

Espoirs sur fond de désespoir climatique

Jean-Pascal van Ypersele
Université catholique de Louvain
(Belgique)

Vice-président du GIEC de 2008 à 2015

Twitter: @JPvanYpersele

Conférence Pierre Dansereau, UQÀM, Montréal,
31 janvier 2018

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

Sous la direction de

Normand
BRUNET

Paulo
**FREIRE
VIEIRA**

Marie
**SAINT-
ARNAUD**

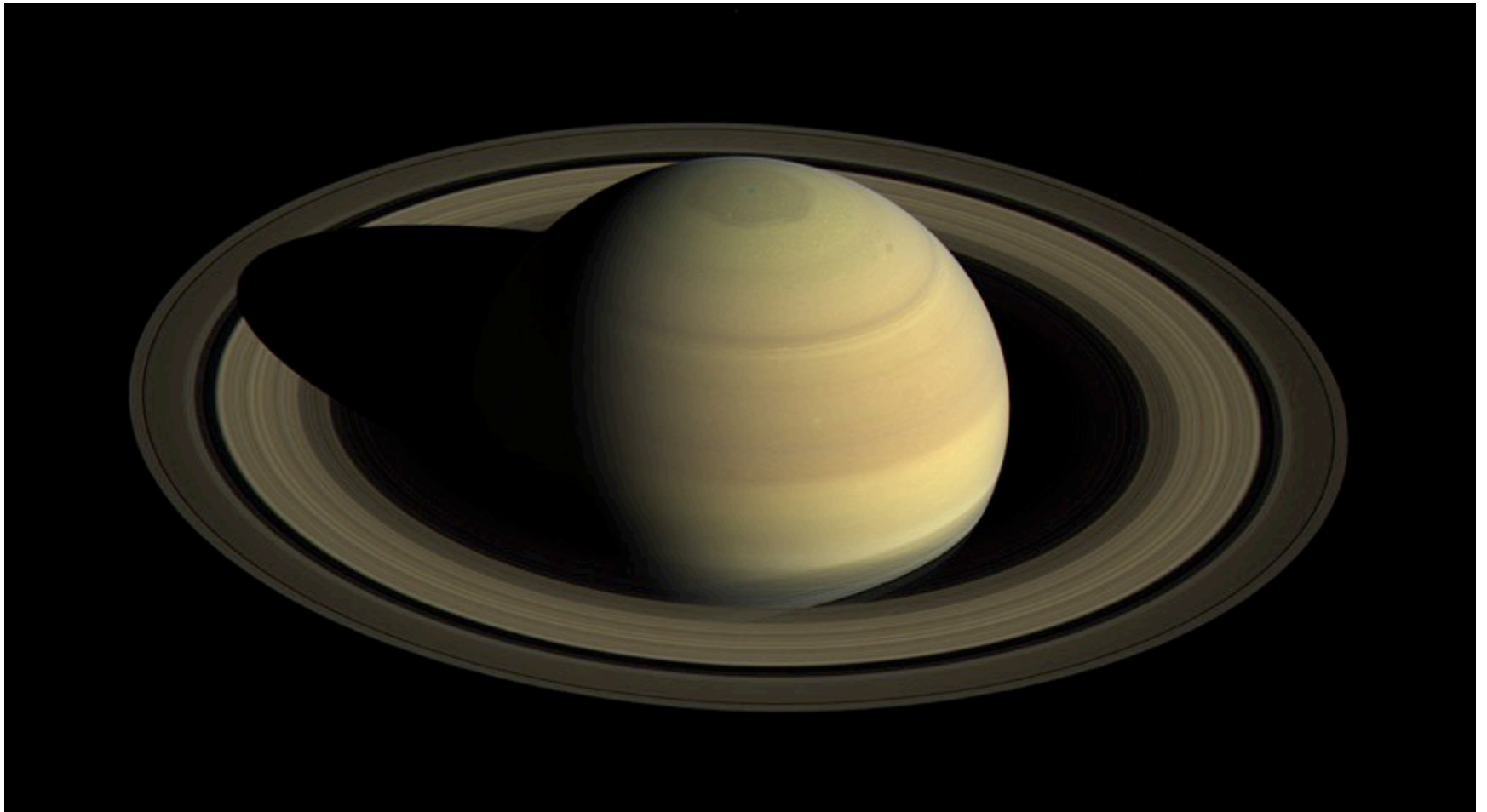
René
AUDET

L'espoir malgré tout

L'œuvre de Pierre Dansereau
et l'avenir des sciences de l'environnement



Saturn, as seen on 25-4-2016 from a 3 million km distance by the Cassini satellite launched in October 1997, 40 years after Sputnik



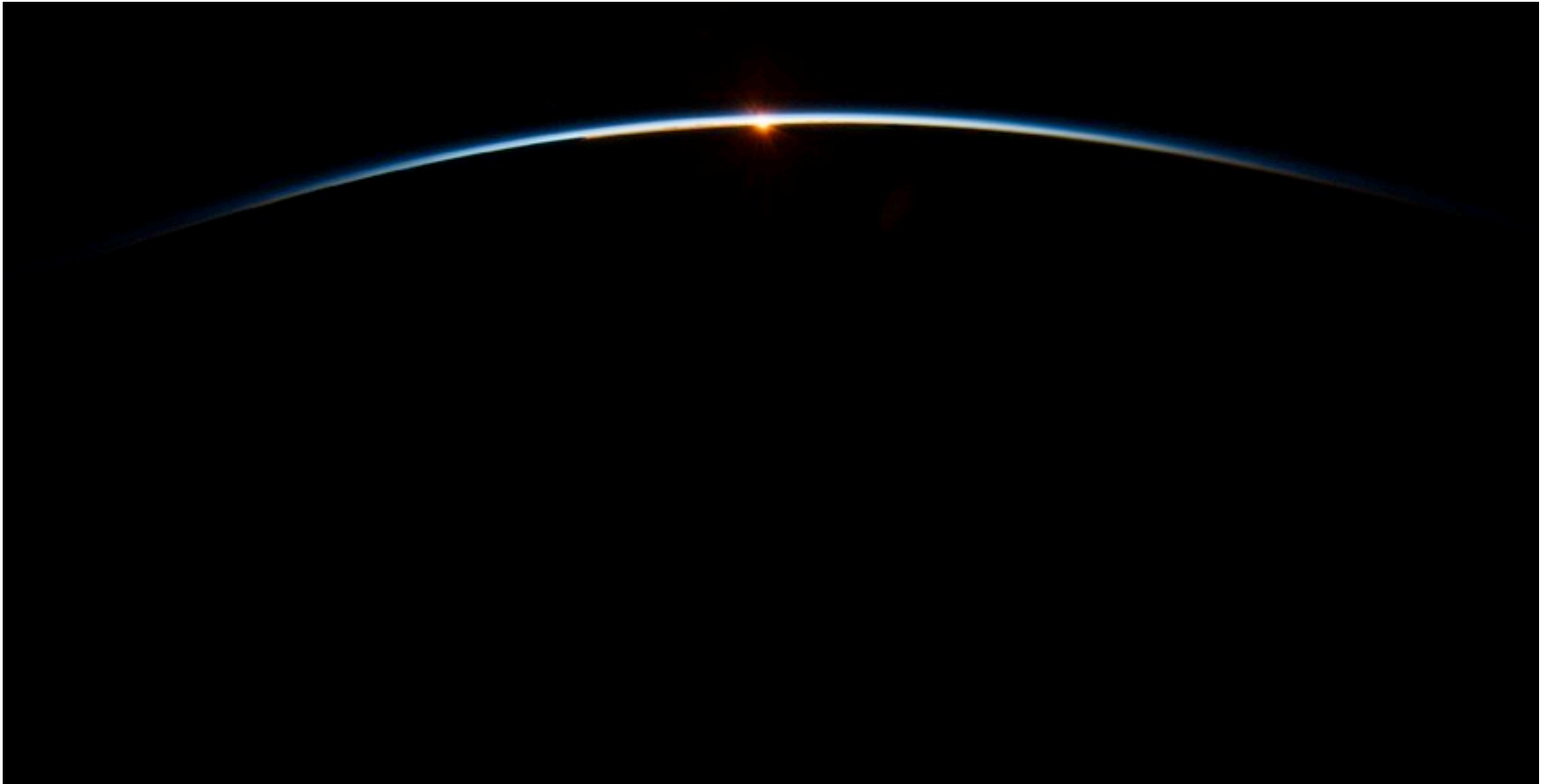
That small blue dot is the Earth, as seen from Cassini, orbiting Saturn, 1.44 billion km from us, on 19-7-2013





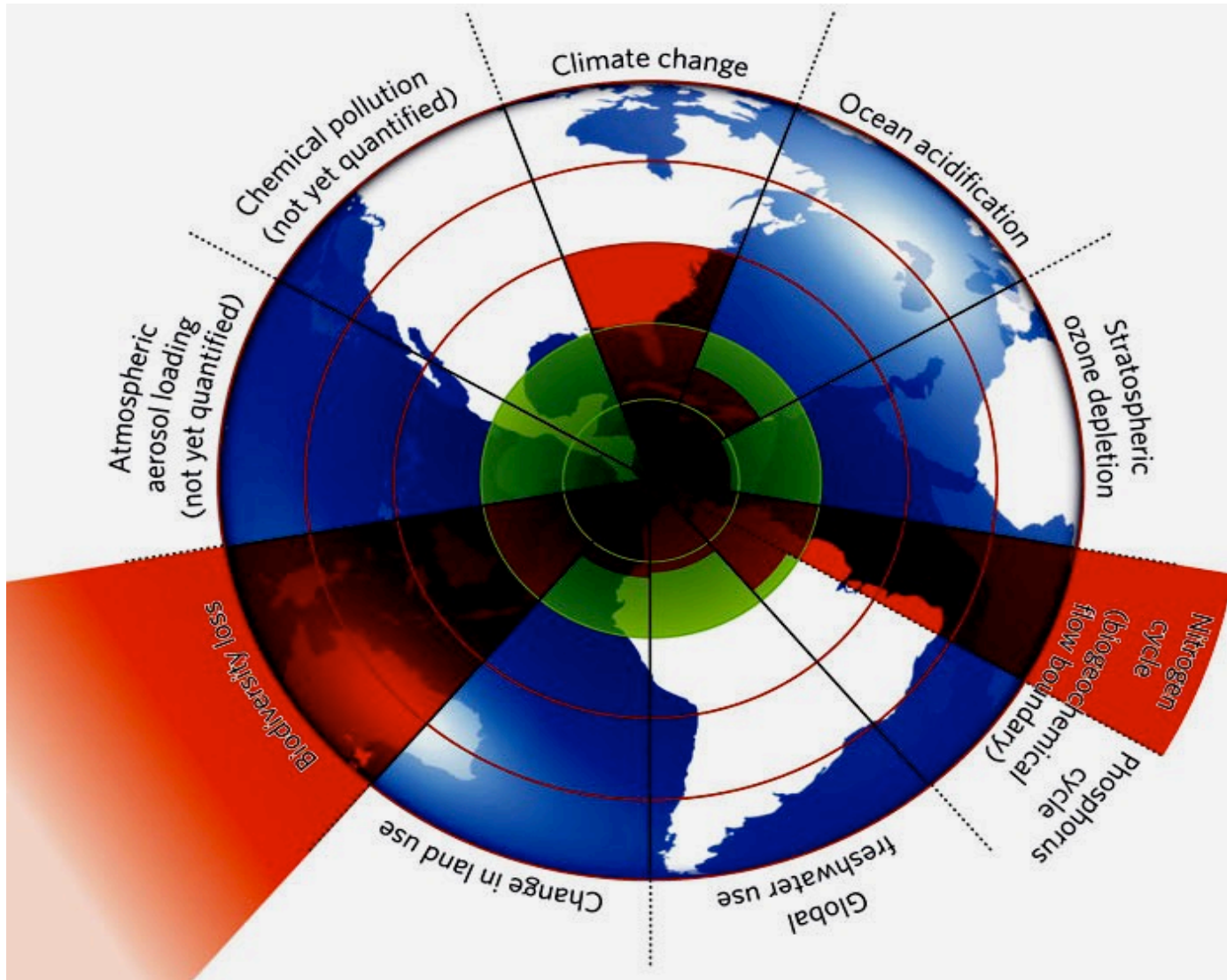
Apollo 17,
7 Dec. 1972

Our atmosphere is thin and fragile (as seen by ISS crew on 31 July 2013)



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

9 Planetary Boundaries; 3 crossed already



Source: Rockström et al 2009

Pensons au futur de ces enfants de la région de Machakos (Kenya), dans un climat qui se dérègle



Pourquoi le GIEC (Groupe d'experts

Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) ?

Etabli par l'OMM et le PNUE en 1988

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

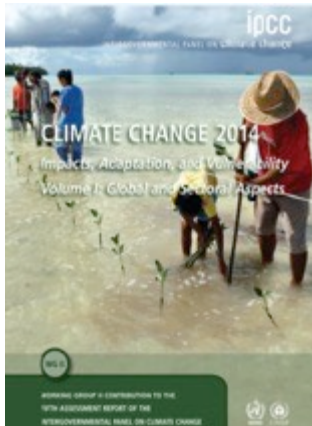
- des causes des changements climatiques
- des scénarios possibles d'évolution
- des conséquences observées ou futures pour l'environnement et les activités humaines
- les options de réponse possibles (adaptation & atténuation = réduction des émissions).

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

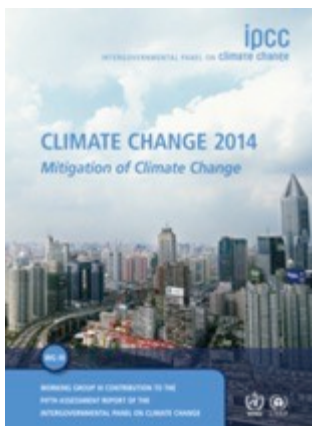




Que se passe-t-il dans le système climatique ?



Quels sont les risques ?



Que peut-on faire ?

Messages clés

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

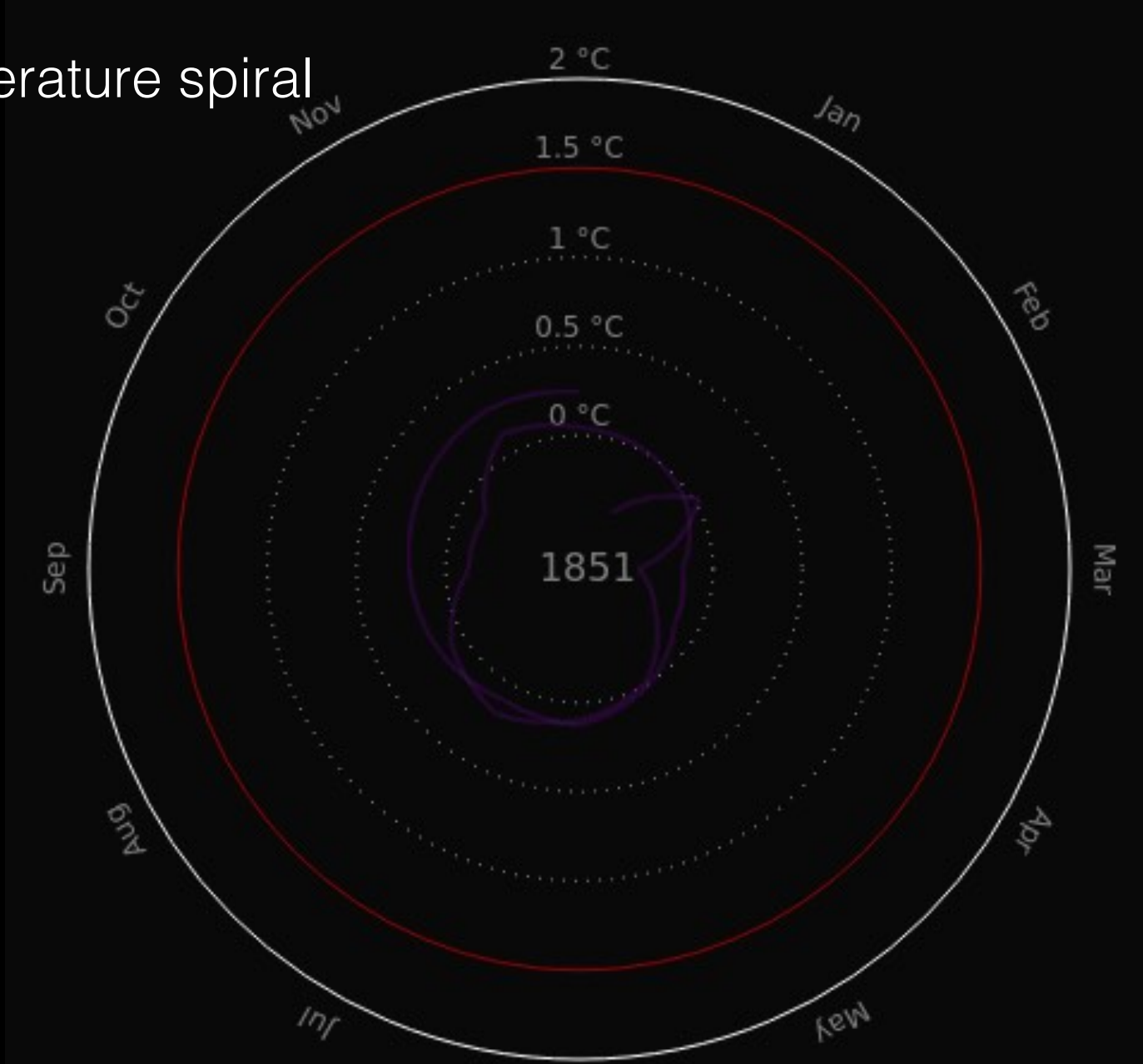
AR5 WGI SPM, AR5 WGII SPM, AR5 WGIII SPM

10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer

- **1) Il est archi-clair que les activités humaines sont devenues le principal facteur de réchauffement depuis 1950.**

Si c'est clair, c'est principalement grâce au GIEC et malgré les efforts persistants des marchands de doute et des dirigeants à courte vue, qui nous ont fait perdre beaucoup de temps

Temperature spiral

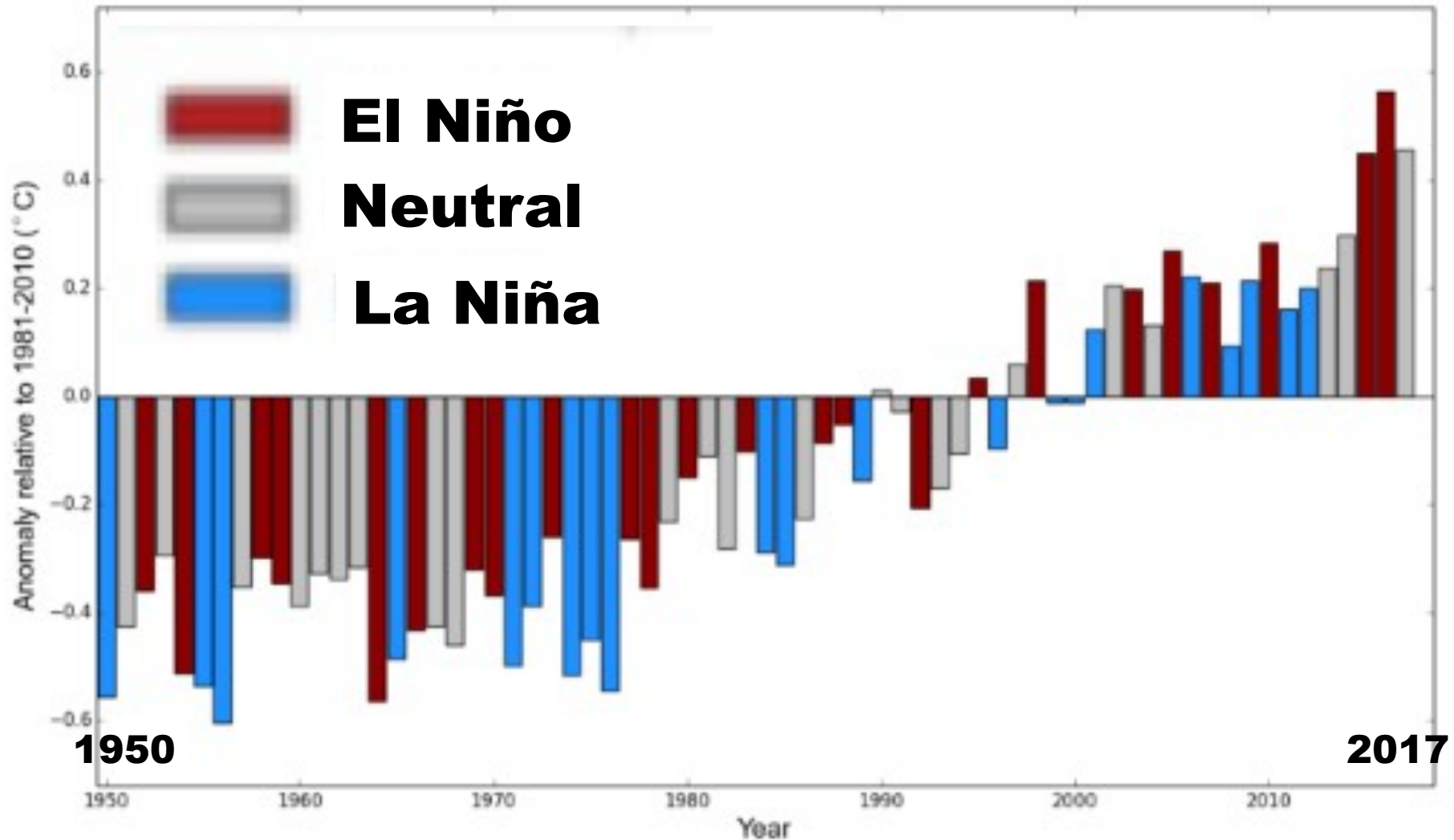


Global Mean Temperature in °C relative to 1850 – 1900

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

Available on <http://openclimatedata.net/climate-spirals/temperature>

2017 a été l'année sans El Niño la plus chaude



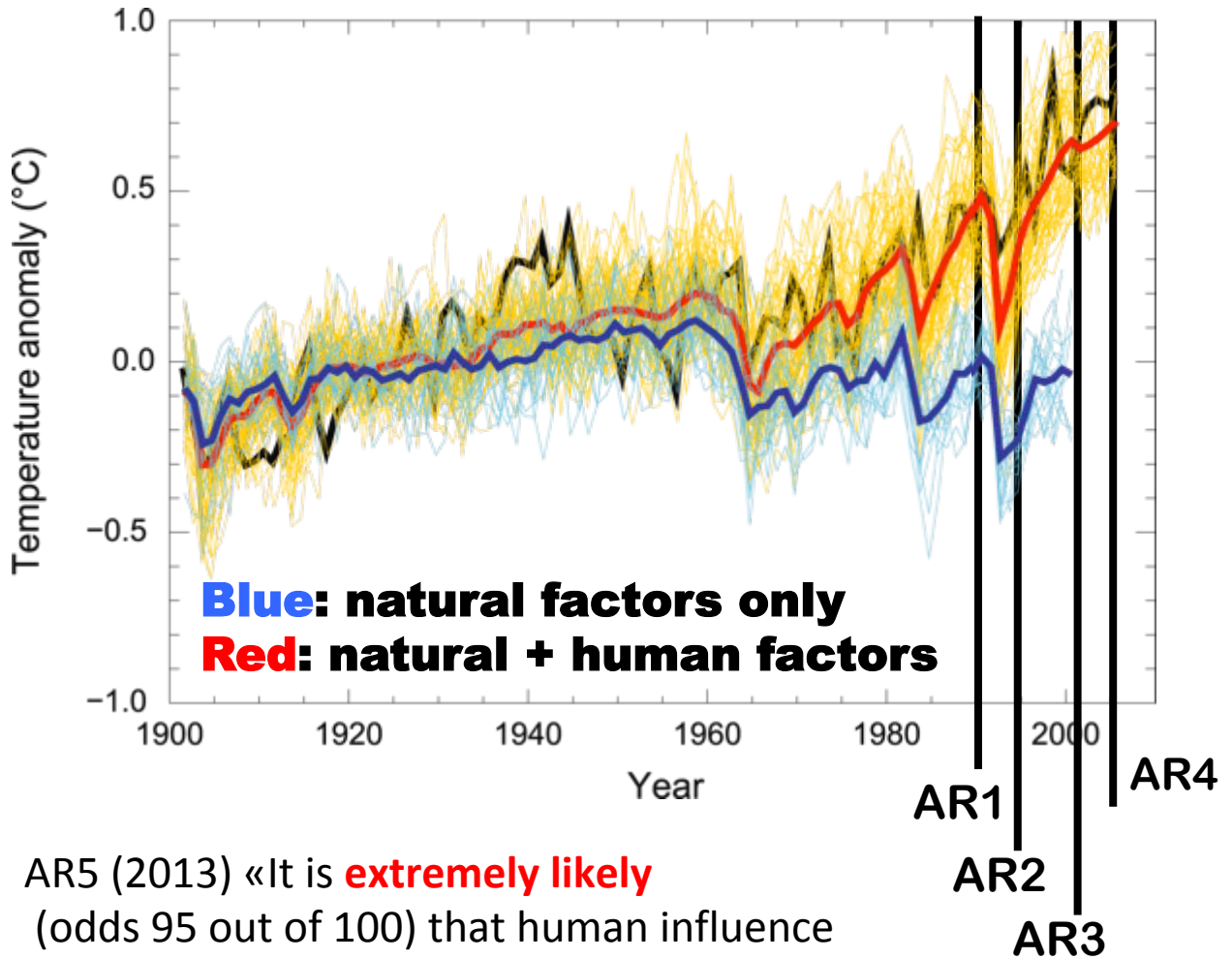
A Progression of Understanding: Greater and Greater Certainty in Attribution

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... »

10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer

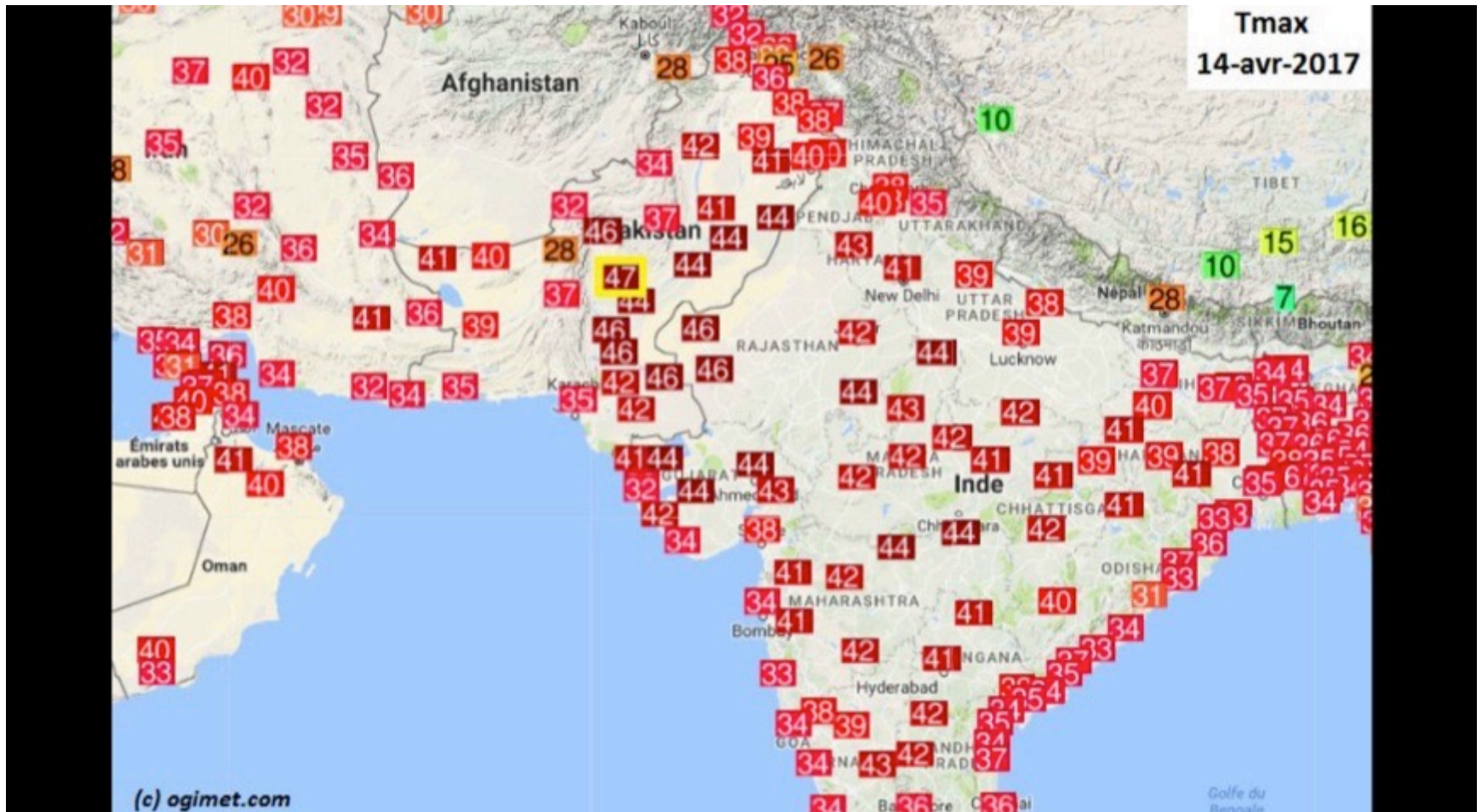
- **2) Nous menaçons l'habitabilité même de notre planète: +1°C, +20cm en un siècle, glace de mer et glaciers en recul, vagues de chaleur (70 000 morts en Europe en 2003, 53°C au Pakistan en mai 2017) et précipitations intenses de plus en plus fréquentes**

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



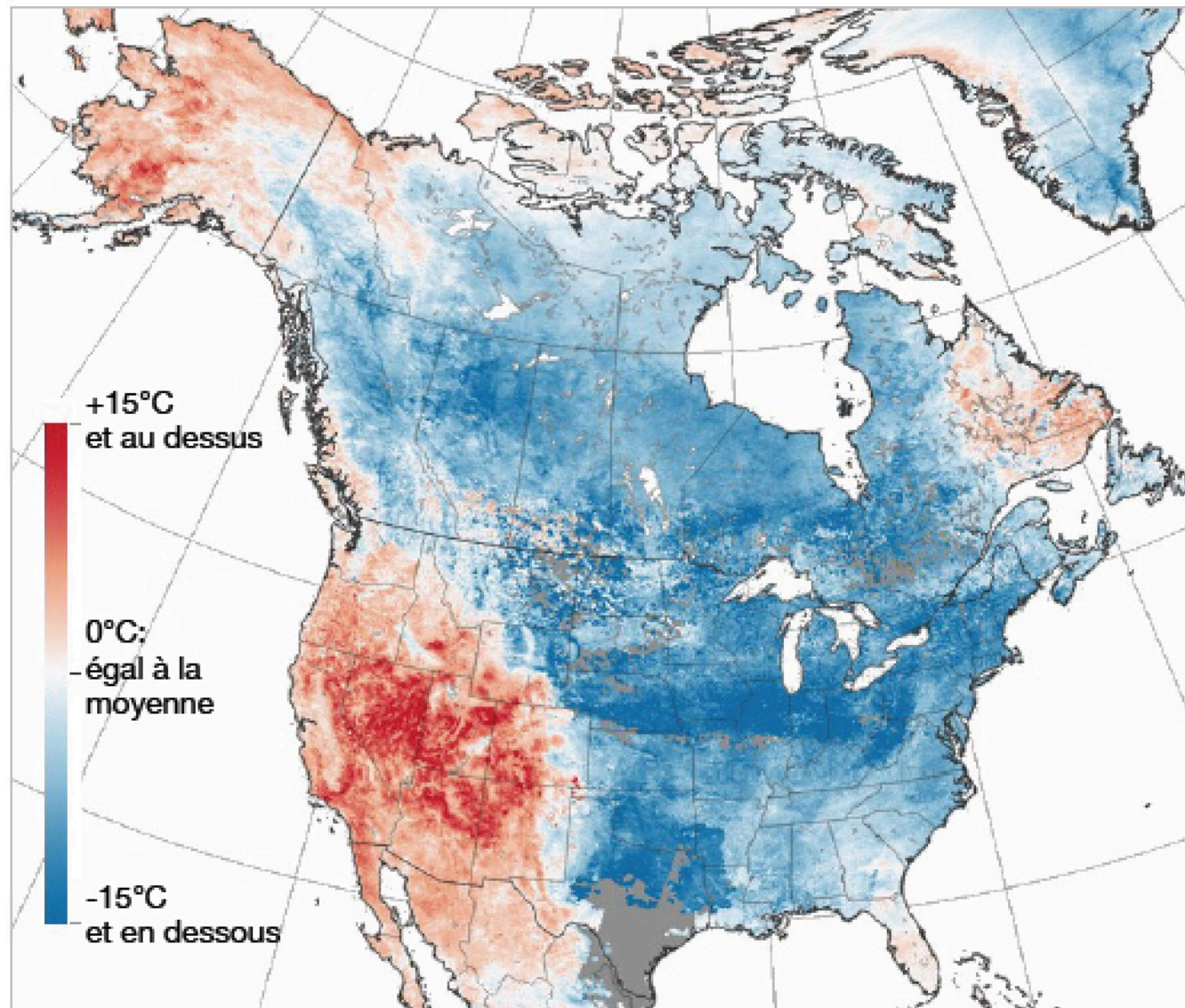
There is evidence that anthropogenic influences, including increasing atmospheric **greenhouse gas concentrations**, have changed these extremes

Les vagues de chaleur tuent



Chaud-Froid sur l'Amérique

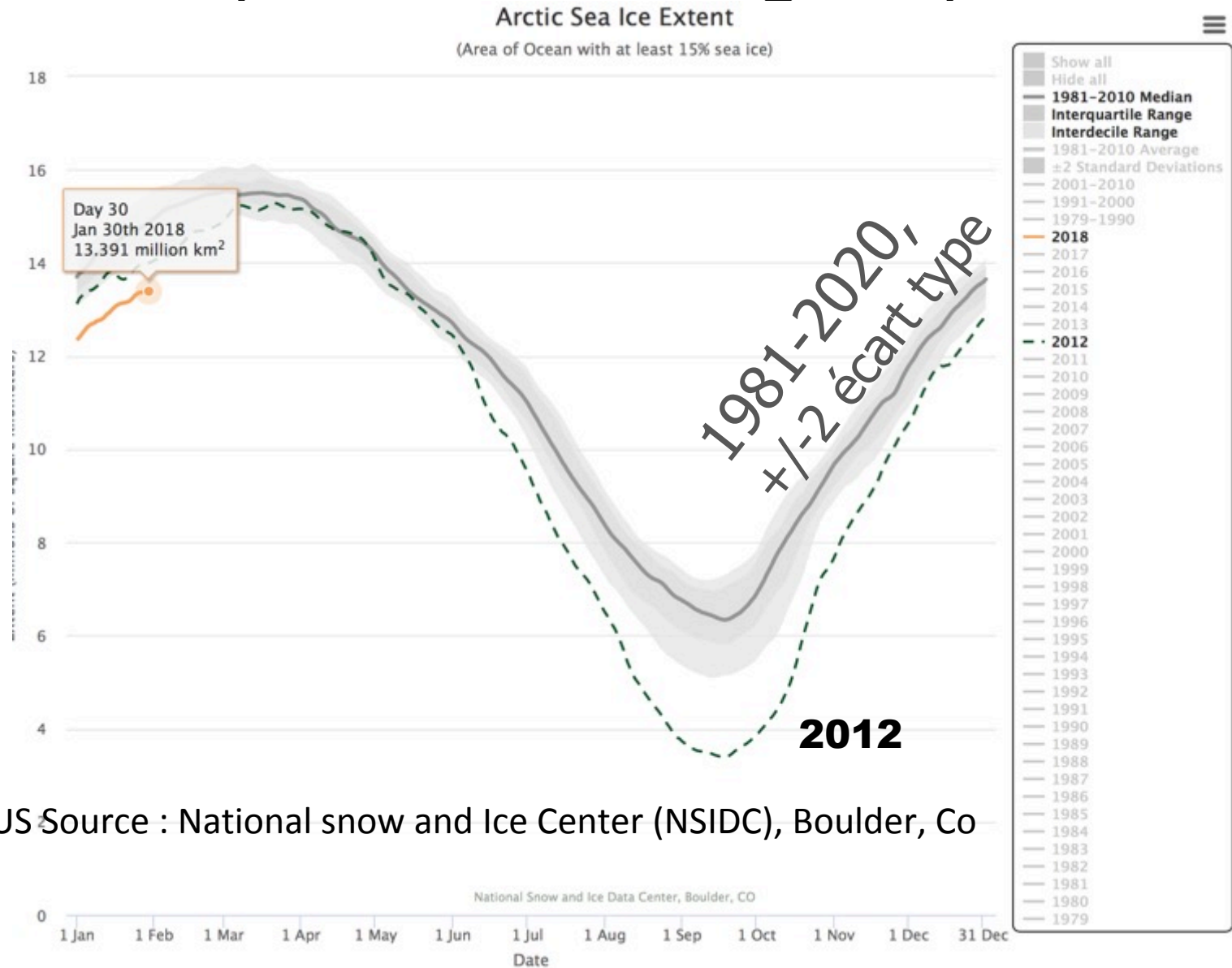
NB: Voir les
explications dans la
Lettre n°8
de la Plateforme
wallonne pour le
GIEC:
www.pplateforme-wallonne-giec.be



Ecart entre les valeurs de température du sol pour la période du 26 décembre 2017 au 2 janvier 2018 et la moyenne pour les années 2001 à 2010 pour la même période de 8 jours.

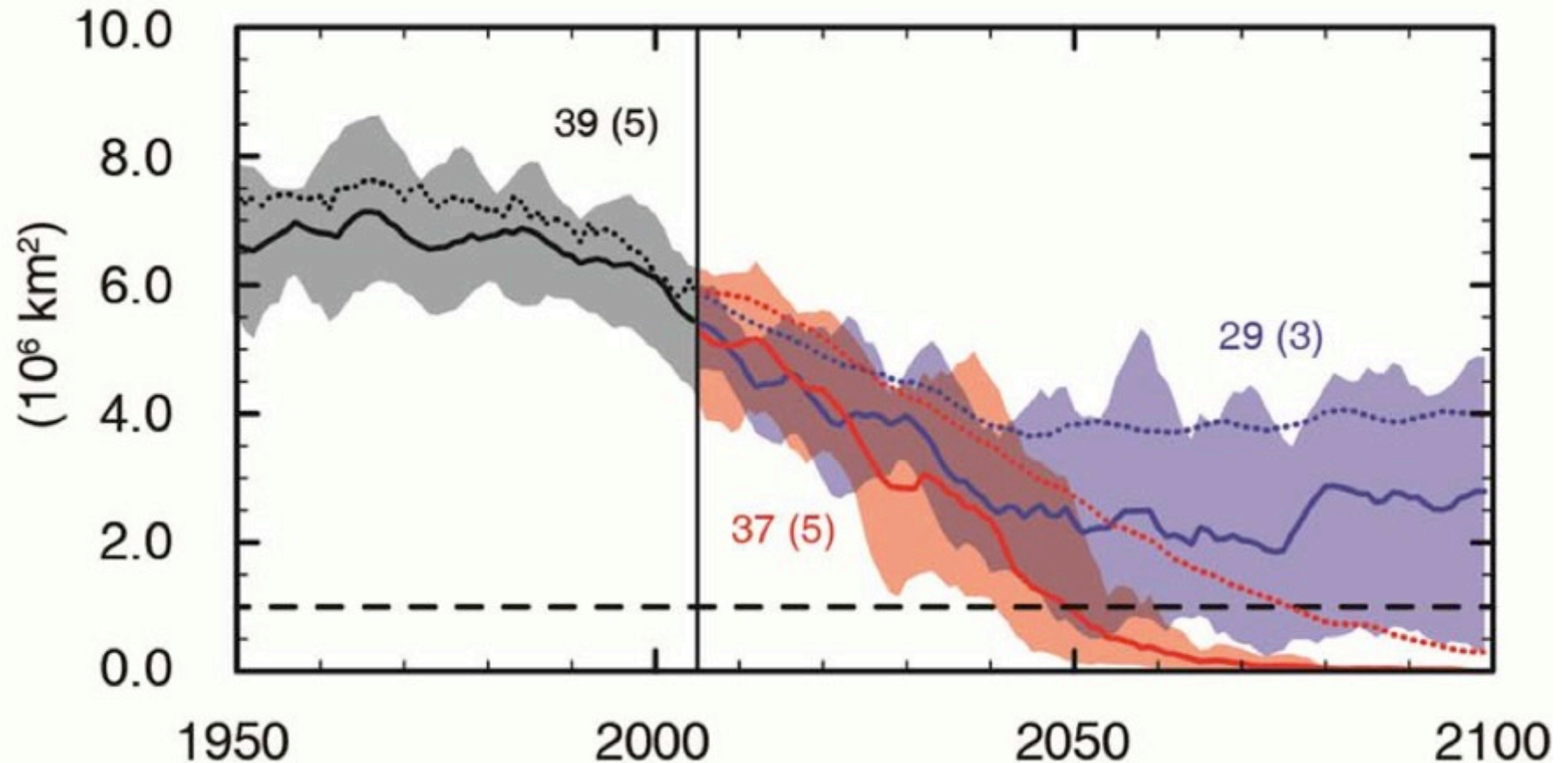
Cette carte est basée sur les observations du satellite Terra (instrument MODIS, pour Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) de la NASA. Source : <https://earthobservatory.nasa.gov>

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



Source: US Source : National snow and Ice Center (NSIDC), Boulder, Co

Northern Hemisphere September sea ice extent



Plateau Glacier (1961) (Alaska)



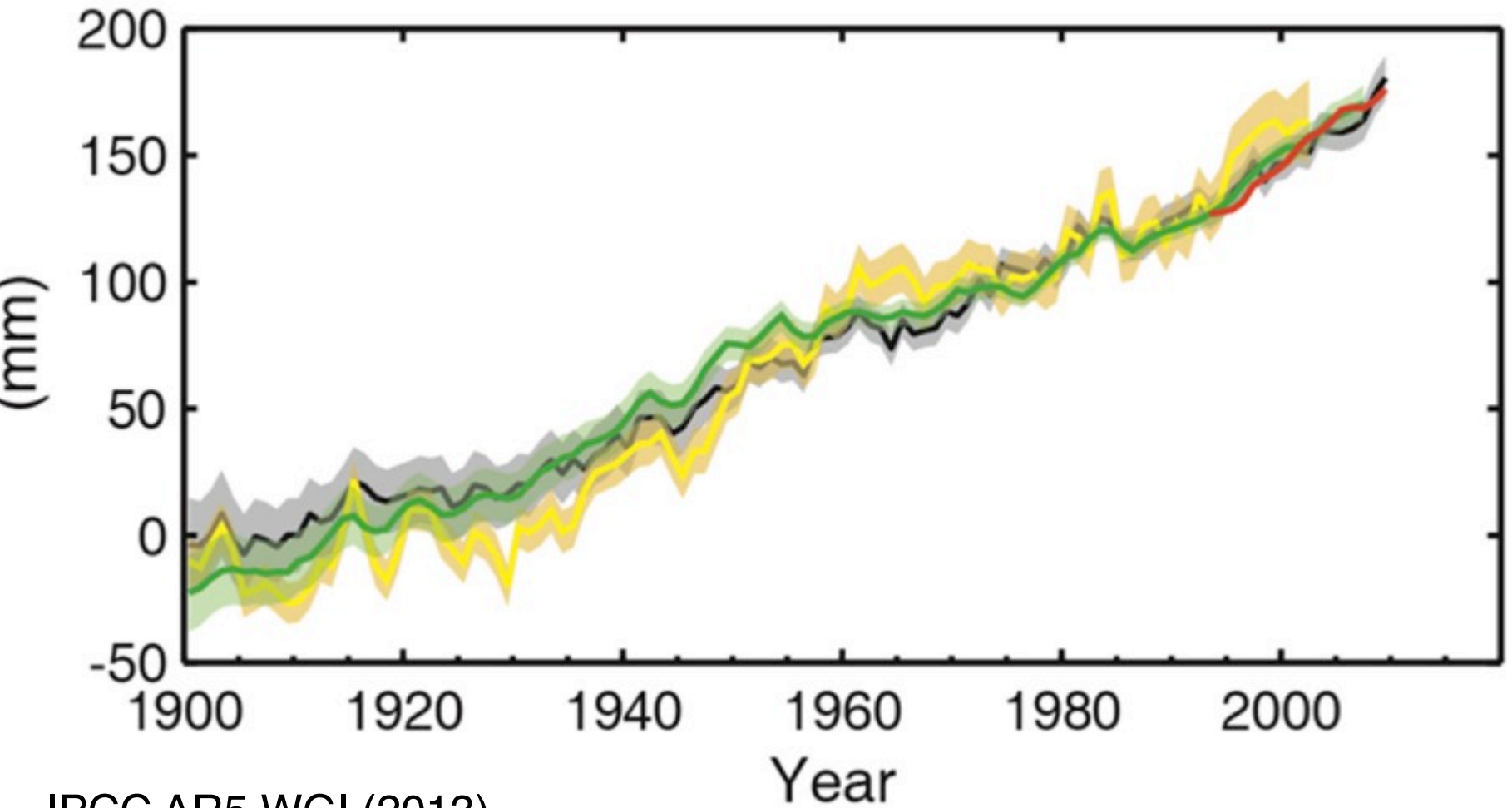
http://www.weather.com/news/science/environment/alaskas-glaciers-capturing-earth-changing-our-eyes-20131125?cm_ven=Email&cm_cat=ENVIRONMENT_us_share

Plateau Glacier (2003) (Alaska)



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

Change in average sea-level change



IPCC AR5 WGI (2013)

10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer

- **3) Nous entrons en terra incognita: 410ppm de CO₂, niveau jamais atteint depuis 3 millions d'années. Nous nous dirigeons, si rien ne change, vers une élévation de la température globale moyenne de plus de 5°C, ce qui bouleversera l'environnement mondial.**
- **NB: Le seuil de conservation des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique (environ + 70 m pour le niveau marin à très long terme) est sans doute inférieur à +2°C au-dessus du niveau pré-industriel**

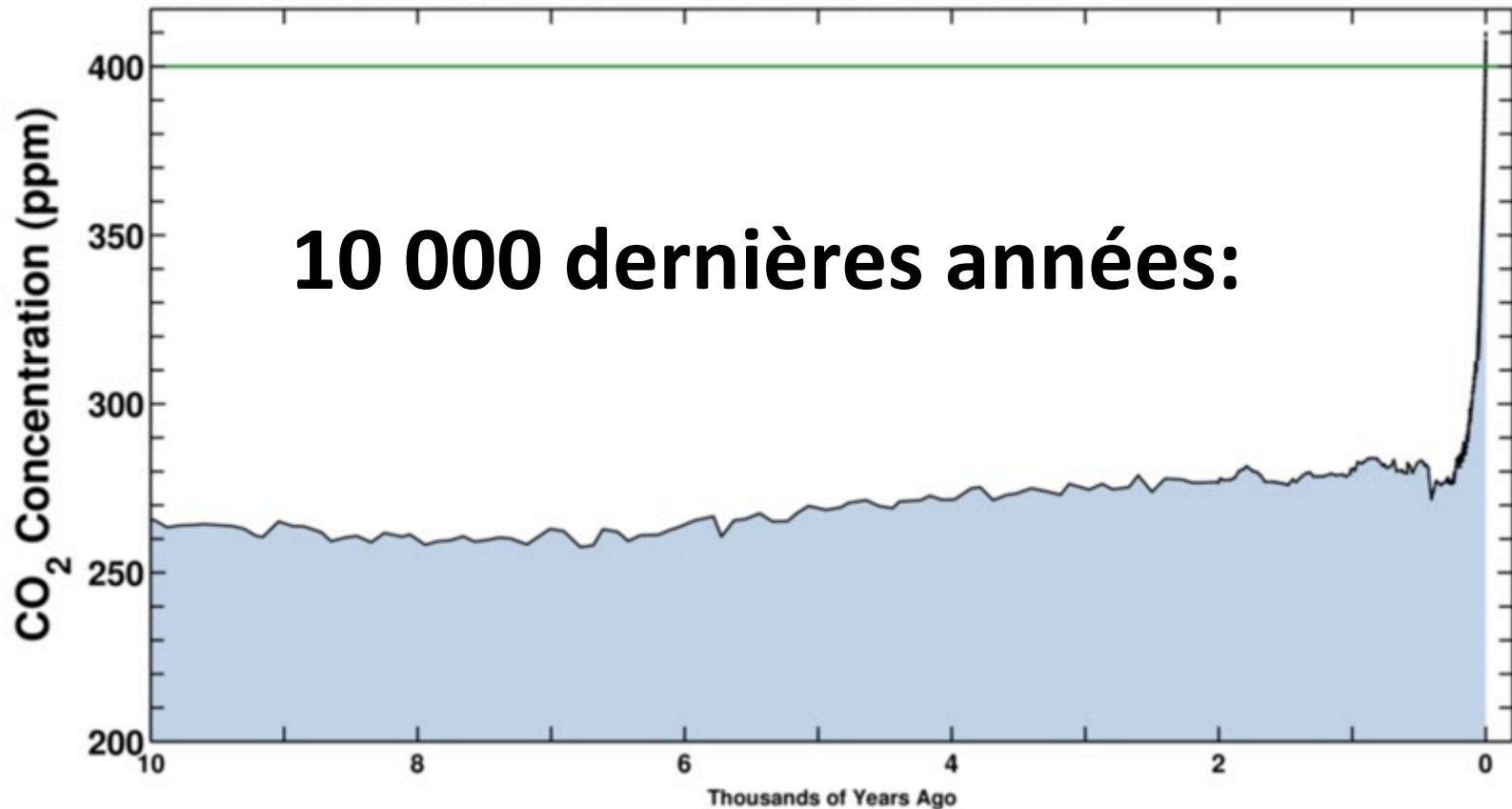
Concentration en CO₂

29 janvier 2018 (Courbe de Keeling)

Latest CO₂ reading
January 29, 2018

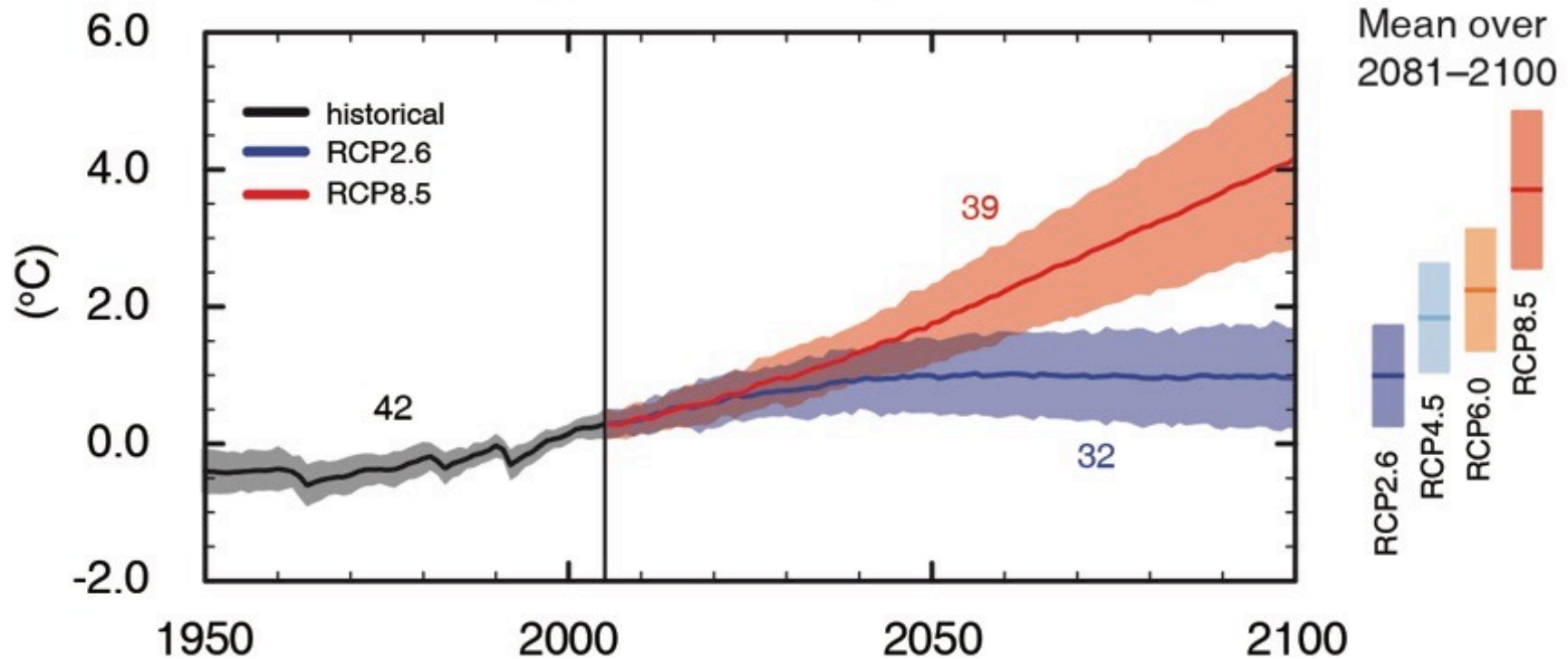
408.29 ppm

Ice-core data before 1958. Mauna Loa data after 1958.



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

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

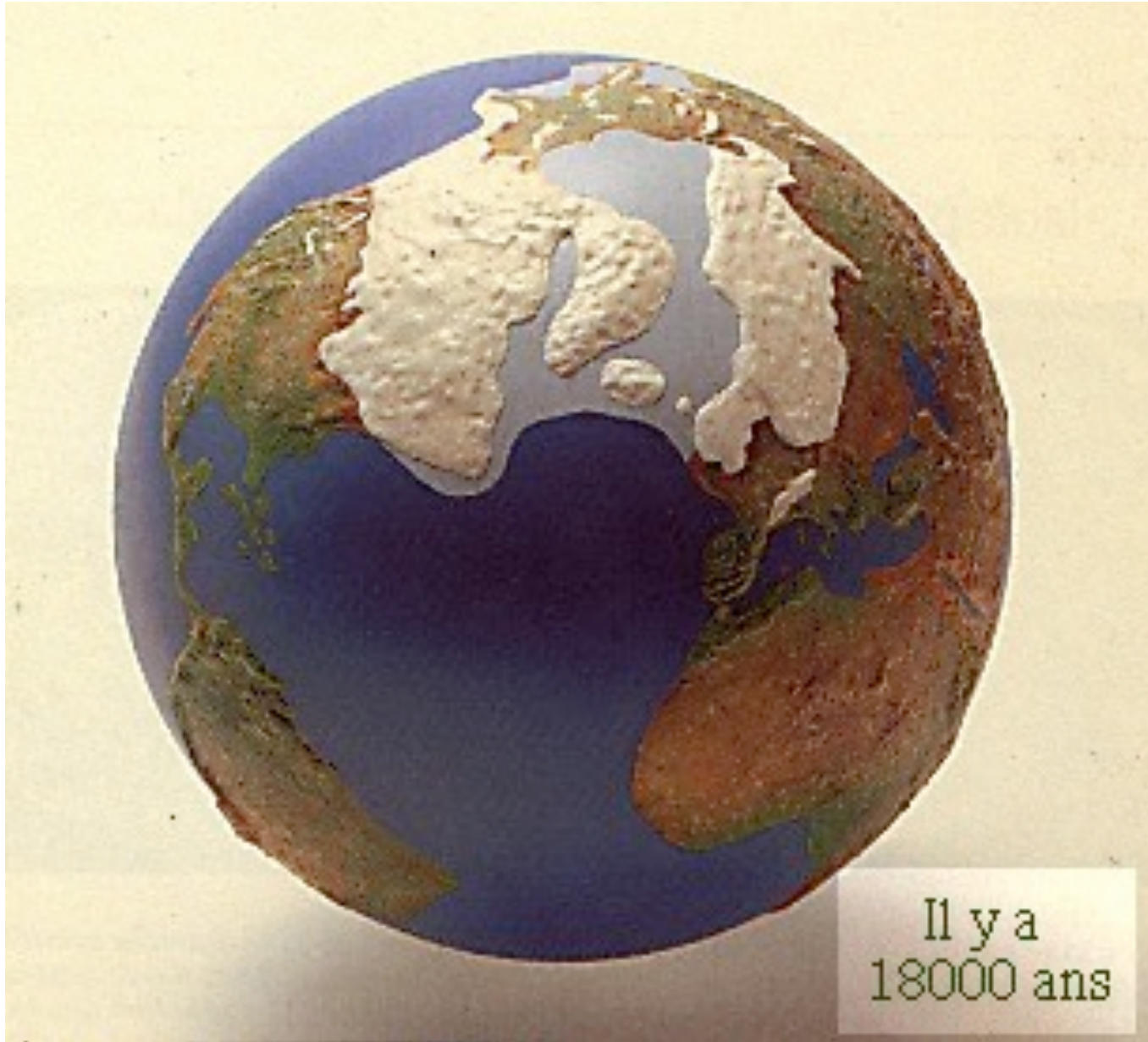


(IPCC 2013, Fig. SPM.7a)

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

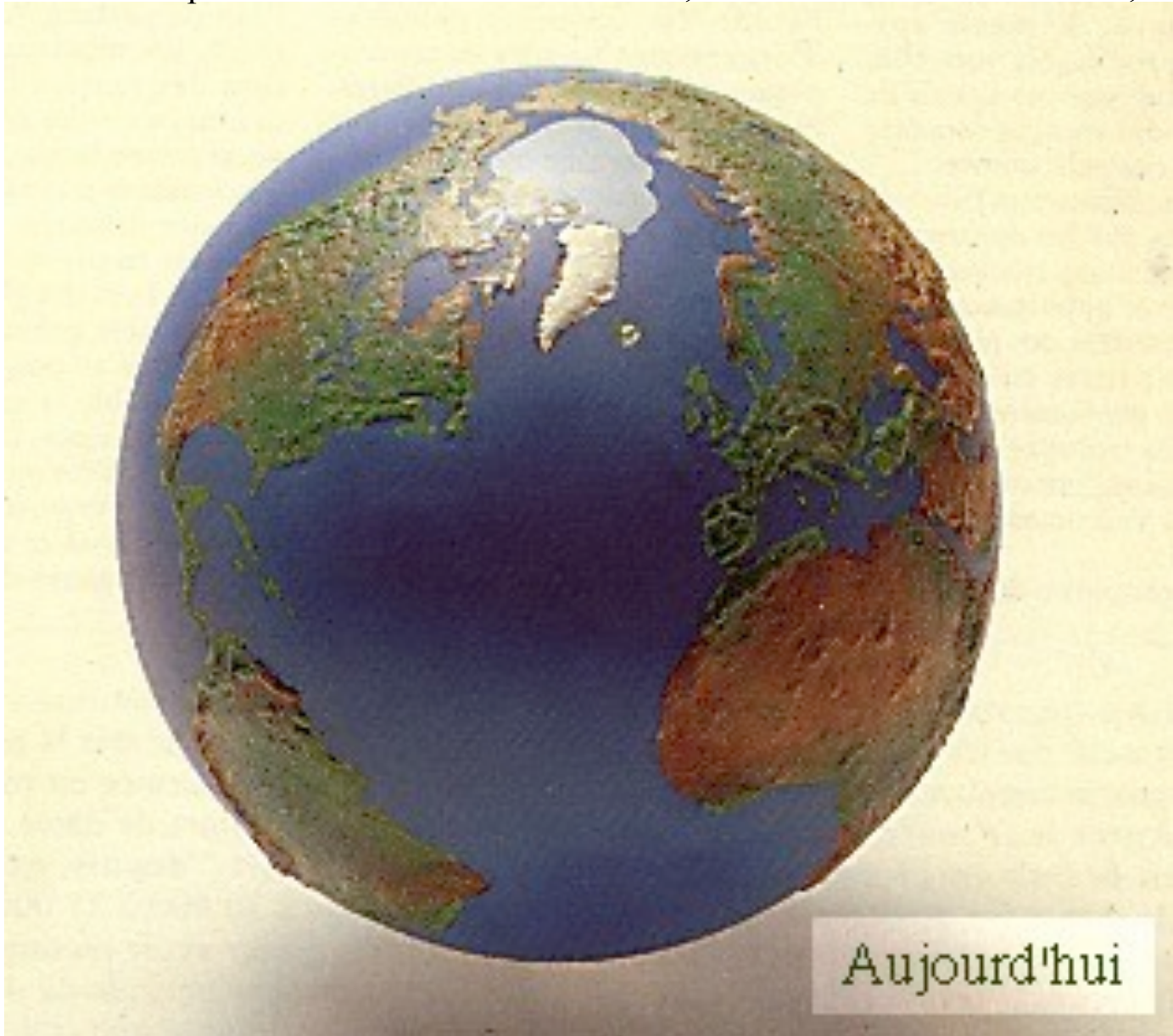
18-20000 years ago (Last Glacial Maximum)

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

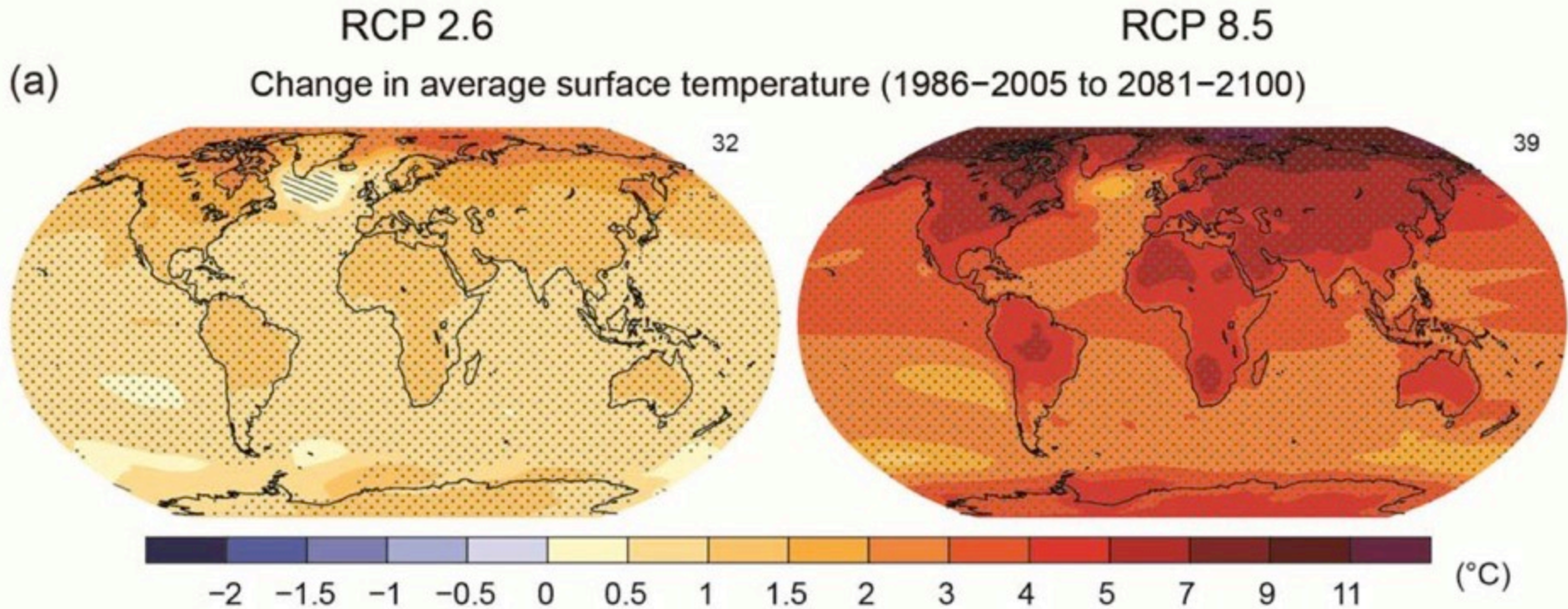


Today, with +4-5°C globally

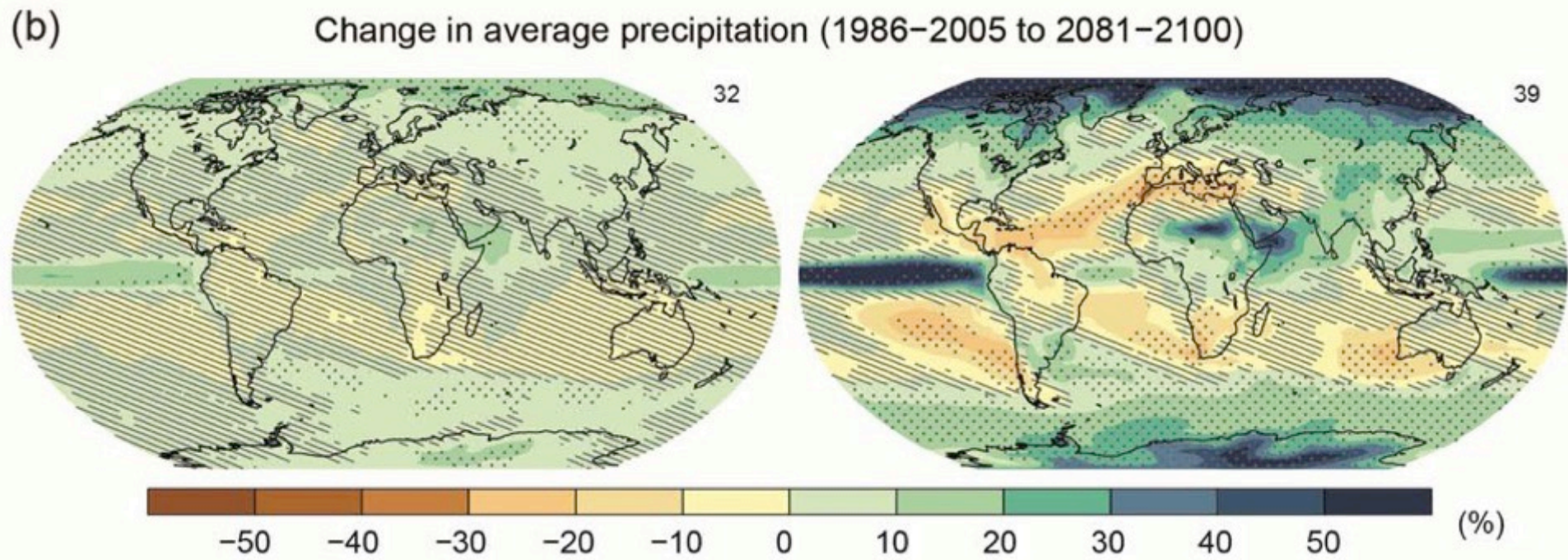
With permission from Dr. S. Joussaume, in « Climat d'hier à demain », CNRS éditions.



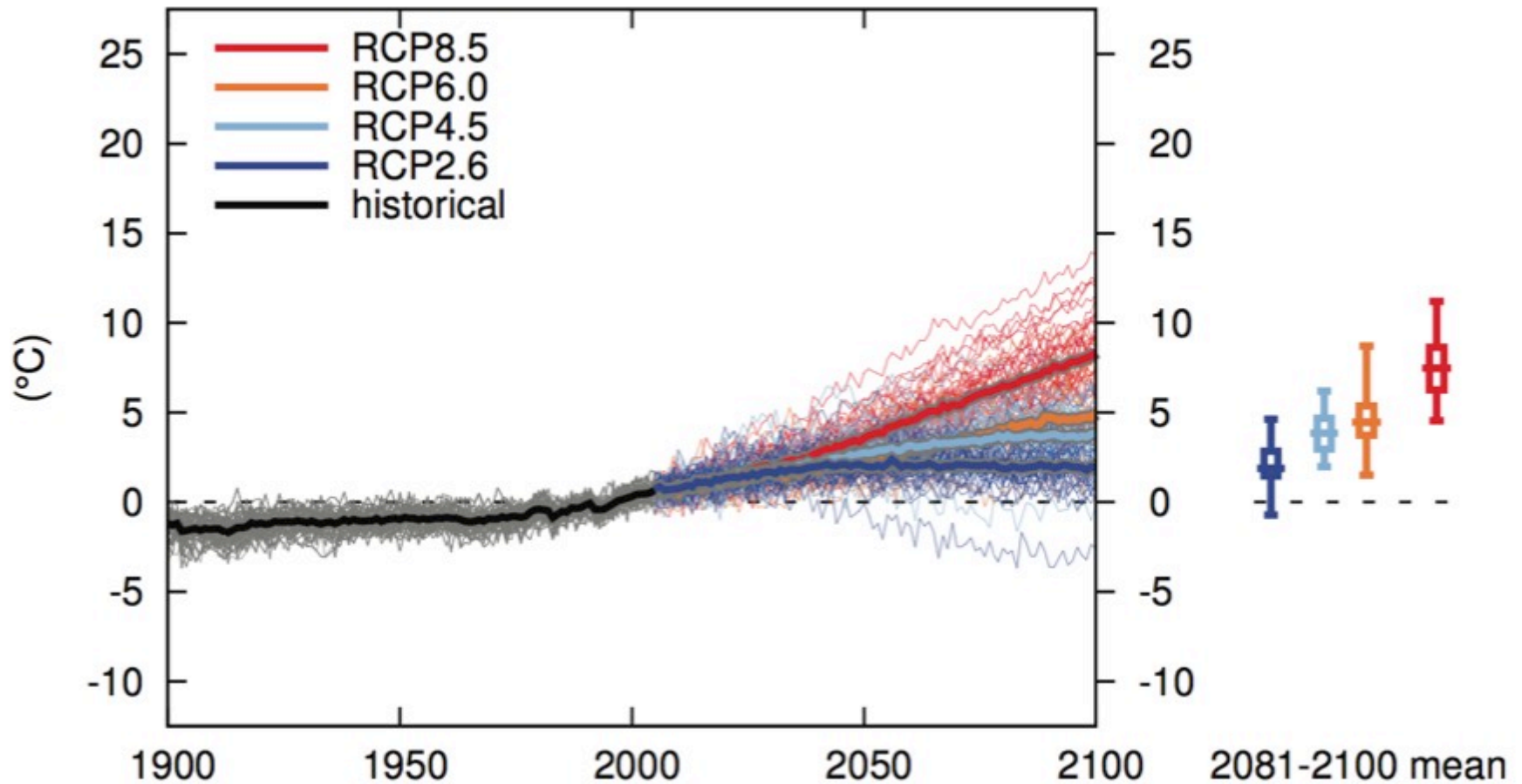
Surface temperature projections



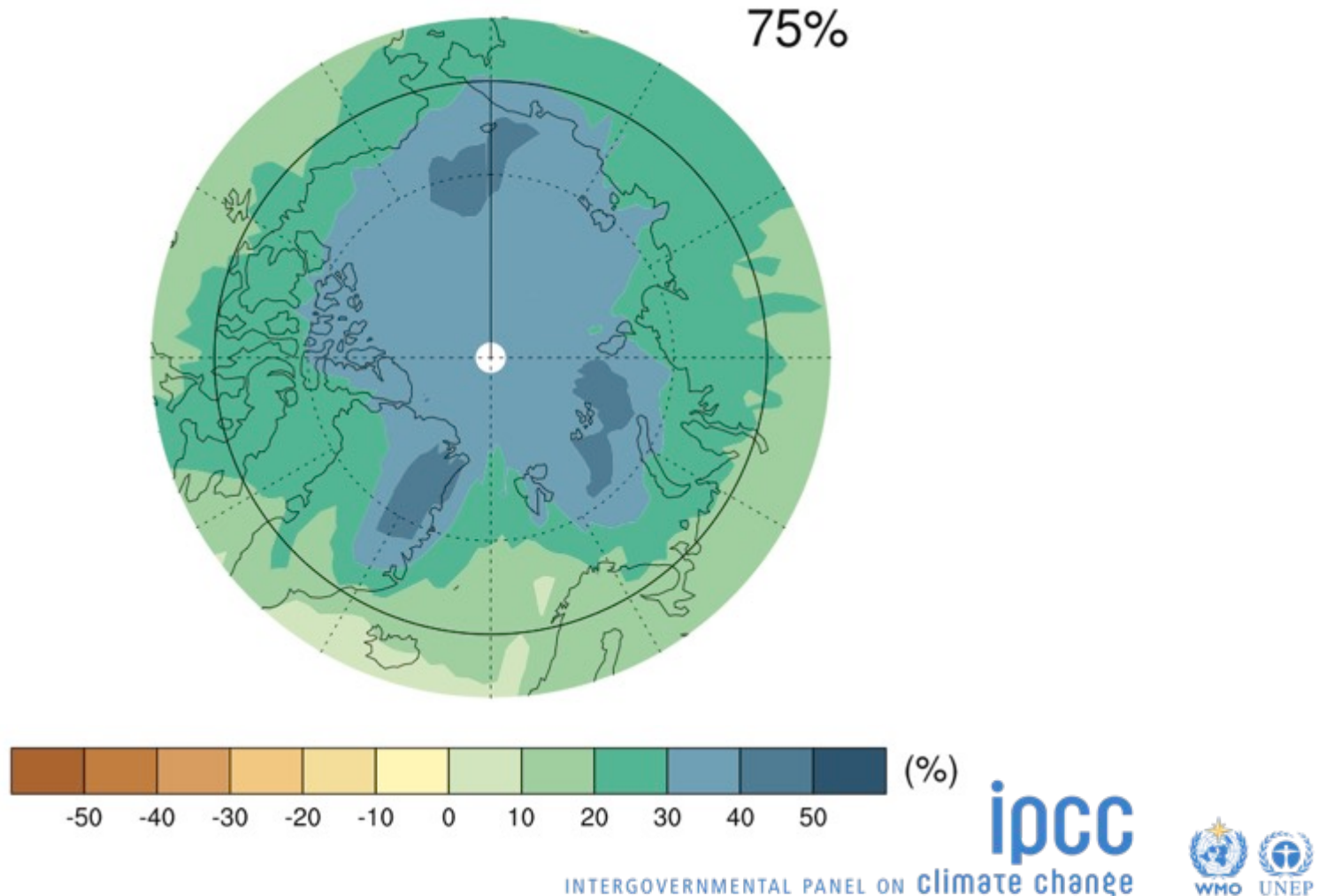
Precipitation projections



Temperature change Arctic (land) annual



Map of precipitation changes in 2046–2065 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario



Polar Regions : Key findings (AR4→ AR5)

- **Rising temperatures, leading to the further thawing of permafrost and changing precipitation patterns have the potential to affect infrastructure and related services in the Arctic (*high confidence*)**
- **Climate change is impacting terrestrial and freshwater ecosystems in some areas of Antarctica and the Arctic.**

10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer

- **4) Comme les risques dépendent aussi de la vulnérabilité, ce sont les plus pauvres qui trinquent le plus, et le monde dans son ensemble est plus instable quand il y a de grandes inégalités.**

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



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



(Time 2001)

In Puerto Rico, Hurricane Maria created the worst humanitarian crisis in the US for decades



10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer

- 5) De nombreux écosystèmes n'arrivent pas à s'adapter, car les changements sont trop rapides. NB: Des communautés humaines courent le même risque.
Ex: La Grande barrière de corail blanchit pour la 2ème année de suite, à cause du réchauffement et de l'acidification par absorption de CO₂ (les océans risquent de devenir plus acides au cours des 200 prochaines années qu'au cours des 25 derniers *millions* d'années), ce qui menace la vie marine).

Organisms Threatened by Increased Marine Acidity



(a) Coccolithophores (diameter of each = 20 microns, or 0.0008 in.)



(b) Pteropod (diameter = 2 mm, or 0.08 in.)

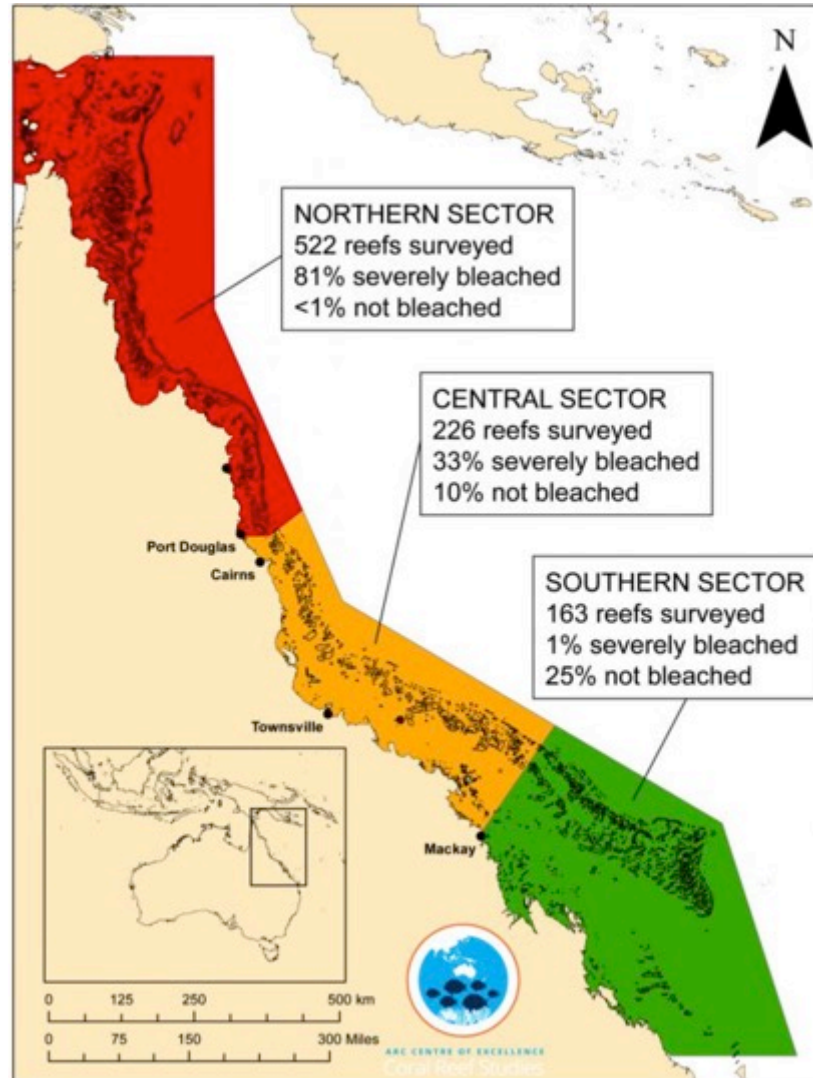


(c) Sea urchins



(d) Corals

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



Polar Regions : Key findings (AR5)

- **The rapid rate at which climate is changing in the Polar Regions will impact natural and social systems (*high confidence*) and may exceed the rate at which some of their components can successfully adapt (*low to medium confidence*)**

Polar Regions : Key findings (AR5)



- **There is increased evidence that climate change will have large effects on Arctic communities, especially where narrowly based economies leave a smaller range of adaptive choices**
- **Impacts on the health and well-being of Arctic residents from climate change are significant and projected to increase – especially for many indigenous peoples (*high confidence*)**

10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer











- **6) On sait à présent beaucoup mieux que l'adaptation a des limites et aussi des coûts importants; elle sera loin de suffire.**

Risque majeur pour l'Afrique: agriculture

Baisse de la productivité des cultures due à la chaleur et à la sécheresse — dont les conséquences sur les moyens de subsistance et la sécurité alimentaire des pays, des régions et des ménages pourraient être graves — ainsi qu'aux dommages causés par les ravageurs, les maladies et les inondations sur l'infrastructure des systèmes alimentaires (*degré de confiance élevé*)

Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation		
		Très faibles	Modérés	Très élevés
 	Moment présent	[Barre à 25% de risque modéré]		
	Court terme (2030–2040)	[Barre à 40% de risque modéré]		
	Long terme 2°C (2080–2100)	[Barre à 60% de risque modéré]		
	4°C	[Barre à 80% de risque modéré]		

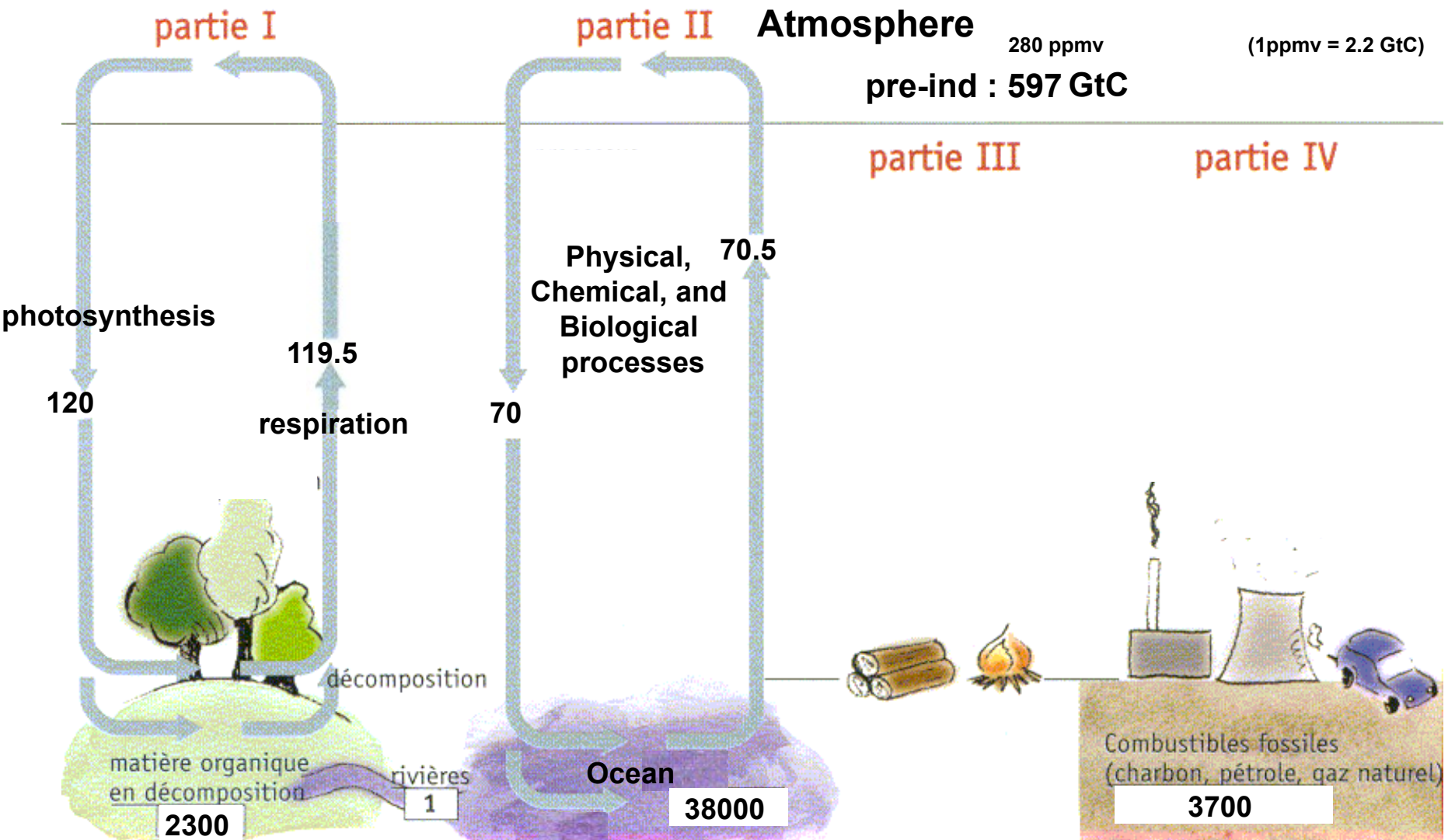


Facteurs déterminants des incidences liées au climat										
										
Tendance au réchauffement	Température extrême	Tendance à l'assèchement	Précipitations extrêmes	Précipitations	Enneigement	Cyclones destructeurs	Niveau de la mer	Acidification des océans	Fertilisation par le dioxyde de carbone	

10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer

- **7) Le CO₂ contribue à une pollution "stock", et c'est ce stock cumulé qui pose problème, d'où la nécessité de cesser de l'accroître, c'est-à-dire de réduire les émissions globales nettes à ZERO, ce qui est reconnu par l'Accord de Paris**

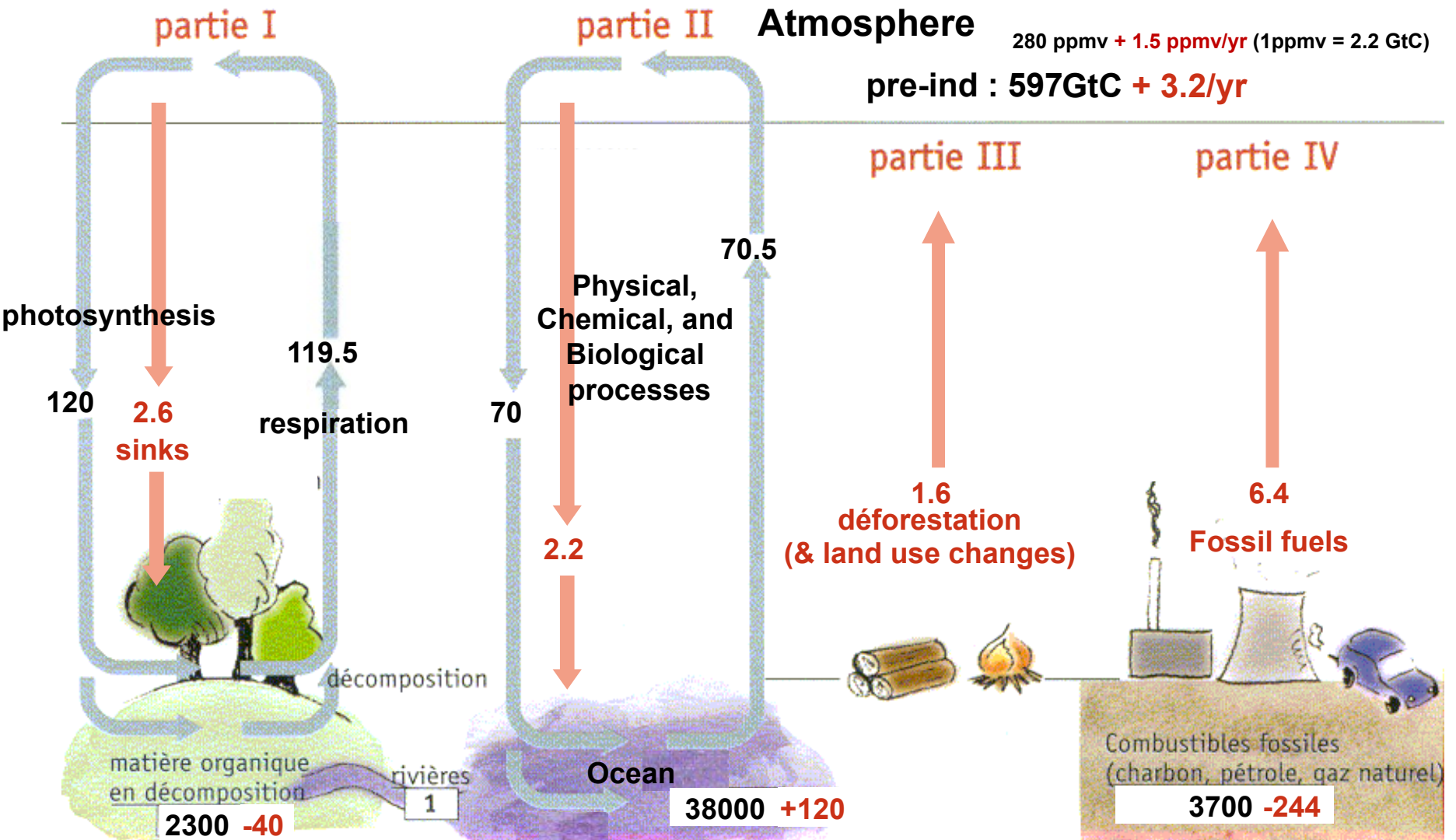
Carbon cycle: unperturbed fluxes



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)

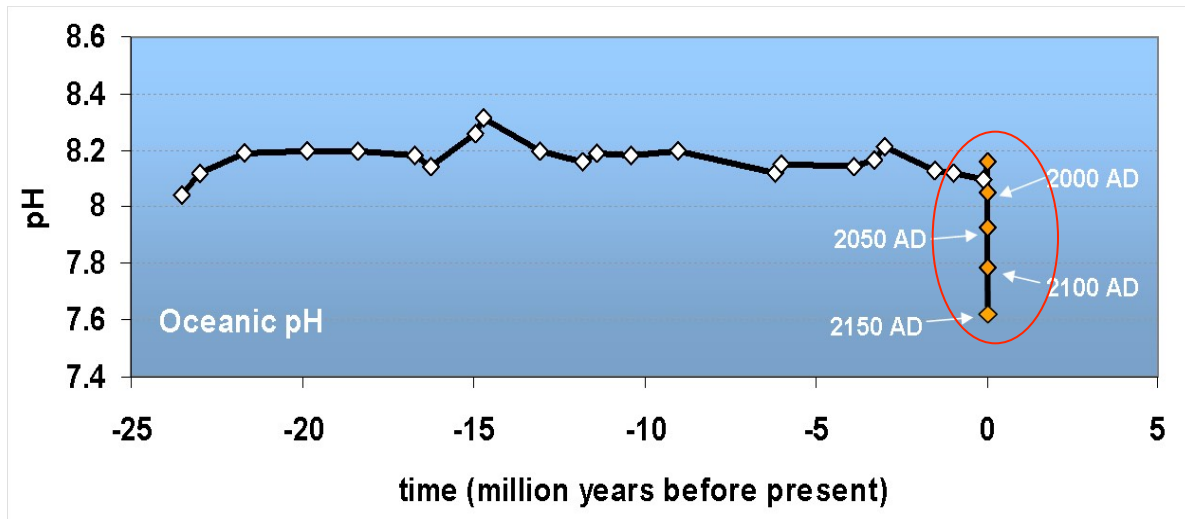


Units: GtC (billions tons of carbon) or GtC/year

Stocks!

Oceans are Acidifying Fast

Changes in pH over the last 25 million years

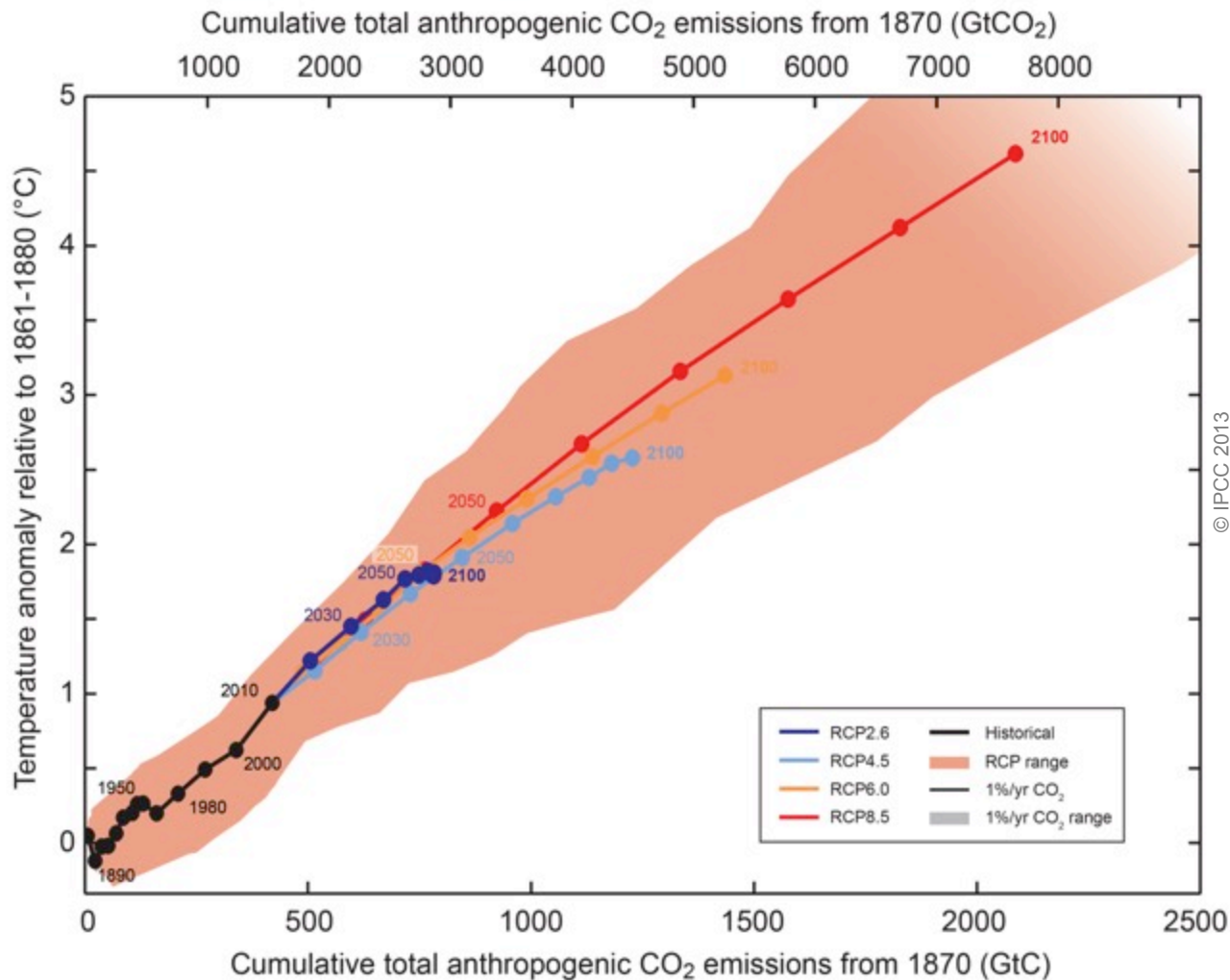


“Today is a rare event in the history of the World”

- 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



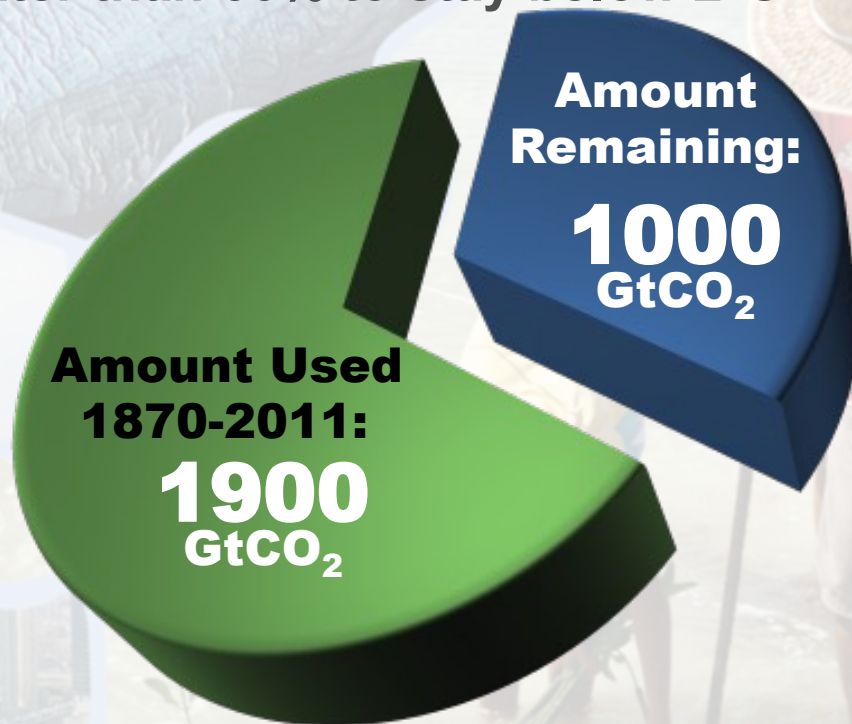
© IPCC 2013

Fig. SPM.10

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

The window for action is rapidly closing

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



NB: Emissions in 2011: 38 GtCO₂/yr

AR5 WGI SPM

Paris Agreement

- Article 4:
 - ◆ 1. (...) Parties aim to reach **global peaking** of greenhouse gas emissions **as soon as possible**, recognizing that **peaking will take longer for developing country Parties**,
 - ◆ and to undertake **rapid reductions thereafter in accordance with best available science**,
 - ◆ so as to achieve a **balance between anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases in the second half of this century**, on the basis of equity, and in the context of sustainable development and efforts to eradicate poverty
 - ◆ 3. **Each Party's successive nationally determined contribution will represent a progression(...)**

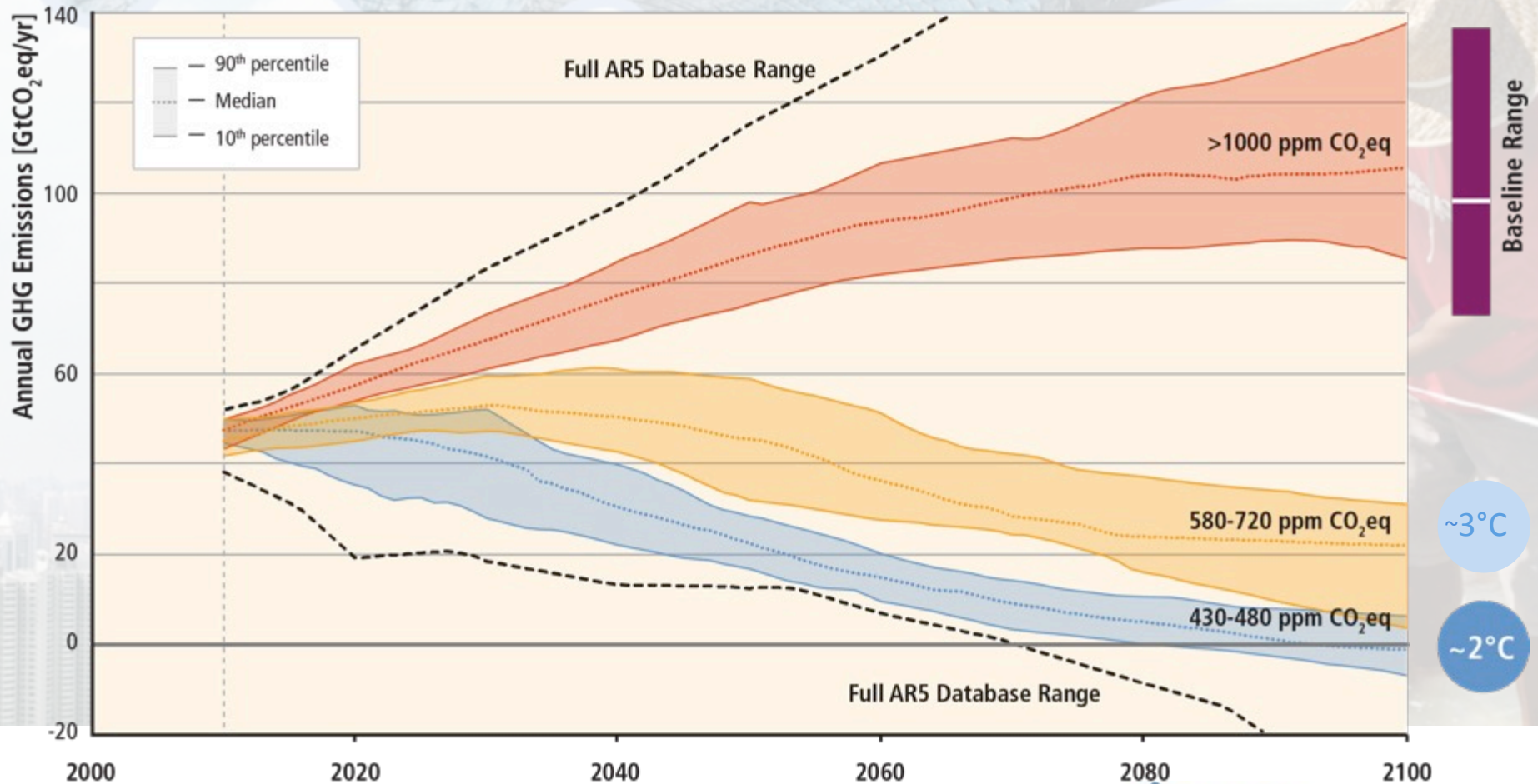
IPCC AR5 (2014): Can temperature rise still be kept below 1.5 or 2°C (over the 21st century) compared to pre-industrial ?

- **Many scenario studies confirm that it is technically and economically feasible to keep the warming below 2°C, with more than 66% probability ("likely chance"). This would imply limiting atmospheric concentrations to 450 ppm CO₂-eq by 2100.**
- **Such scenarios for an above 66% chance of staying below 2°C imply reducing by 40 to 70% global GHG emissions compared to 2010 by mid-century, and reach *zero* or negative emissions by 2100.**

10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer

- **8) La première bonne nouvelle, c'est que l'on a compris d'où venait le problème, et que les éléments de solution existent et sont à portée de main. Deux des domaines clés sont l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. La sobriété de la consommation est un élément clé également.**

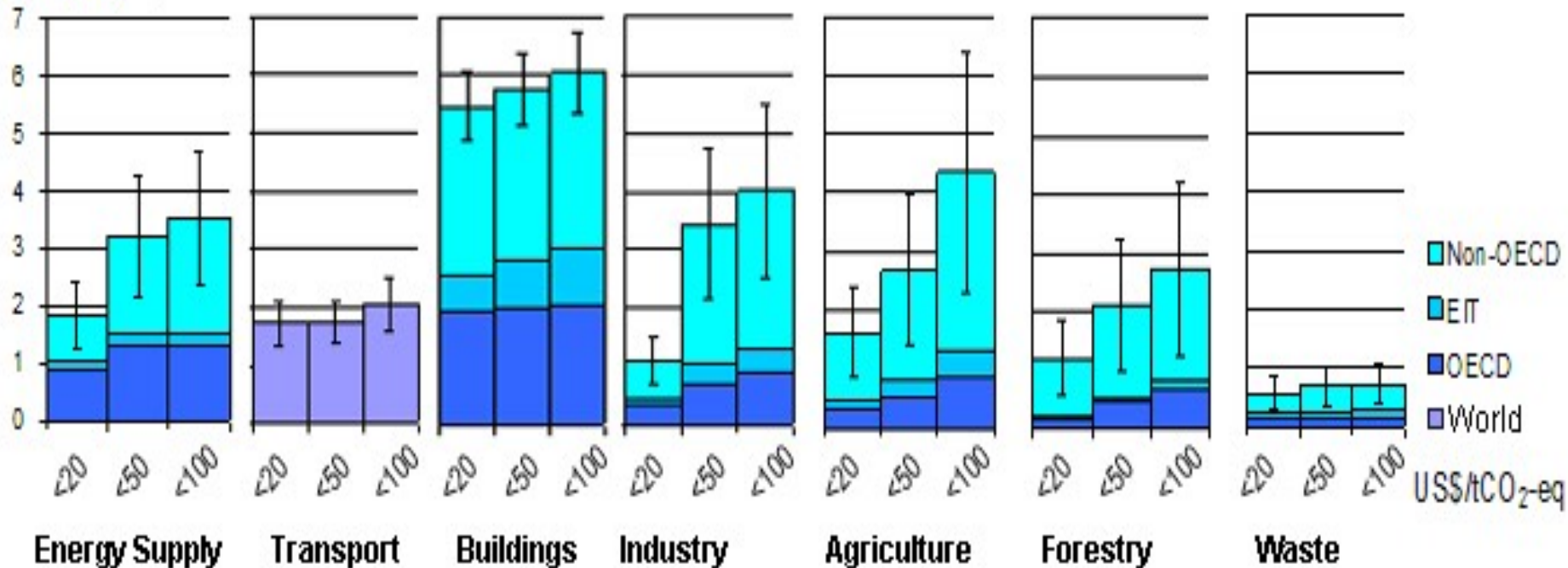
Stabilization of atmospheric concentrations requires moving away from the baseline – regardless of the mitigation goal.



Based on Figure 6.7

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

GtCO₂-eq / year (émissions évitées)



IPCC AR4 (2007)

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

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

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

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

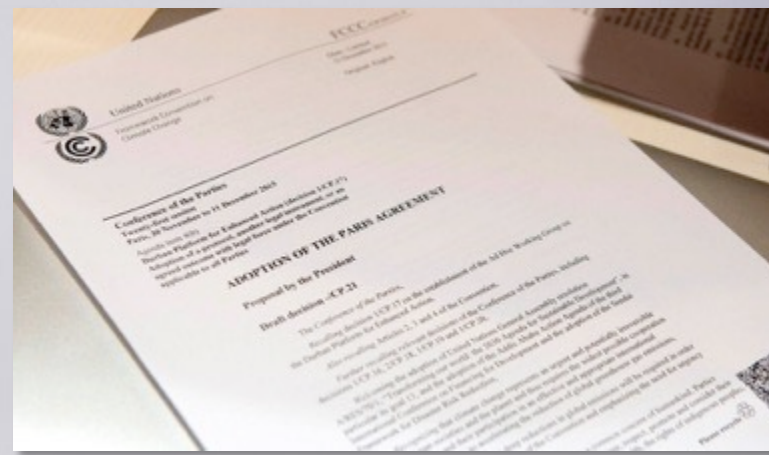
10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer

- **9) L'Accord de Paris, ratifié par plus de 170 pays fournit un cadre dynamique à l'action internationale. Il est essentiel de le mettre en œuvre résolument et de pousser les responsables à accroître son niveau d'ambition.**

Sur les Changements Climatiques 2015

COP21/CMP11

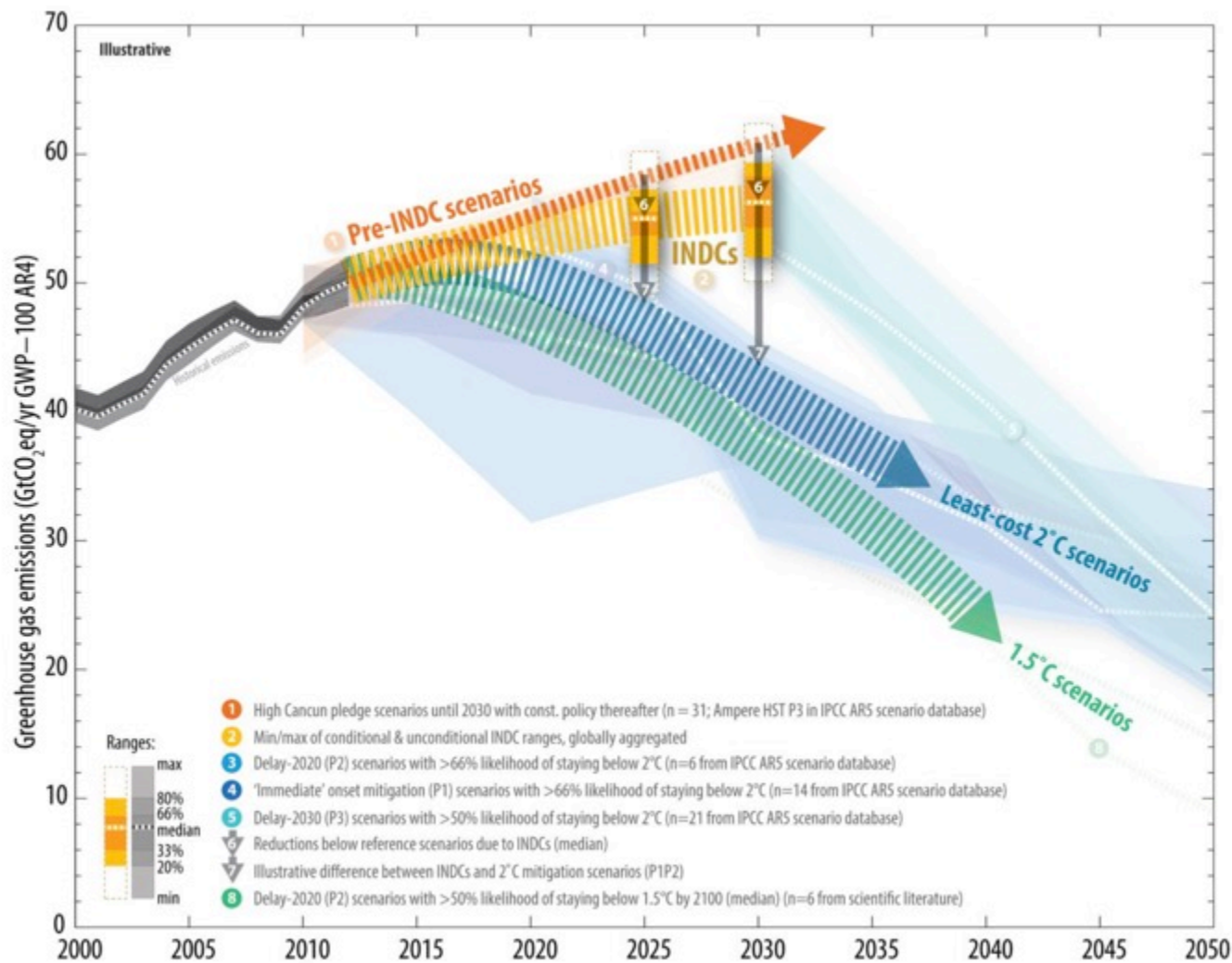
Paris, France



Paris Agreement

- Article 2:
 - ◆ (...) to strengthen the global response to the threat of climate change, in the context of sustainable development and efforts to eradicate poverty, including by:
 - ▶ Holding the increase in the global average temperature to **well below 2 °C** above pre-industrial levels and to **pursue efforts** to limit the temperature increase to **1.5 °C** above pre-industrial levels, recognizing that this would significantly reduce the risks and impacts of climate change;
 - ▶ **Increasing the ability to adapt** (...) and foster climate resilience and low greenhouse gas emissions development, in a manner that does not threaten food production;
 - ▶ Making **finance flows consistent** with a pathway towards low greenhouse gas emissions and climate-resilient development

Comparison of global emission levels in 2025 and 2030 resulting from the implementation of the intended nationally determined contributions



UNFCCC, Aggregate effect of the intended nationally determined contributions: an update

<http://unfccc.int/resource/docs/2016/cop22/eng/02.pdf>

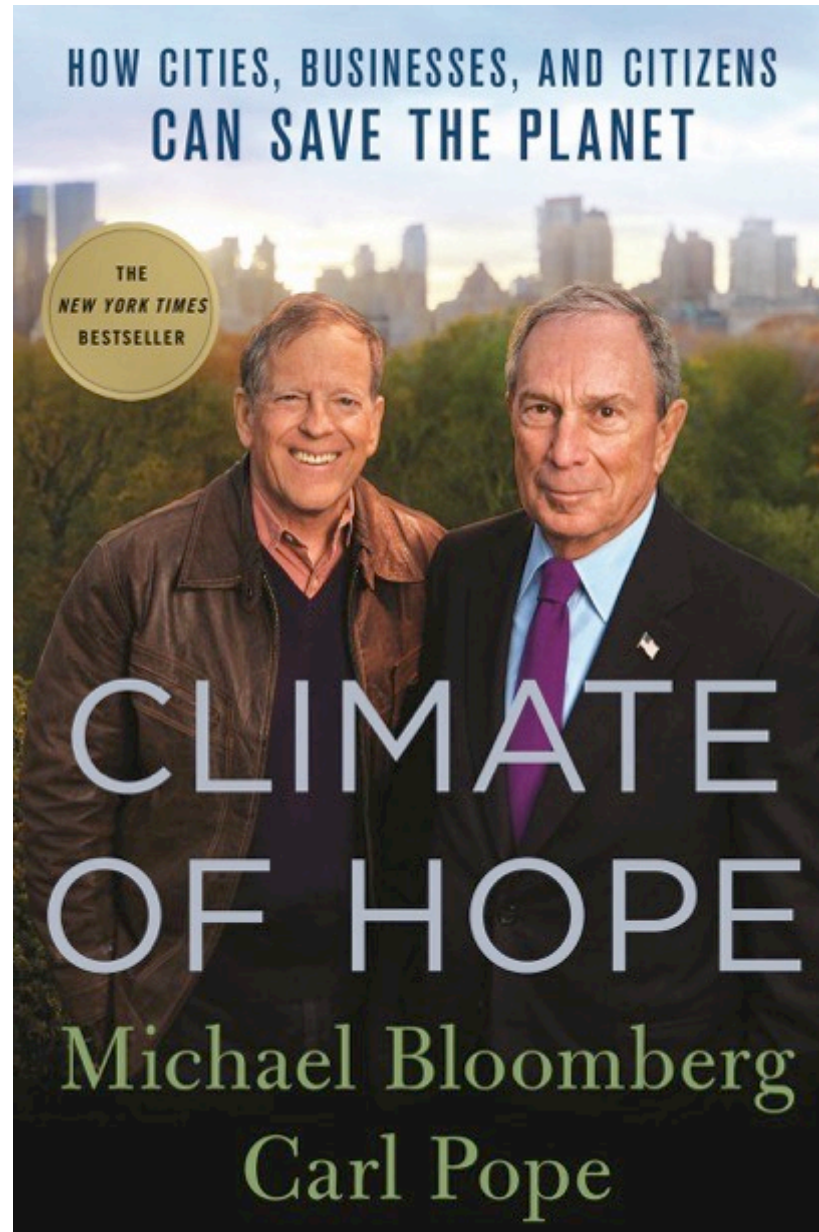
10 raisons de s'inquiéter, et ... d'espérer

- **10) Il y a de nombreuses opportunités pour intégrer les mesures d'adaptation et celles qui permettront de réduire les émissions nettes à zéro au cours des 50 ans qui viennent, tout en atteignant d'autres objectifs sociétaux utiles, qui diminuent les injustices, créent de l'emploi et accroissent le bien-être de la population mondiale.**

Les 17 Objectifs de Développement Durable, adoptés par l'ONU en septembre 2015



(2017)



Fom « Climate of Hope »:

« Telling people that they might possibly save the Earth from distant and uncertain harm is not a great way to to convince them to support a particular policy. »

Fom « Climate of Hope »:

« But what happens when you tell people that they can definitely, right now,

- reduce the number of asthma attacks suffered by children,**
- save their own families and friends from respiratory disease,**
- extend their own life expectancy,**
- cut their own energy bills,**
- make it easier for them to get around town,**

Fom « Climate of Hope »:

«...»

- improve their quality of life,**
- increase the number of jobs in the community,**
- and strenghten our national energy security**
—all while increasing the long-term stability of the global climate?

Now that's a different story. »

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

- De nombreuses études basées sur des scénarios confirment qu'il est techniquement et économiquement faisable de garder le réchauffement sous la barre des 2°C, avec une probabilité supérieure à 66%. Ceci impliquerait de limiter la concentration atmosphérique à moins de 450 ppm CO₂-eq d'ici 2100.**
- De tels scénarios impliquent de réduire de 40 to 70% les émissions globales de GES de 2010 à 2050, et d'atteindre des émissions globales nulles ou négatives avant 2100.**

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

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

J'essaye d'être cohérent...

- Audit énergétique préalable à la rénovation
- Isolation poussée par l'extérieur (fibre de bois)
- Vitrages super-performants
- Etanchéité à l'air soignée + VMC
- Chaudière à mazout remplacée par pompe à chaleur sol-eau principalement alimentée par des panneaux photovoltaïques (wallons !)
- Bois non tropicaux
- Voiture électrique d'occasion
- Vélos électriques

J'essaye d'être cohérent...



J'essaye d'être cohérent...



RCP2.6

RCP8.5

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

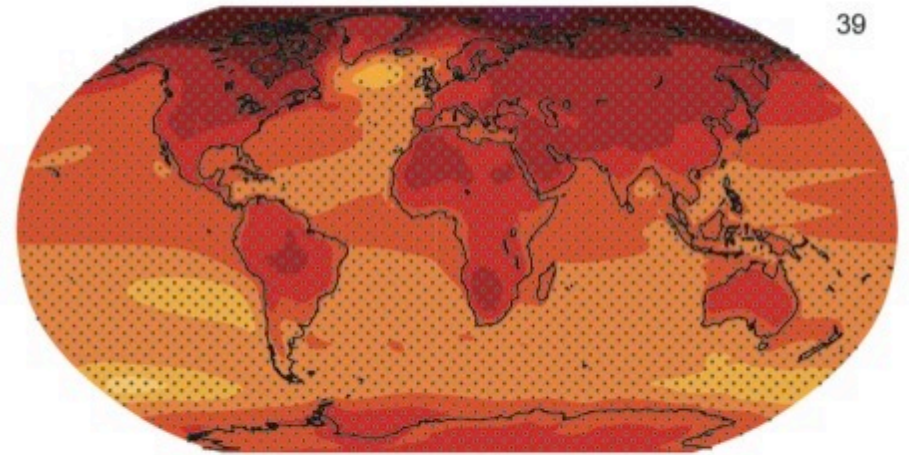
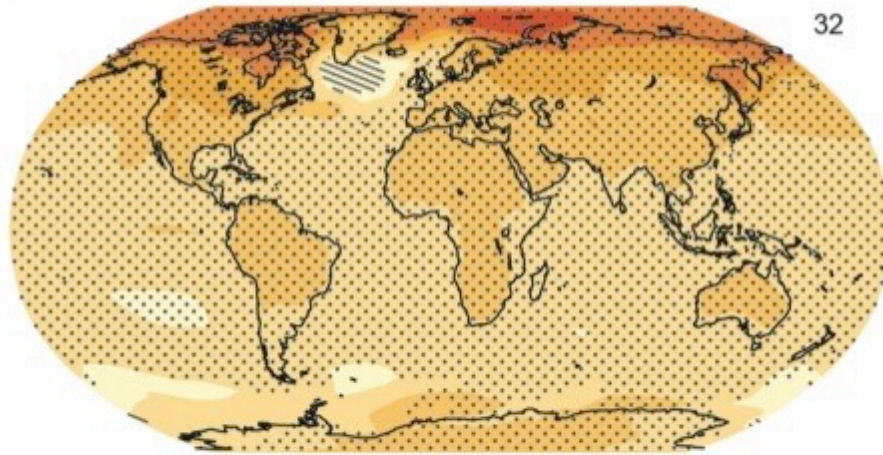


Fig. SPM.8

L'Humanité a le choix

Conclusion de mon livre (1):

« Nous commençons à réaliser que c'est à nos propres enfants que nous risquons de léguer une planète moins habitable. Donc, oui, de tels constats alimentent un certain pessimisme.

(...) Les solutions sont déjà à portée de main aujourd'hui. La manière dont l'énergie est produite et consommée va changer fondamentalement.

Ce n'est pas de l'optimisme béat que de croire à tout cela. C'est l'optimisme de la volonté. »

Conclusion de mon livre (2):

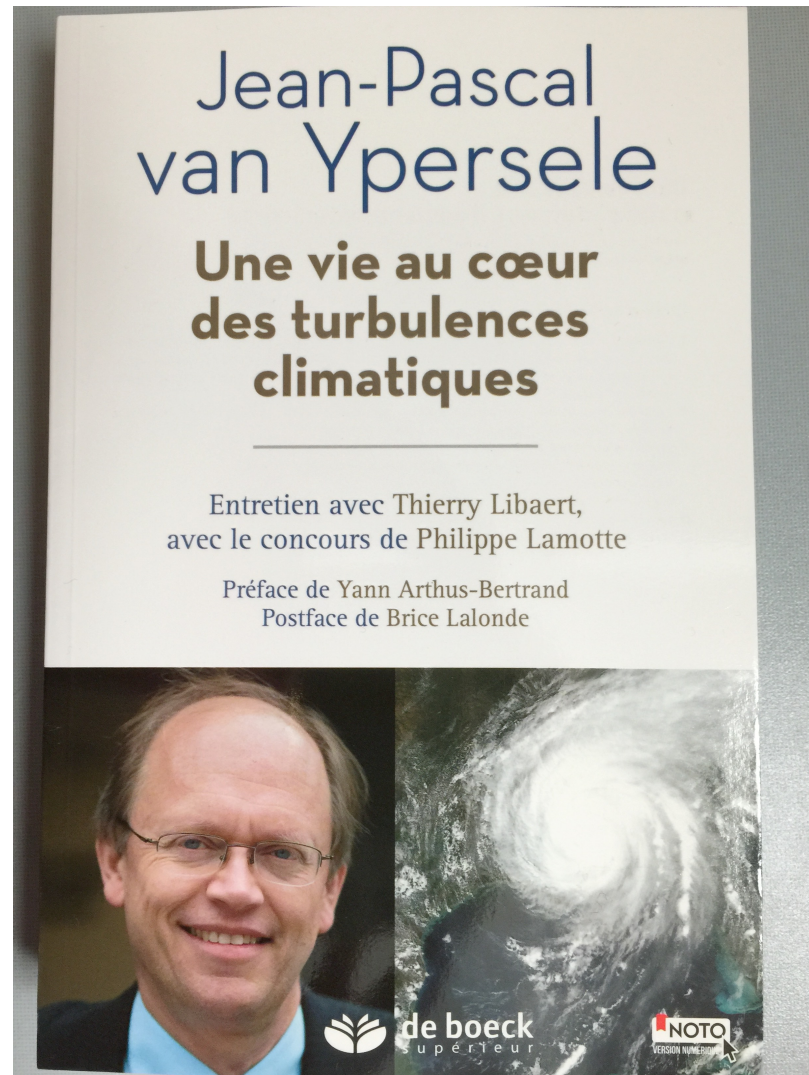
«(...) Avec des mesures ambitieuses, on pourra éviter que la perturbation du climat devienne une cause majeure de catastrophes touchant gravement l'humanité et son environnement.

(...) Je reste convaincu que, face aux manifestations de plus en plus visibles du problème climatique, une juste prise de conscience de la gravité de la situation va se faire. De plus en plus de personnes seront touchées dans leur **COEUR et comprendront profondément l'urgence d'agir. Elles en trouveront alors le courage. »**

Pour en savoir plus:

**Publié chez De Boeck
supérieur,**

**Disponible à la librairie
de l'UQÀM (PK)**



Conclusion de « Avant que nature meure » (Jean Dorst, 1965) :

« La nature ne sera en définitive sauvée que par notre **COEUR. Elle ne sera préservée que si l'homme lui manifeste un peu d'amour, simplement parce qu'elle est belle et parce que nous avons besoin de beauté, quelle que soit la forme à laquelle nous sommes sensibles du fait de notre culture et de notre formation intellectuelle. Car cela aussi fait partie intégrante de l'âme humaine »**

Conclusion

C'est enthousiasmant de relever ce défi, en développant des activités qui ont du sens, qui sont éthiques, durables, et qui nous permettront de regarder nos enfants et petits-enfants dans les yeux quand ils nous demanderont comment nous avons fait pour éviter l'effondrement annoncé.

Il y a de nombreuses opportunités, notamment économiques au passage.

Yes we can !

Il y a de l'espoir, mais il y a du travail...

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.realclimate.org : réponses aux semeurs de doute
- www.skepticalscience.com : idem
- **Sur Twitter: @JPvanYpersele**
@IPCC_CH