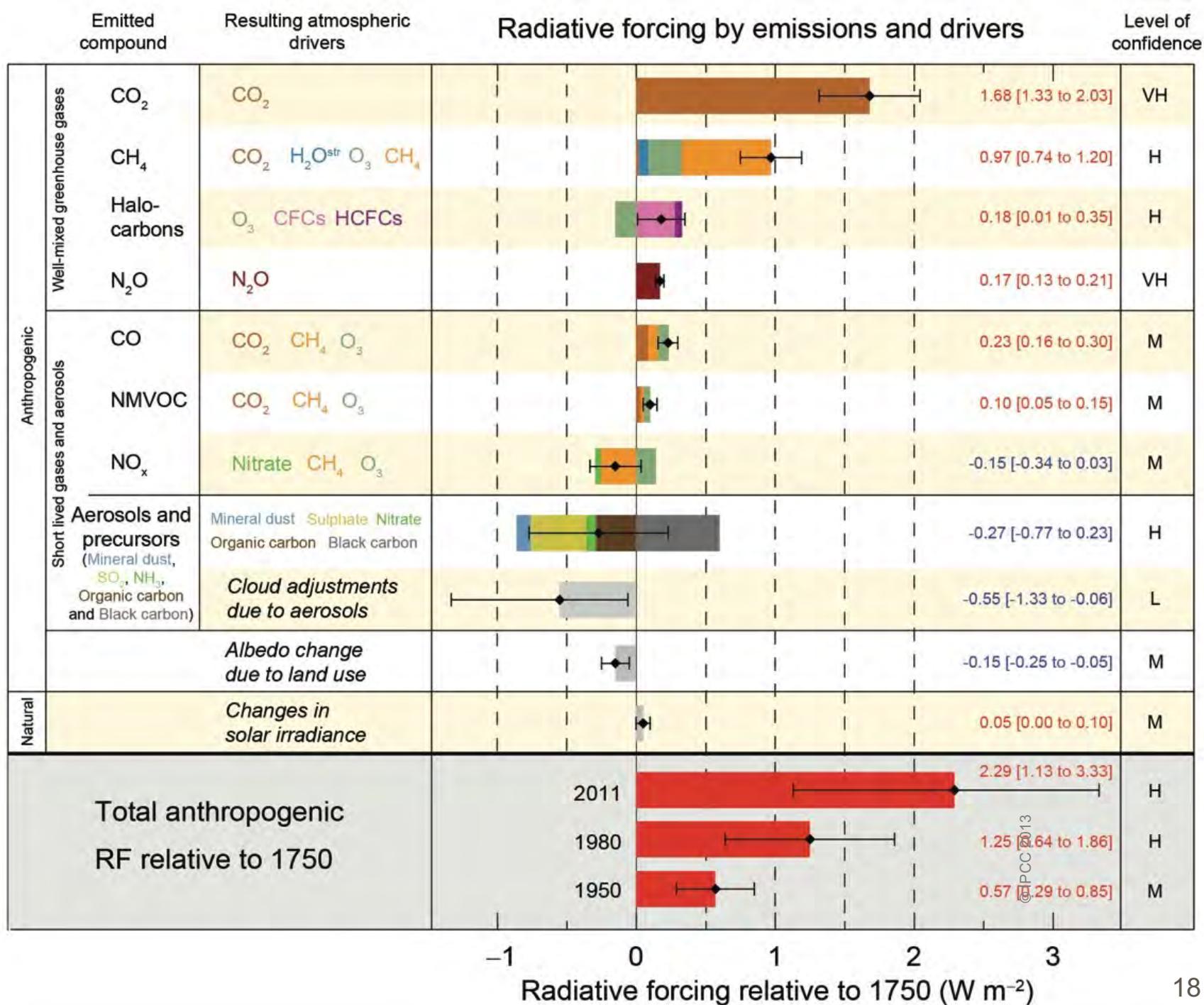
Forçage radiatif

- L'essentiel du concept :
 - *Le forçage radiatif indique le déséquilibre énergétique de la planète suite à une perturbation de cet équilibre (changement de concentration de gaz à effet de serre, de réflectivité du sol (albédo), des nuages, etc.)*
- Définition GIEC :
 - Changement de l'irradiance verticale nette (W m^{-2}) au niveau de la tropopause dû à un changement interne ou à un forçage externe du système climatique tel qu'un changement de la constante solaire ou de la concentration en CO_2 (IPCC WGI 2001). La référence habituelle est 1750.

Rôle des aérosols sulphatés

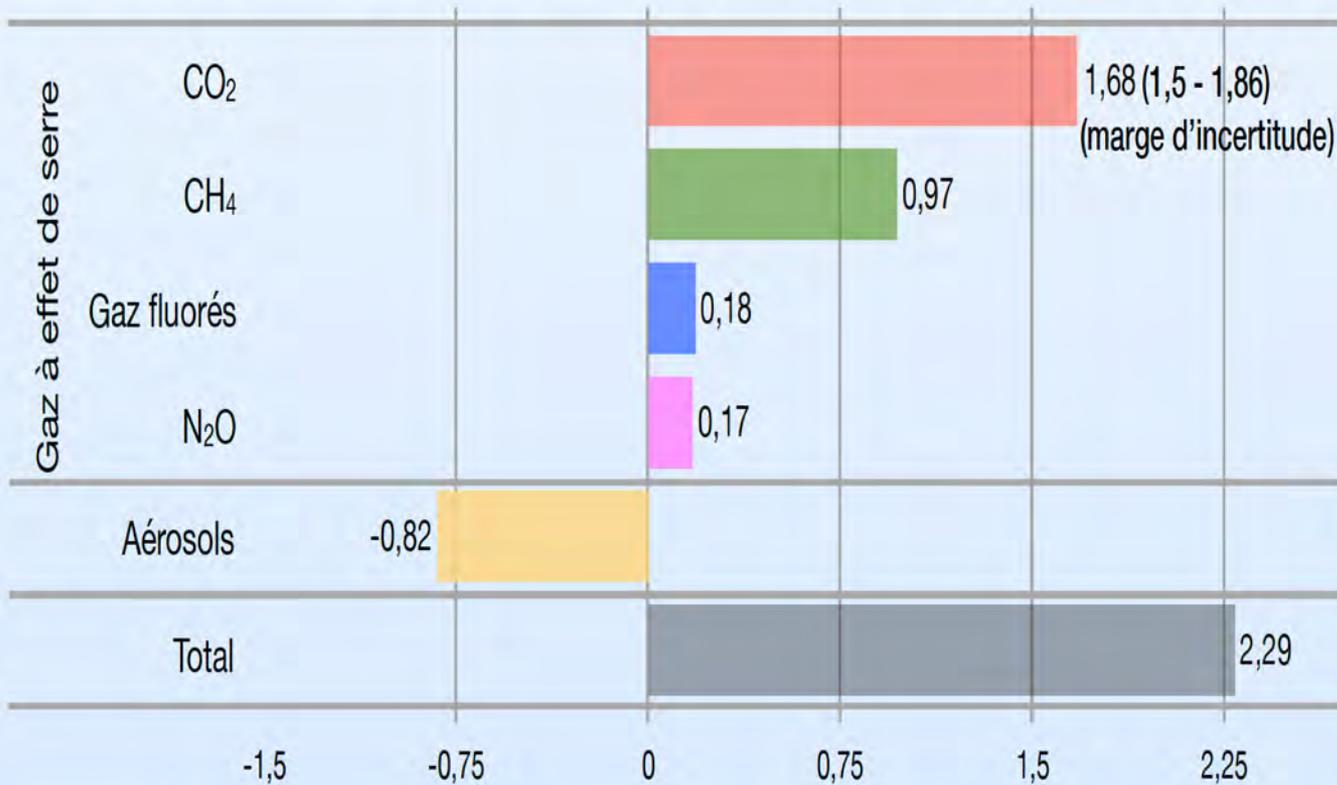
- Emis en même temps que les gaz de combustion (et dépendant de la composition du combustible) :
 - dioxyde de soufre (SO_2) = gaz
-> se transforme en ion sulfate SO_4^{2-}
= particules liquides ou solides en suspension dans l'air
(par définition : aérosol)
 - facteur « refroidissant » du climat (effet direct et effet sur les nuages, cf. dia sur le forçage radiatif)

GIEC AR5 Fig. SPM.5



Forçage radiatif

Contribution au réchauffement en 2011 (par rapport à 1750 ; en jargon : « forçage radiatif », exprimé en W/m^2)



Source des données : 5^e rapport d'évaluation du GIEC (AR5, 2013), Groupe de travail 1, Résumé pour les décideurs, figure SPM.5. Note: La marge d'incertitude est plus grande pour les aérosols, dont l'interaction avec le climat est complexe (voir texte ci-dessous).

Modèles climatiques

Atmosphère et surface

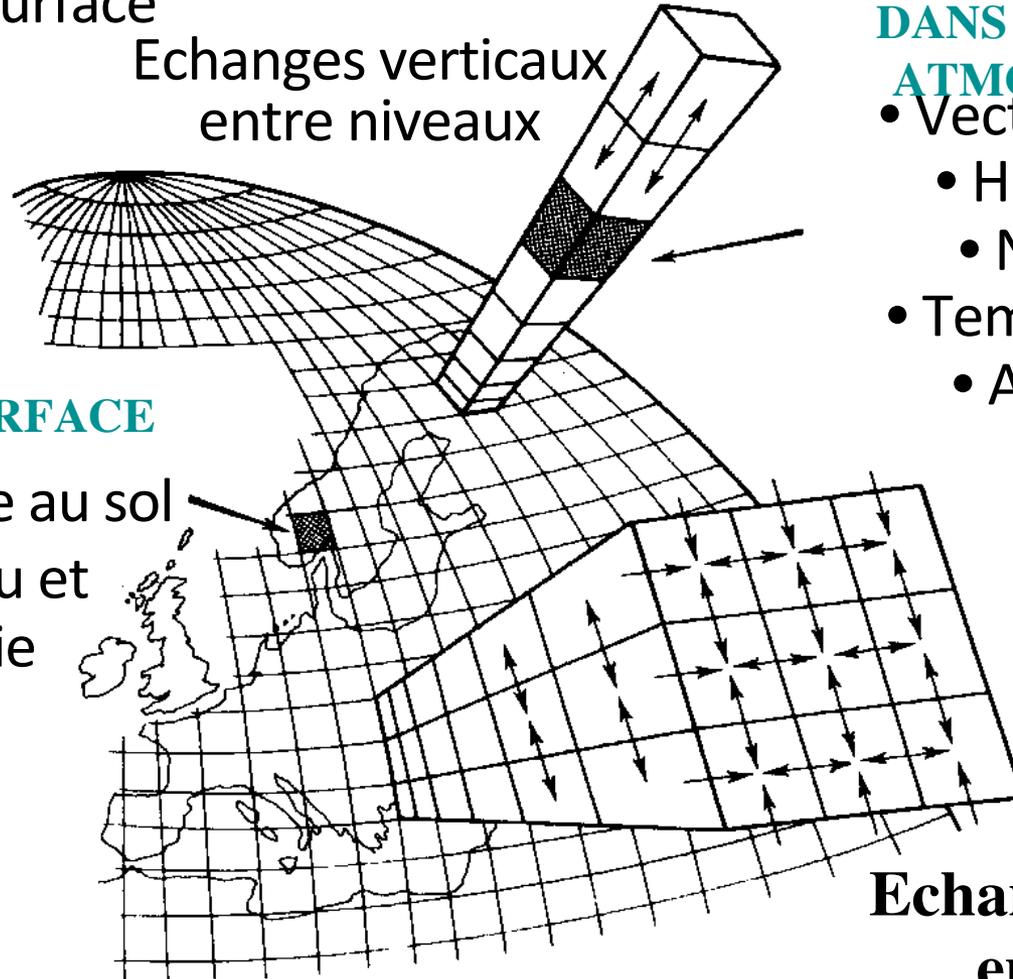
Echanges verticaux
entre niveaux

**DANS LA COLONNE
ATMOSPHERIQUE**

- Vecteurs vent
 - Humidité
 - Nuages
- Température
- Altitude

A LA SURFACE

- Température au sol
- Flux d'eau et d'énergie

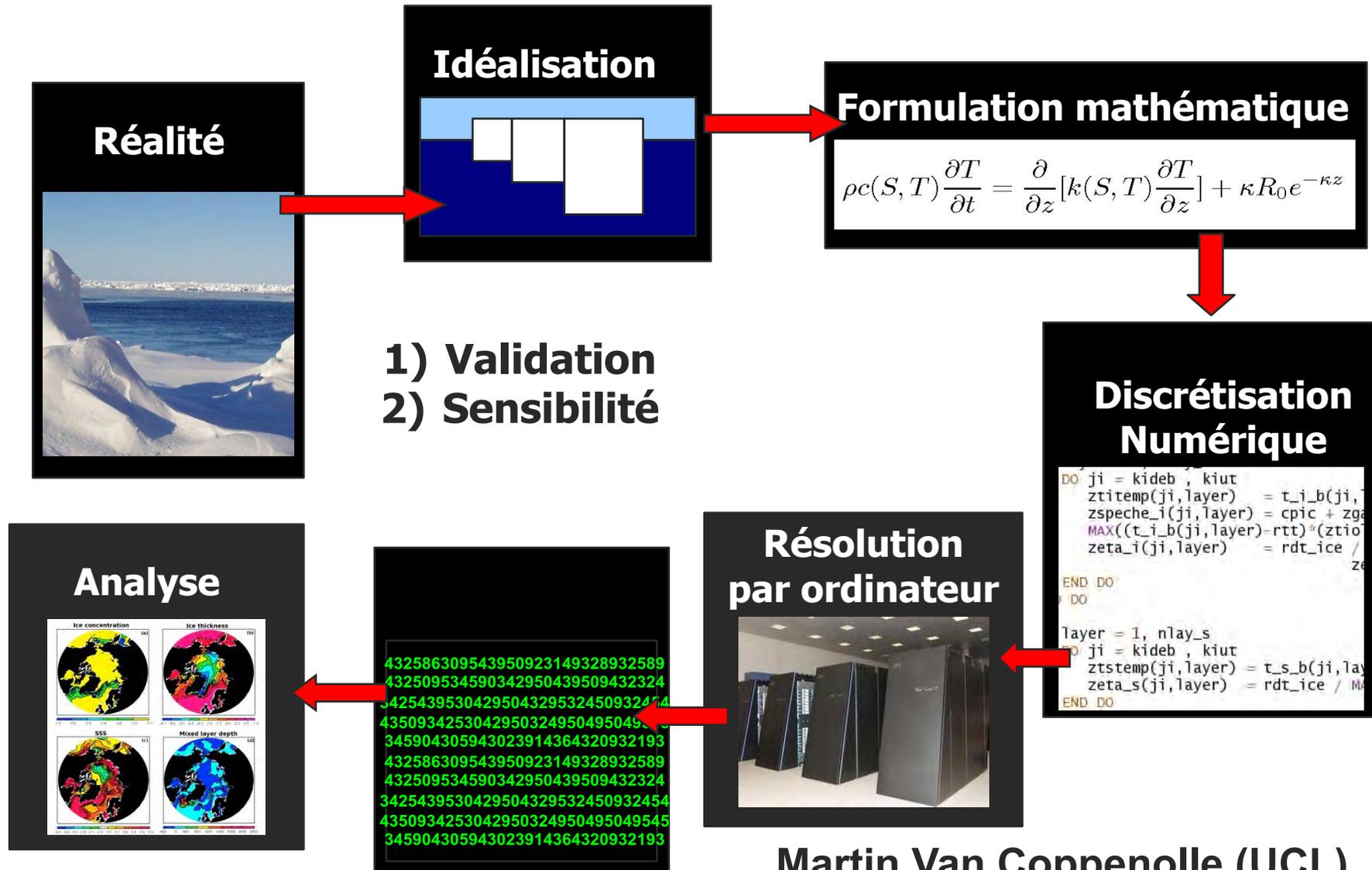


**Echanges horizontaux
entre colonnes**

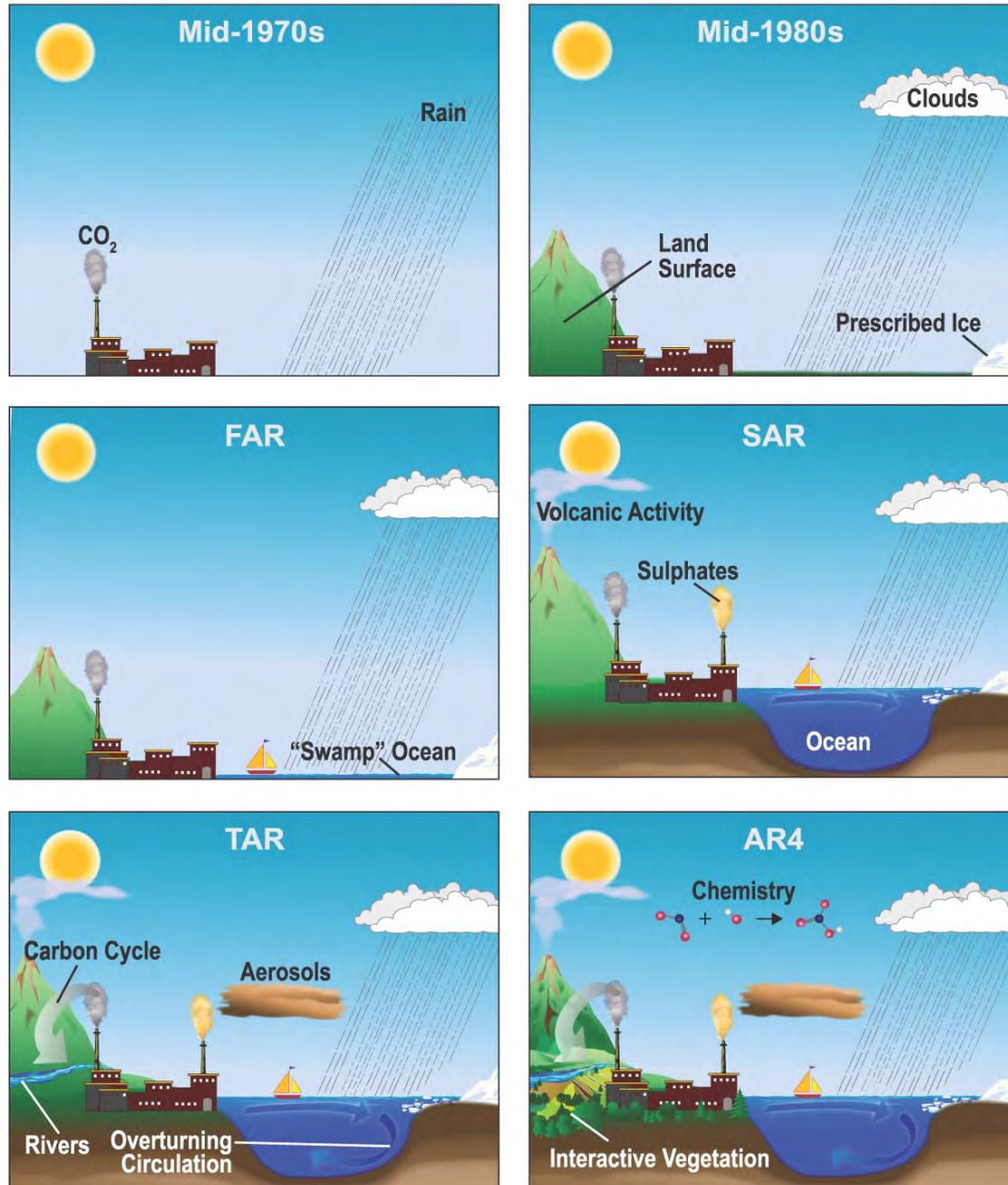
Résolution typique $\sim 2^\circ \times 2^\circ$ (modèle global, atmosphère)

Intervalle de temps typique : ≤ 30 minutes

Aperçu de principe de la modélisation



The World in Global Climate Models



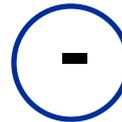
Exemple de rétroaction *négative*

Intensification
de l'effet de serre
(cause)

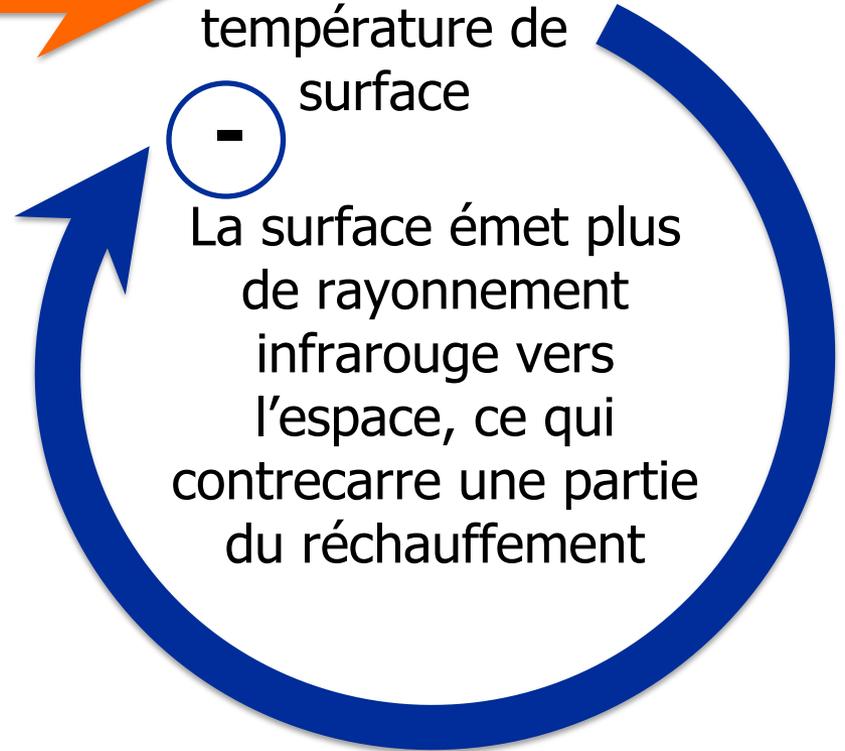
Réponse initiale



Élévation de la
température de
surface

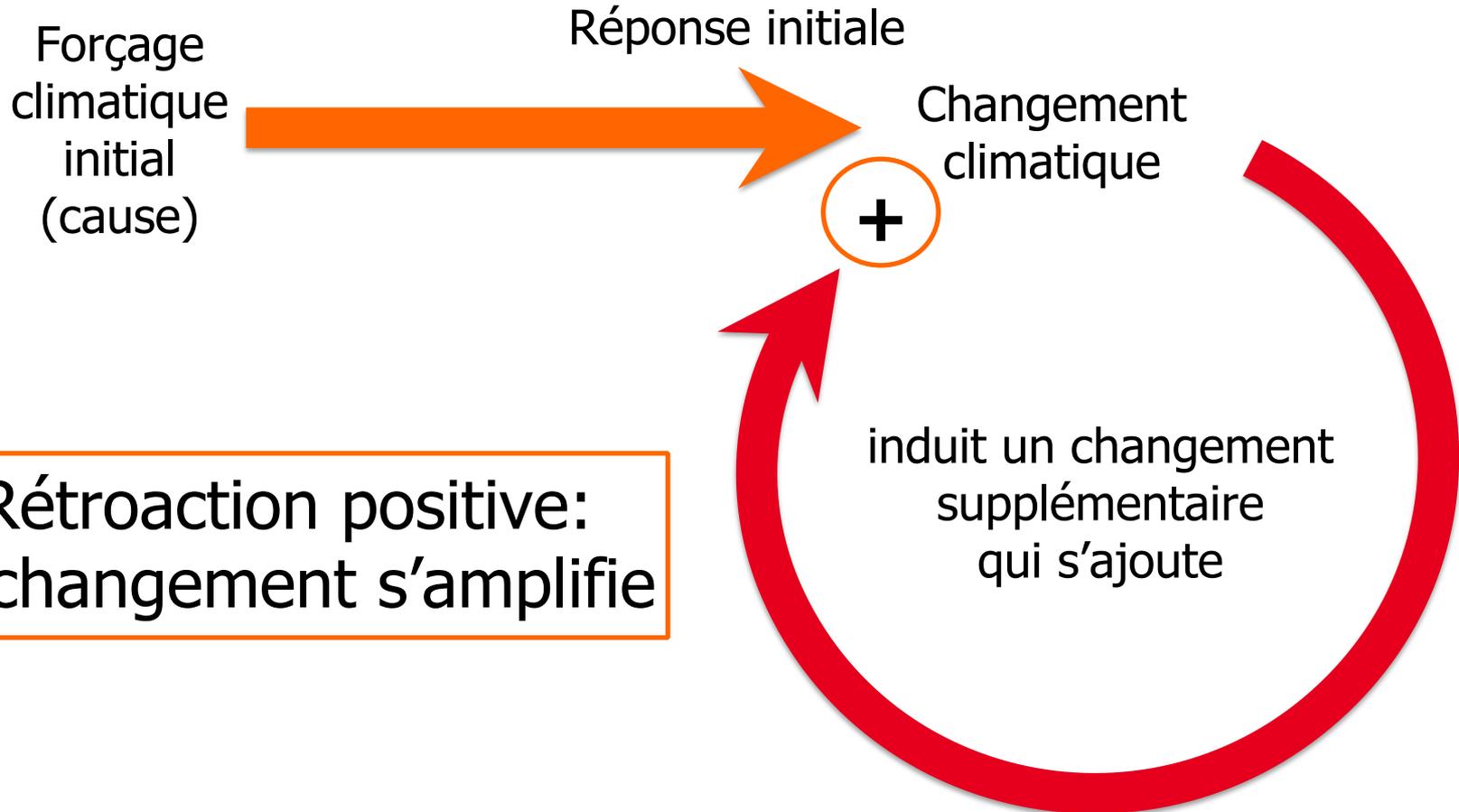


La surface émet plus
de rayonnement
infrarouge vers
l'espace, ce qui
contrecarre une partie
du réchauffement

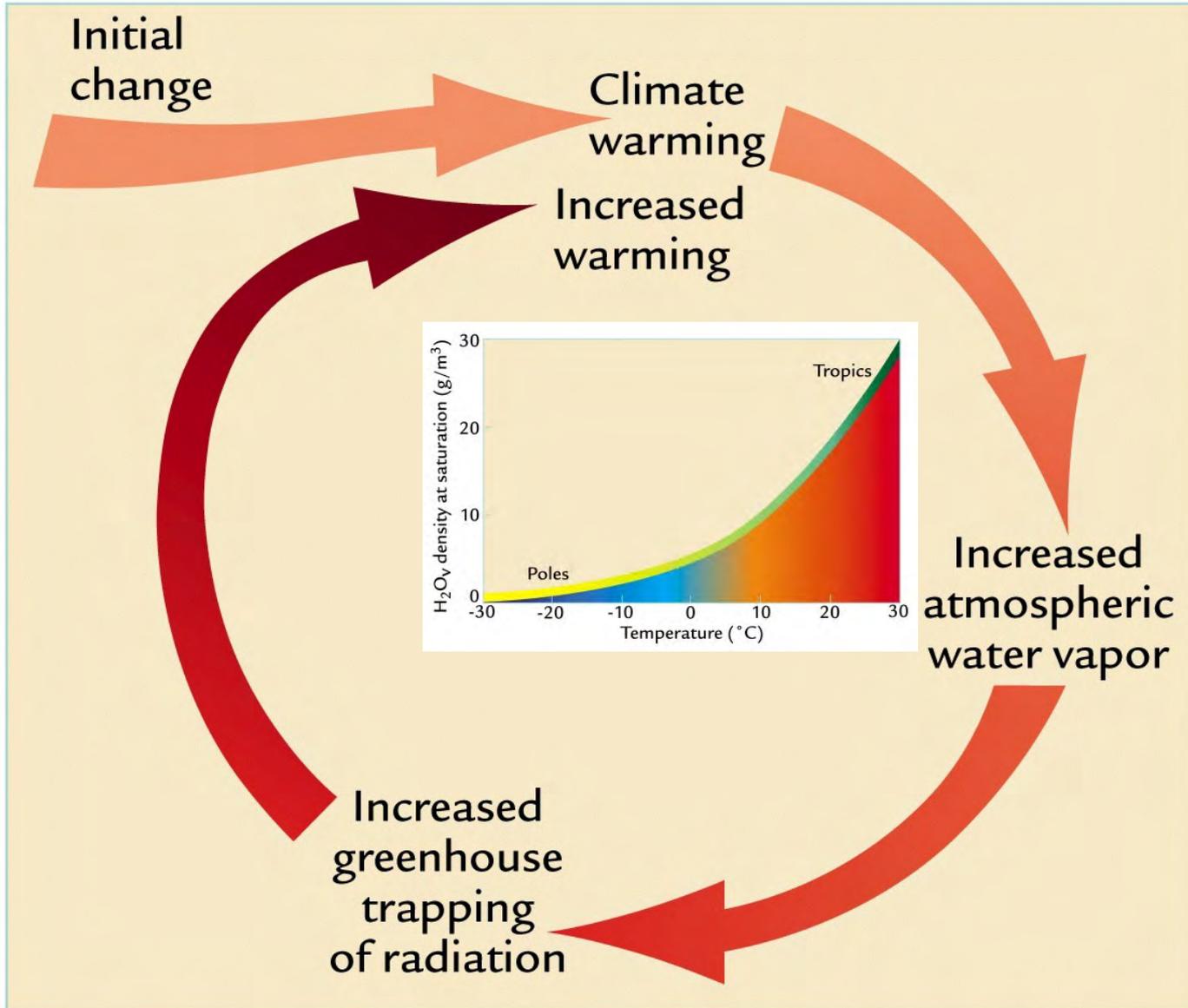


Rétroaction négative:
le changement est réduit

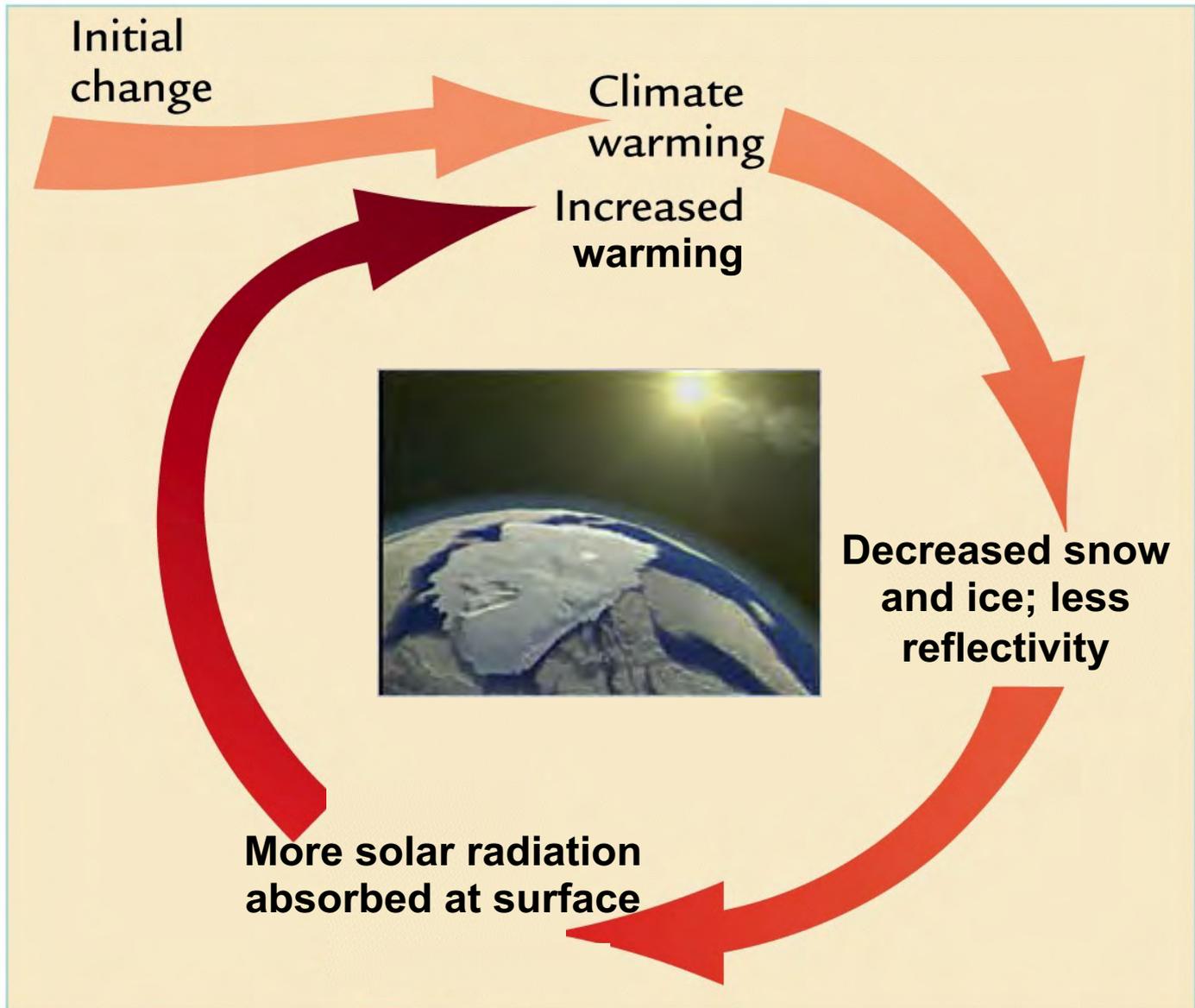
Rétroactions (Feedbacks) : principe



Water Vapor Feedback

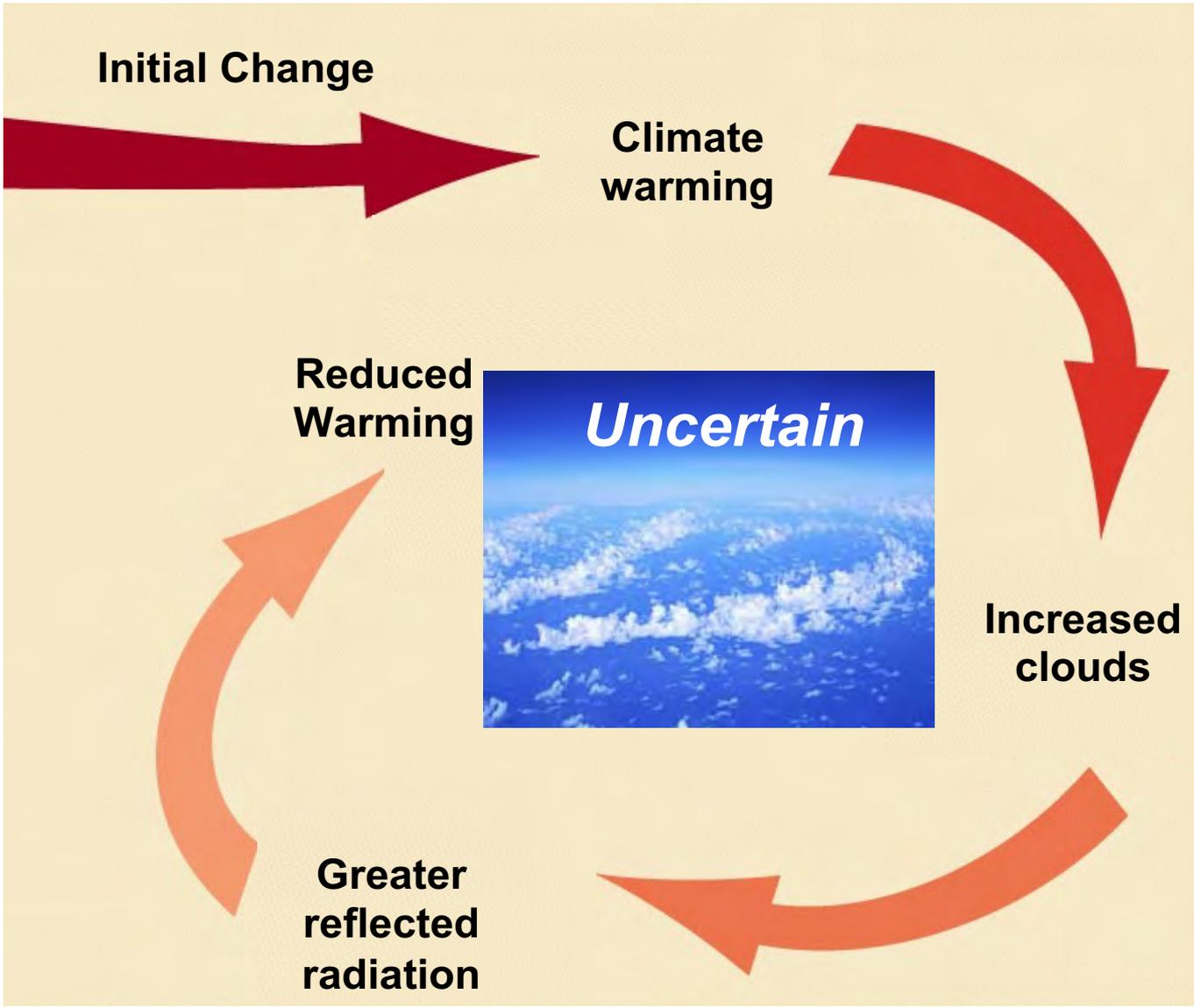


Ice-Albedo Feedback

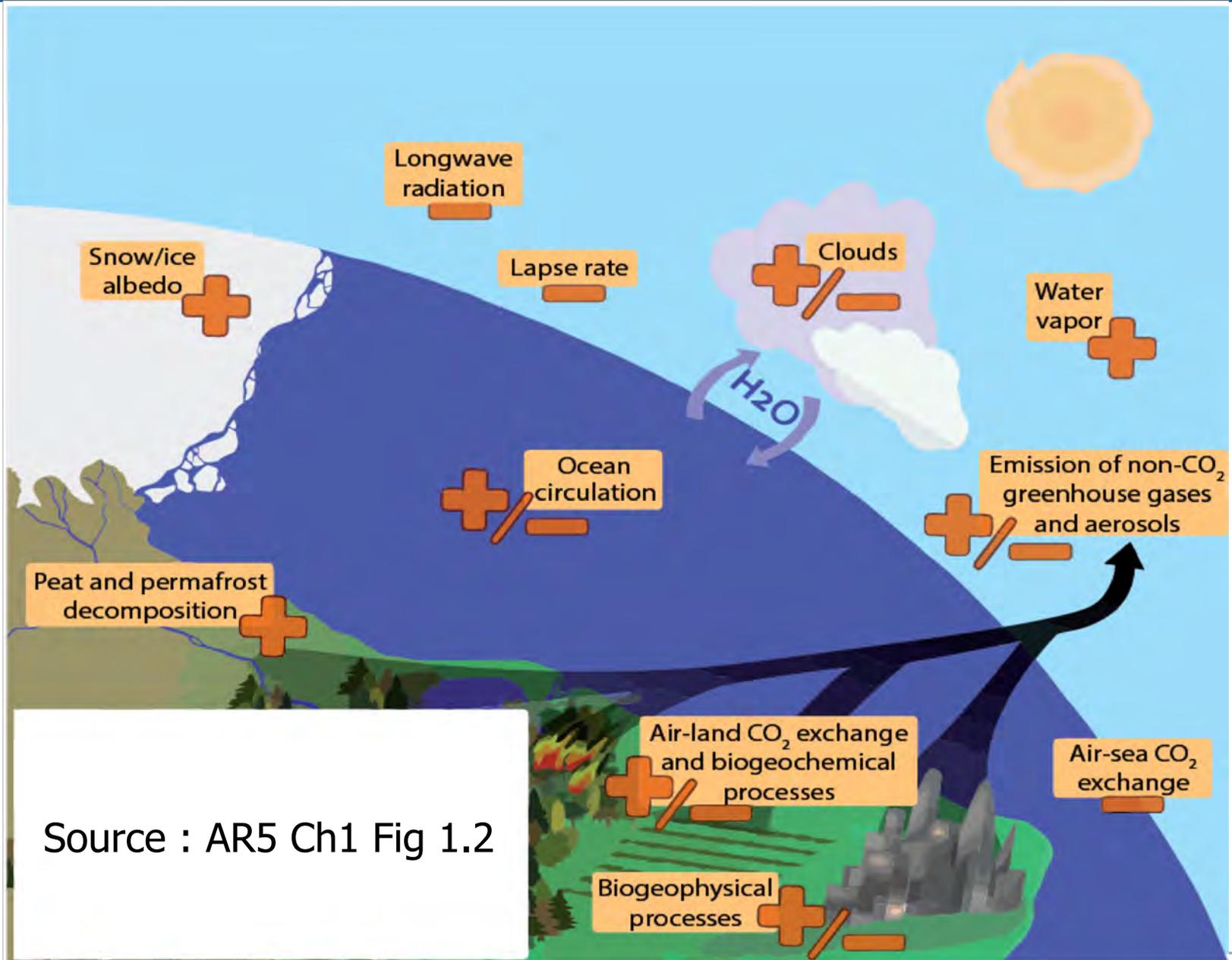


Note : il y a d'autres rétroactions, dont l'échange d'énergie air/océan facilité si pas de glace

Cloud Radiative Feedbacks

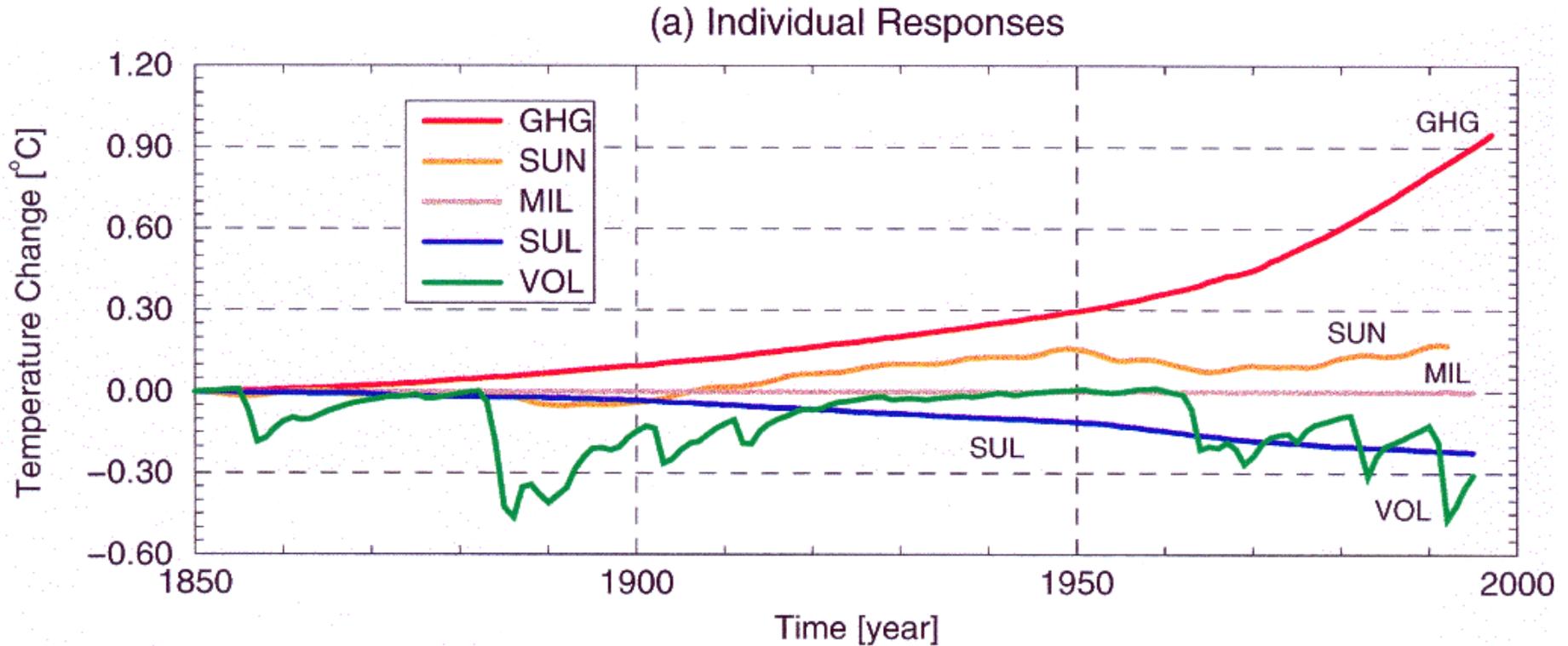


Synthèse rétroactions / GIEC AR5



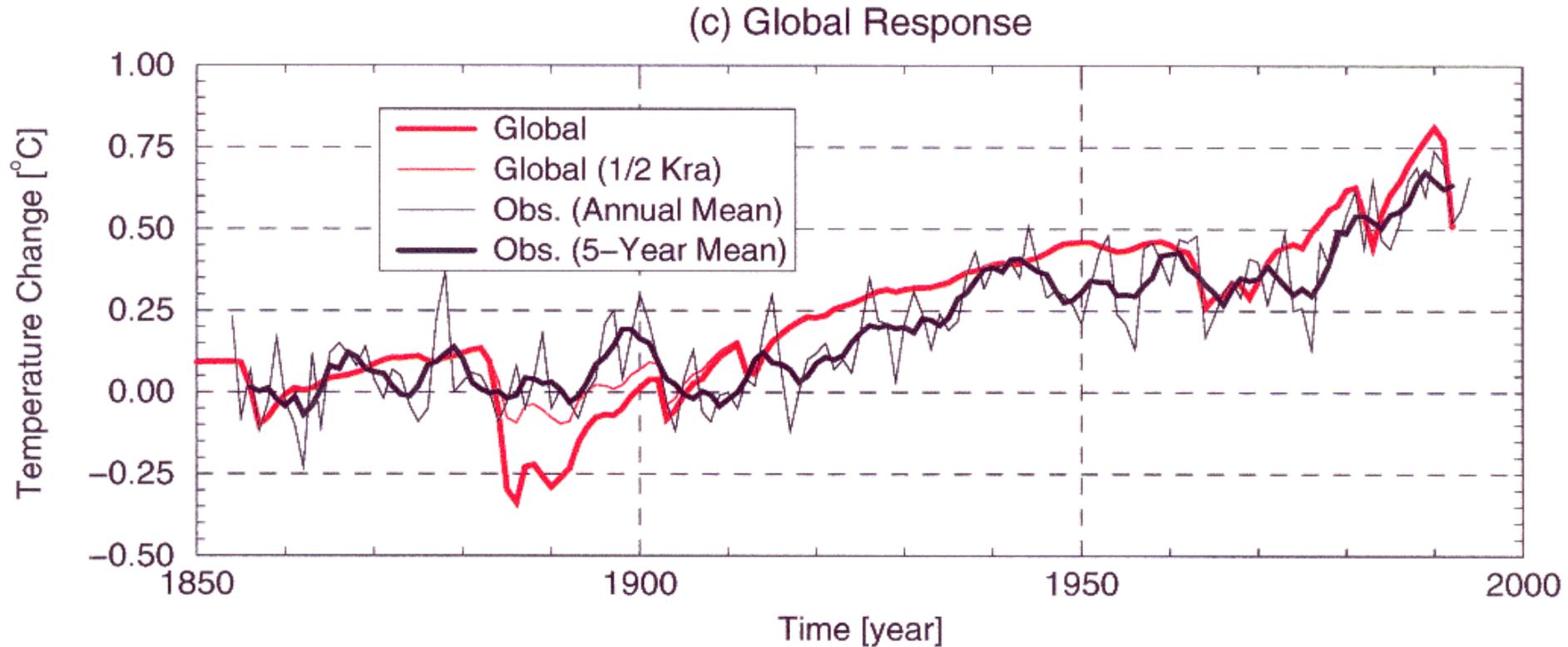
Source : AR5 Ch1 Fig 1.2

Effet des différents facteurs sur le modèle 2D de LLN



Bertrand et al. 2001

Effet des facteurs combinés sur le modèle 2D de LLN



Bertrand et al. 2001

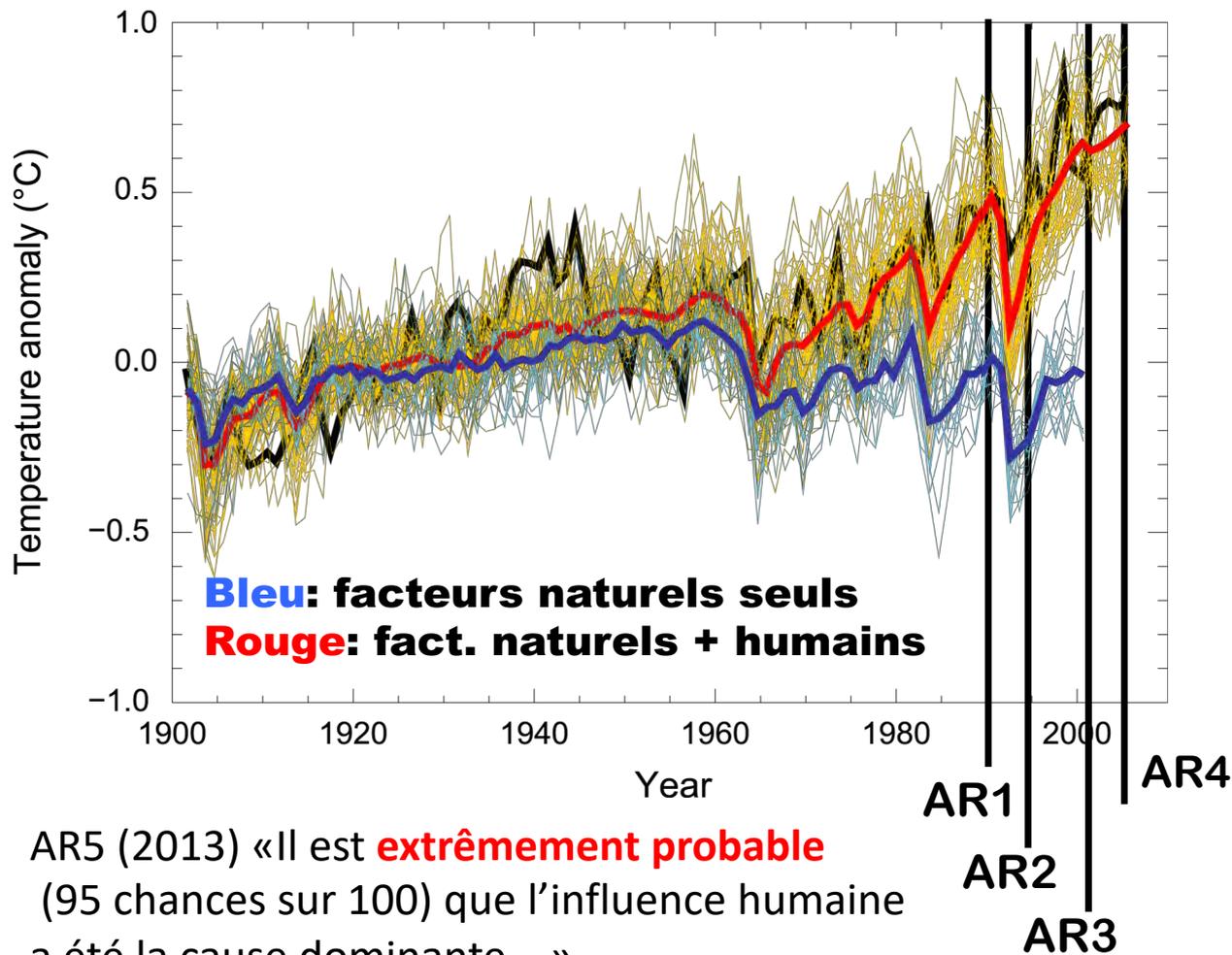
La progression de la certitude à propos de l'attribution du réchauffement aux facteurs humains

AR1 (1990): “Une détection sans equivoque 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”

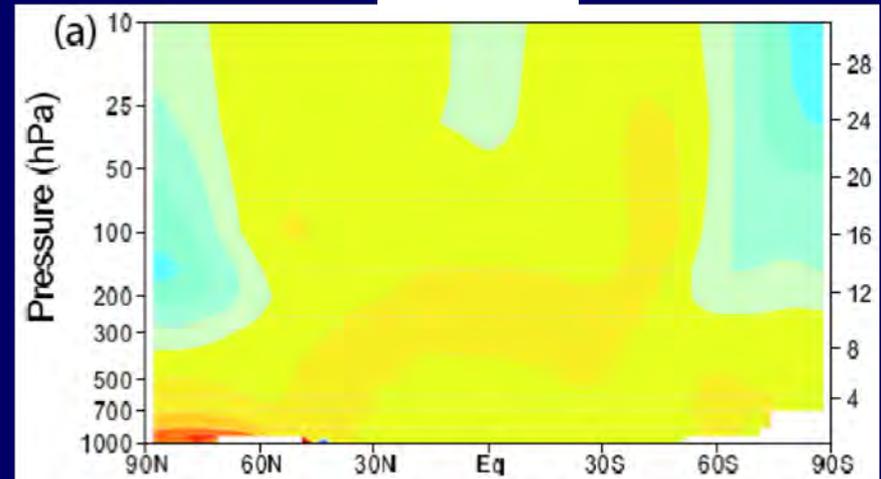


Etudes d'attribution

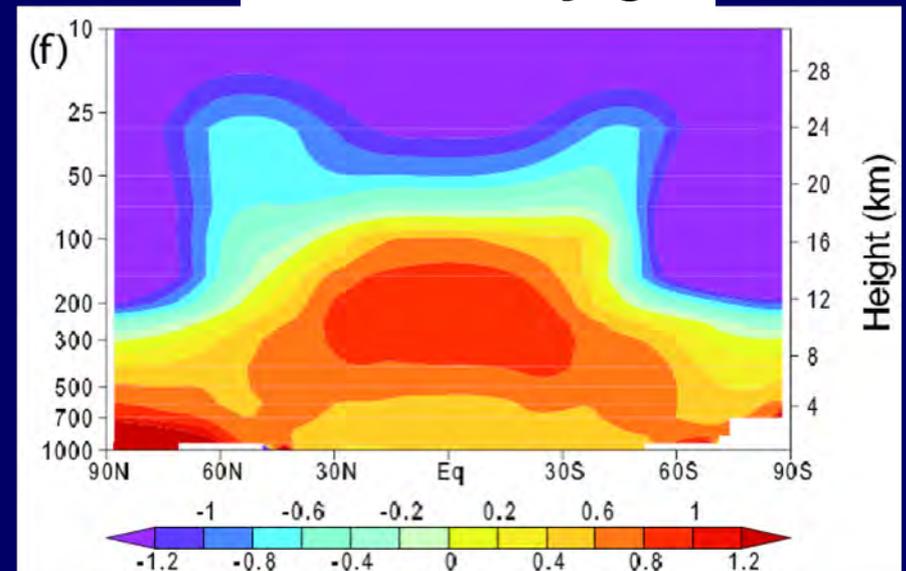
- Séparer les patterns spatio-temporels de la réponse.
- La réponse au forçage solaire a une signature très différente de celle des GES, en particulier avec l'altitude. La haute atmosphère devrait être beaucoup plus chaude qu'elle ne l'est si le rayonnement solaire était la cause du réchauffement à la surface.

Source: IPCC AR4 (2007)

Solaire

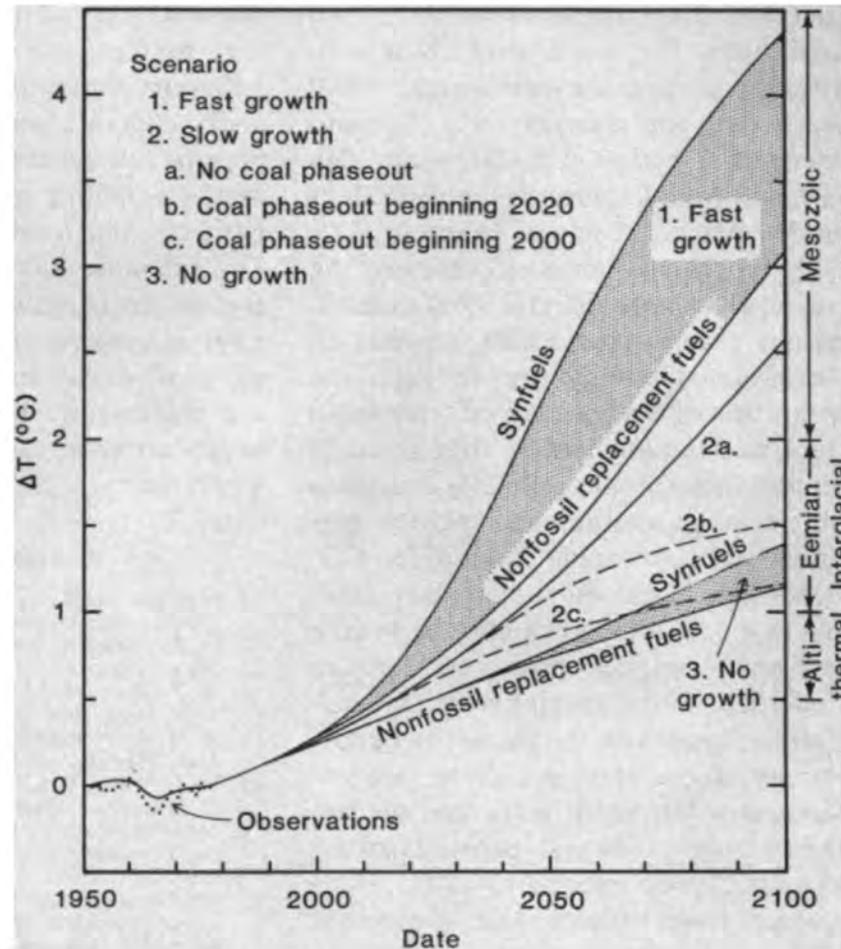


Tous les forçages

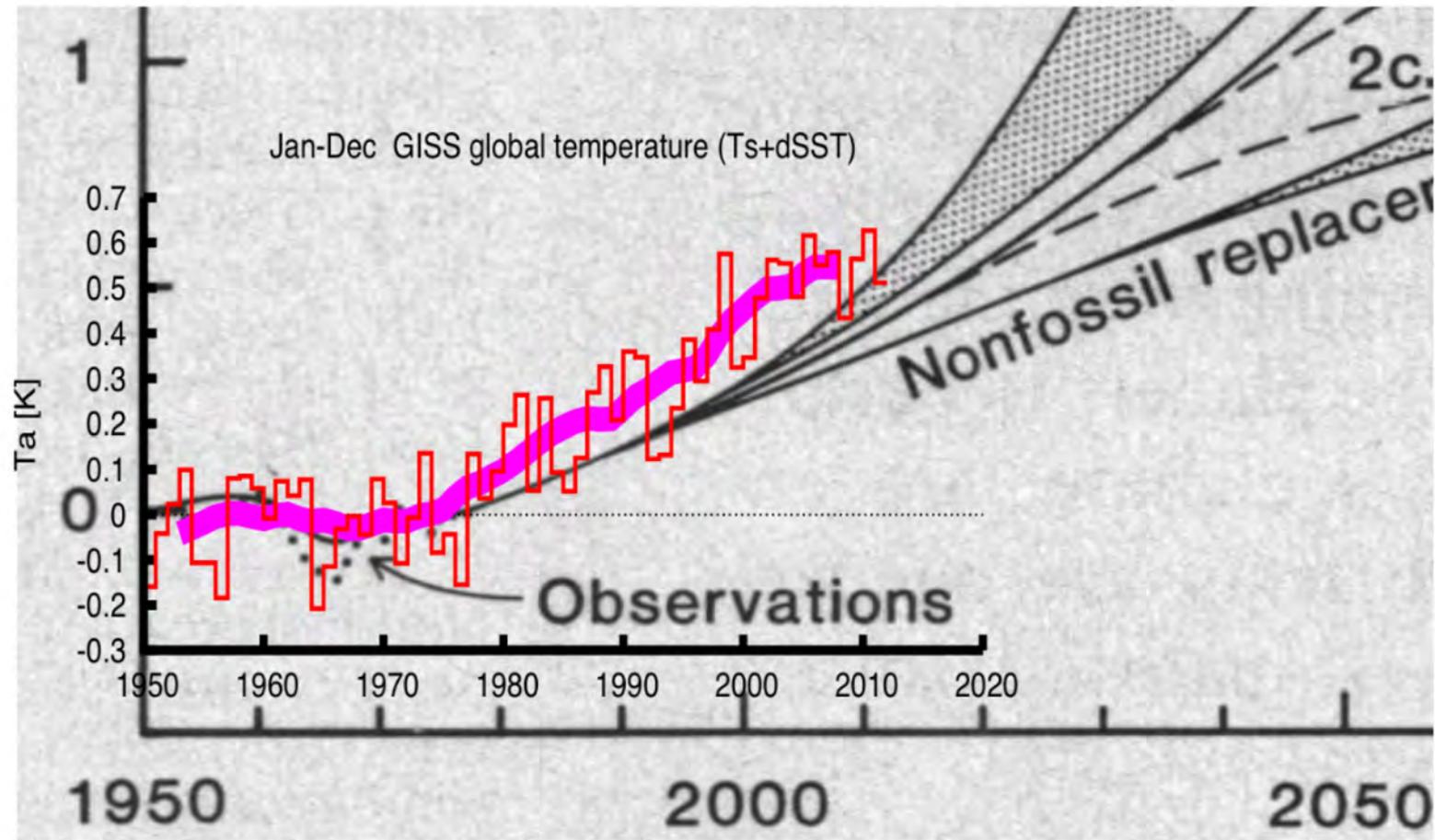


Que disaient les modèles climatiques, il y a presque 40 ans ?

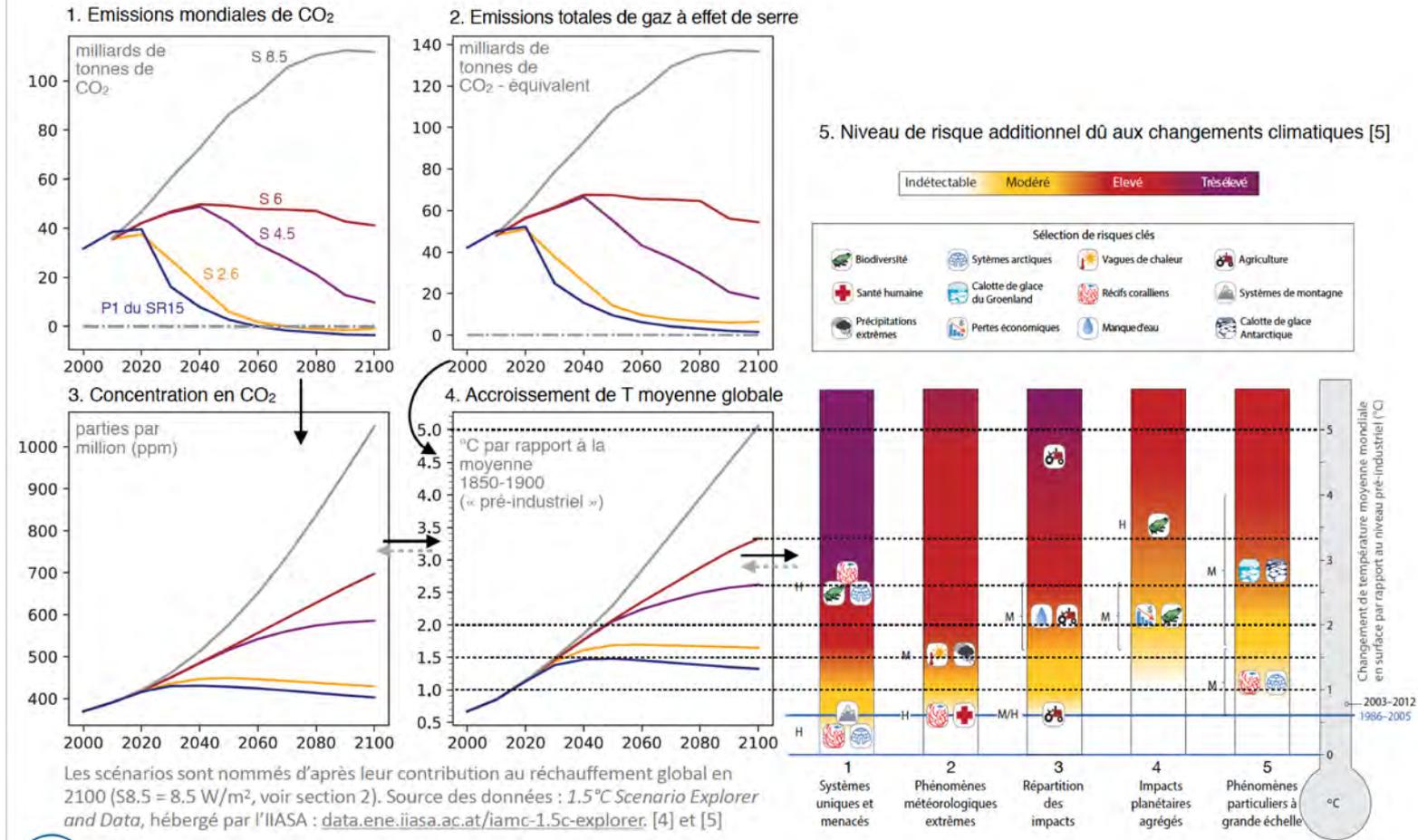
Fig. 6. Projections of global temperature. The diffusion coefficient beneath the ocean mixed layer is $1.2 \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$, as required for best fit of the model and observations for the period 1880 to 1978. Estimated global mean warming in earlier warm periods is indicated on the right.



Les résultats des modèles sont proches de la réalité

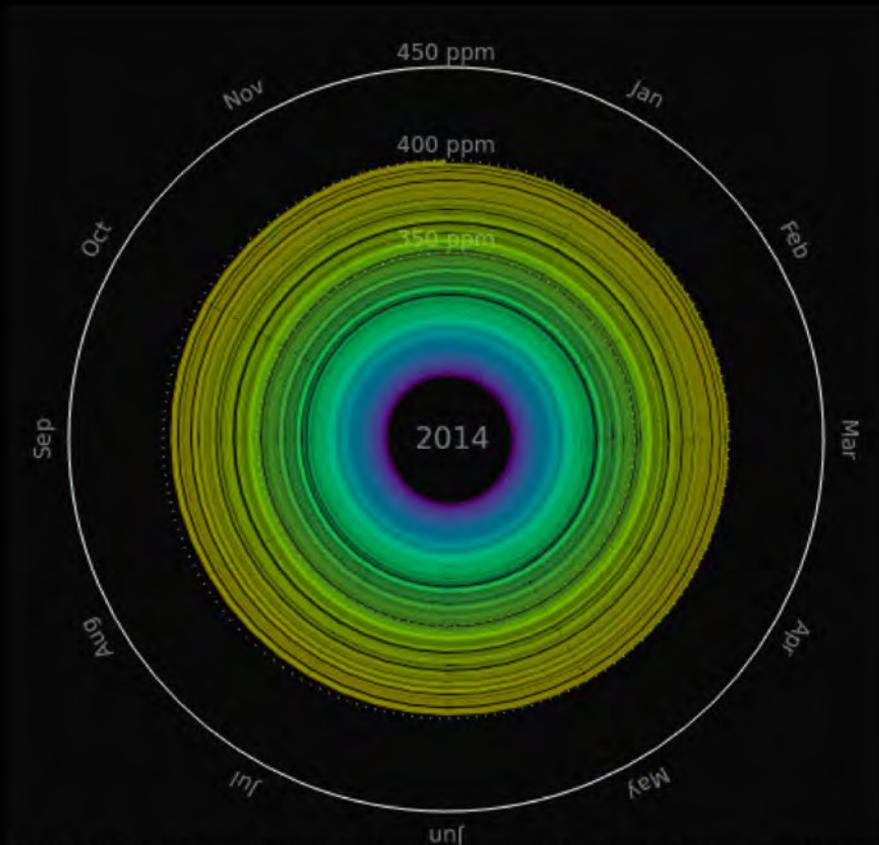


Des émissions aux impacts

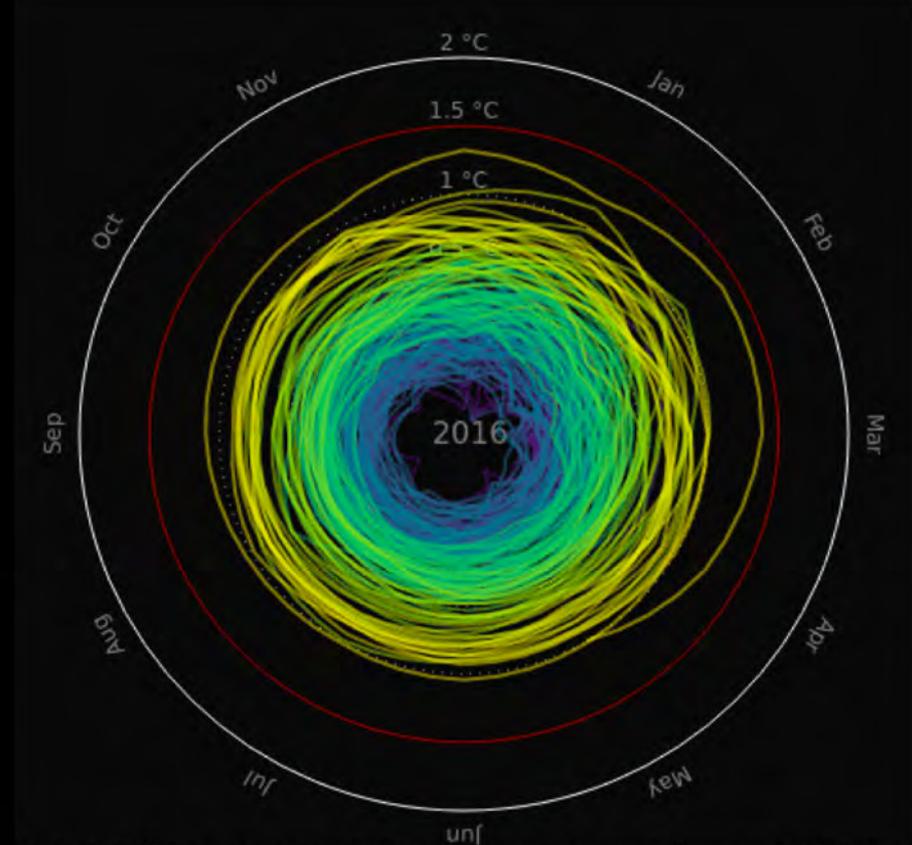


Le cycle du carbone

CO₂ Concentration and Temperature spirals



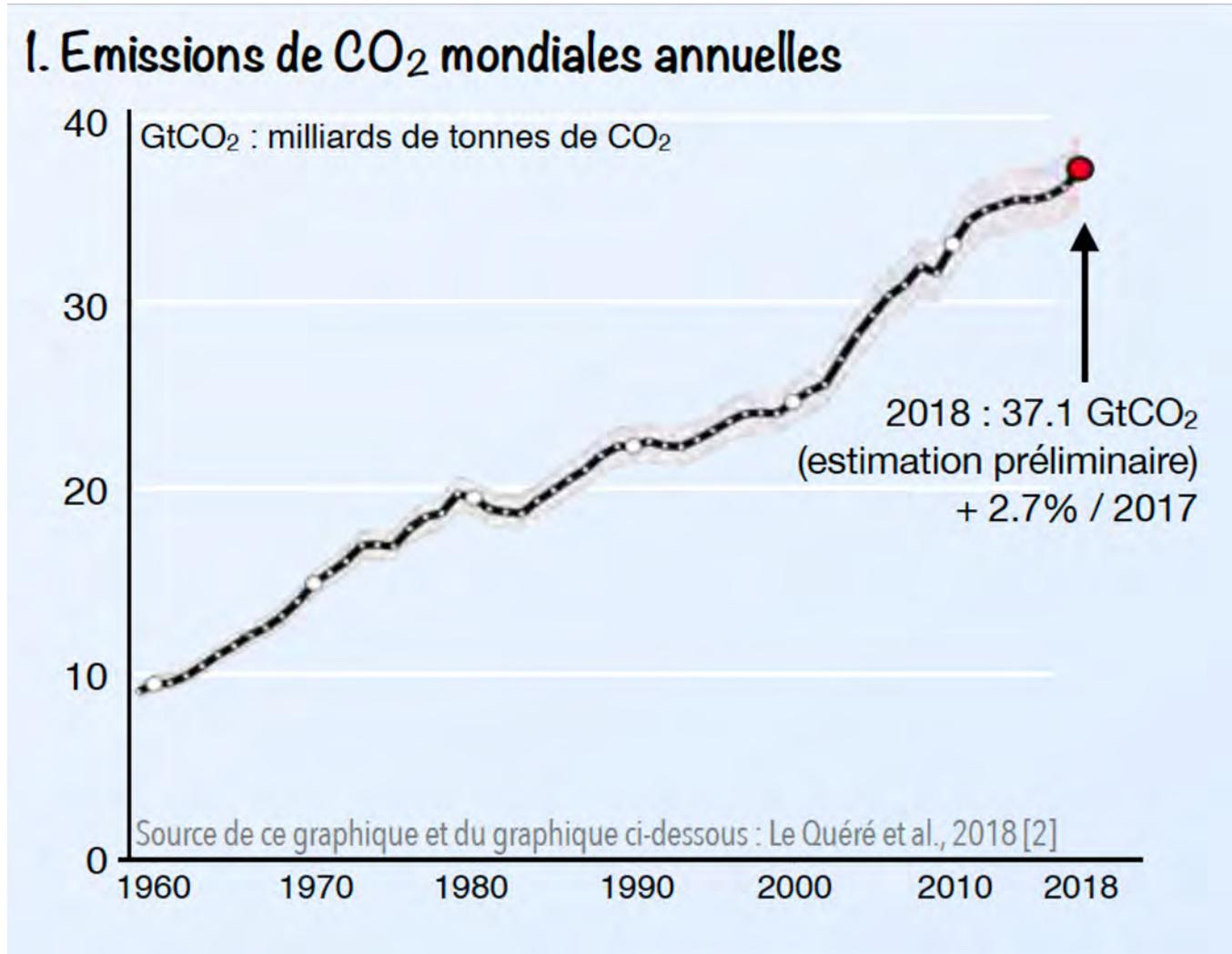
Concentration Spiral pik-potsdam.de/primap-live/ & climatecollege.unimelb.edu.au, Gieseke, Meinshausen. Thx to Ed Hawkins



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

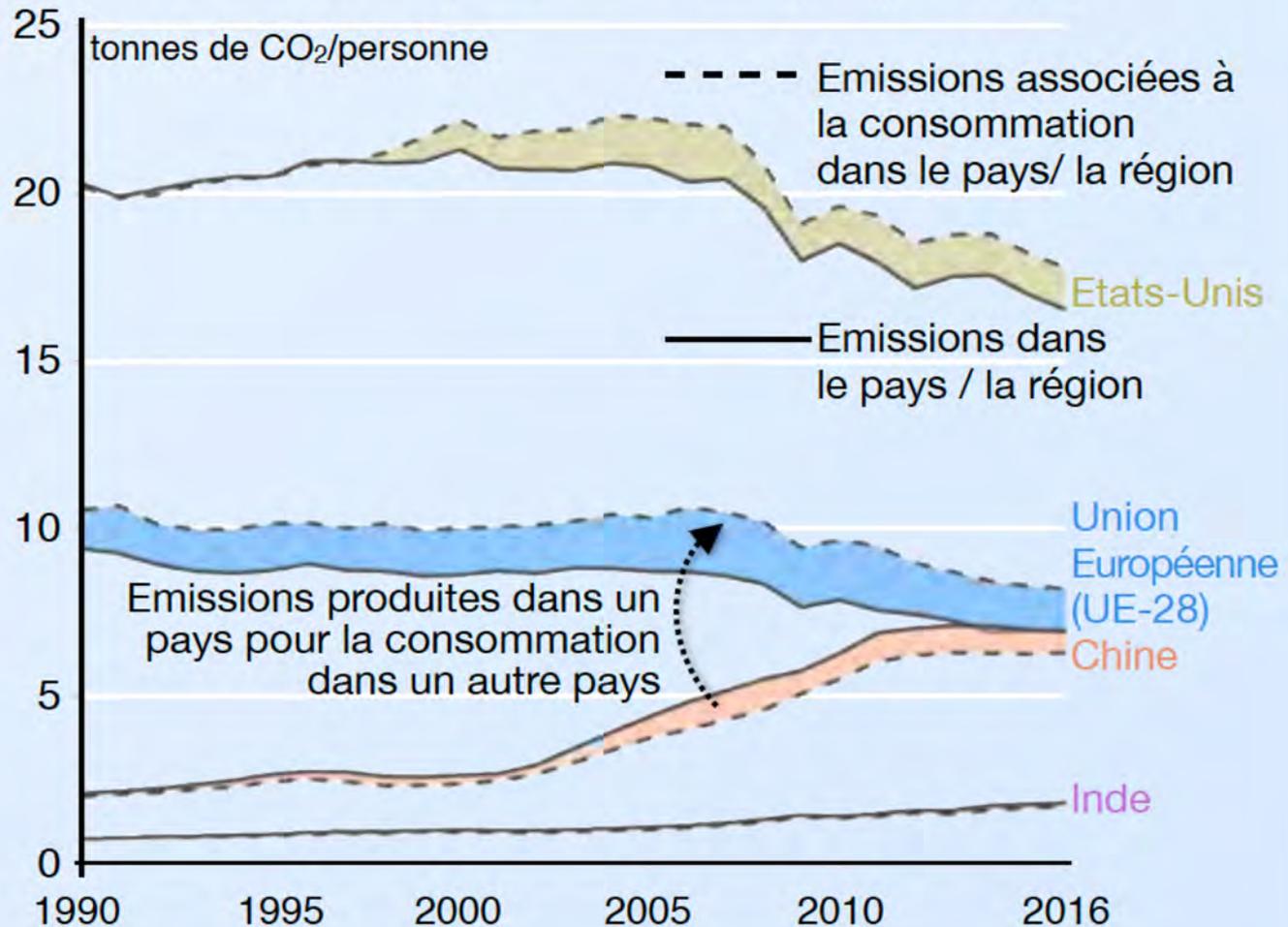
CO₂ Concentration since 1850 and Global Mean Temperature in °C relative to 1850 – 1900
Graph: Ed Hawkins (Climate Lab Book) – Data: HadCRUT4 global temperature dataset
Animation available on <http://openclimatedata.net/climate-spirals/concentration-temperature/>

Emissions de CO₂



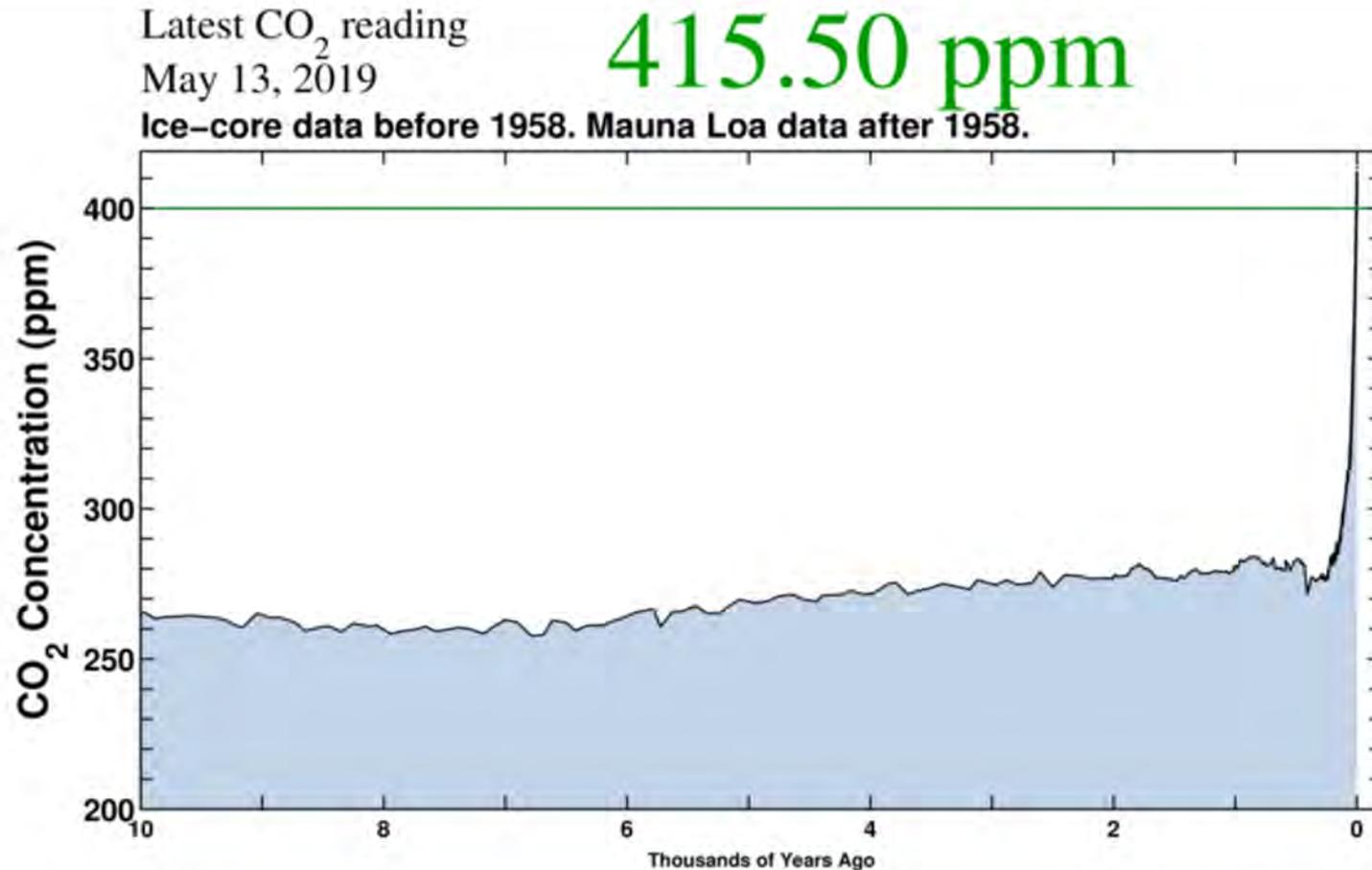
Qui émet quoi ?

2. Emissions de CO₂ par habitant et (groupe de) pays



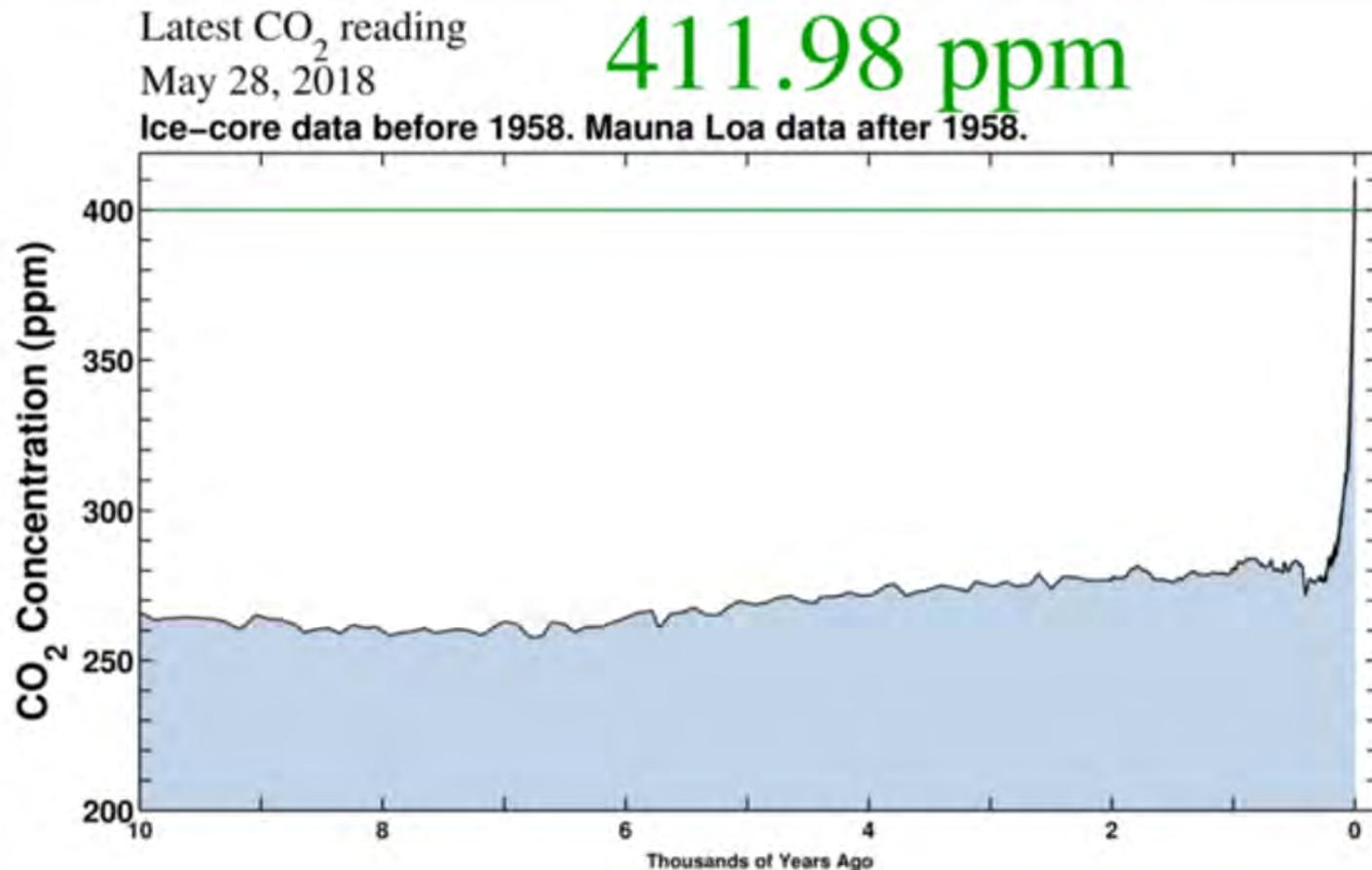
Source:
Lettre de la PWG,
Avril 2019

CO₂ Concentration, 13 May 2019 (Keeling curve)



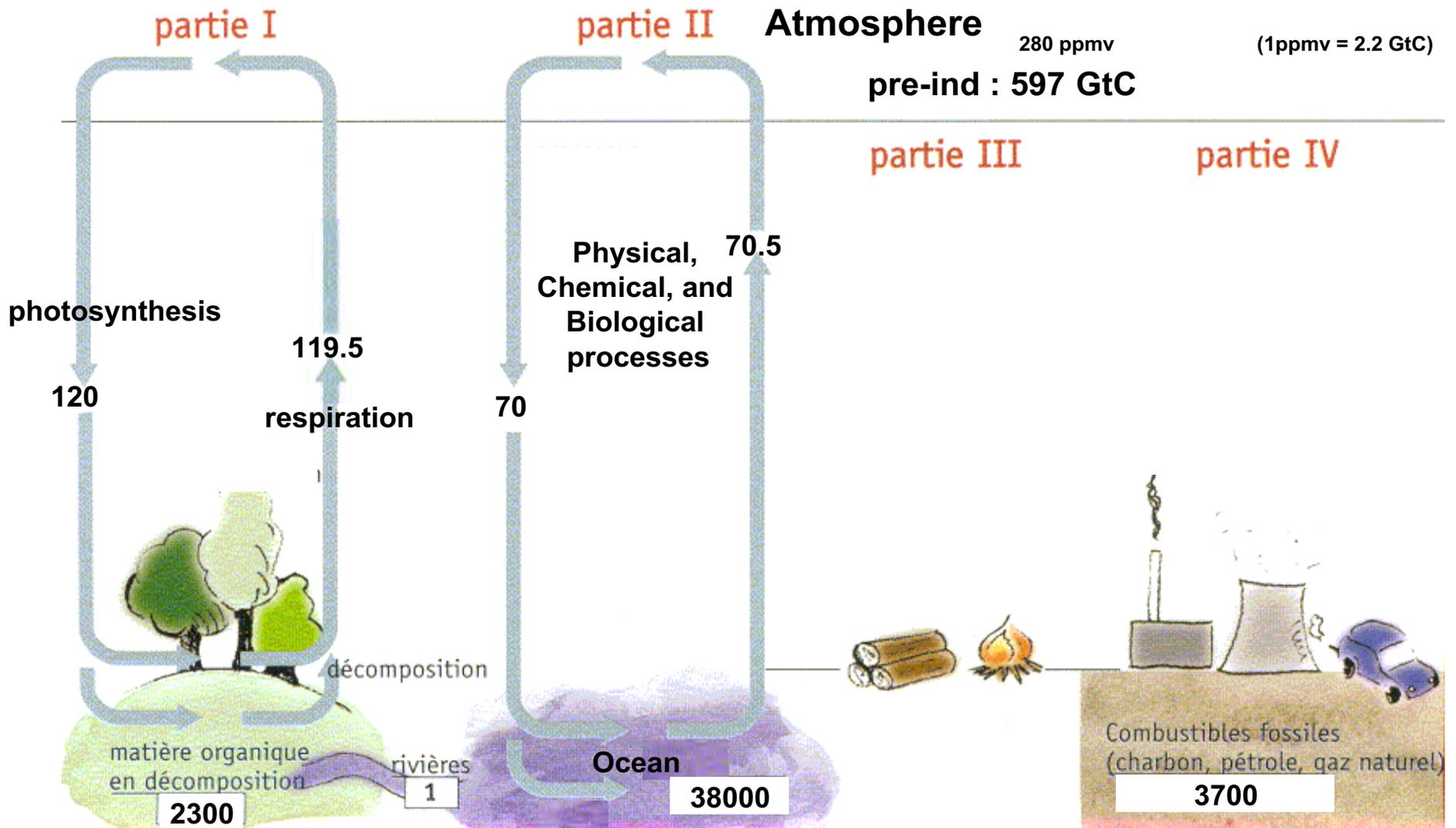
Source: scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/

CO₂ Concentration, 28 May 2018 (Keeling curve)



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

Carbon cycle: unperturbed fluxes



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

REPARTITION DES SOURCES D'ENERGIE (E primaire, monde)

2005:

Biomasse : 9%
Hydroélec : 5%
Nucléaire : 5%

Charbon : 25%
Pétrole : 33%
Gaz naturel : 22%

Autres : < 1%

**Combustibles
fossiles**

80%



Source : GIEC 2007, AR4 WGIII table 4.2; valeurs arrondies (dia corrigée 2016)

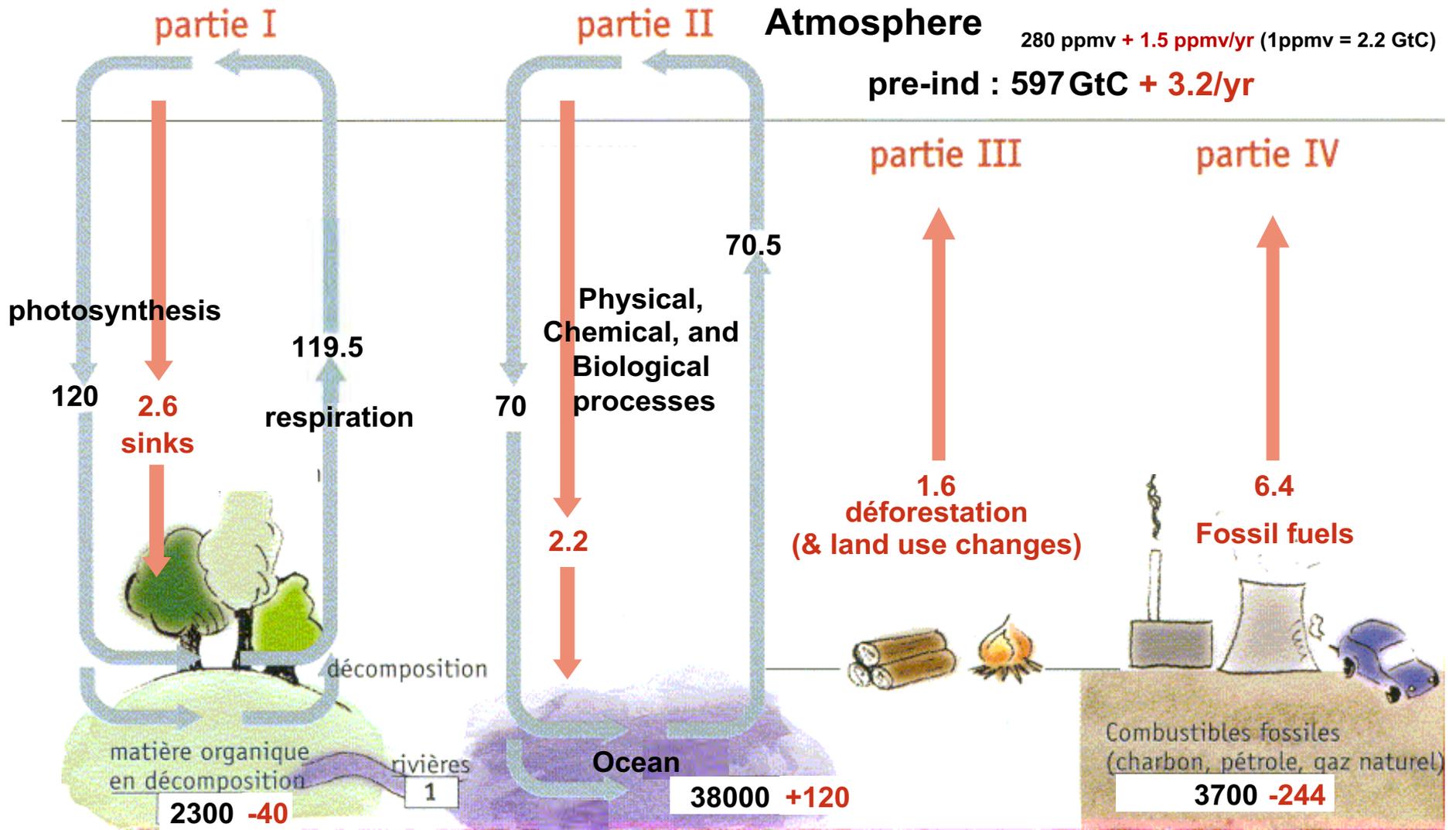
Quantité de CO₂ émise par unité d'énergie consommée

Combustibles	kg CO₂ / Gigajoule
Charbon	95
Gasoil	74
Essence	69
LPG	63
Gaz naturel	56

Source : VITO (1991)

Carbon cycle: perturbed by human activities

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



Stocks!

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

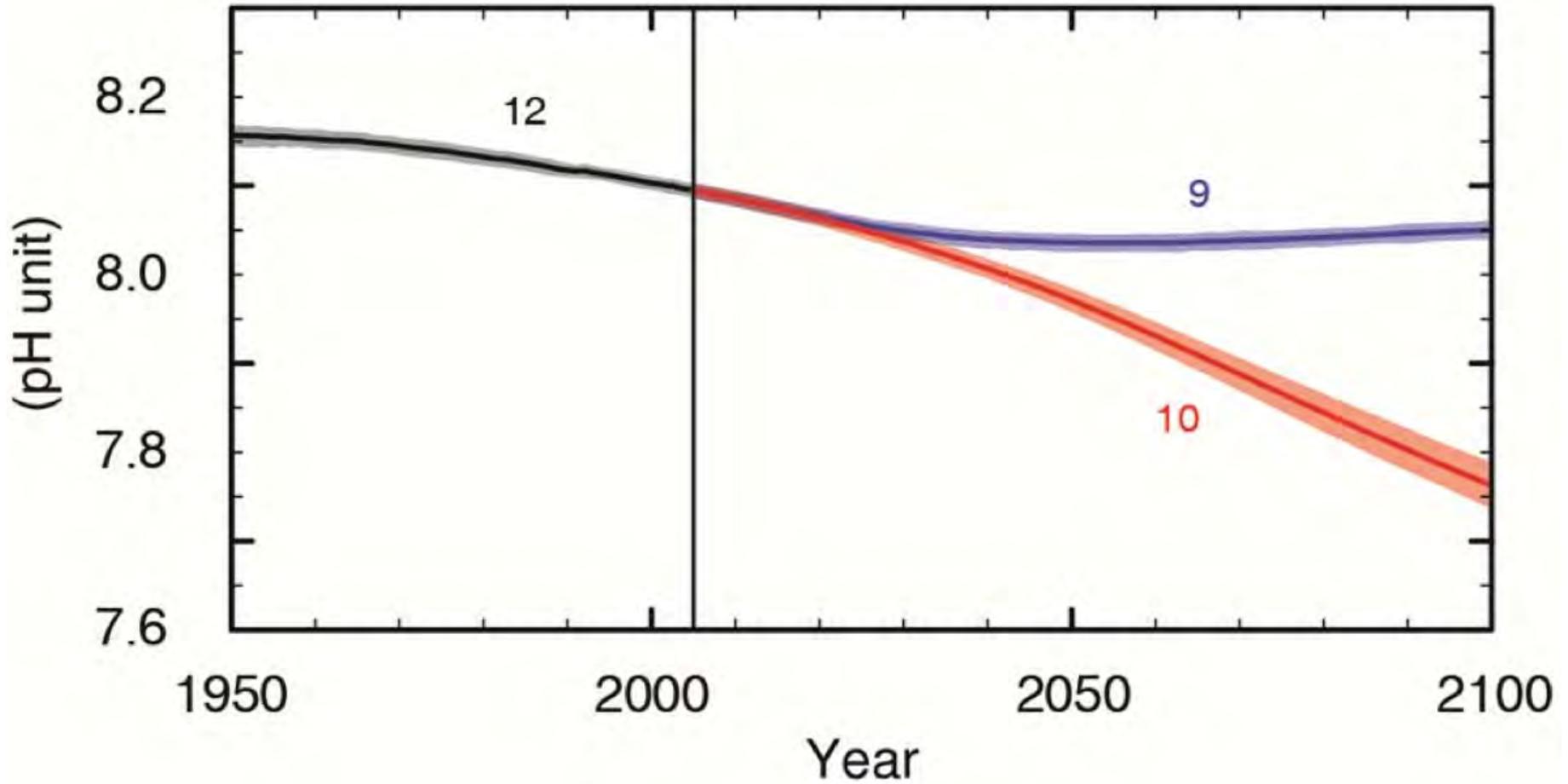
Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming? (Broecker, 1975)

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

Year	Chemical fuel CO ₂ ($\times 10^{16}$ g)	Excess atmospheric CO ₂ * ($\times 10^{16}$ g)	Excess atmospheric CO ₂ (%)	Excess atmospheric CO ₂ (ppm)	CO ₂ content of the atmosphere† (ppm)	Global temperature 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

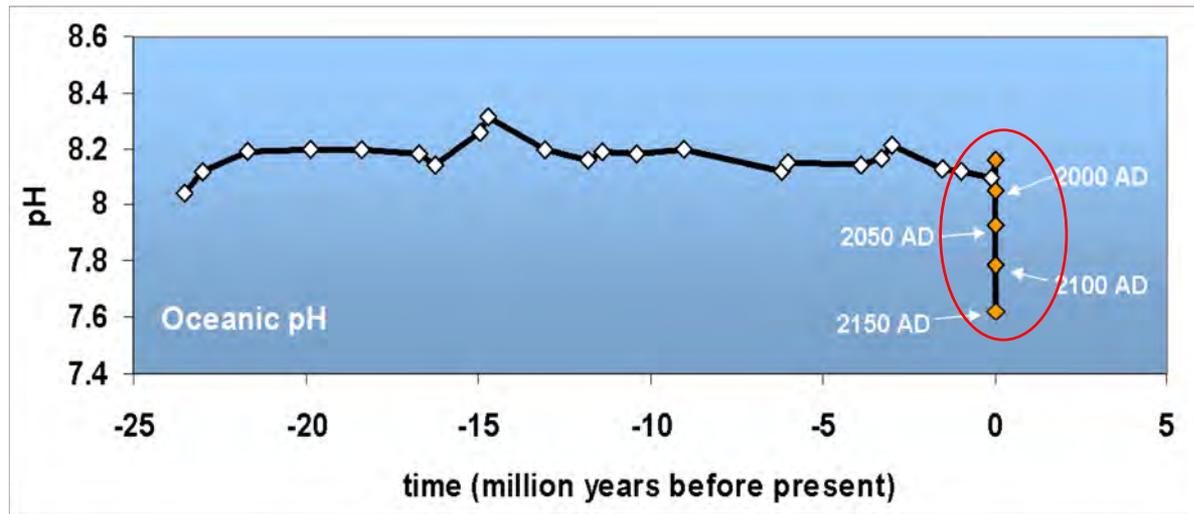
*On the assumption that 50 percent of the CO₂ produced by the burning of fuel remains in the atmosphere.
 †The preindustrial atmospheric partial pressure of CO₂ is assumed to be 293 ppm. ‡Assumes a 0.3°C global temperature increase for each 10 percent rise in the atmospheric CO₂ content. §Value observed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

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



Oceans are Acidifying Fast

Changes in pH over the last 25 million years



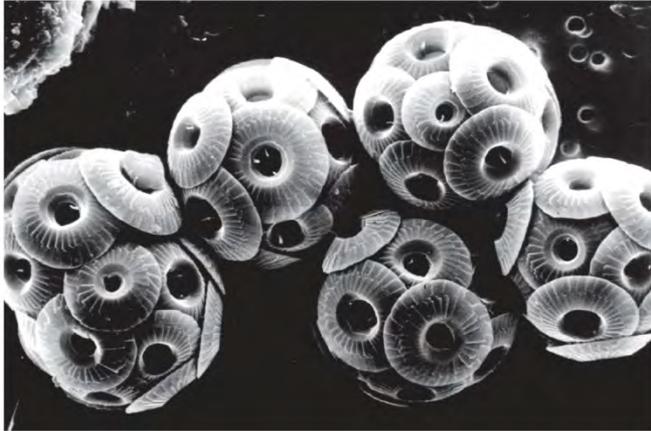
“Today is a rare event in the history of the World”

- 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

Organisms Threatened by Increased Marine Acidity



(a) Coccolithophores (diameter of each = 20 microns, or 0.0008 in.)
© 2011 Pearson Education, Inc.



(b) Pteropod (diameter = 2 mm, or 0.08 in.)
© 2011 Pearson Education, Inc.

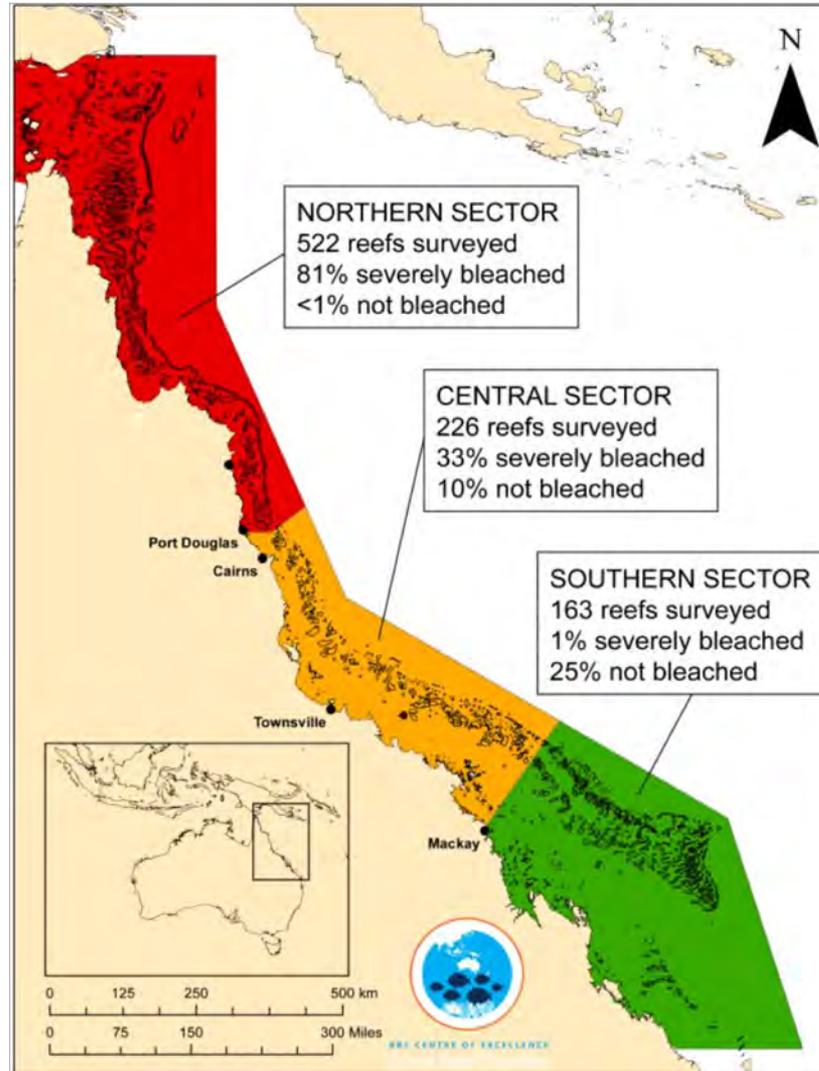


(c) Sea urchins
© 2011 Pearson Education, Inc.



(d) Corals
© 2011 Pearson Education, Inc.

2016: Only 7% of the Great Barrier Reef has avoided coral bleaching



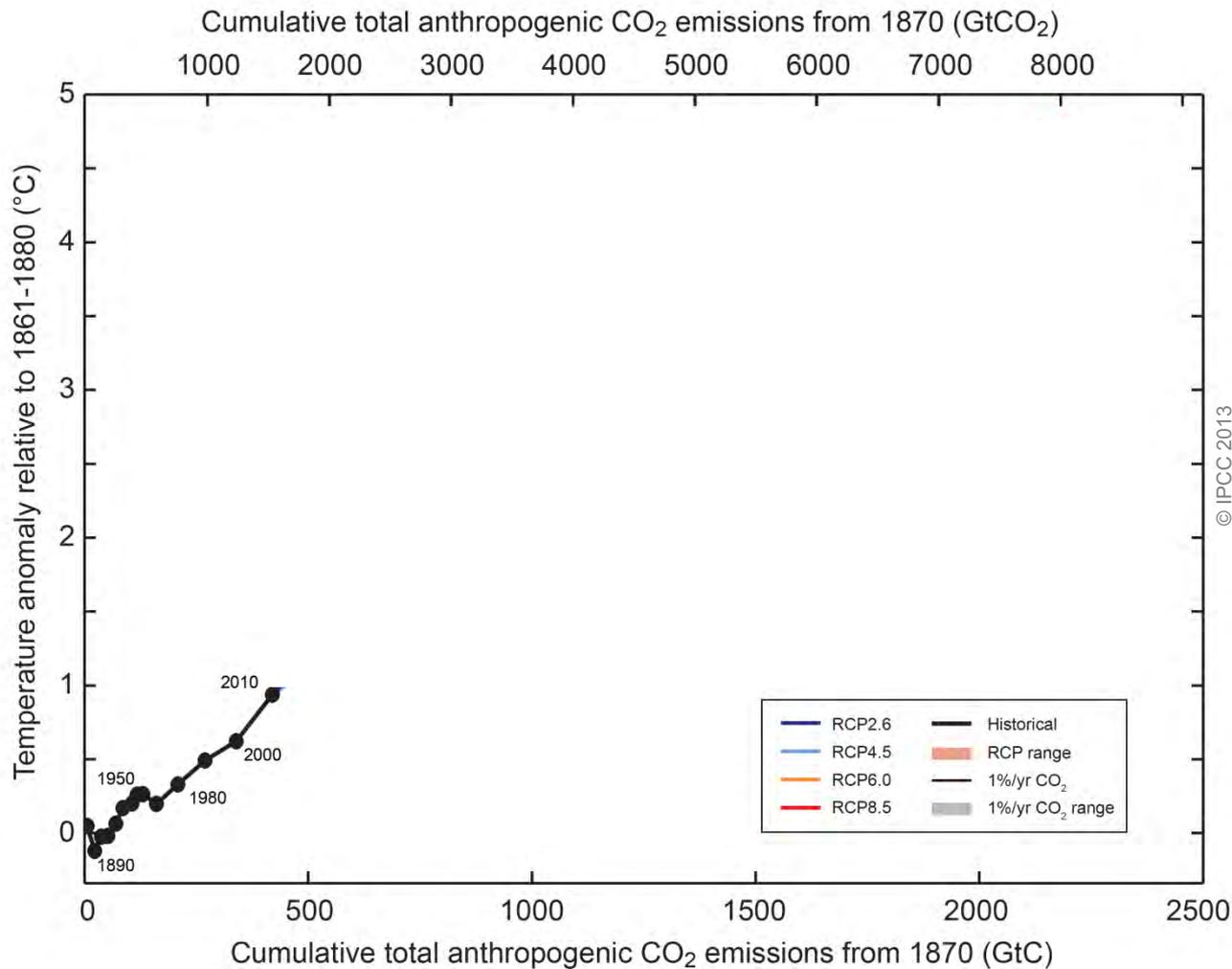
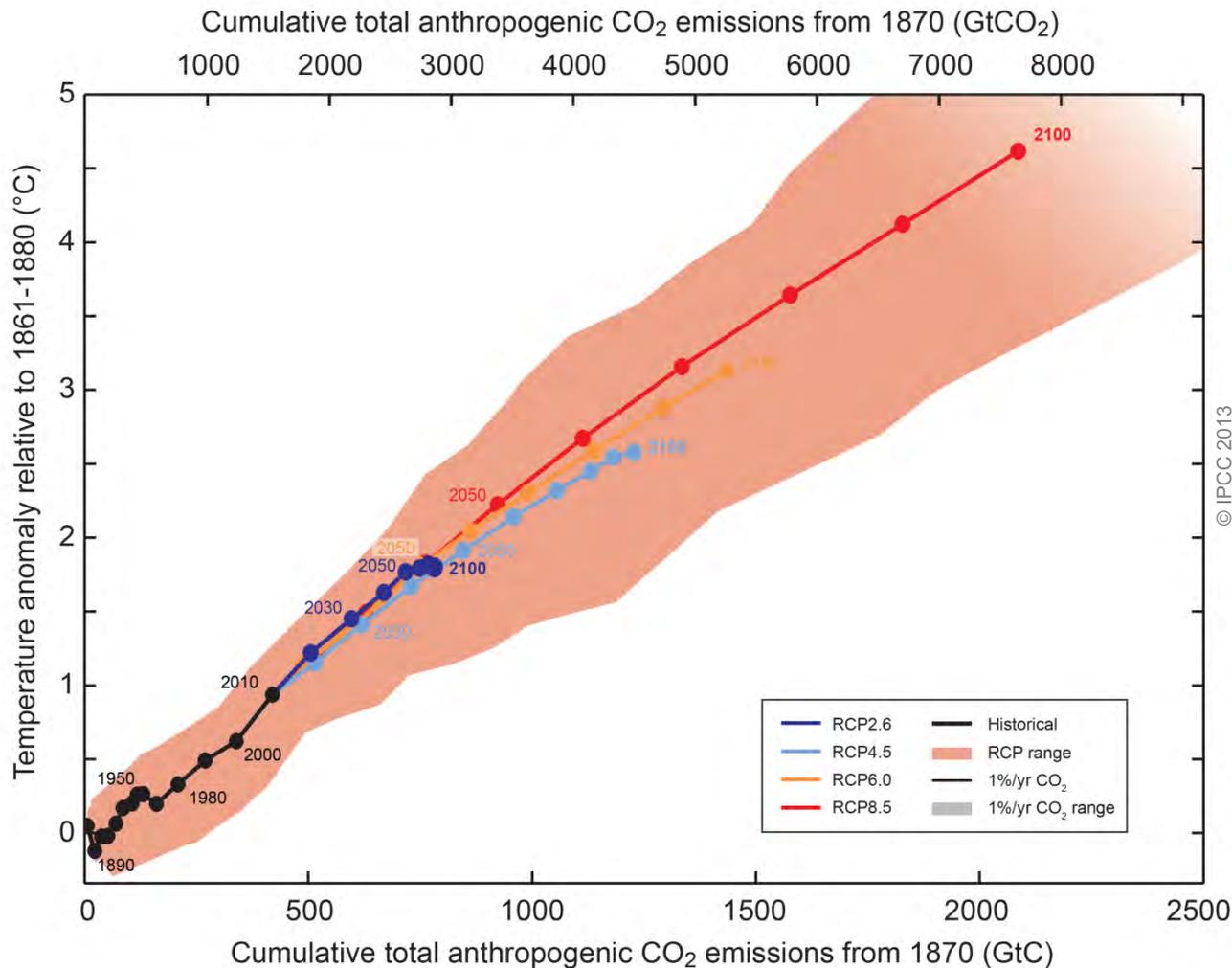


Fig. SPM.10

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



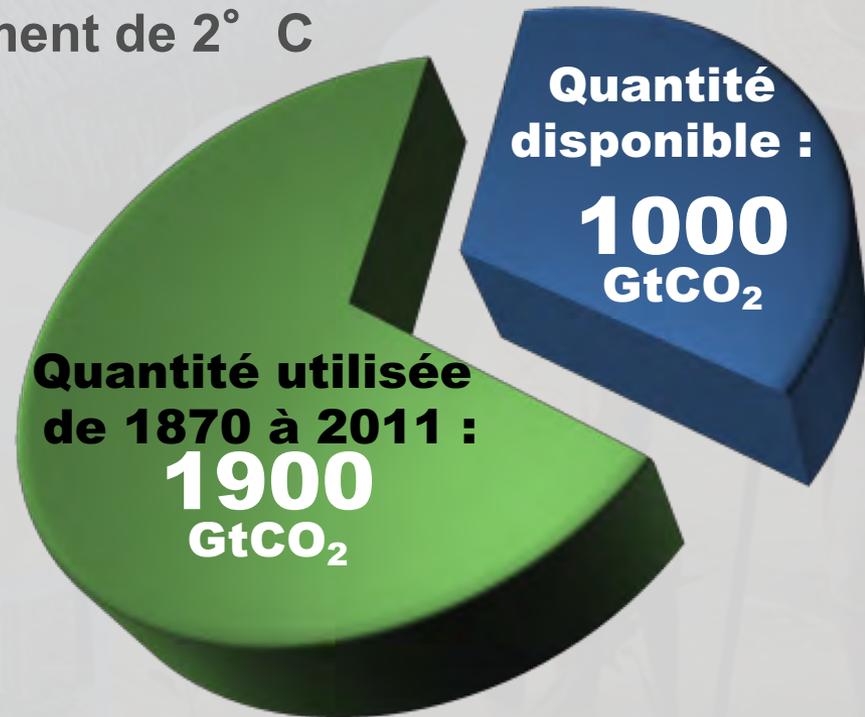
© IPCC 2013

Fig. SPM.10

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

Le fenêtre pour l'action se ferme rapidement

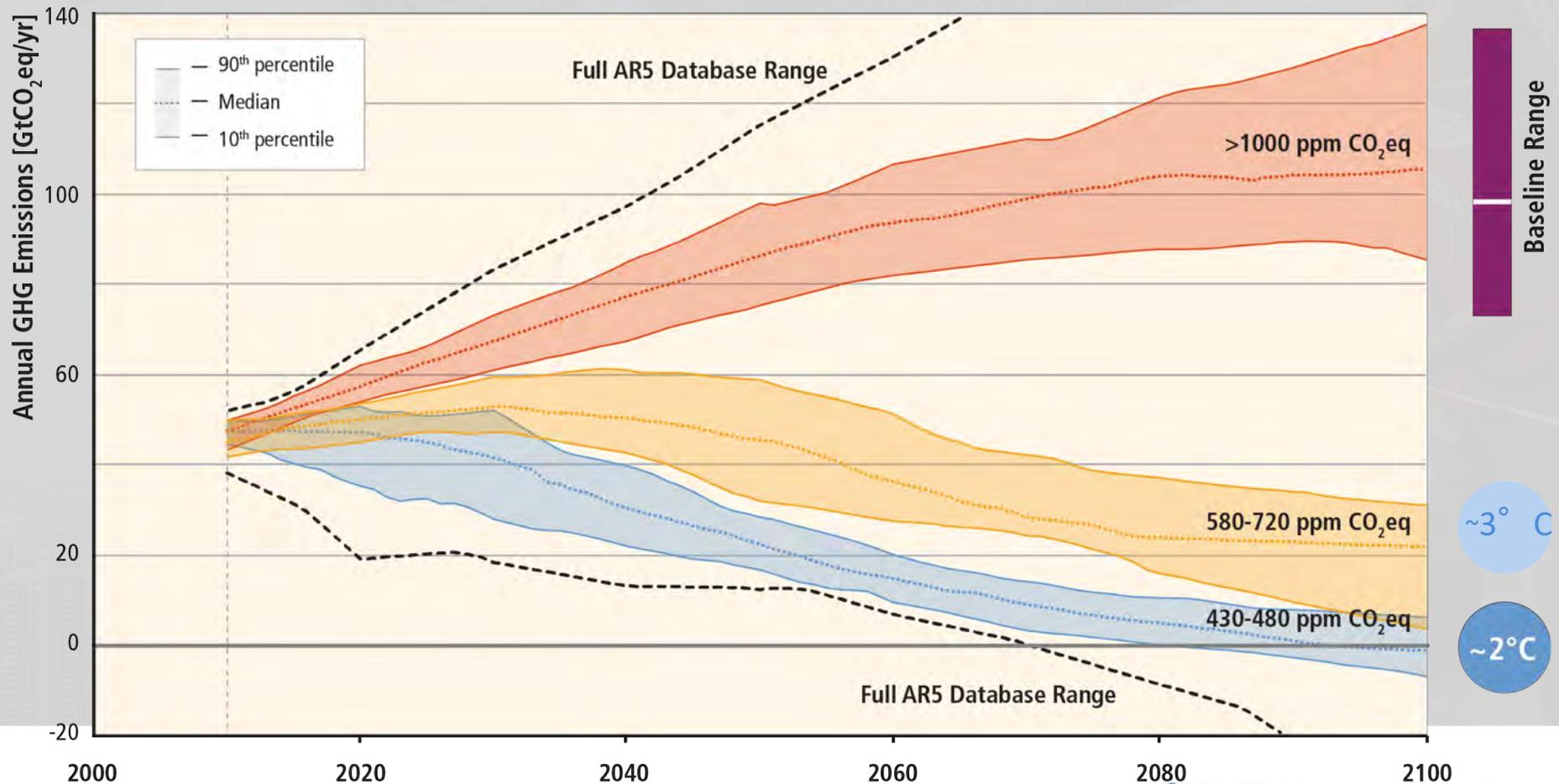
65% du budget carbone "compatible" avec un objectif de 2° C a déjà été utilisé. Il faut noter que ce budget offre une probabilité d'au moins 66% de rester sous un réchauffement de 2° C



NB: Emissions en 2011: 38 GtCO₂/an

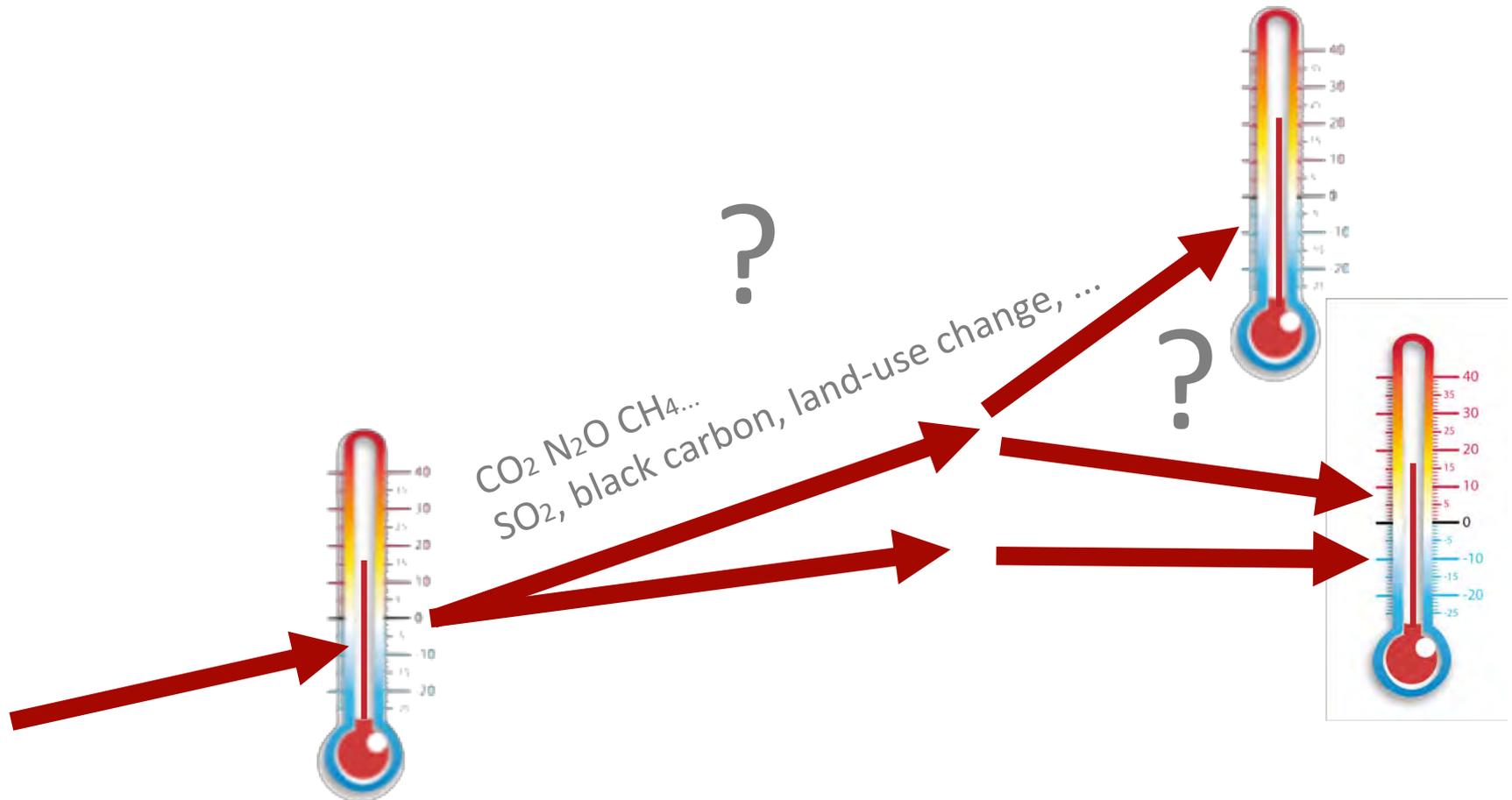
AR5 WGI SPM

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



Based on Figure 6.7

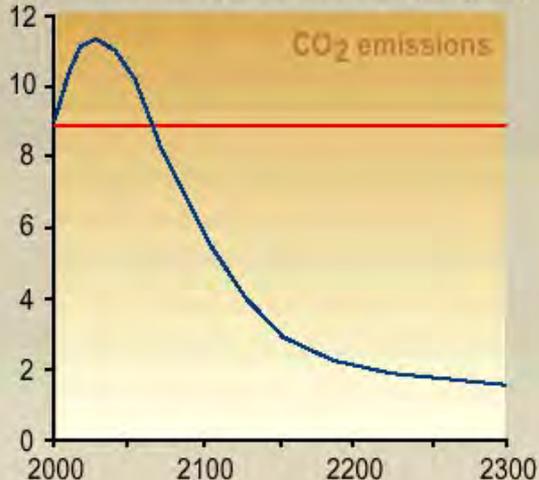
Scénarios : quelles émissions dans le futur ?



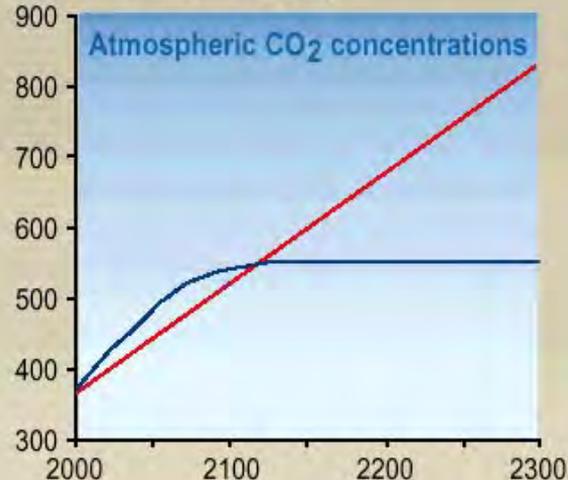
“Prediction” of the future is not possible: only “projections”, based on scenarios

Impact of stabilising emissions versus stabilising concentrations of CO₂

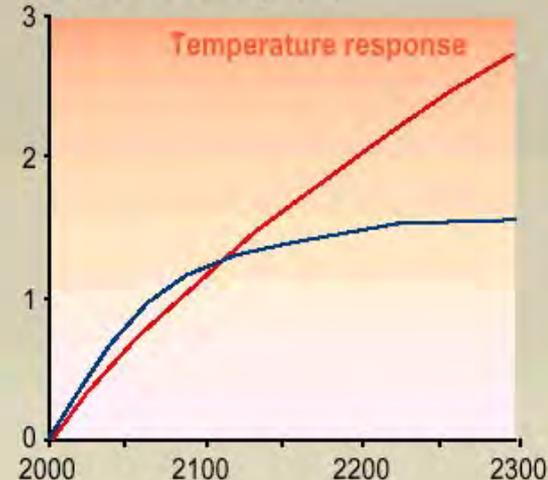
CO₂ emissions (Giga tonnes C per year)



CO₂ concentration (ppm)



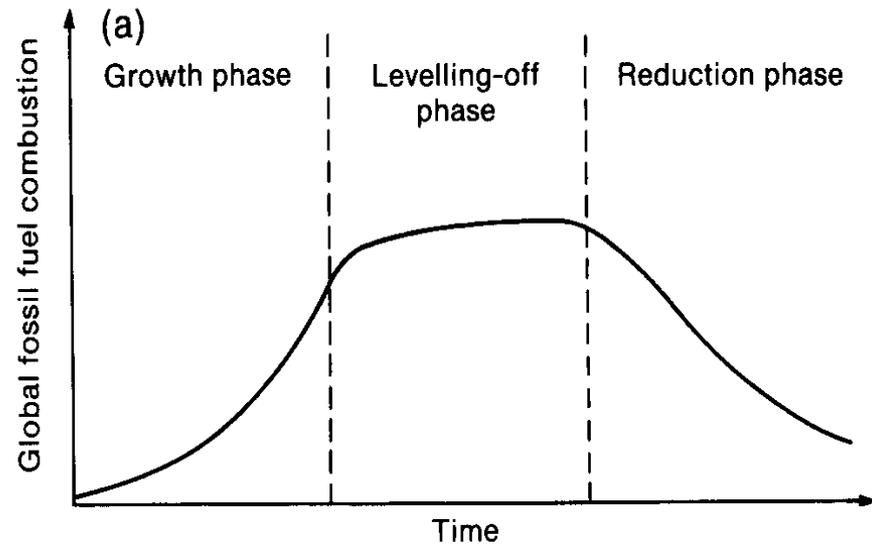
Temperature change (°C)



— Constant CO₂ emissions at 2000 level

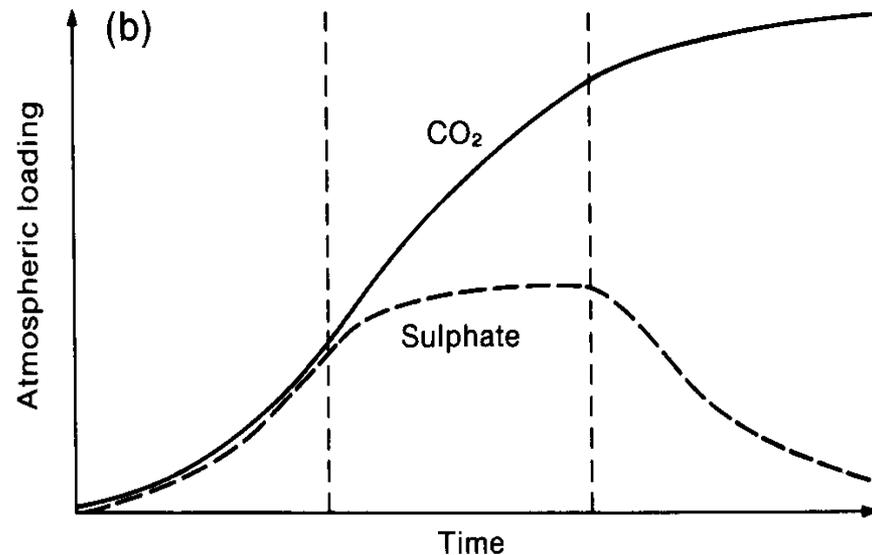
— Emissions path to stabilise CO₂ concentration at 550 ppm

Réponse différenciée aux émissions de CO₂ et de SO₂

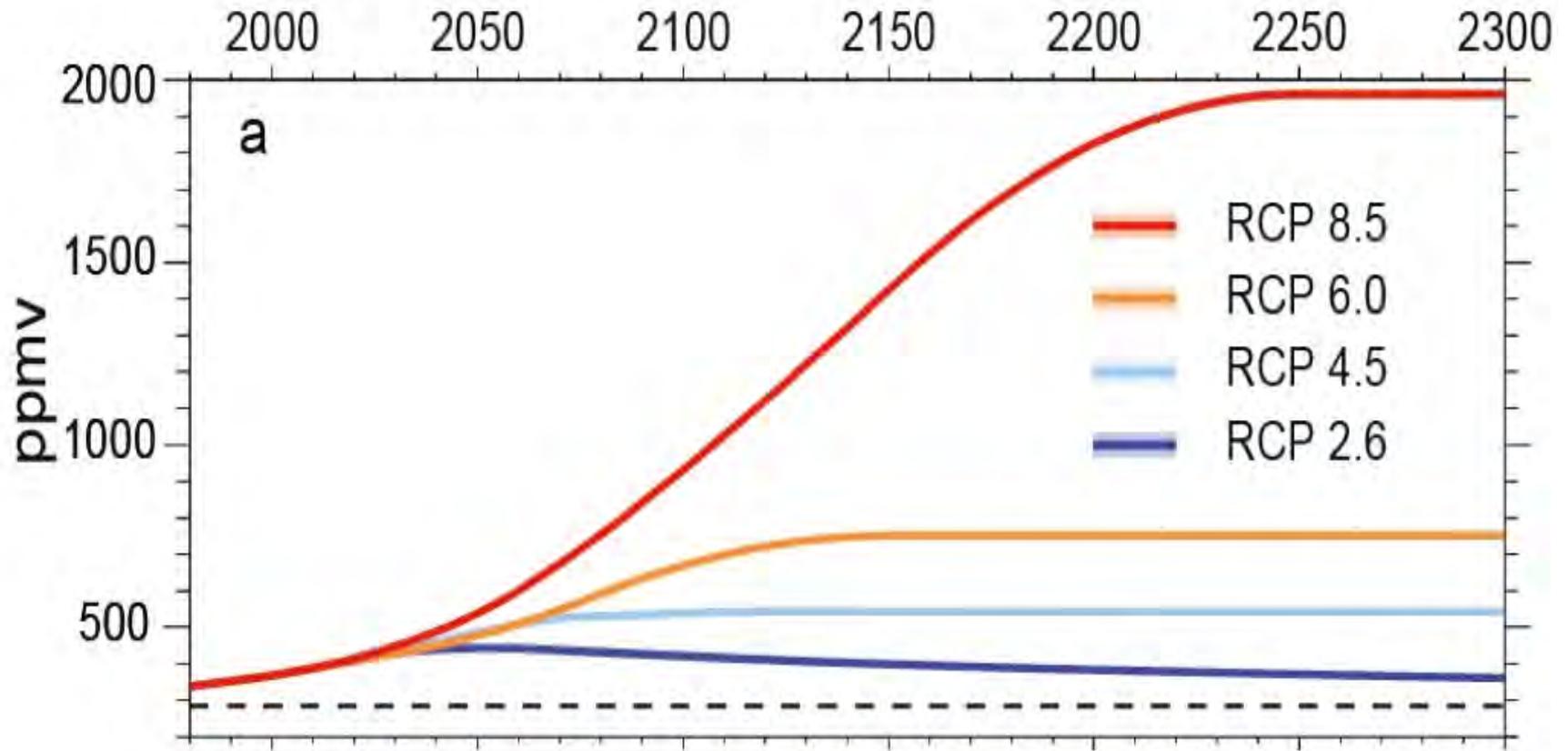


Emis en même tps que combustion :
dioxyde de soufre (SO₂) = gaz

- > se transforme en ion sulfate SO₄²⁻
- > particules liquides ou solides en suspension dans l'air (=aérosol)
- > facteur « refroidissant » (effet direct et nuages, cf. dia 62)



AR5 RCP: Atmospheric CO₂ concentration

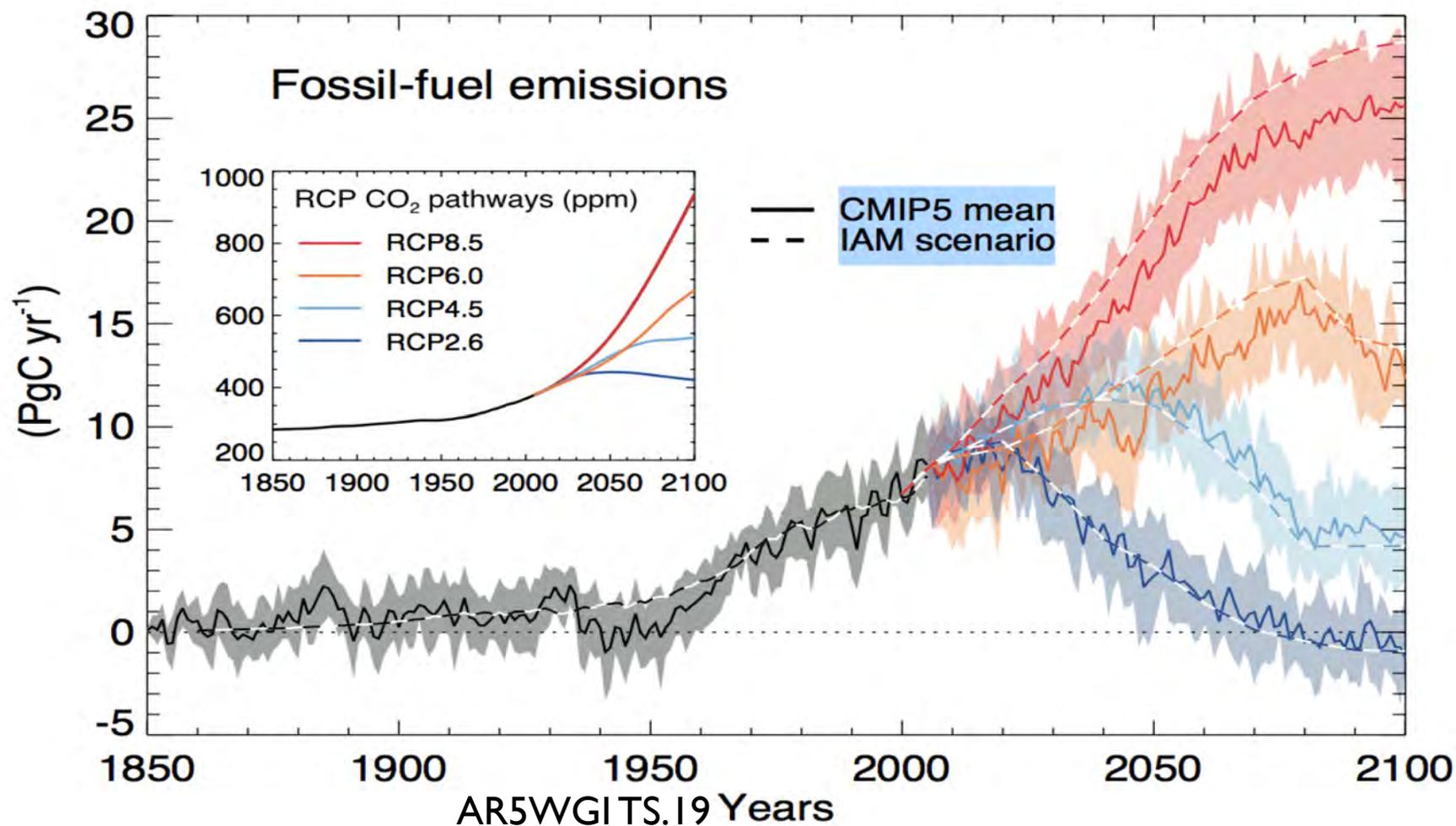


Most CMIP5 runs are based on the concentrations, but emissions-driven runs are available for RCP 8.5

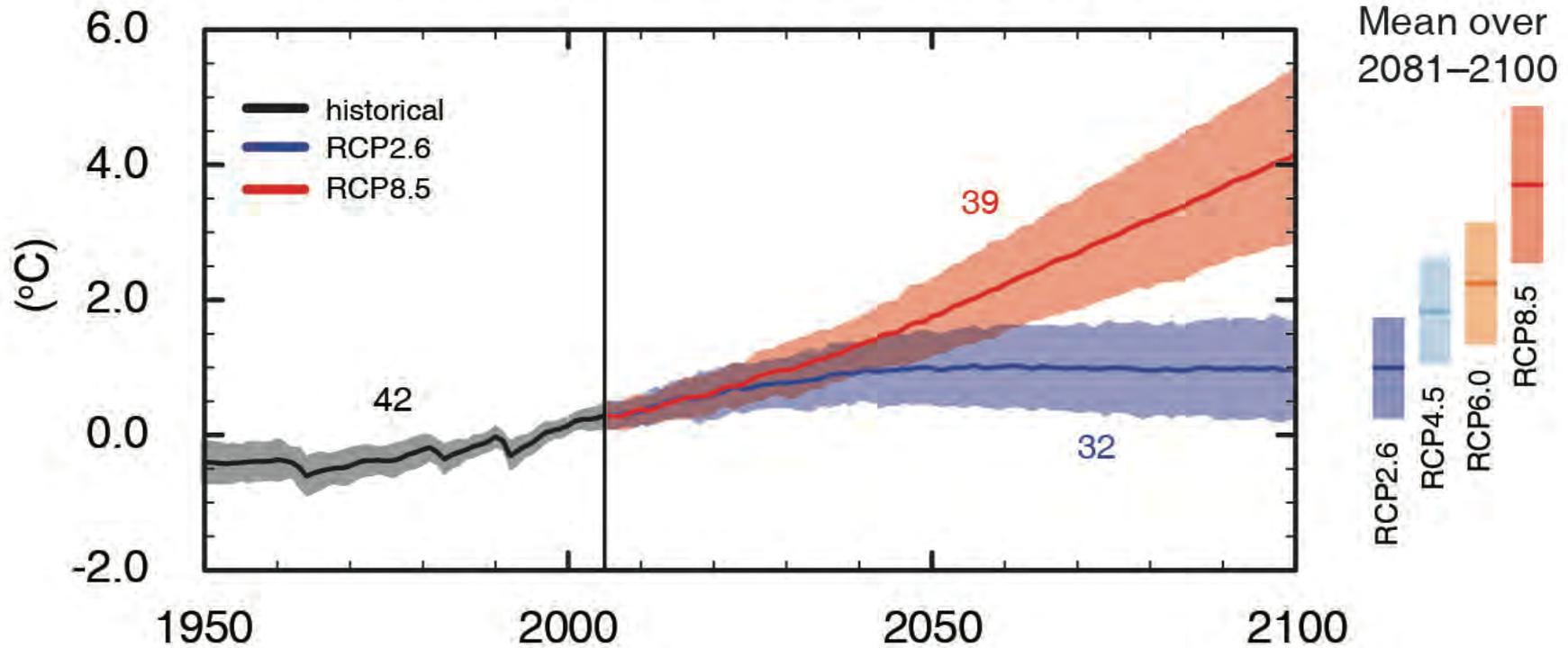
Note : « emission-driven » -> knowledge of C-cycle uncertainty

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

Les traits pleins donnent les émissions qu'il faudrait mettre dans les modèles climatiques complexes pour obtenir la concentration de chaque RCP, en comparaison des émissions associées à chaque RCP par les modèles simples



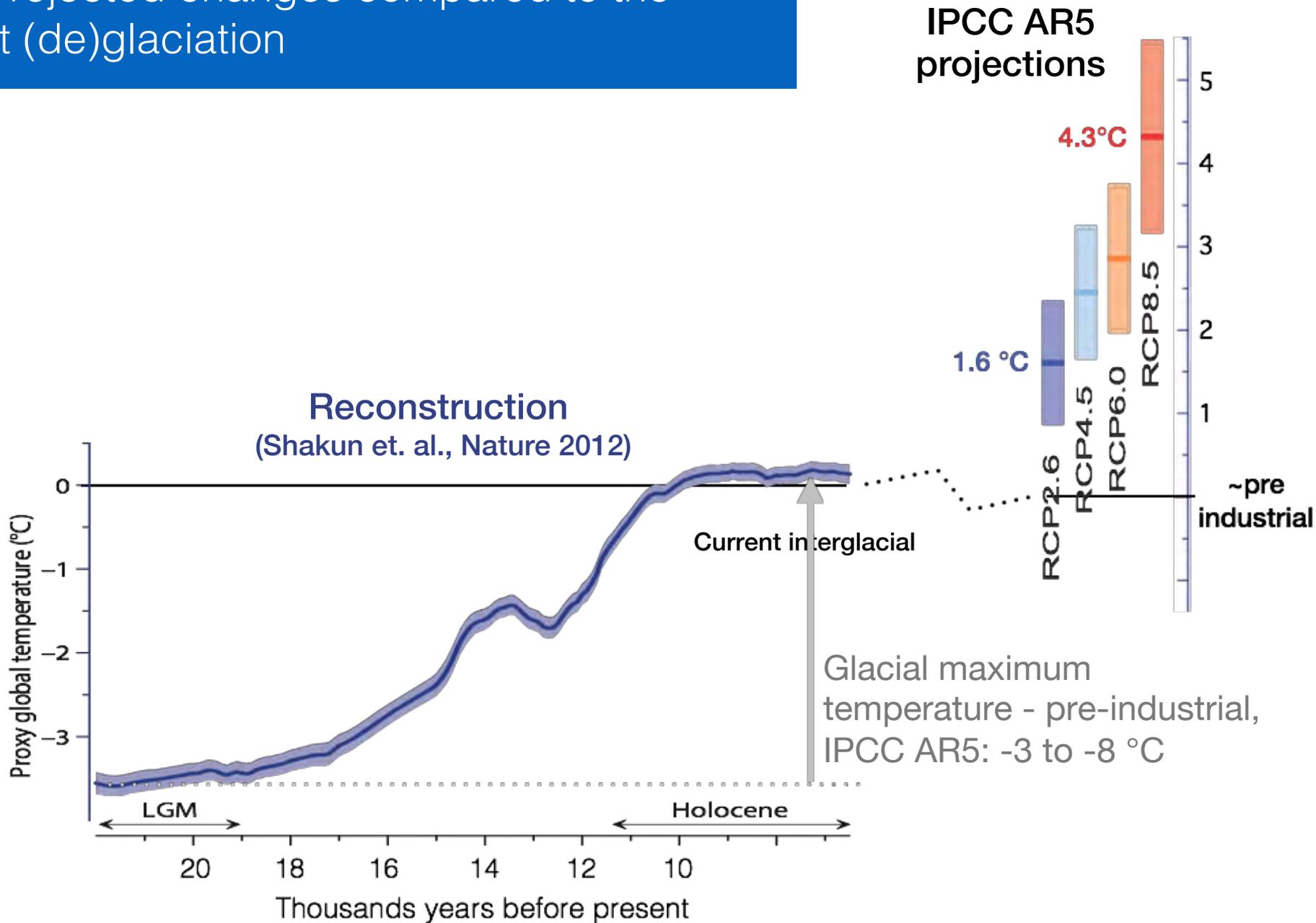
Global average surface temperature change



(IPCC 2013, Fig. SPM.7a)

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

Projected changes compared to the last (de)glaciation



RCP2.6

RCP8.5

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

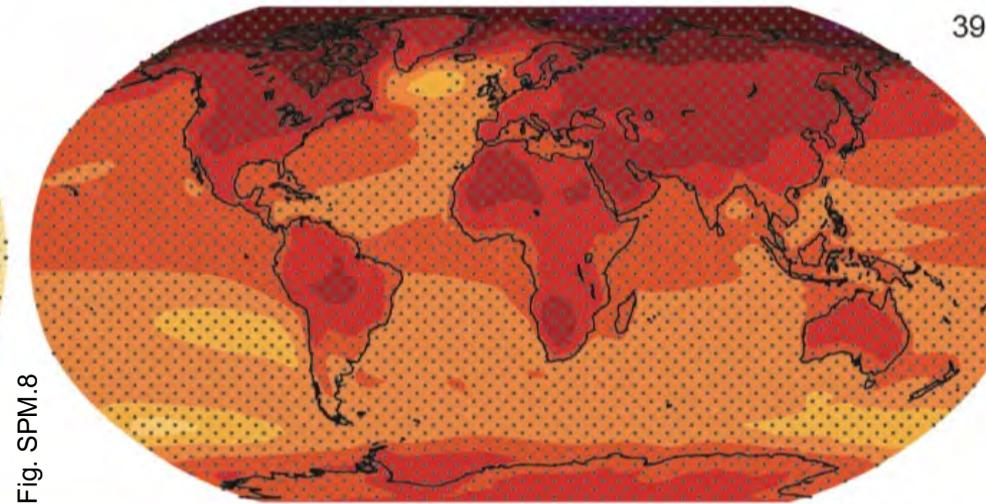
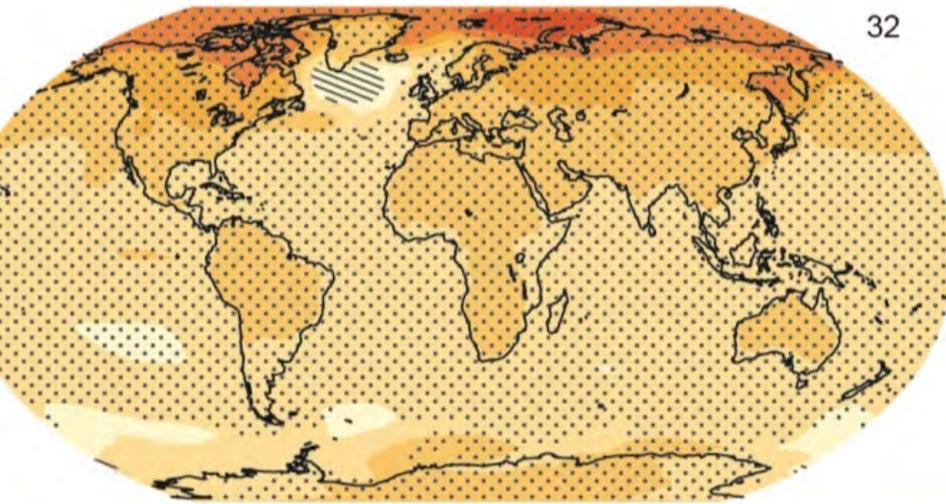
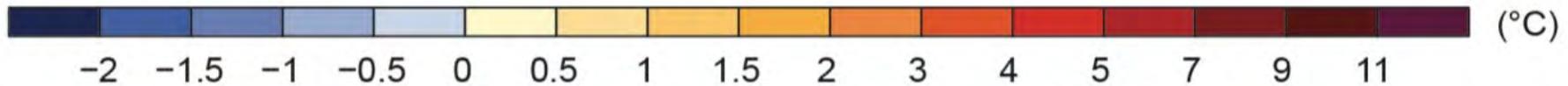


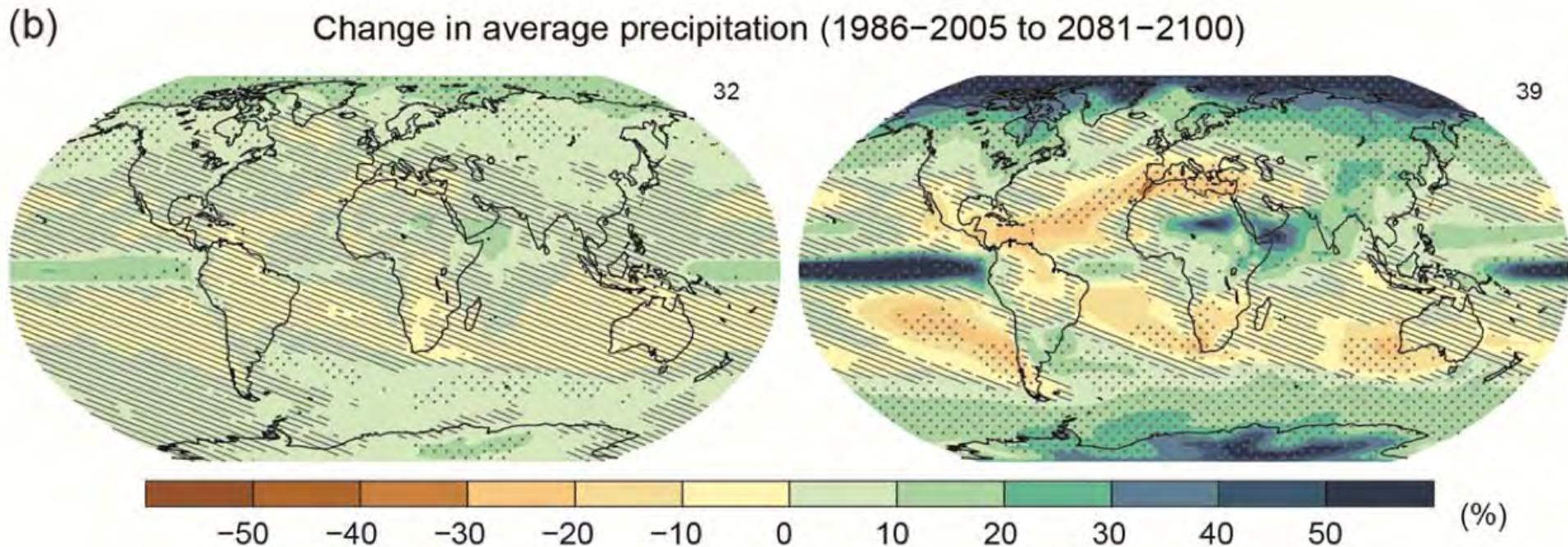
Fig. SPM.8



Hatching [hachures] 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 [pointillés] 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

Projected Change in Precipitation

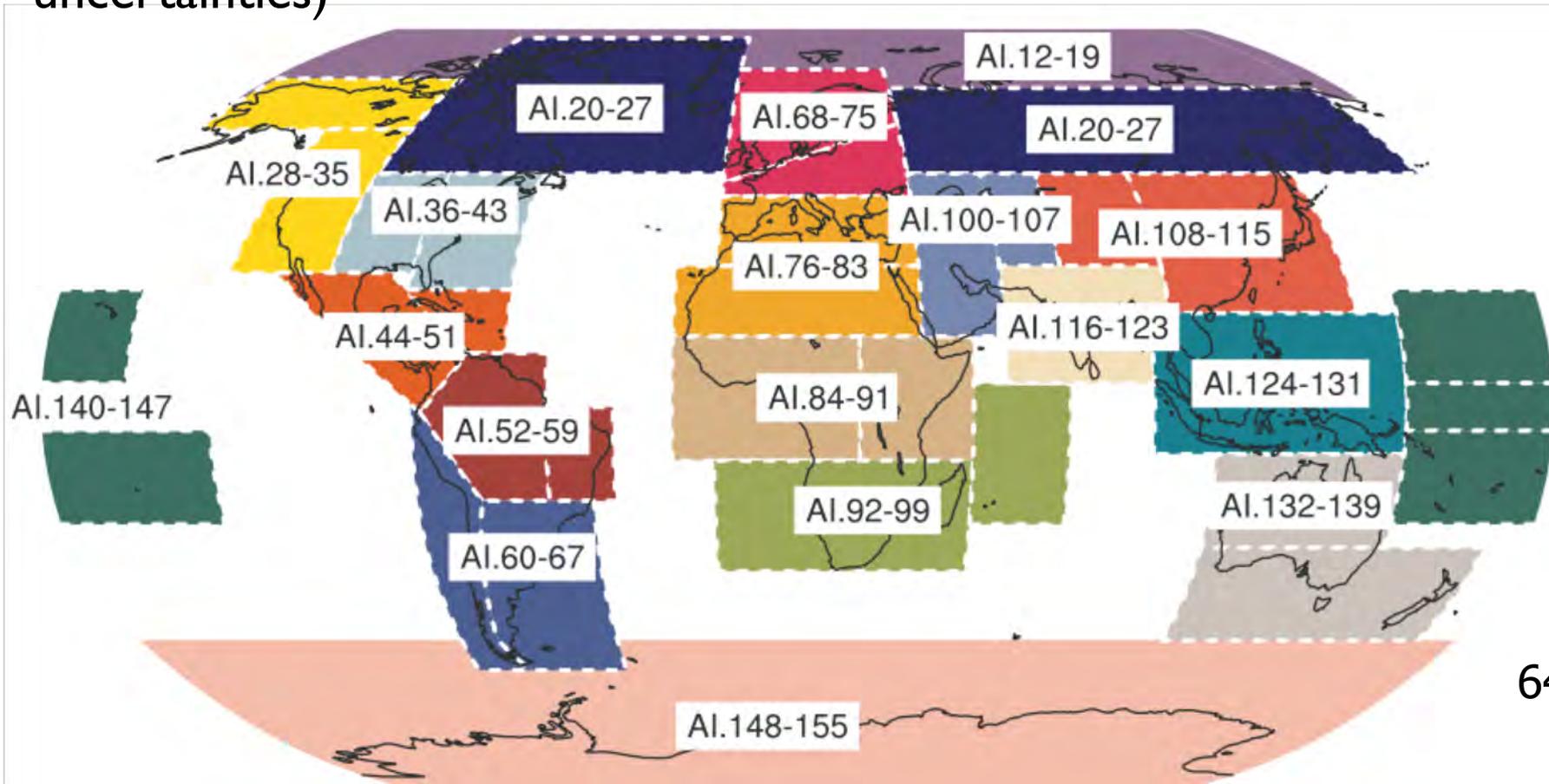


Hatching indicates regions where *the multi-model mean is small compared to natural internal variability* (i.e., less than one standard deviation of natural internal variability in 20-year means).

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

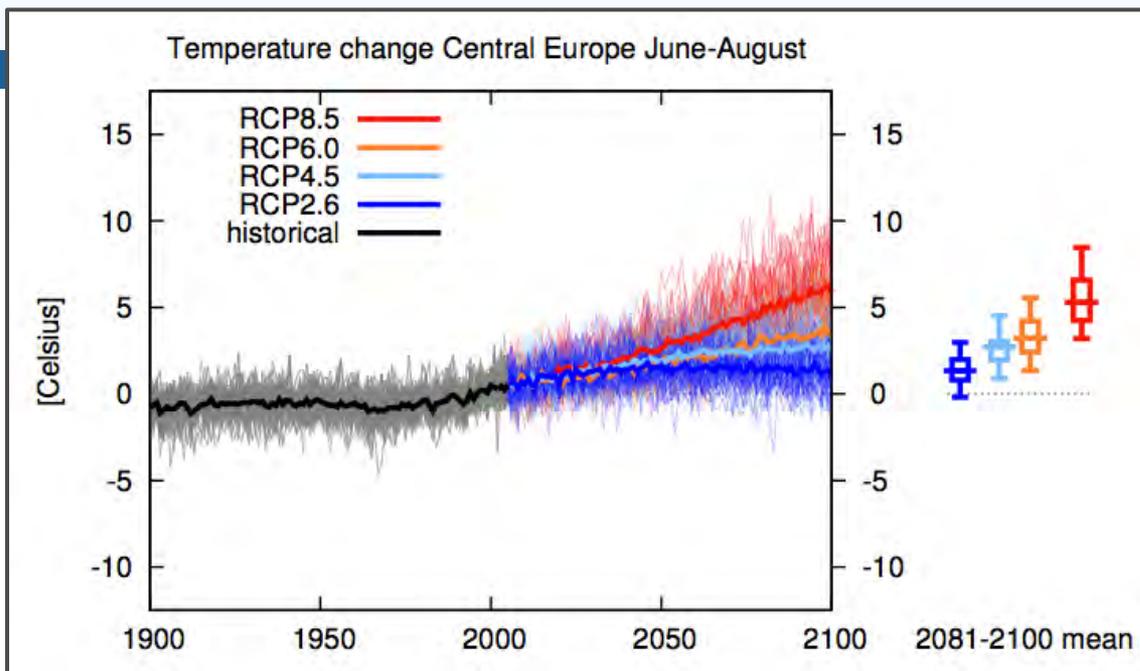
AR5 WGI Regional Atlas

- Addition to previous reports
- > 70 pages of maps, for each RCP (4 appendixes):
temperature and precipitation changes
(winter & summer average climate, including model
uncertainties)

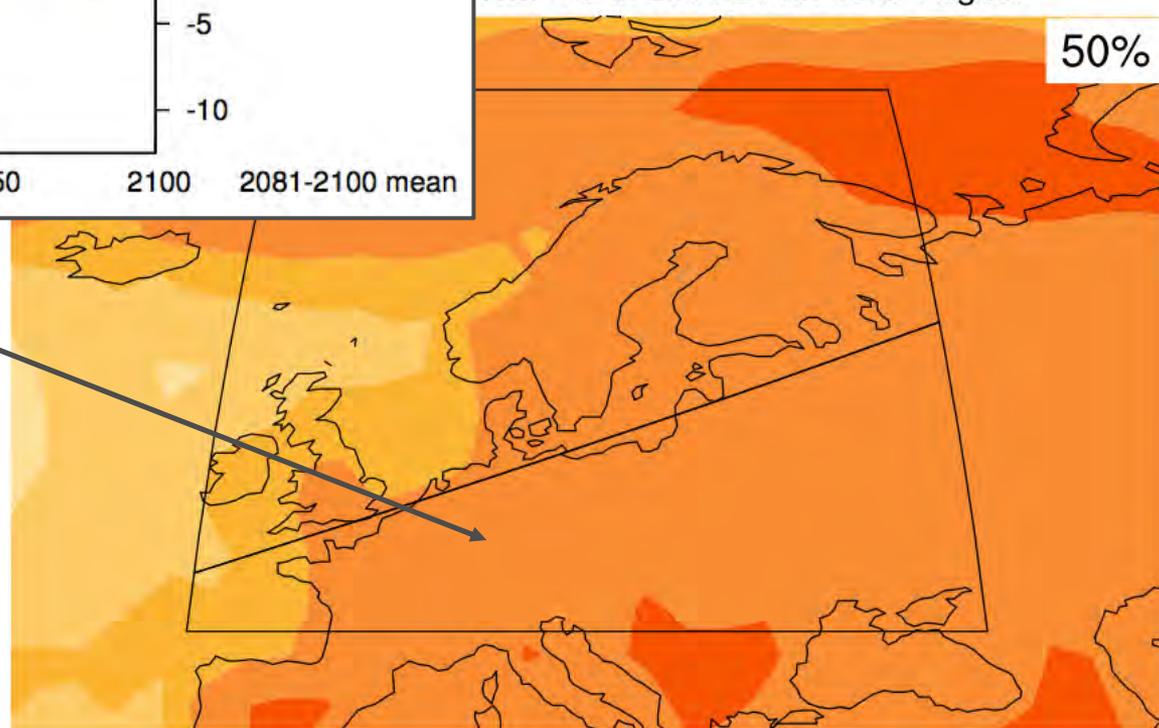


Regional Atlas - «Central Europe», summer temp.

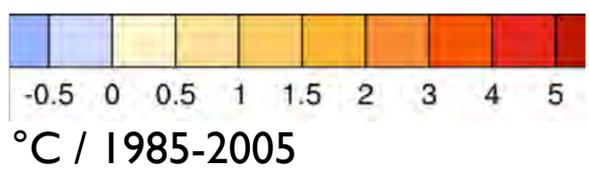
RCP 4.5



RCP4.5 in 2081-2100: June-August

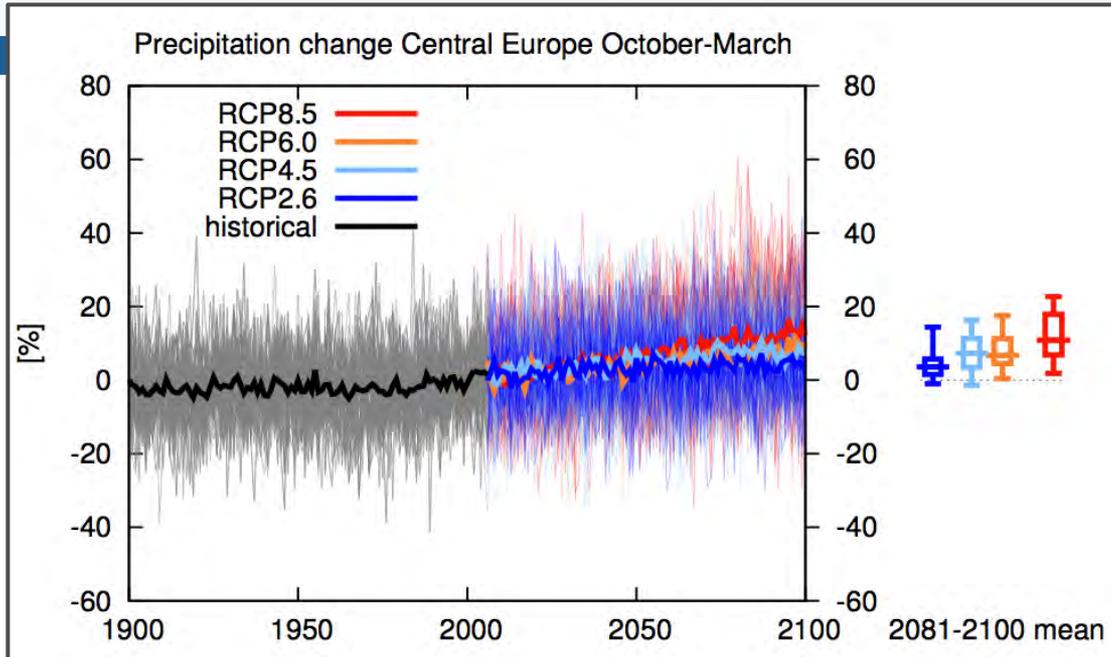


Median of multi-model distribution, average temp change JJA, 2081-2100



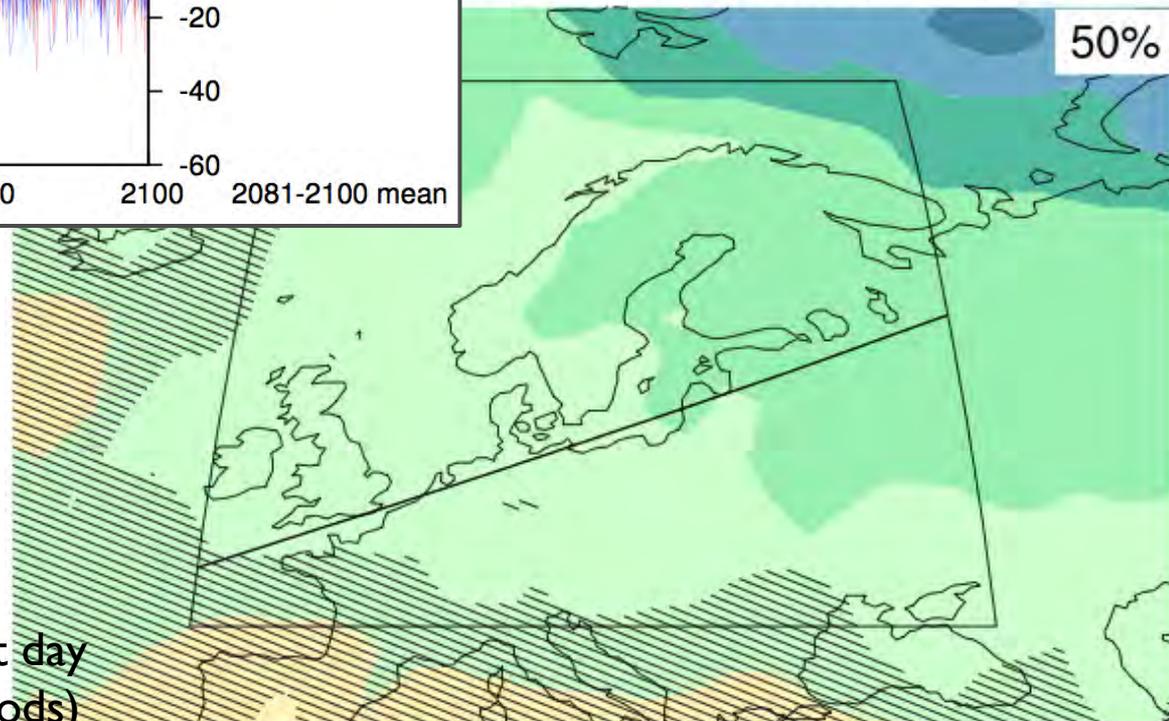
Regional Atlas - «Central Europe», precipitation

RCP 4.5

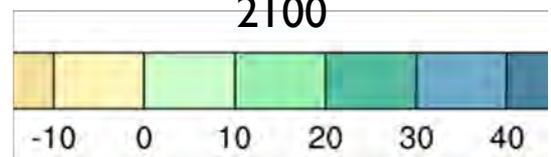


RCP4.5 in 2081-2100: October-March

50%

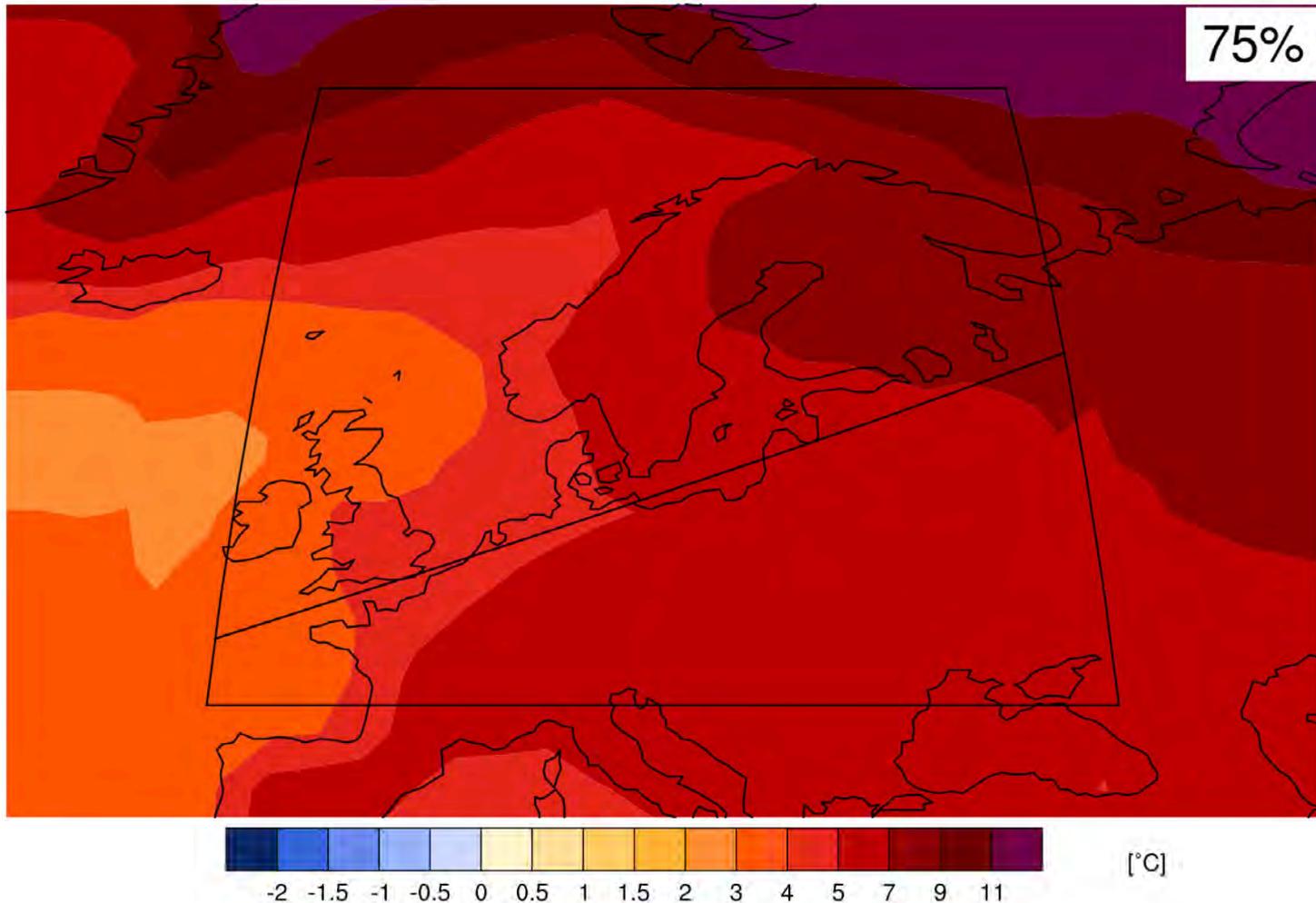


Median of multi-model distribution, average over October-March, 2081-2100



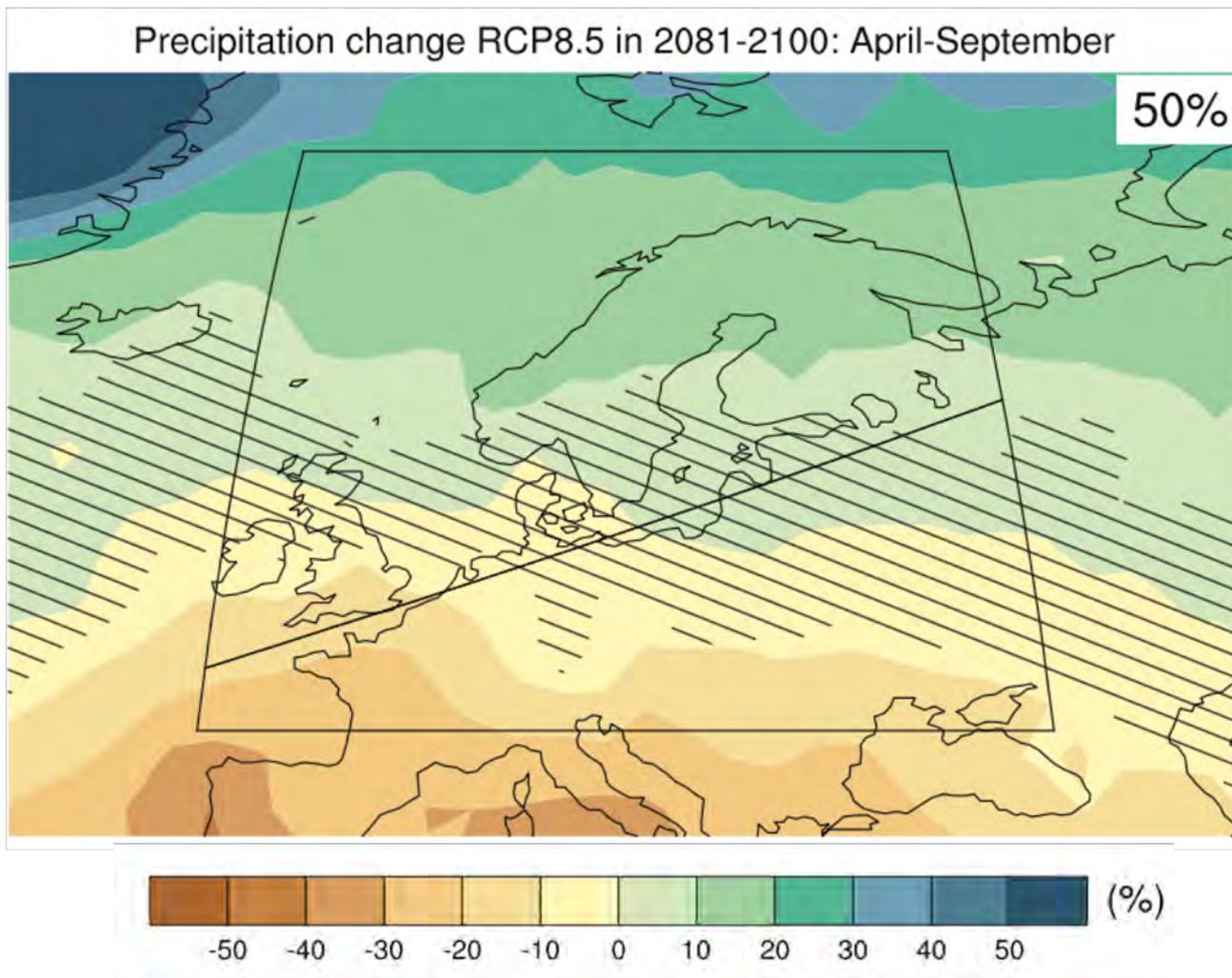
% 1985-2005
(hatching : change < present day variability for 20 years periods)

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



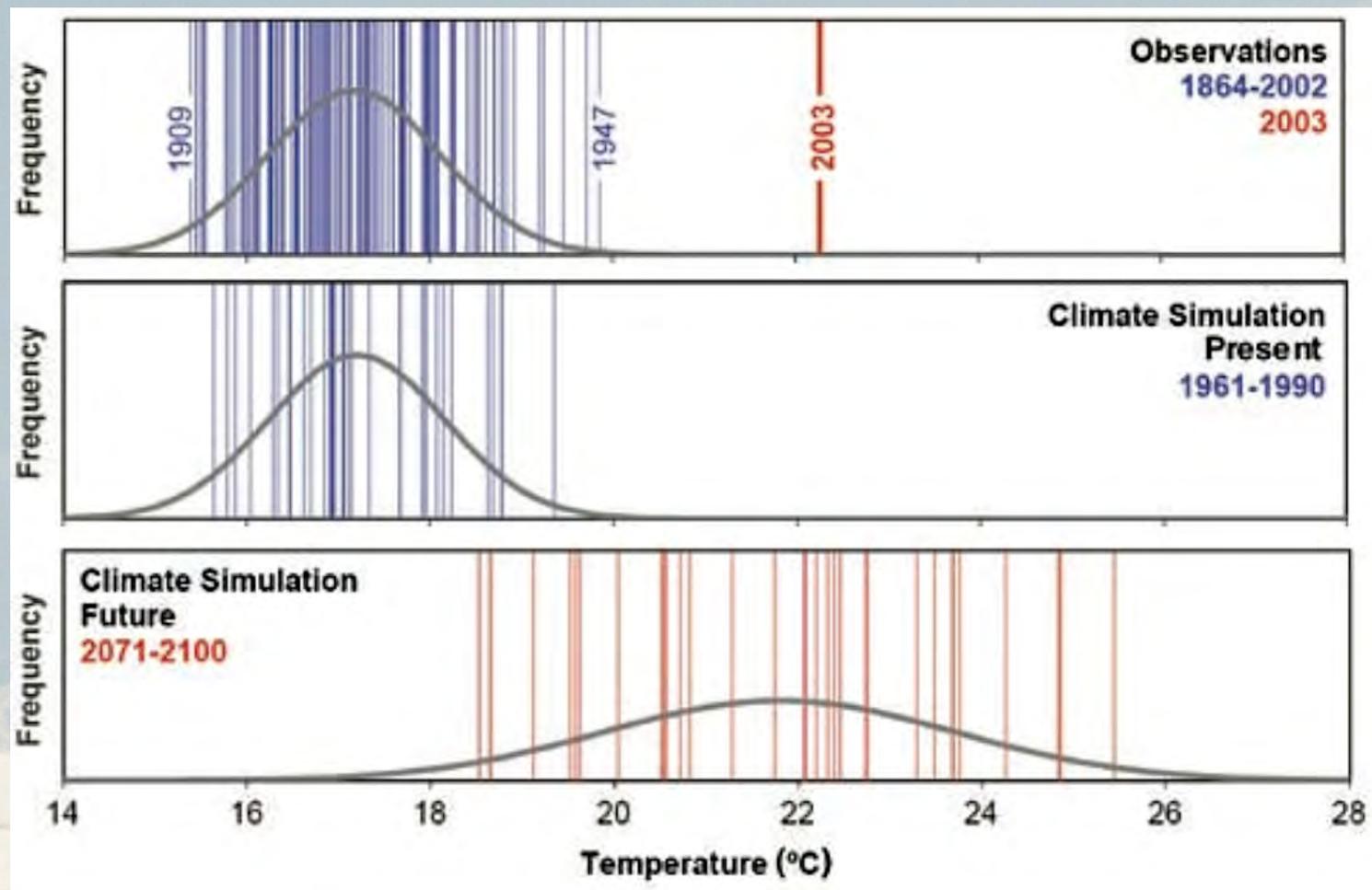
Regional Atlas - Europe, RCP 8.5 in summer, precipitation

RCP 8.5



Extrêmes météorologiques + intenses et fréquents

Températures d'été en Suisse



Source : IPCC AR4 - WG2 (d'après Shär et al, Nature, 2004)

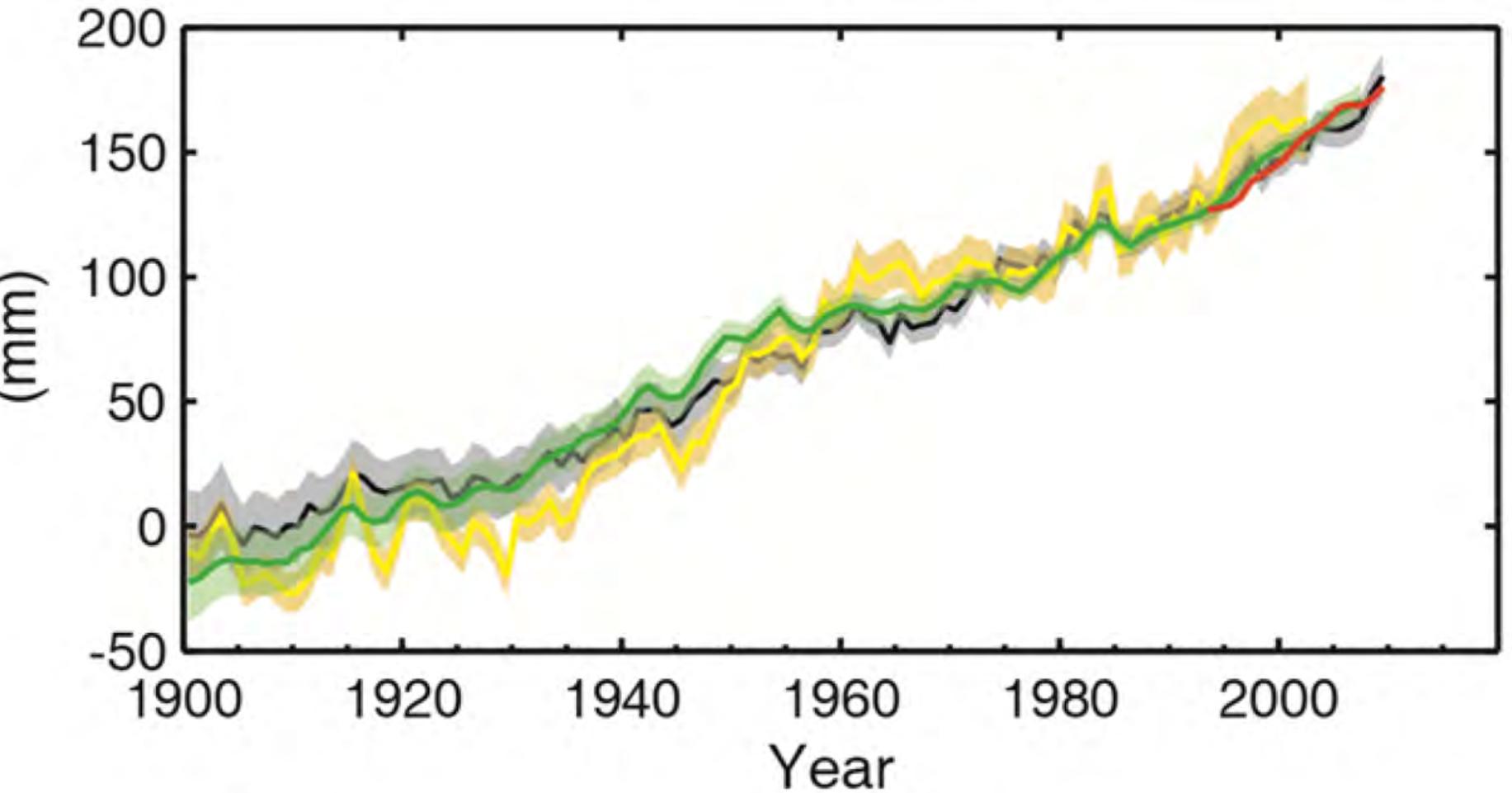
Extreme weather and climate events

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>	Very likely	<i>Likely</i>	Virtually certain
Warmer and/or more frequent hot days and nights over most land areas	<i>Very likely</i>	Very likely	<i>Likely</i>	Virtually certain
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	Likely	Not formally assessed	Very likely
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	Very likely 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>	Likely (<i>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)	Likely	<i>Likely</i>	Very likely

IPCC, AR5,
Table SPM.1

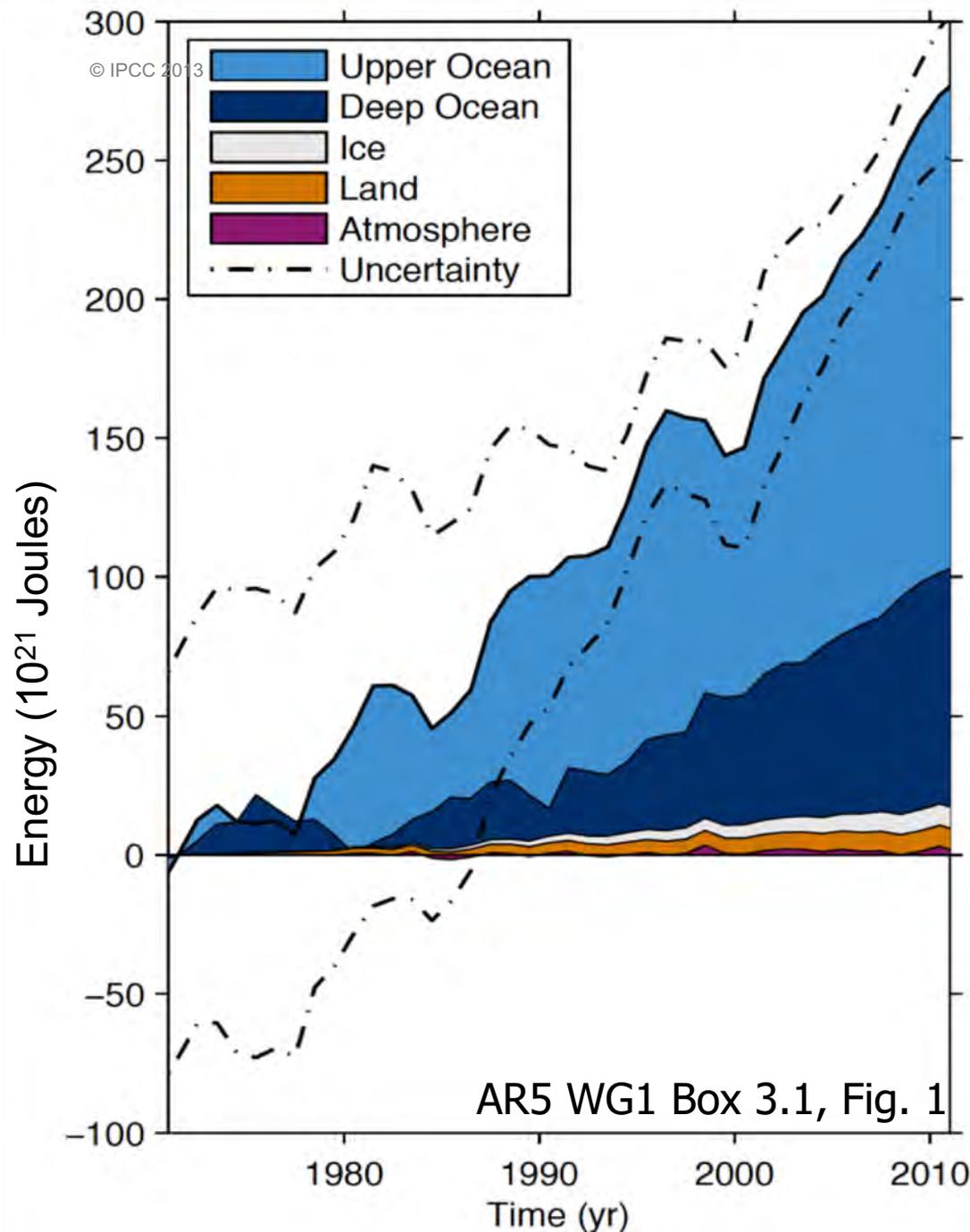
Glace et niveau des océans

Change in average sea-level change



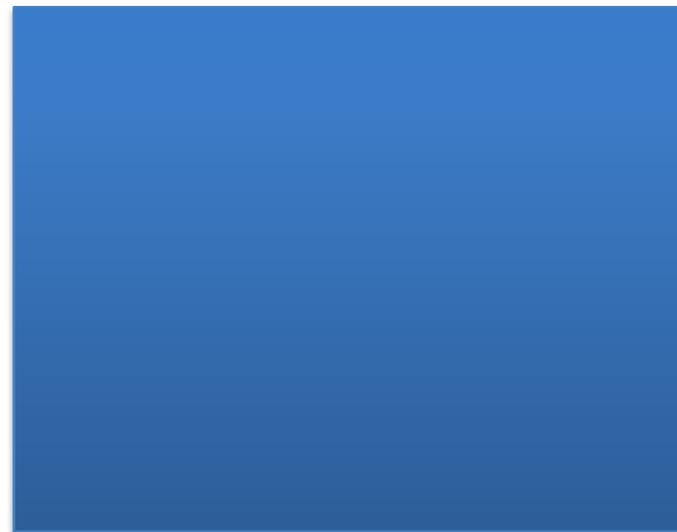
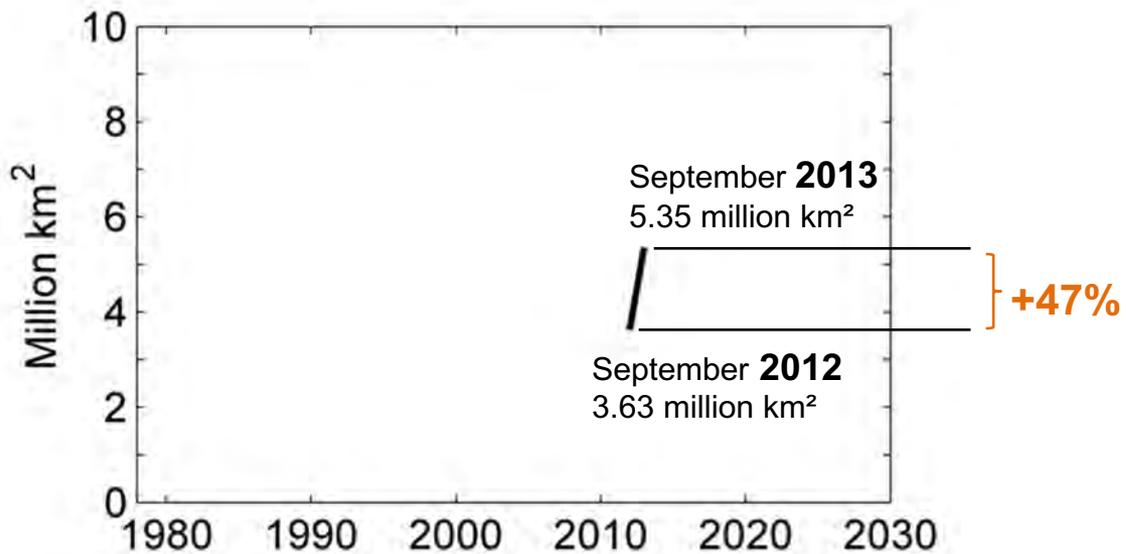
Où va l'énergie associée au réchauffement ?

Ocean warming dominates the increase in energy stored in the climate system, accounting for more than 90% of the energy accumulated between 1971 and 2010 (high confidence).



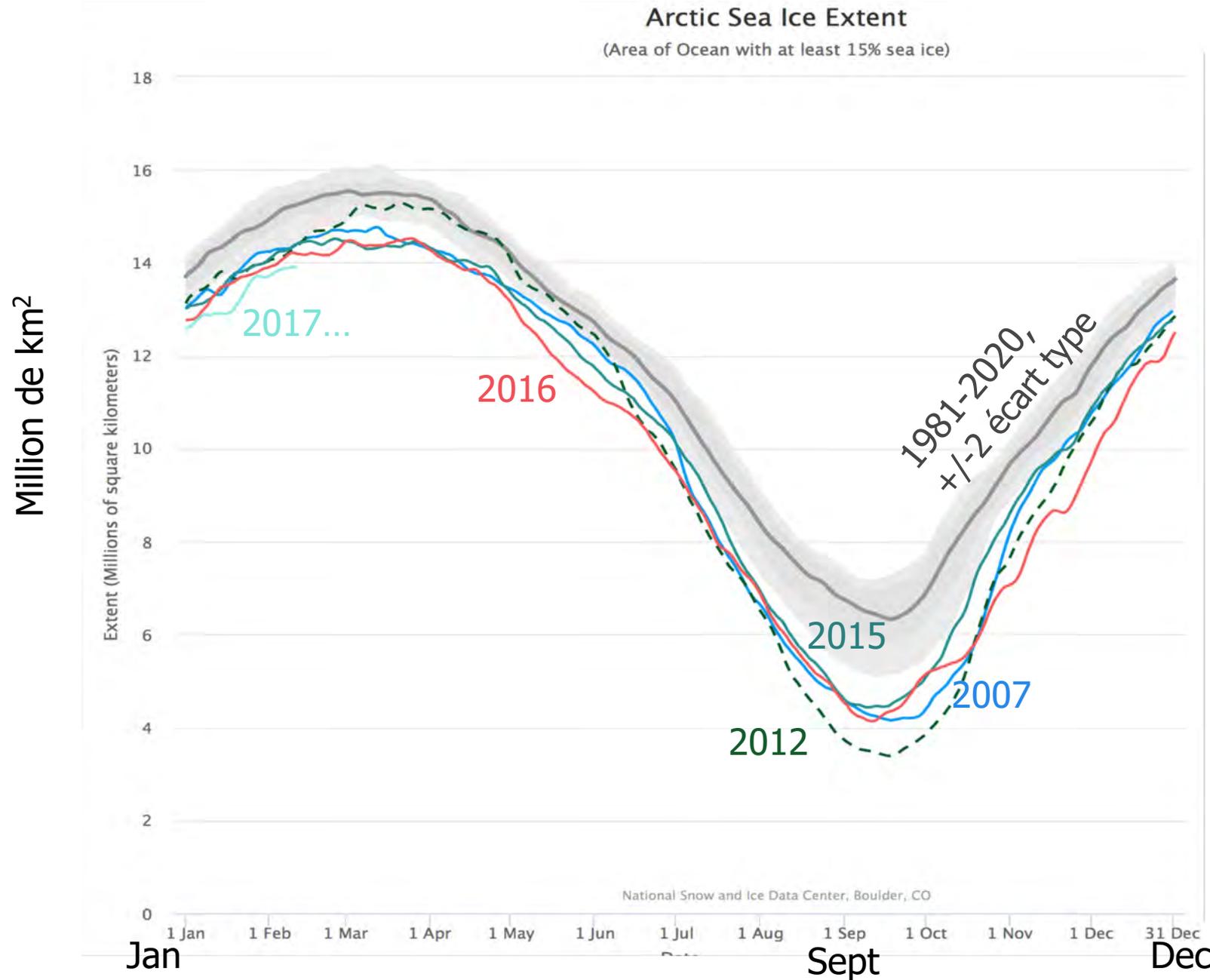
AR5 WG1 Box 3.1, Fig. 1

Observed Arctic September sea ice extent



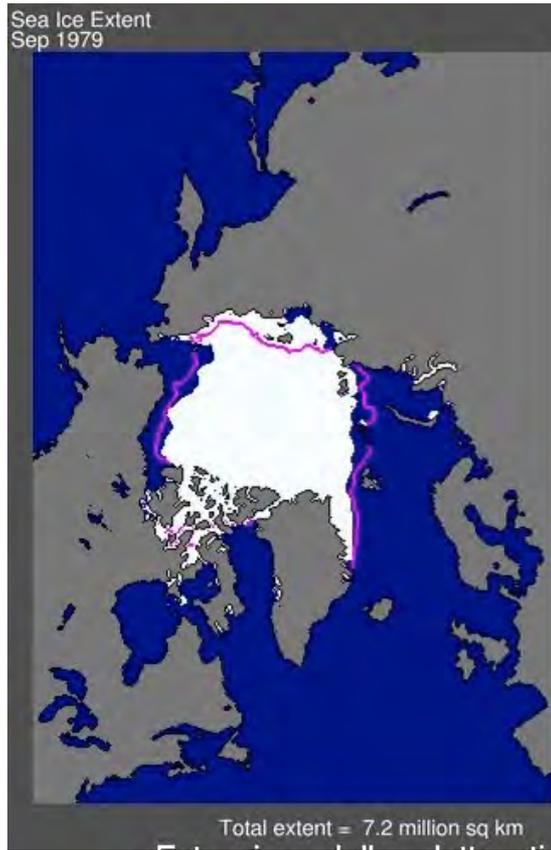
below 1979-2013 average

Etendue de glace de mer Arctique (surface > 15% glace)

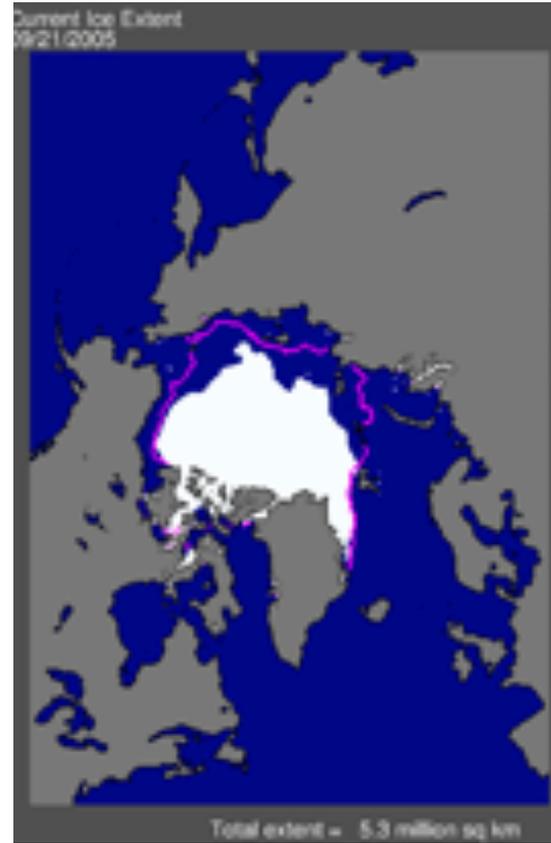


Couverture de glace dans l'Arctique (minimum)

September 1979



September 2005



September 2007



The pink line indicates the average ice cover extension since 1979

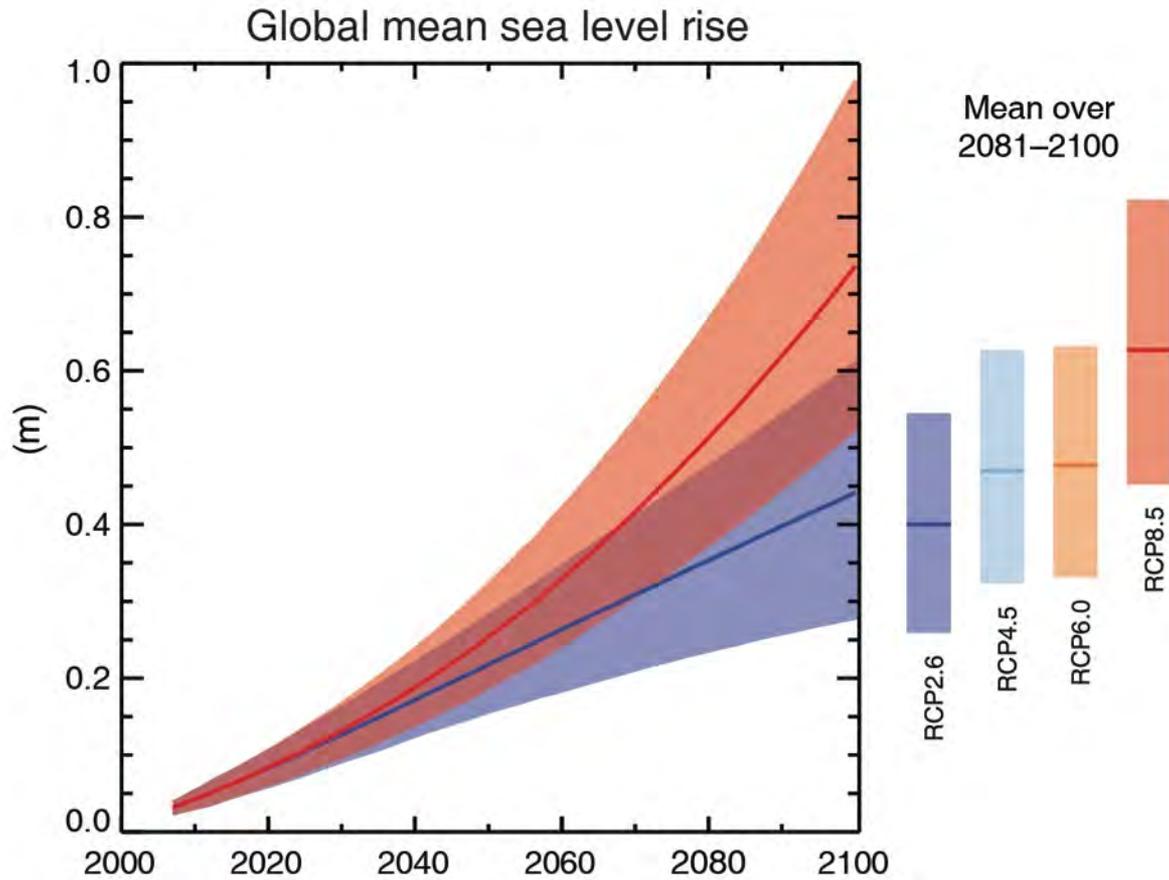


Fig. SPM.9

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

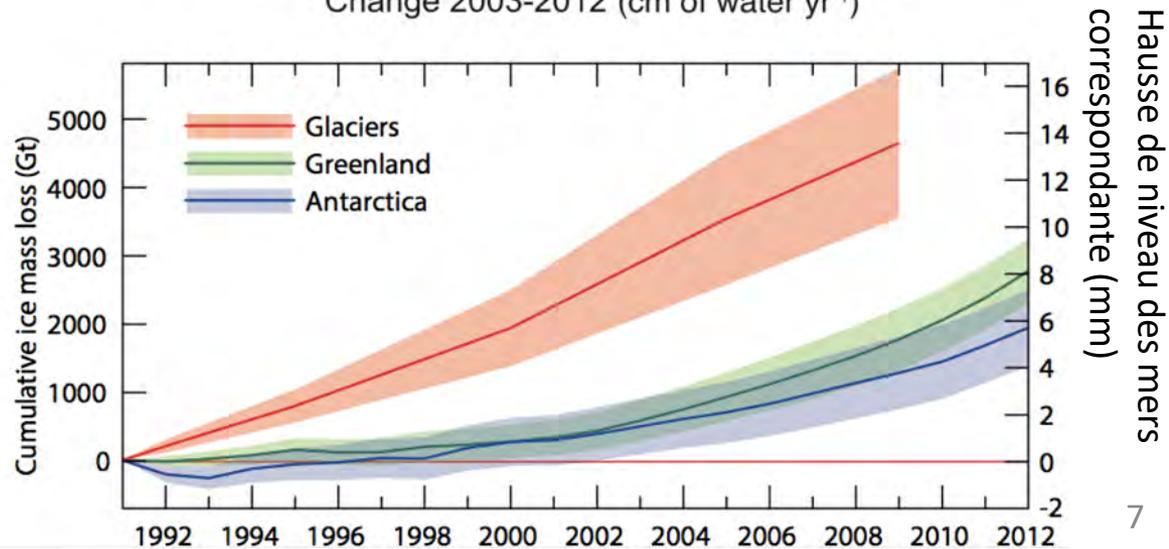
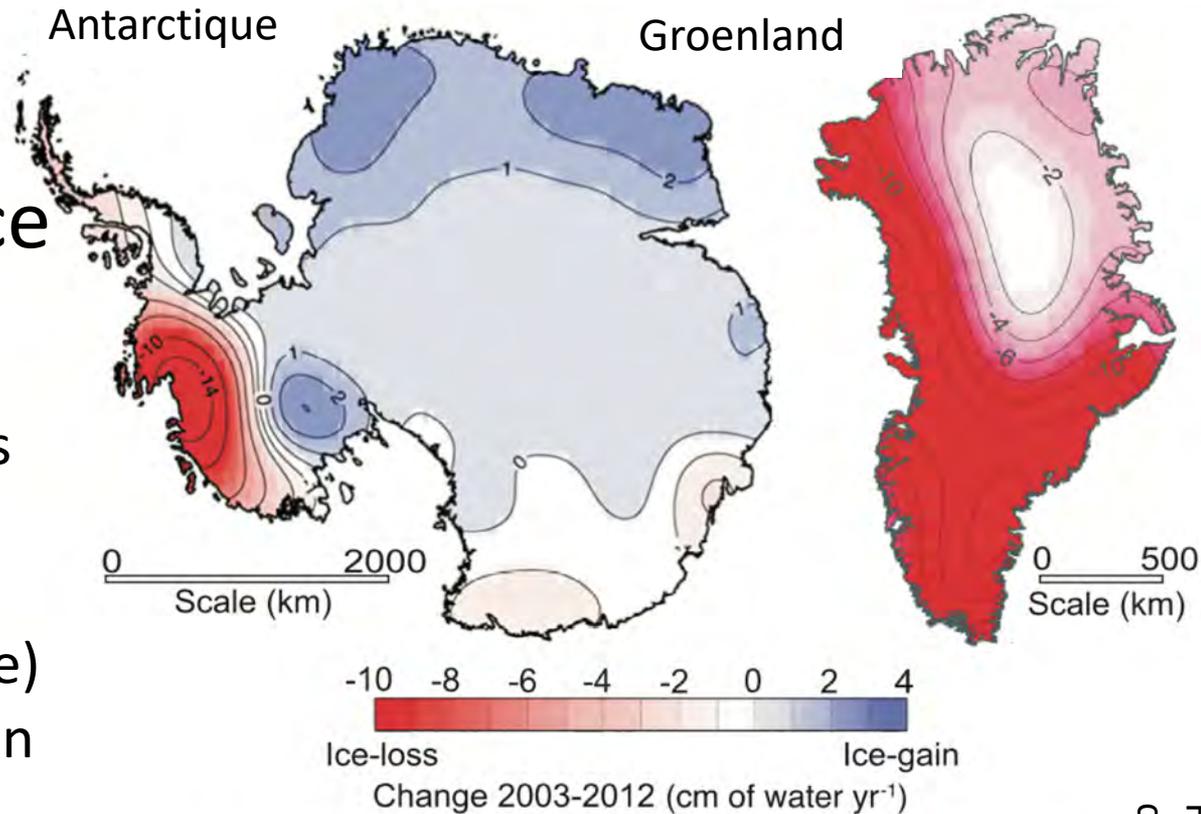
Le risque d'une élévation du niveau des mers de plusieurs mètres d'ici un siècle ou deux est très important

Le Groenland et l'Antarctique perdent de la glace

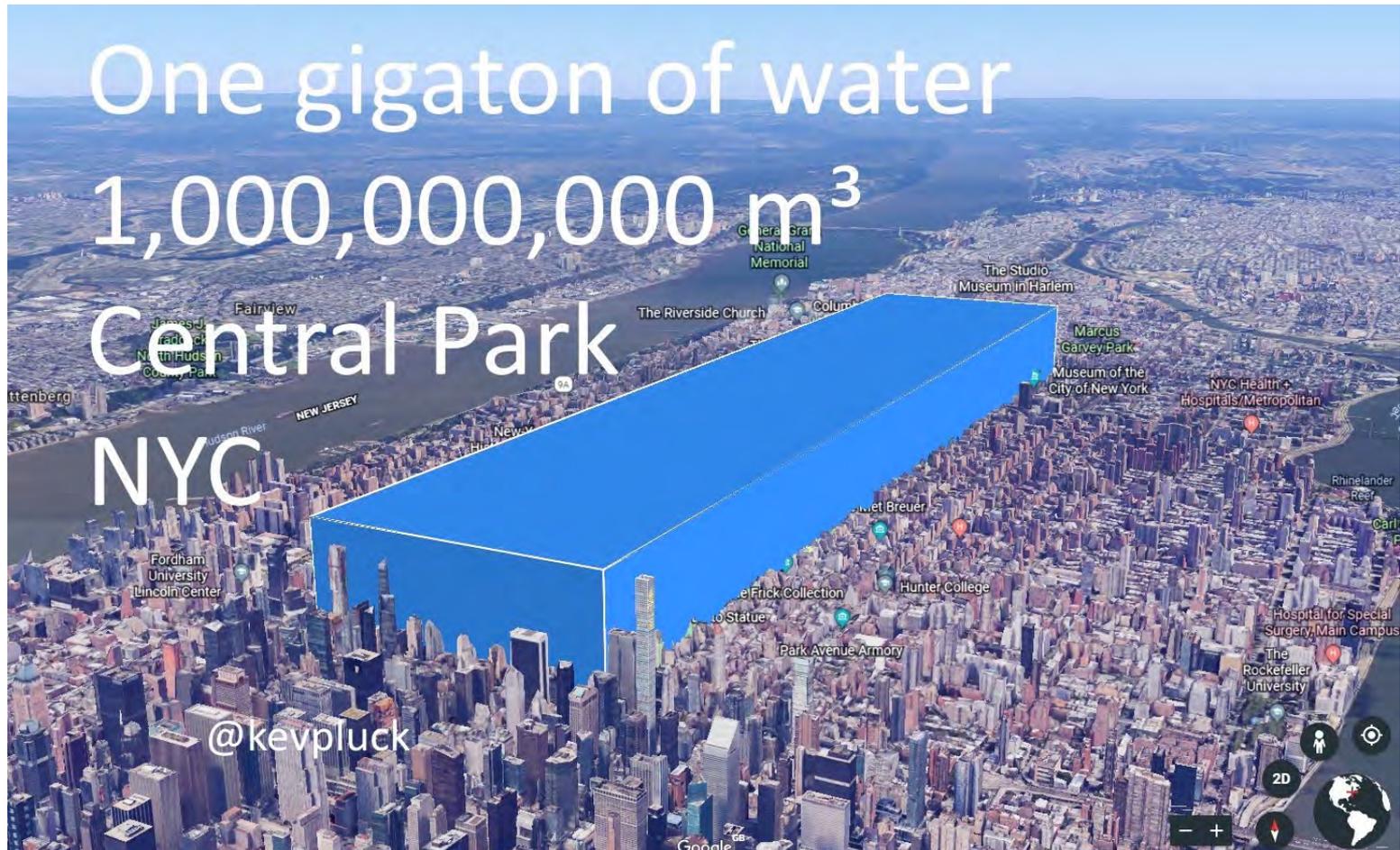
- Au Groenland, la perte de masse a lieu près des côtes car l'altitude est plus élevée au centre (environ 3000m de glace) donc il y fait plus froid en surface

- 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.



Principales incertitudes



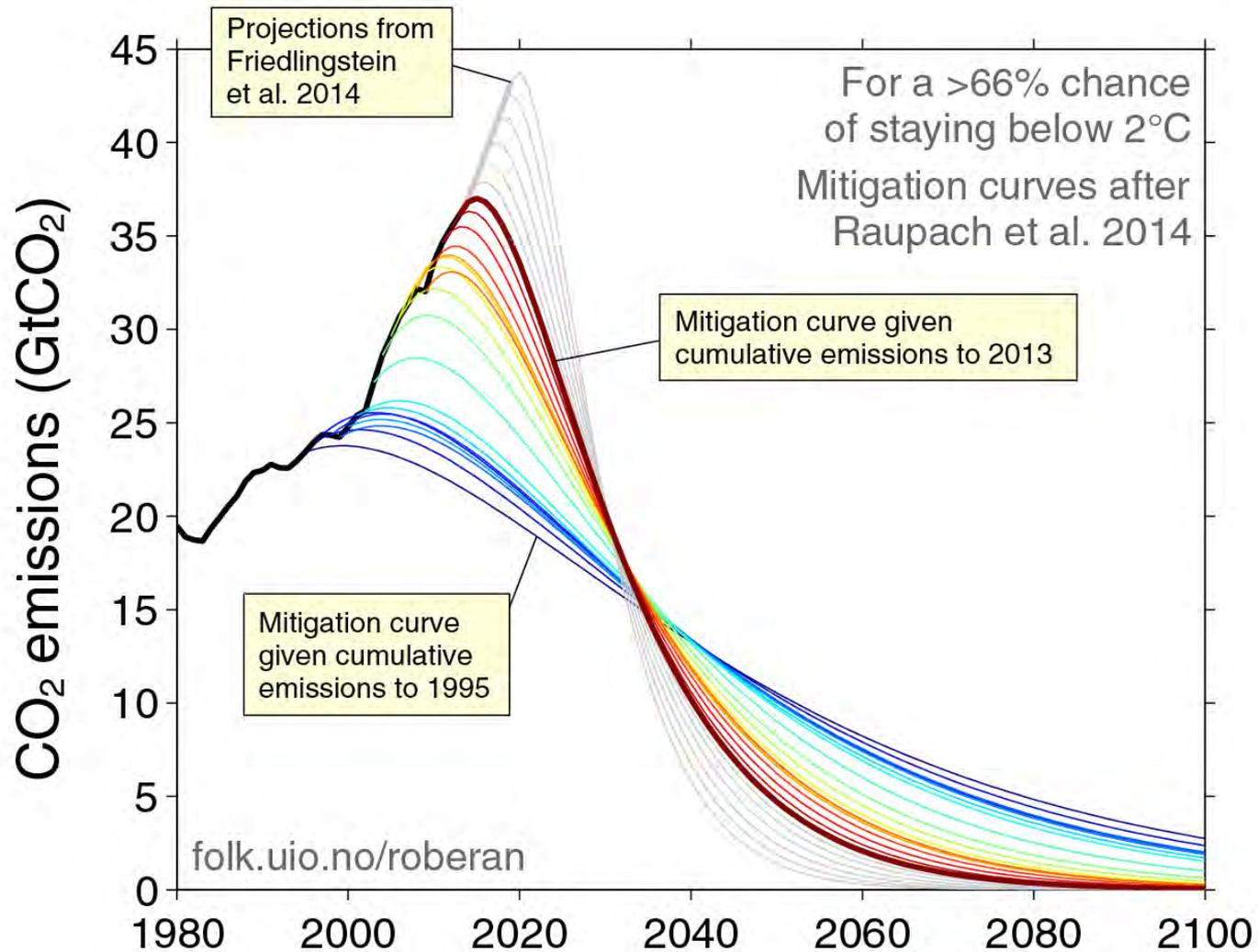
- **Microphysique des nuages**
- **Effets radiatifs des aérosols**
- **Interactions biosphère-atmosphère**
- **Stabilité de la circulation océanique**
- **Stabilité des calottes glaciaires**
- **Distribution des effets sur les pluies**
- **Fréquence & intensité des événements extrêmes**

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 de très importantes réductions des émissions.**

Limiter la température devient de plus en plus difficile si le « pic » des émissions advient plus tard



Source and details:

http://folk.uio.no/roberan/t/global_mitigation_curves.shtml

RCP2.6

RCP8.5

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

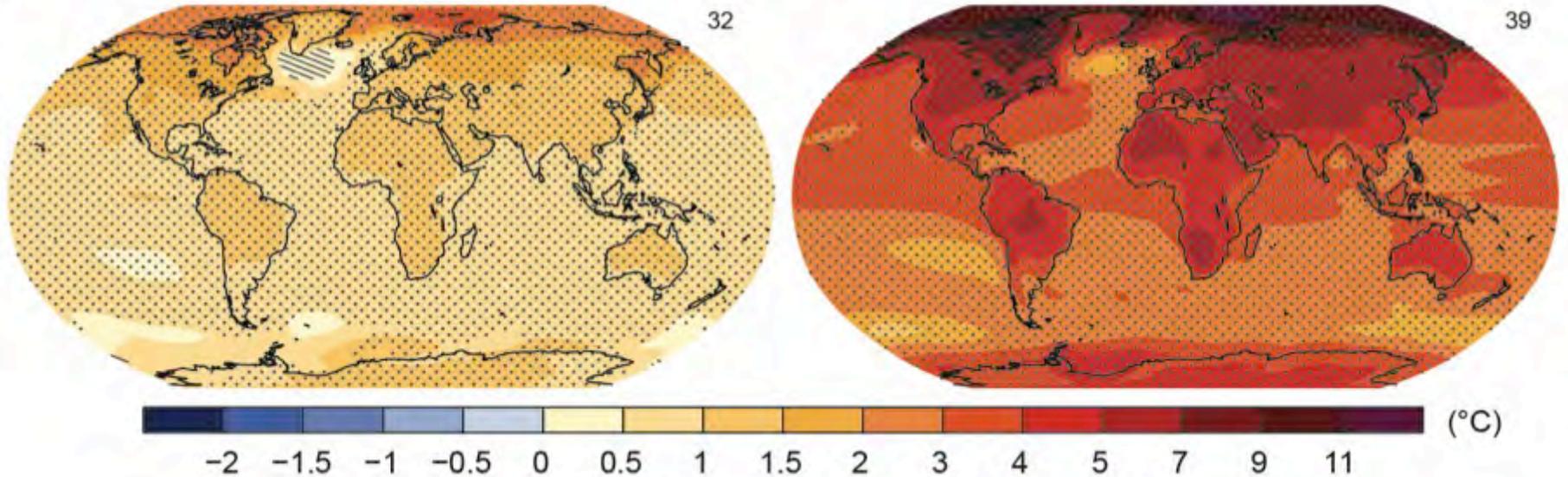


Fig. SPM.8

L'Humanité a le choix

Ceci me donne
de l'espoir :

Des jeunes
bien informés,
qui mettent les
adultes devant
leurs
responsabilités



Avec @GretaThunberg à la COP24

Greta dérange comme la vérité

(Tribune publiée dans Le Monde, 1-10-2019)

Par Jean-Pascal van Ypersele (@JPvanYpersele)

Professeur de climatologie à l'Université catholique de Louvain,
Ancien Vice-président du GIEC,
Membre de l'Académie royale de Belgique

Greta Thunberg dérange, et fait l'objet de critiques renouvelées depuis son [discours](#) aux Nations unies à New York. Certains parlementaires français avaient déjà tenté de la décrédibiliser en juillet dernier. D'autres, souvent de vieux messieurs, s'abaissent à critiquer son apparence ou sa soi-disant « maladie mentale ».

Greta est surdouée, et elle comprend les [enjeux de la crise climatique](#) bien mieux que la plupart des dirigeants politiques ou économiques.

J'en suis témoin, moi qui suis physicien et climatologue depuis près de 40 ans, et ai été Vice-président du GIEC.

J'ai vu Greta pour la première fois à Katowice, lors de la [COP24](#) en décembre dernier. Elle était seule à répondre aux questions d'un animateur et du public. Elle n'a pas de fiches, mais répond sans hésiter, parfois en disant simplement : « *je ne sais pas, je n'ai que 15 ans, demandez aux experts.* » Elle en sait pourtant déjà beaucoup, et dit avoir appris que « nul n'est trop petit pour faire la différence. » Greta a déjà dû expliquer à des décideurs politiques ce qu'était la courbe de Keeling, ou le cercle vicieux « réchauffement - fonte de la glace - réchauffement amplifié » : ils tombaient des nues. Je suis soufflé par la justesse de ses propos, appuyés sur une sérieuse connaissance des mécanismes à l'œuvre et des causes de la crise climatique...

Quelques jours plus tard, vers 23h, Greta est invitée à prendre la parole dans la salle plénière de la COP. Il n'y a plus grand monde à cette heure, mais je suis resté pour l'écouter. « *En 2078, j'aurai 75 ans. Le jour de mon anniversaire, mes petits enfants seront peut-être autour de moi, et ils me demanderont pourquoi vous n'avez rien fait alors qu'il était encore temps d'agir. Vous dites que vous aimez vos enfants plus que tout, alors que vous êtes en train de leur voler leur futur devant leurs yeux* », dit Greta. La [vidéo](#) fera le tour du monde.

Travaillant sur les changements climatiques depuis longtemps, aux États-Unis, à l'Université de Louvain, avec le GIEC, et ayant participé à presque toutes les COPs, je n'ai jamais entendu un discours aussi fort. Entendre cette jeune fille dire les choses si simplement, si clairement, m'a profondément ému. Son cœur parlait, et elle avait raison.

Greta a lu les rapports du GIEC. Elle a compris les risques immenses que l'accumulation de nos gaz à effet de serre fait courir à l'habitabilité de la planète. Elle jongle avec les probabilités de succès associées aux différents « budgets carbone ». Elle ne confond pas le trou dans la couche d'ozone et la crise climatique...

Peu de dirigeants peuvent en dire autant.

Greta parle sans complexe du syndrome d'Asperger qui l'affecte. Il lui fait sans doute voir plus clairement la contradiction entre les discours de la plupart de ces dirigeants et leurs actes. Avec une grande intelligence émotionnelle, elle exprime la peur que lui inspire ce fossé. Une peur qui est partagée par des millions de jeunes, et que je comprends parfaitement.

Les adultes qui reprochent à Greta de partager son inquiétude n'ont rien compris, et feraient mieux d'écouter cette peur, d'en prendre la mesure, et d'agir à sa hauteur.

Plutôt que d'accepter de se remettre en question, d'oser parler de la manière dont ils reçoivent l'interpellation des jeunes, bien des adultes se défendent en les attaquant ou en les dévalorisant. Ils tentent de faire croire que la décarbonation que Greta demande implique forcément un retour à l'âge de la pierre, au chômage et à la misère. Ils le font pour défendre leur propre situation, la croissance infinie, le statu quo fossile, ou de fausses solutions purement techniques.

Encore une fois, ces pourfendeurs de Greta et des jeunes grévistes pour le climat n'ont pas lu les rapports du GIEC. Ni la partie sur le diagnostic et les projections à politiques inchangées, ni celle sur les très nombreux éléments de solution. Alors qu'une transition énergétique et écologique juste peut être source de meilleure qualité de vie pour tout le monde, si on s'y prend bien. Une approche systémique, intégrant les 17 [objectifs de développement durable](#) adoptés par les Nations unies peu avant l'Accord de Paris, permettrait de dégager de très nombreuses synergies, comme vient encore de le montrer le récent [Global Sustainable Development Report](#) présenté à l'ONU.

Greta n'est plus seule, comme au début du [mouvement](#) qu'elle a lancé. En Inde, en Ouganda, au Sénégal, en Argentine, aux États-Unis, en Pologne, en Russie et dans tant d'autres pays, des jeunes se sont levés. Ils se sont rendus compte du réconfort et de la force que leur apportaient le dialogue et l'action non-violente collective. La puissance de l'interpellation de ces jeunes indispose certains adultes trop désireux de maintenir en place le système qui leur profite. Nous avons pourtant tant à apprendre des jeunes, alors que ce sont nos manières de penser et d'agir sans souci du long terme, qui nous ont conduits au bord du précipice.

Il faut dialoguer avec ces jeunes qui osent parler de leurs émotions, et cesser de les dévaloriser en croyant que nous savons tout mieux qu'eux. Il faut mettre en place et améliorer les attitudes, les outils technologiques, économiques et politiques qui permettront de transformer la peur des jeunes en force d'espoir pour un avenir durable et juste.

Ceux qui refusent cela sont déjà un petit peu morts.

Je soutiens Greta, car elle soutient la vie.

Publié comme tribune dans « Le Monde » le 1^{er} octobre 2019 (https://www.lemonde.fr/idees/article/2019/10/01/jean-pascal-van-ypersele-greta-derange-comme-la-verite_6013798_3232.html), ce texte est également disponible sur www.climate.be/vanyp

'Sauver le climat' : les bases

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



Suite à l'intense mobilisation des jeunes, les changements climatiques ont fait l'objet de beaucoup d'attention au cours des derniers mois. Éléves du secondaire, étudiants, professeurs, parents et grand-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 que 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

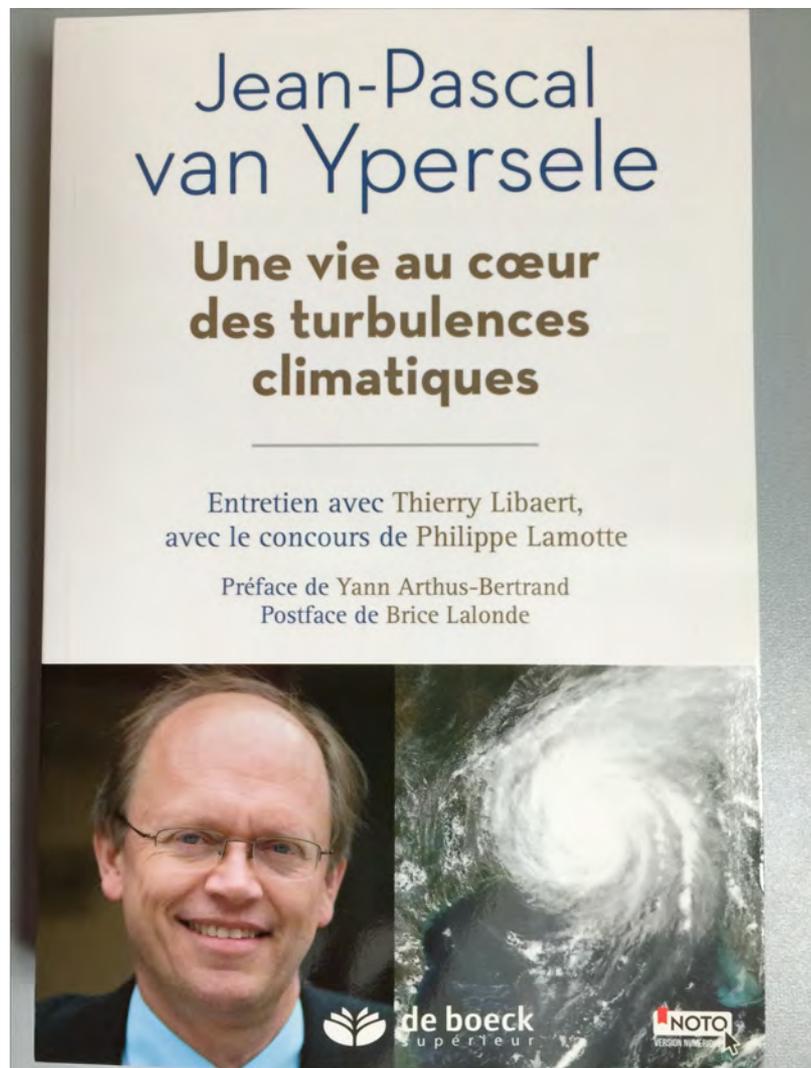
ABC des changements climatiques	2
Ressources pour l'enseignement	10
Témoignages	14
Agenda	16



Pour en savoir plus:

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

**Publié chez De Boeck
supérieur**



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](https://twitter.com/JPvanYpersele) [@IPCC_CH](https://twitter.com/IPCC_CH)

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

Pour en savoir plus :

- www.climate.be/vanyp : beaucoup de mes dias
- **Ma lettre pour Greta sur** www.lemonde.fr (1-10-2019) et sur www.climate.be/vanyp
- sustainabledevelopment.un.org/gsdr2019
GSDR2019: Global Sustainable Development Report 2019
- **Sur Twitter:** [@JPvanYpersele](https://twitter.com/JPvanYpersele)
[@IPCC_CH](https://twitter.com/IPCC_CH)