

**Quel climat laisserons-nous à nos enfants ?
Il n'est pas trop tard pour agir !**

Jean-Pascal van Ypersele (UCL)

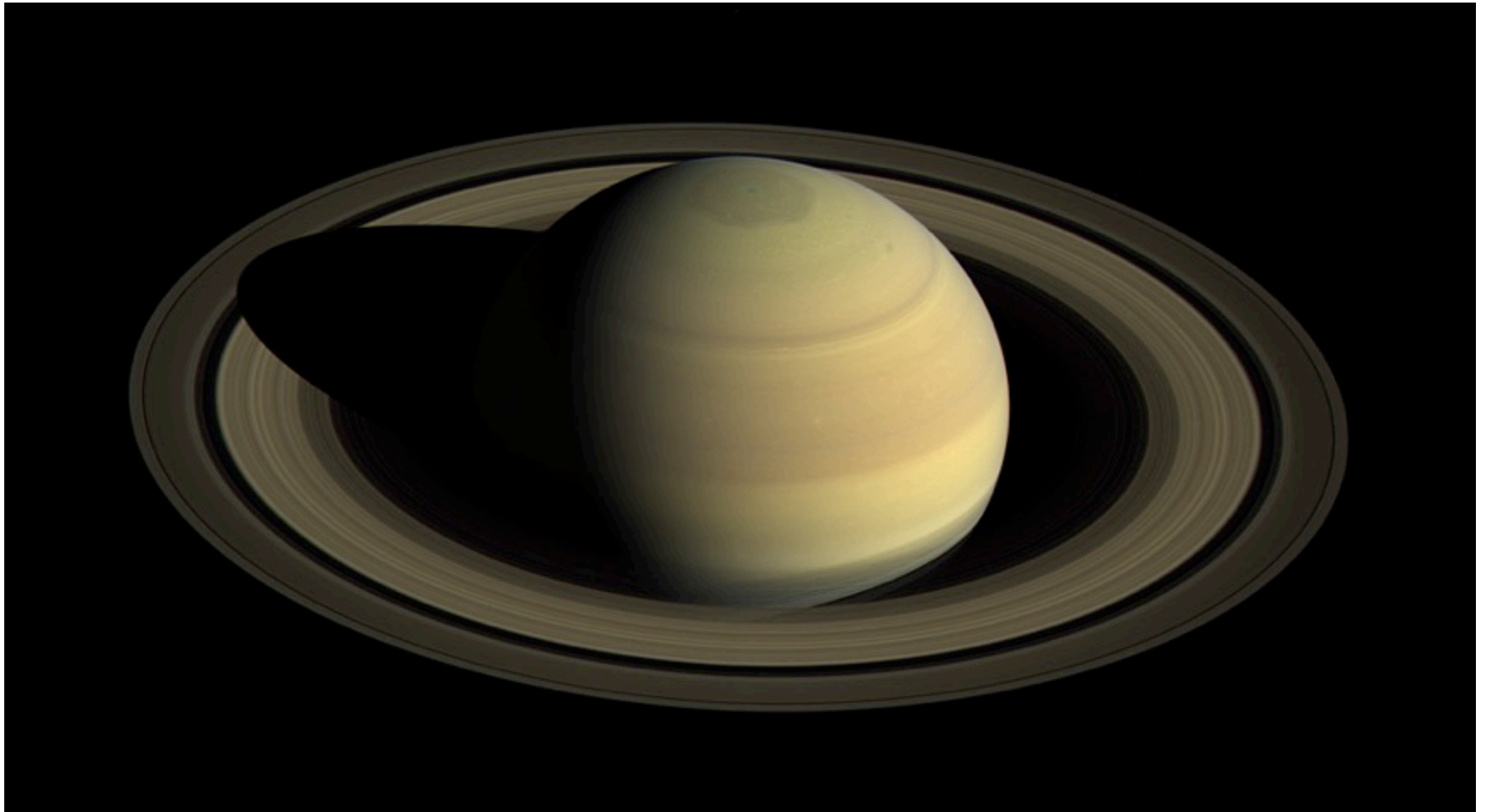
Vice-président du GIEC de 2008 à 2015

Twitter: @JPvanYpersele

**Université des Aînés, Louvain-la-Neuve,
6 février 2018**

Merci au Gouvernement wallon qui finance la Plateforme wallonne pour le GIEC et à mon équipe à l'Université catholique de Louvain pour leur soutien

Saturne, vue depuis une distance de 3 millions de km le 25-4-2016 par le satellite Cassini lancé en octobre 1997, 40 ans après Spoutnik

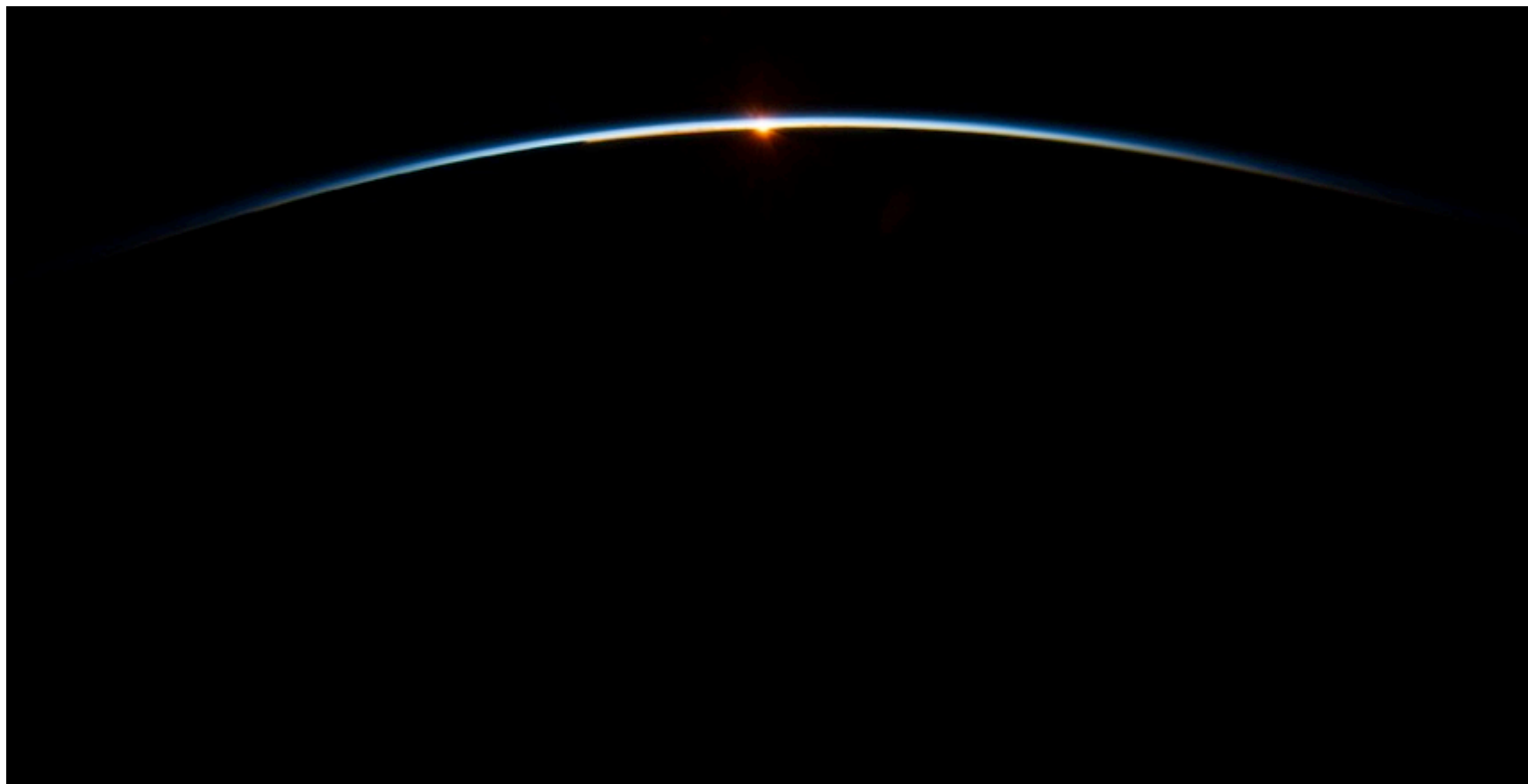


**Ce petit point bleu est la Terre, vue depuis
une distance de 1.44 milliards de km par
Cassini, près de Saturne le 19-7-2013**





Notre atmosphère est bien fine et fragile (vue par l'équipage de la Station Spatiale Internationale, le 31 juillet 2013)



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

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

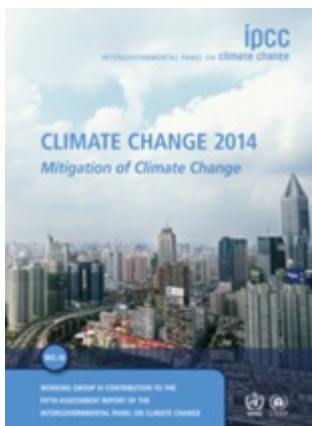




Que se passe-t-il dans le système climatique ?



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

Plateau Glacier (1961) (Alaska)

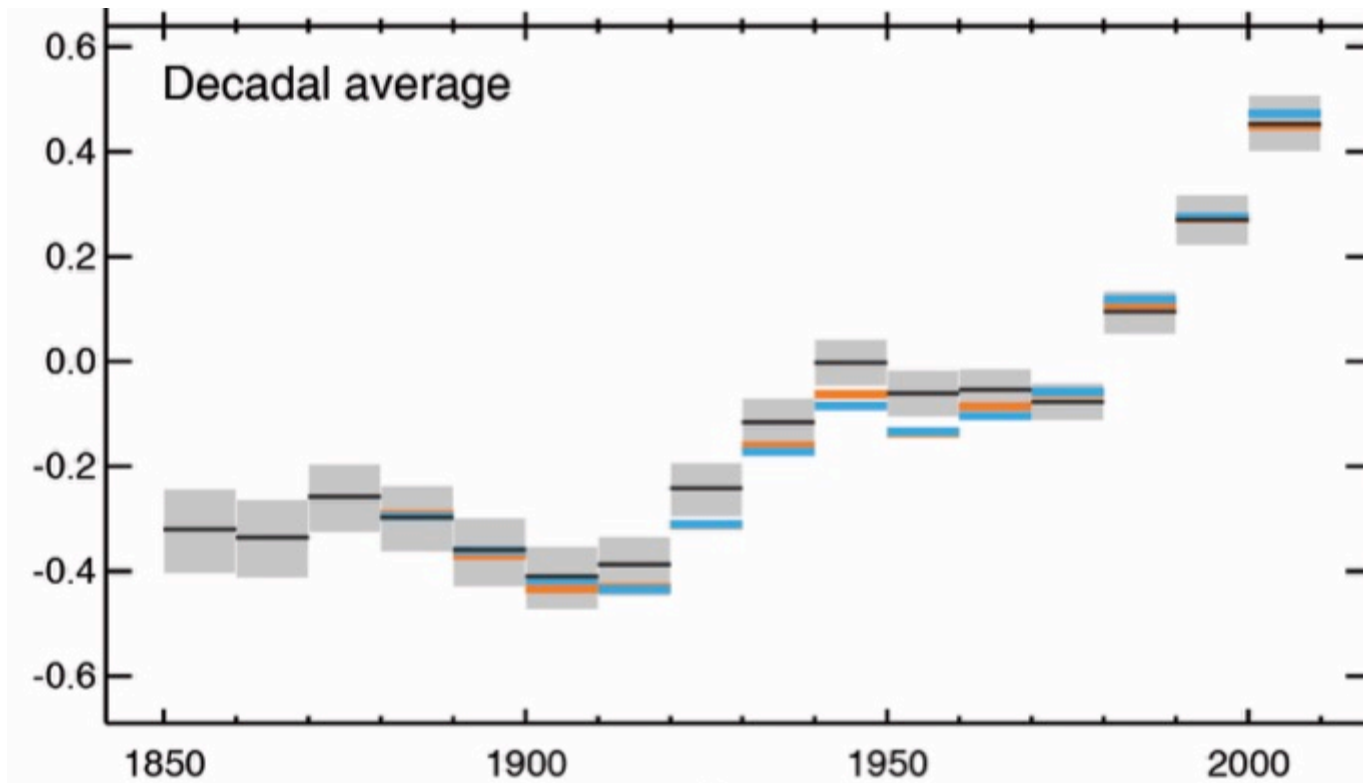


http://www.weather.com/news/science/environment/alaskas-glaciers-capturing-earth-changing-our-eyes-20131125?cm_ven=Email&cm_cat=ENVIRONMENT_us_share

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

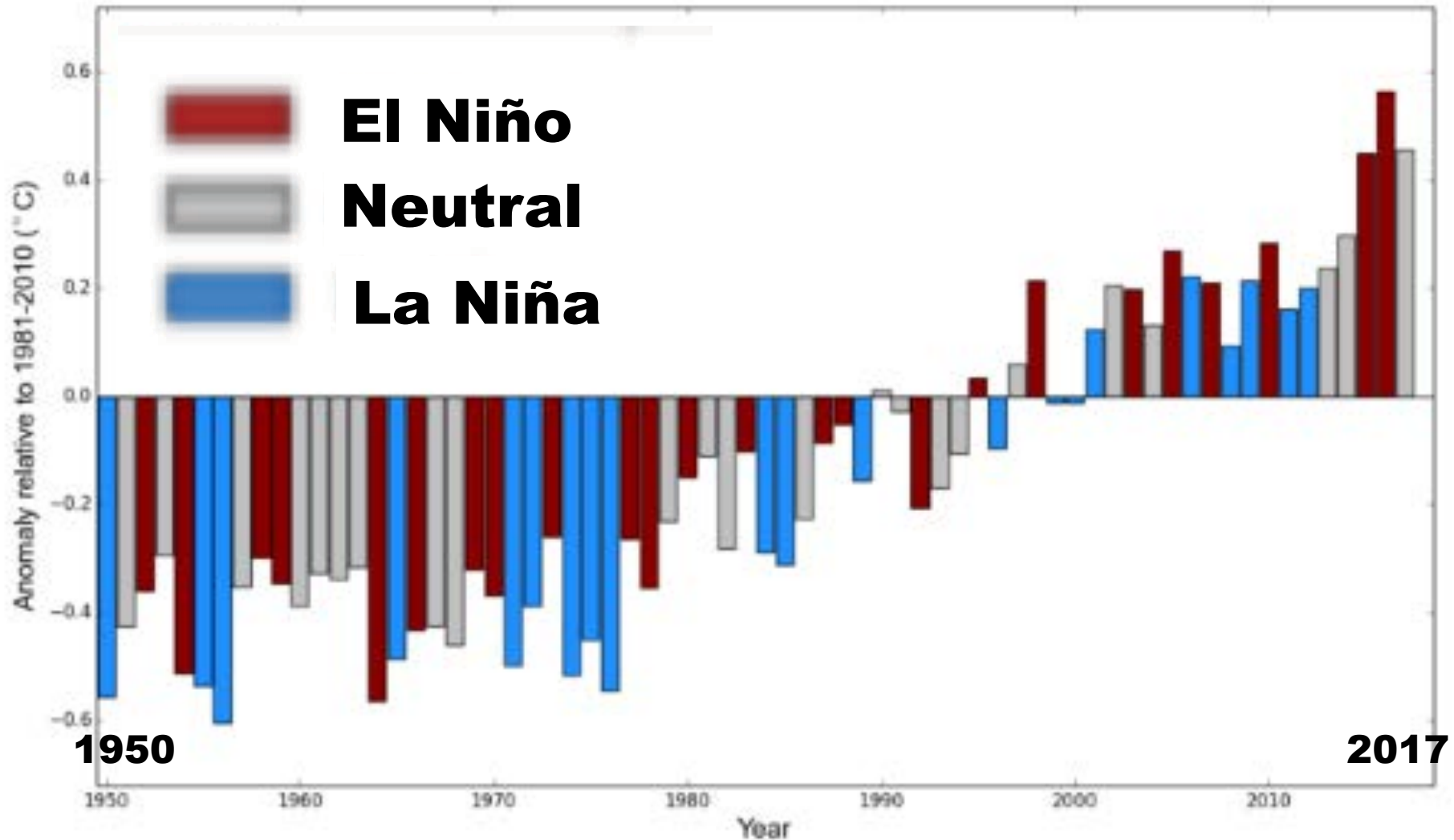


(IPCC 2013, Fig. SPM.1a)

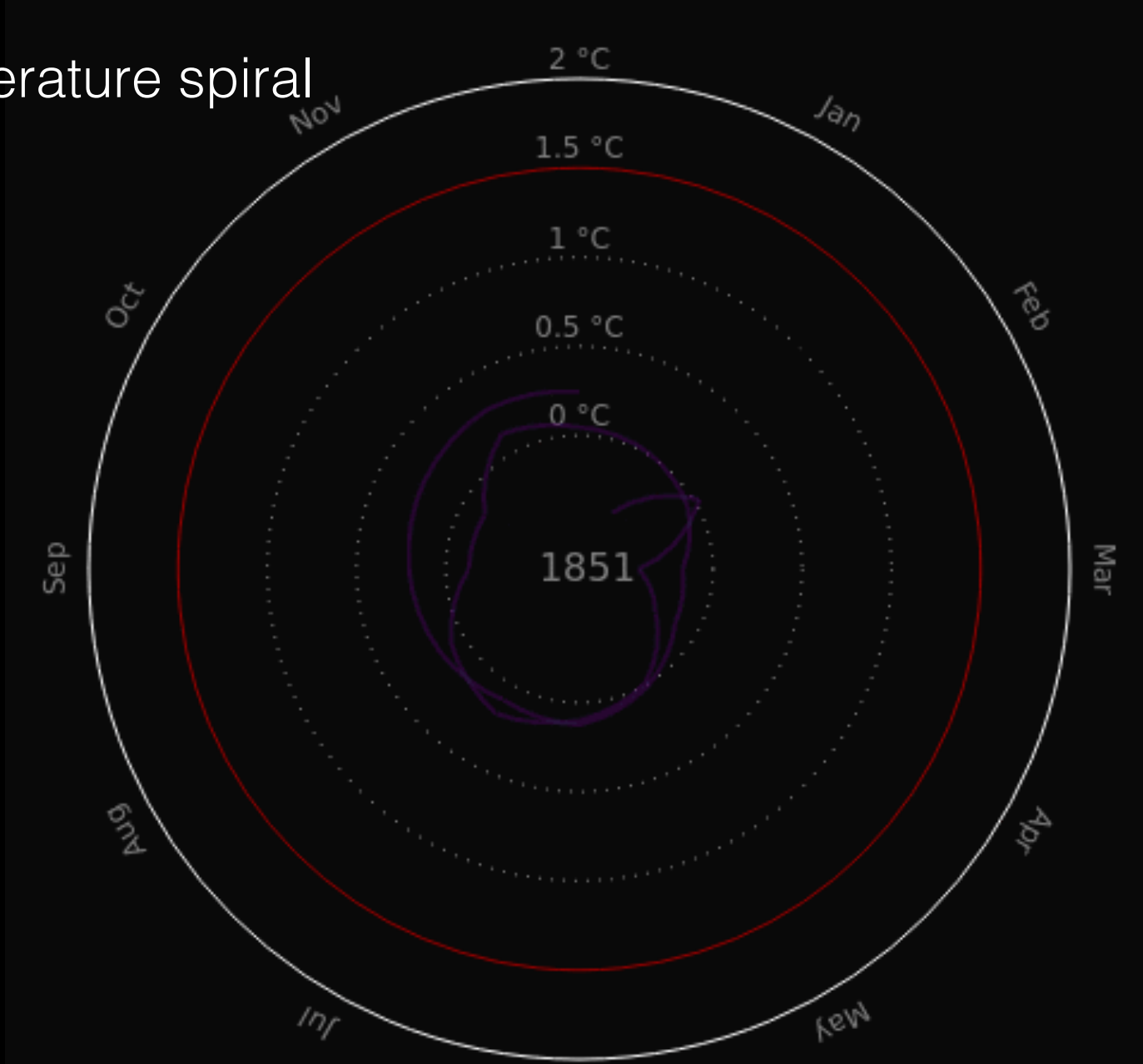
Chacune des trois dernières décennies a successivement été plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies depuis 1850.

Pour l'hémisphère nord, la période 1983–2012 a *probablement* été la période de 30 ans la plus chaude depuis 1400 ans (*confiance moyenne*).

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



Temperature spiral



Global Mean Temperature in °C relative to 1850 – 1900

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

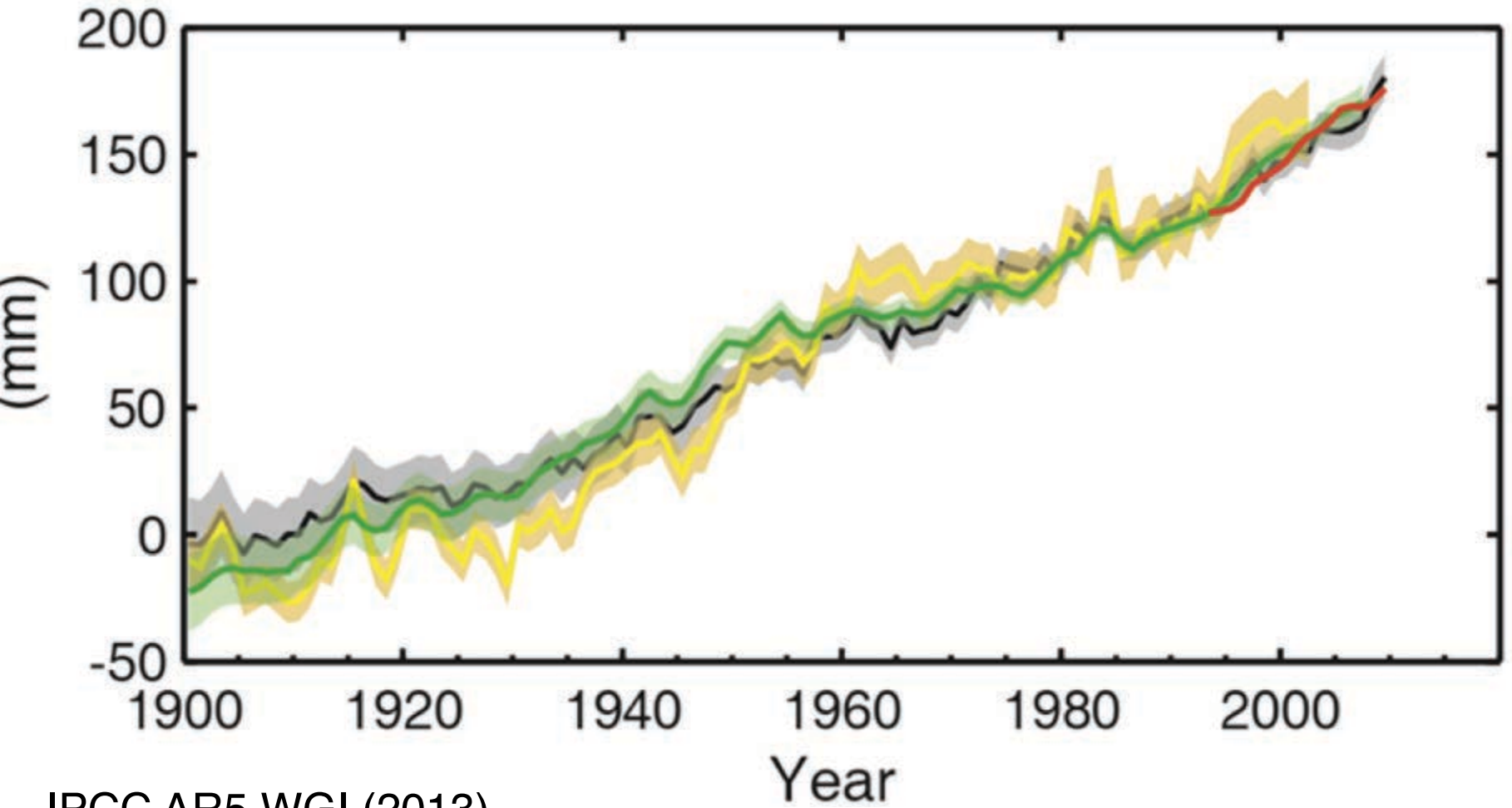
Available on <http://openclimatedata.net/climate-spirals/temperature>

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

Hausse du niveau moyen des mers



IPCC AR5 WGI (2013)

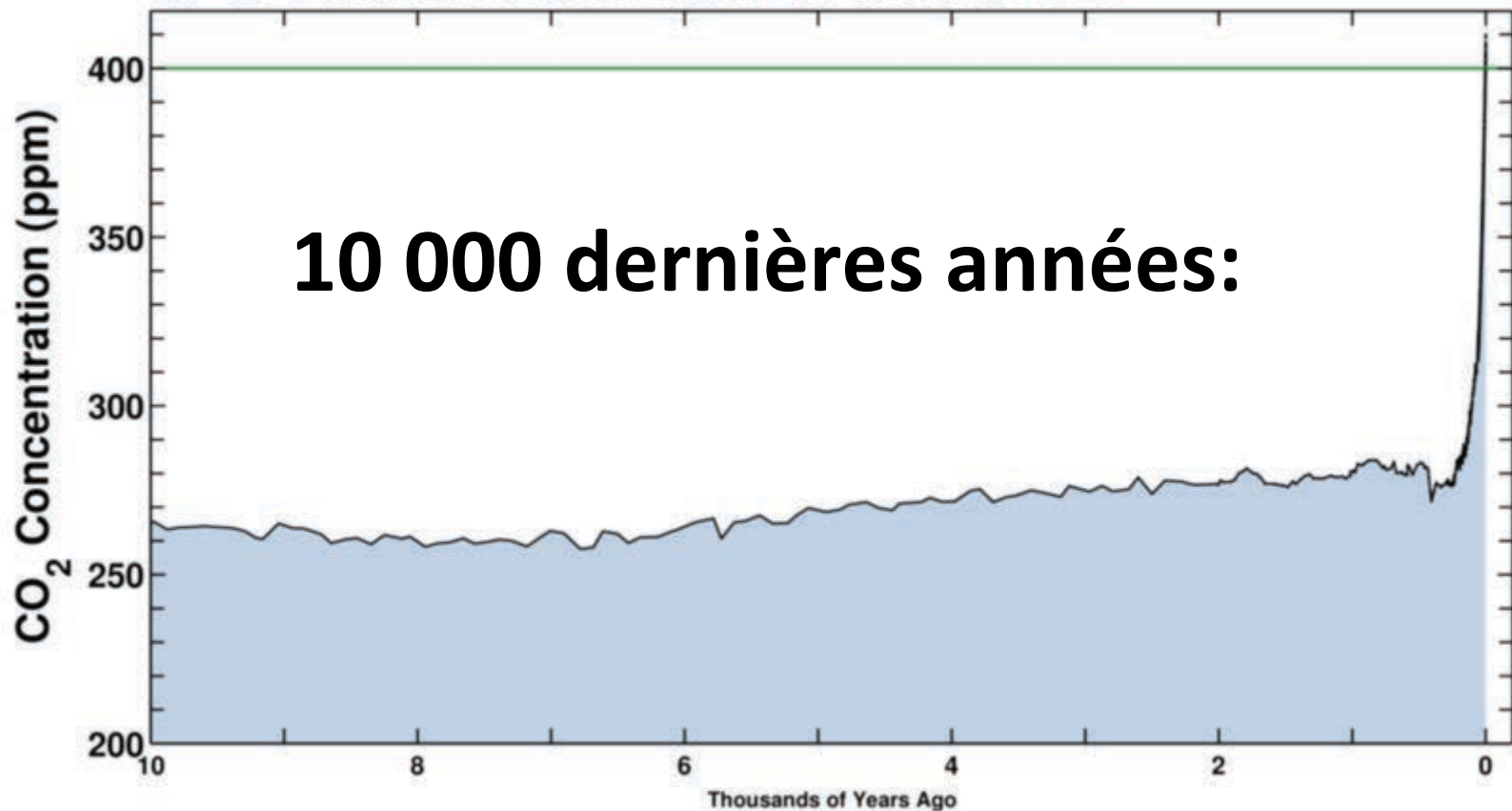
Concentration en CO₂

29 janvier 2018 (Courbe de Keeling)

Latest CO₂ reading
January 29, 2018

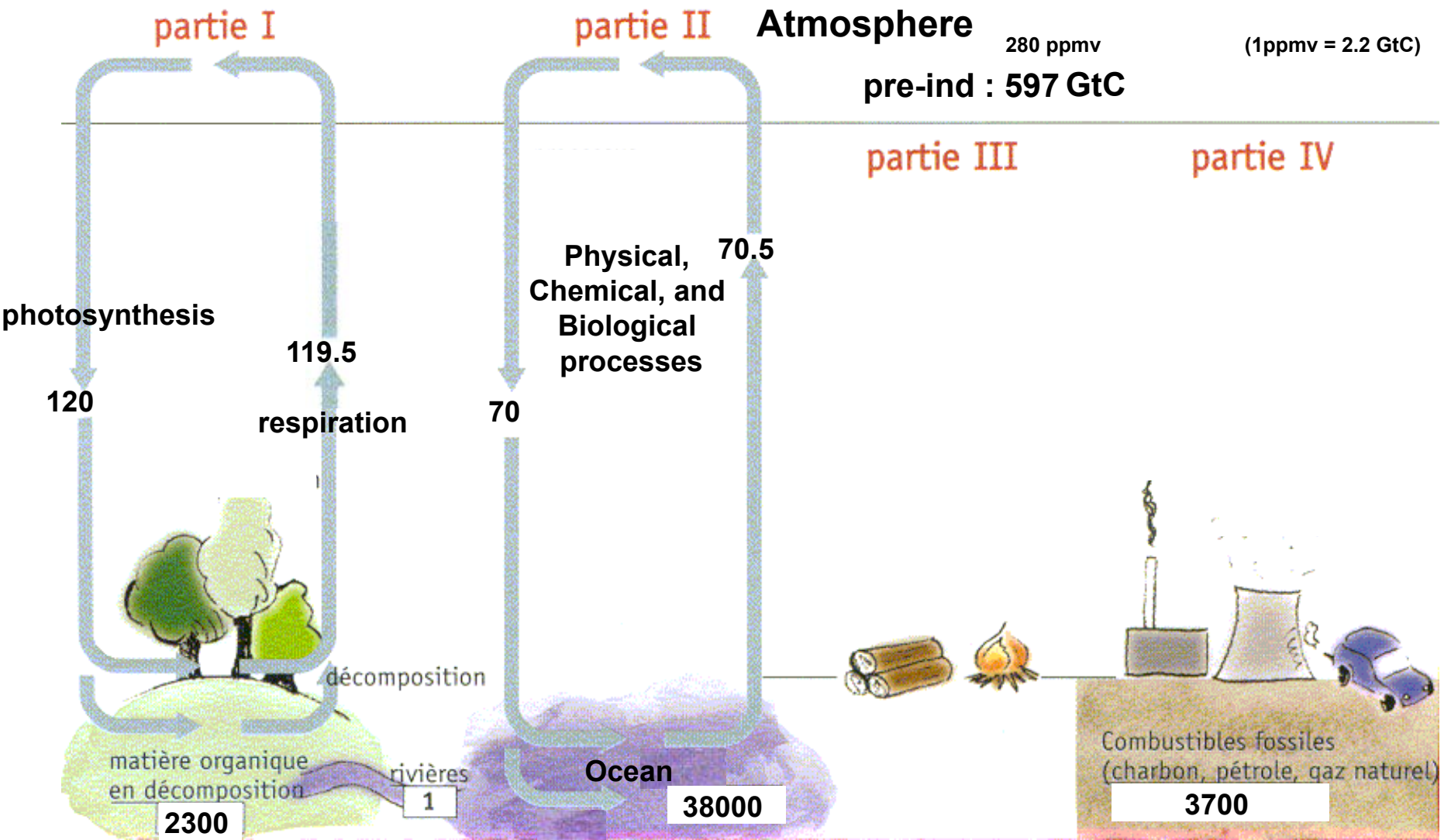
408.29 ppm

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



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

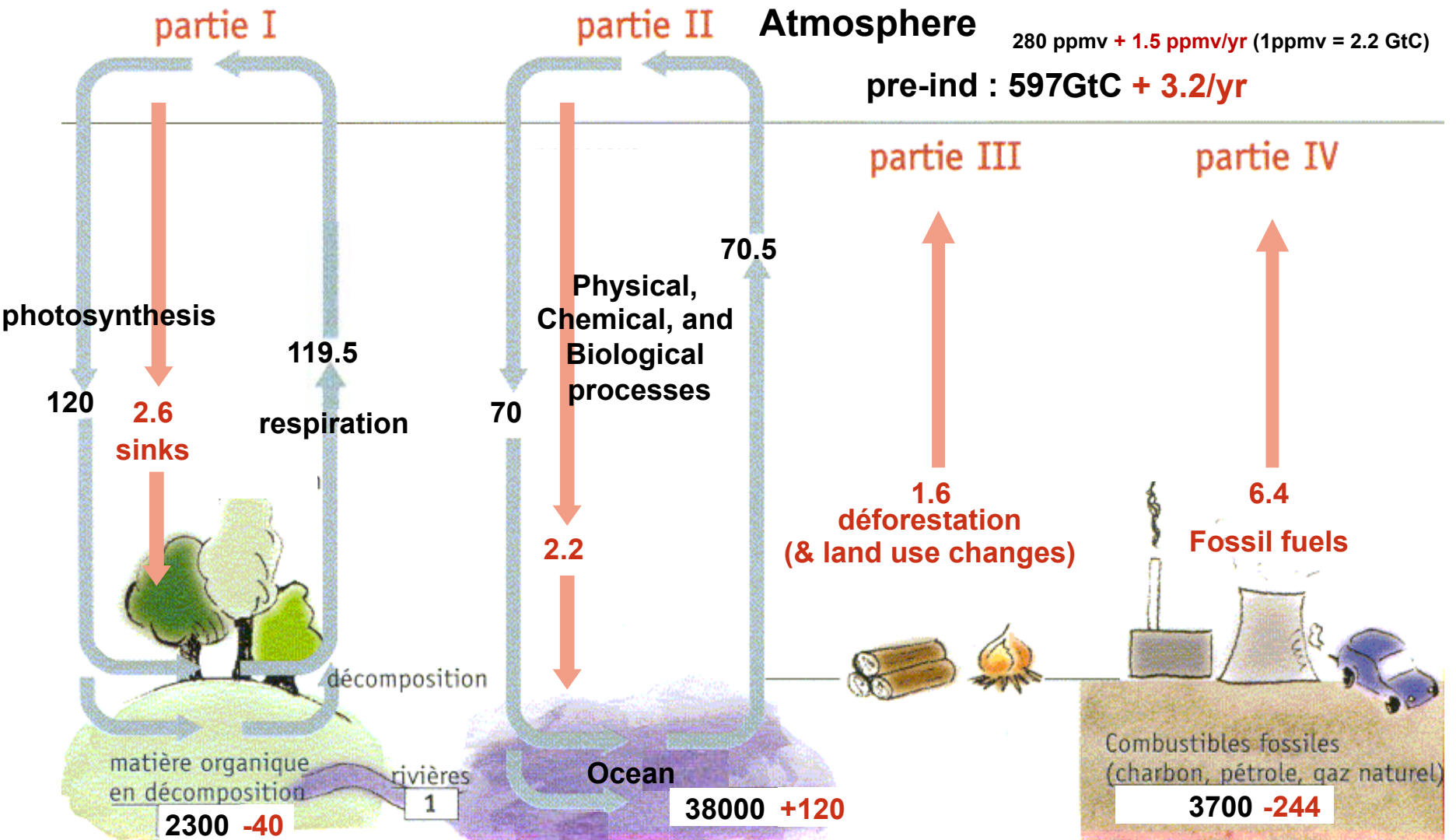
Carbon cycle: unperturbed fluxes



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

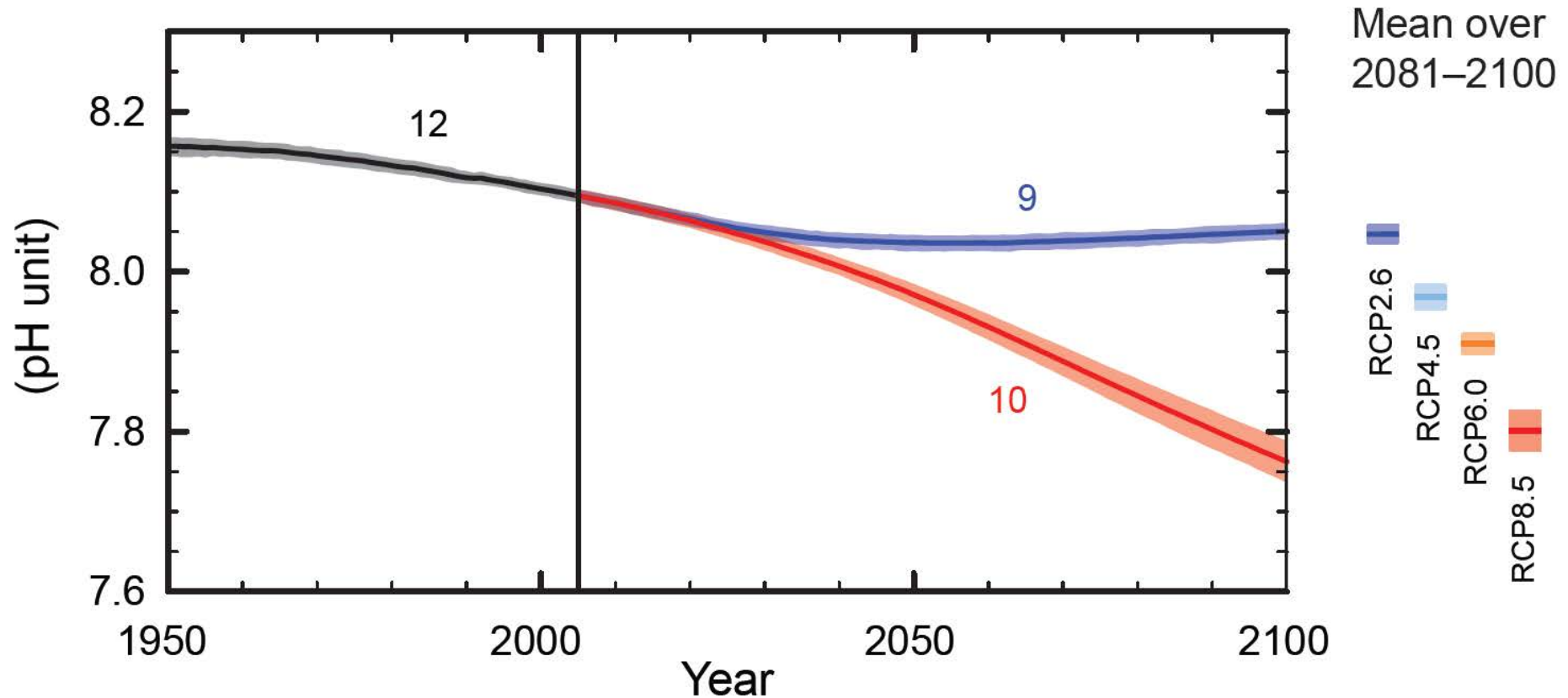
Stocks!

Figure SPM.7c

Global ocean surface pH

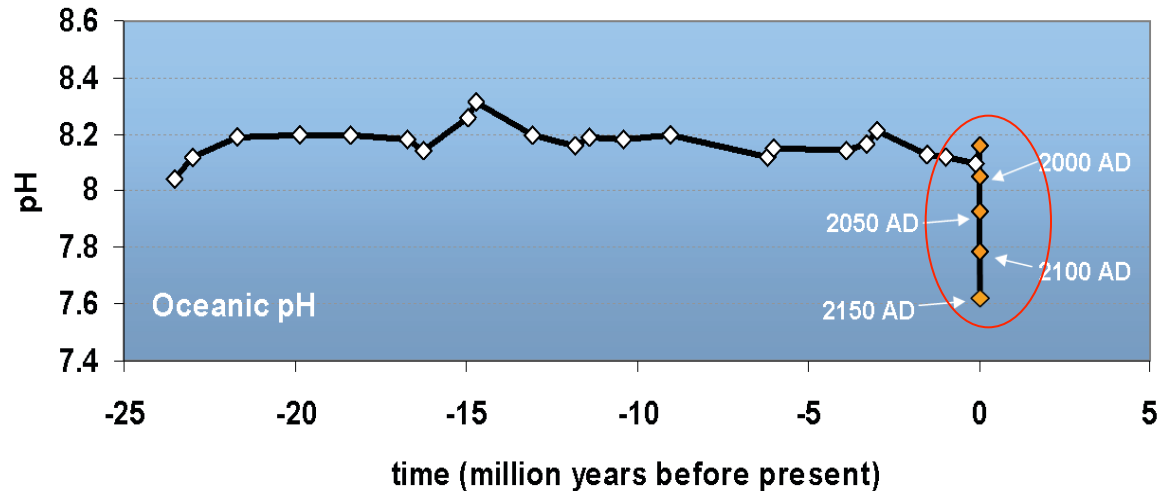
All Figures © IPCC 2013

Acidification: plus le pH est bas, plus l'océan est acide



Les océans s'acidifient rapidement...

Changes in pH over the last 25 million years



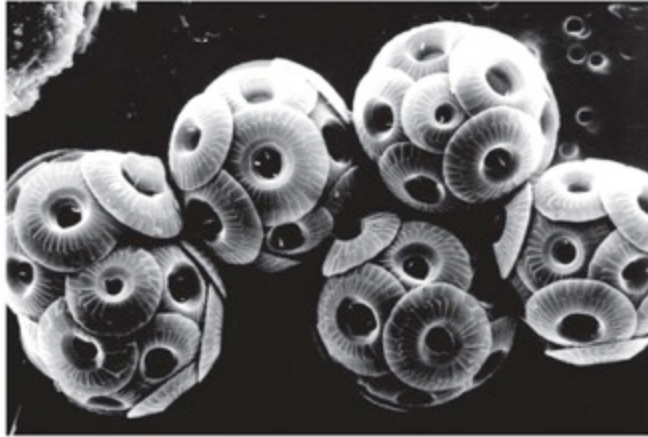
“Today is a rare event in the history of the World”

- 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

Organismes menacés par l'acidification marine



(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

Les récifs coralliens meurent par la chaleur et l'acidité



American Samoa (from www.globalcoralbleaching.org)

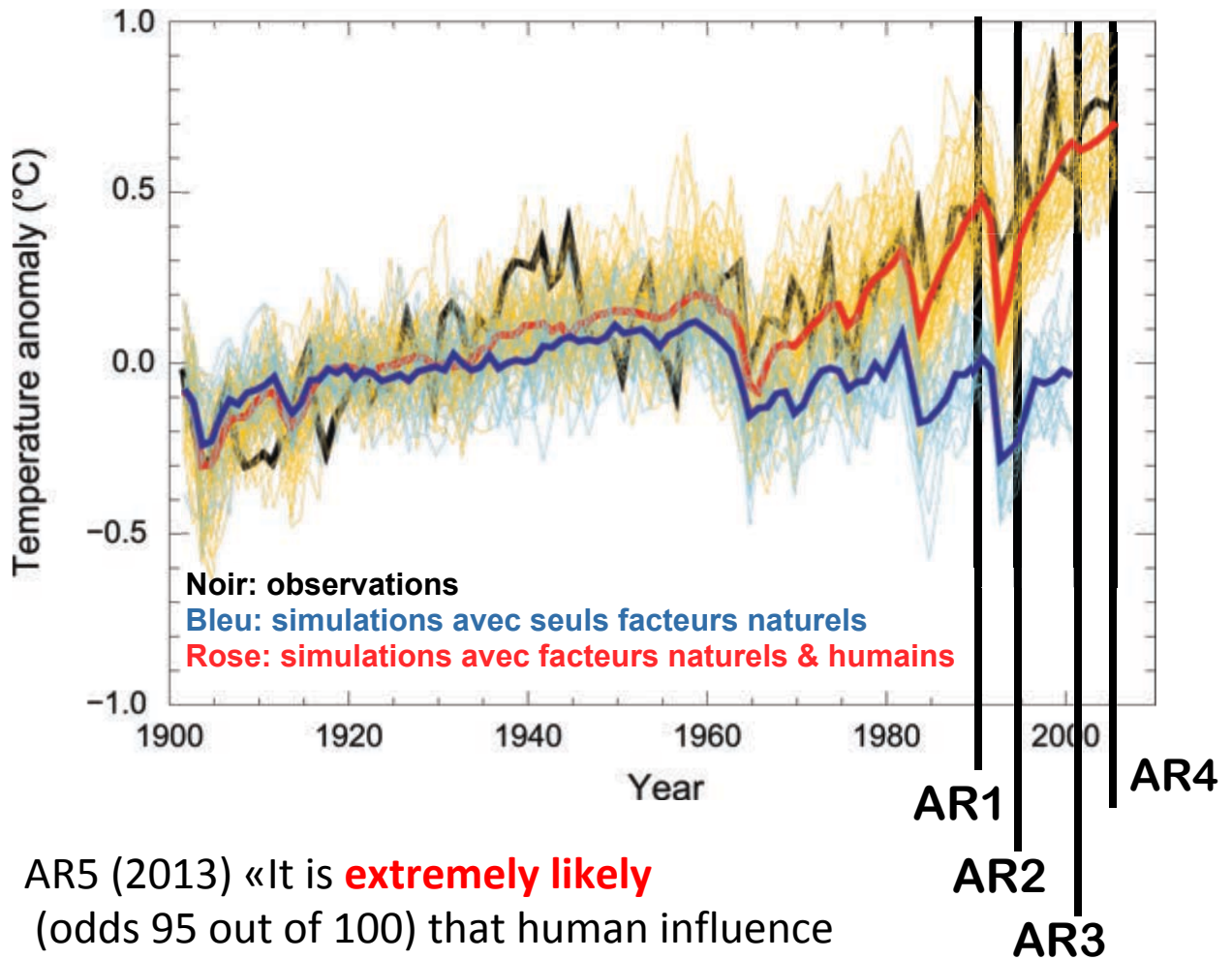
Une certitude de plus en plus grande que le réchauffement est bien principalement dû aux gaz à effet de serre

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

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

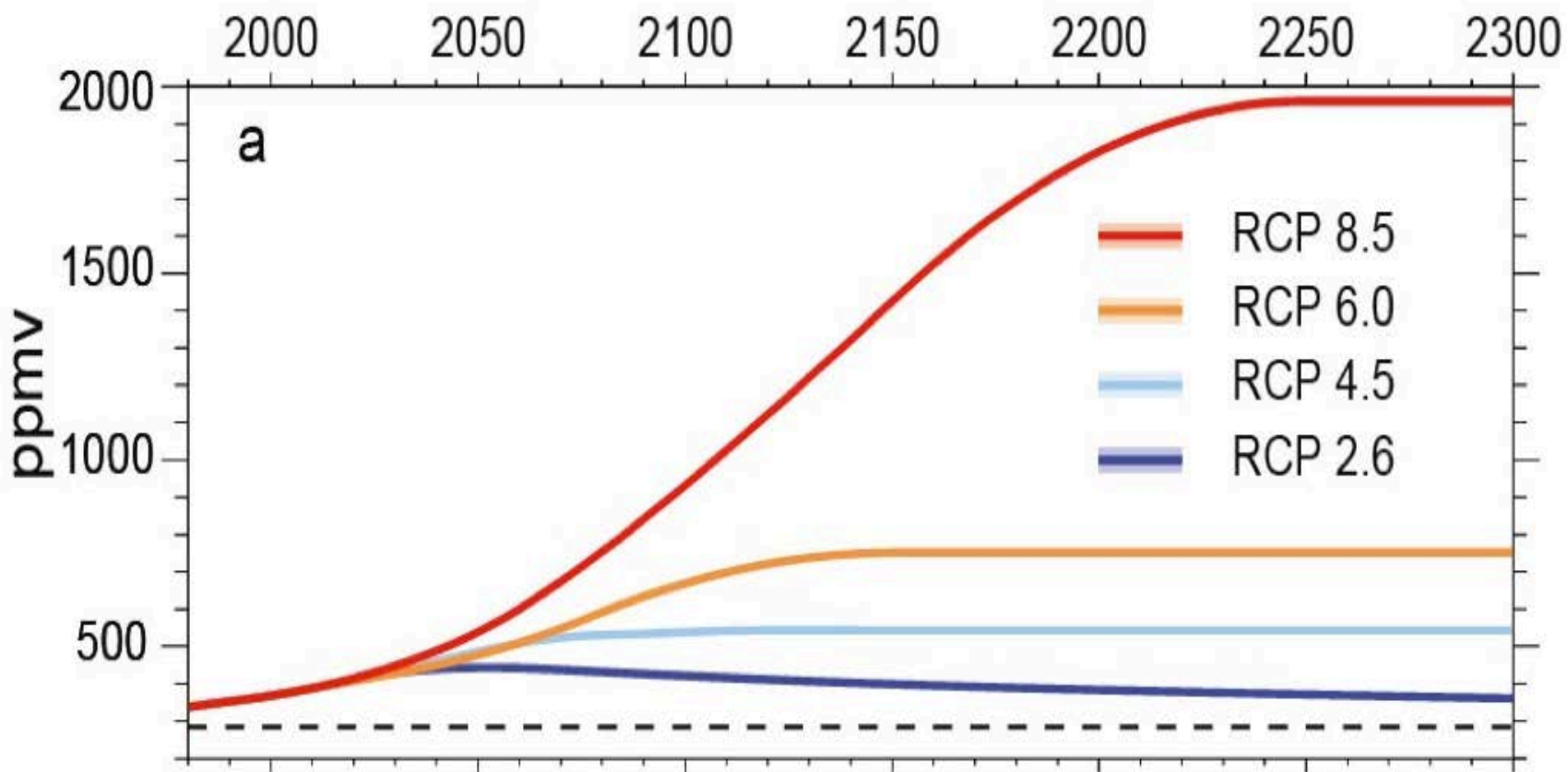
AR3 (2001): “most of the warming of the past 50 years is **likely** (odds 2 out of 3) due to human activities”

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



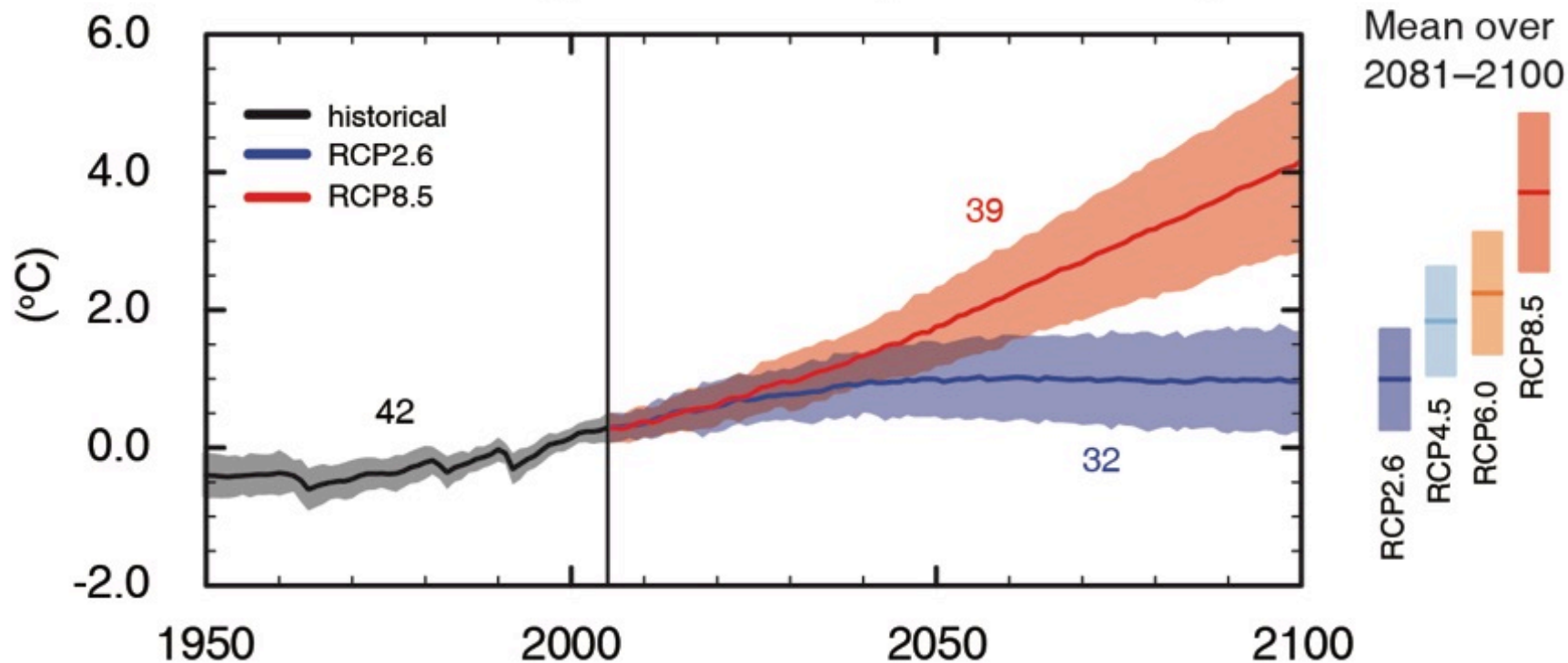
AR5 (2013) «It is **extremely likely** (odds 95 out of 100) that human influence has been the dominant cause... »

RCP Scenarios: Atmospheric CO₂ concentration



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

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



(IPCC 2013, Fig. SPM.7a)

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

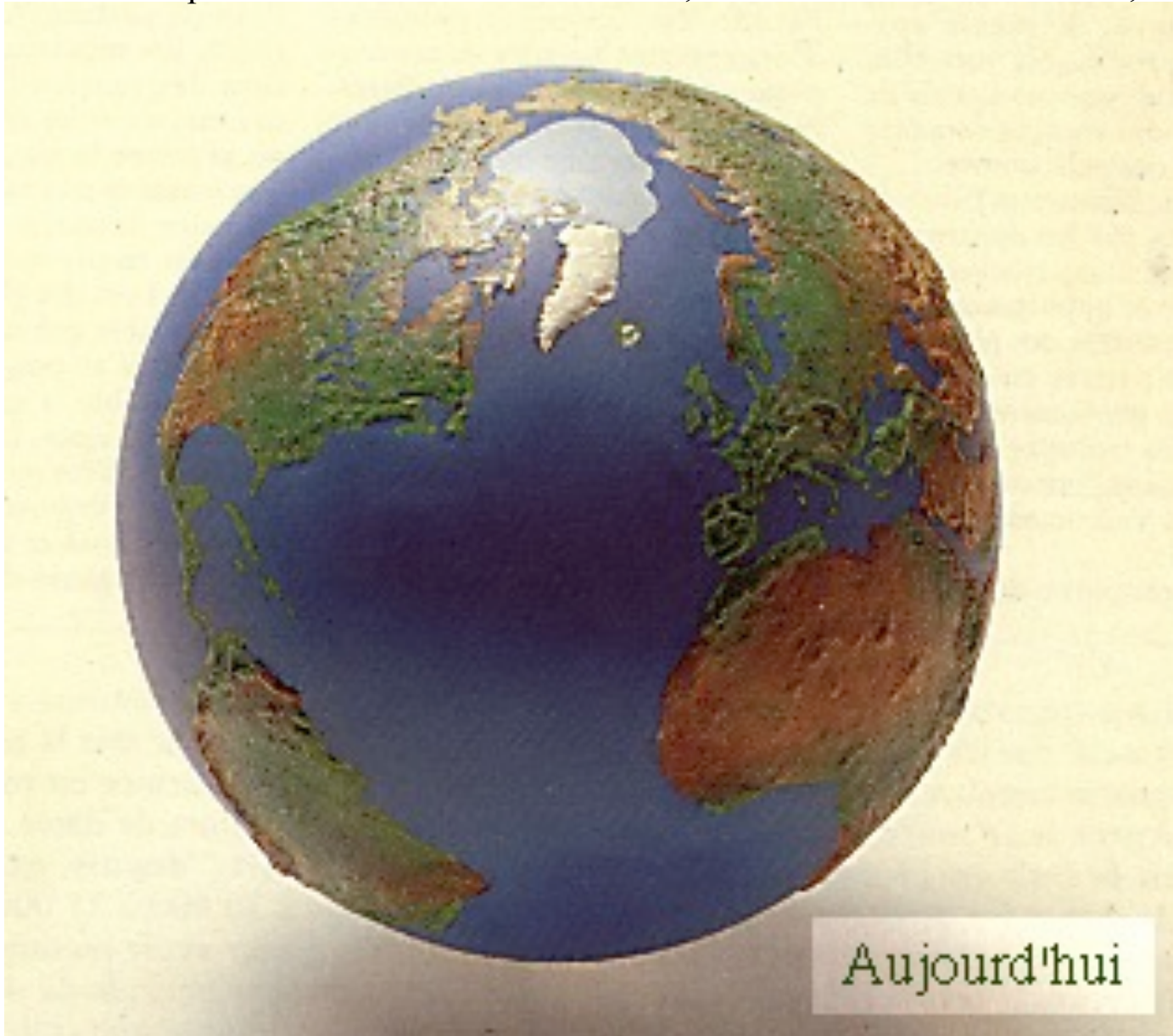
18-20000 years ago (Last Glacial Maximum)

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

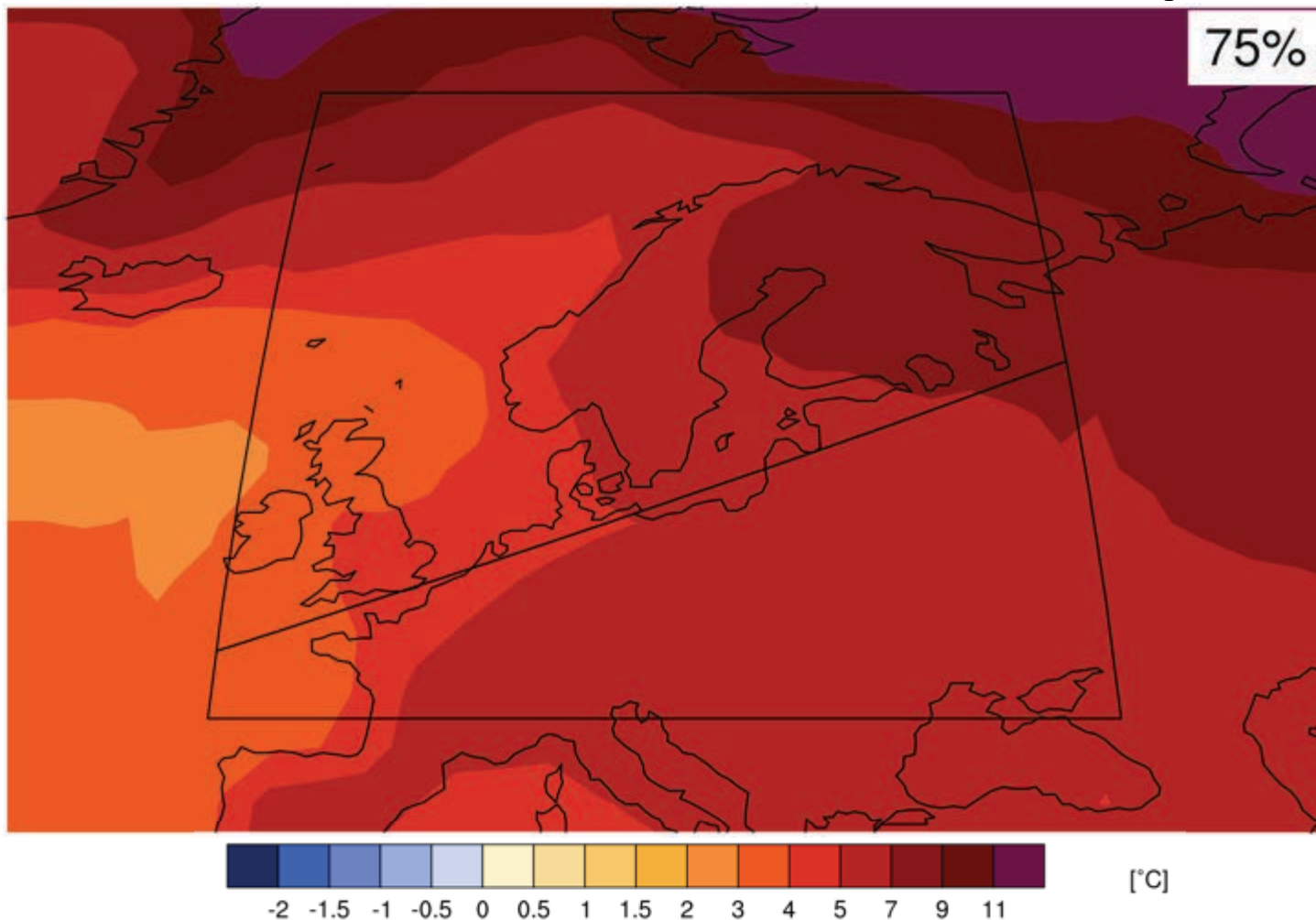


Today, with +4-5°C globally

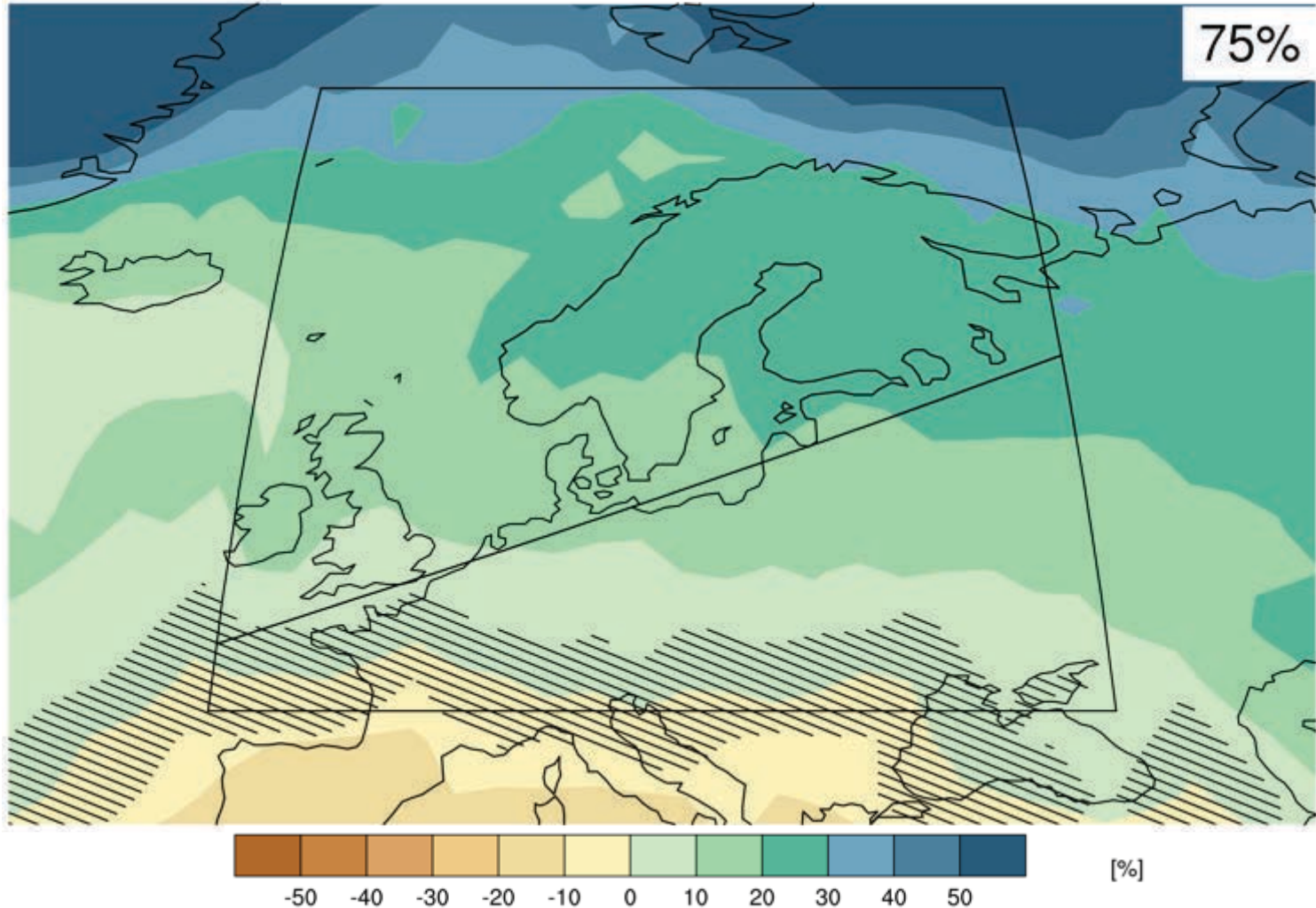
With permission from Dr. S. Joussaume, in « Climat d'hier à demain », CNRS éditions.



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

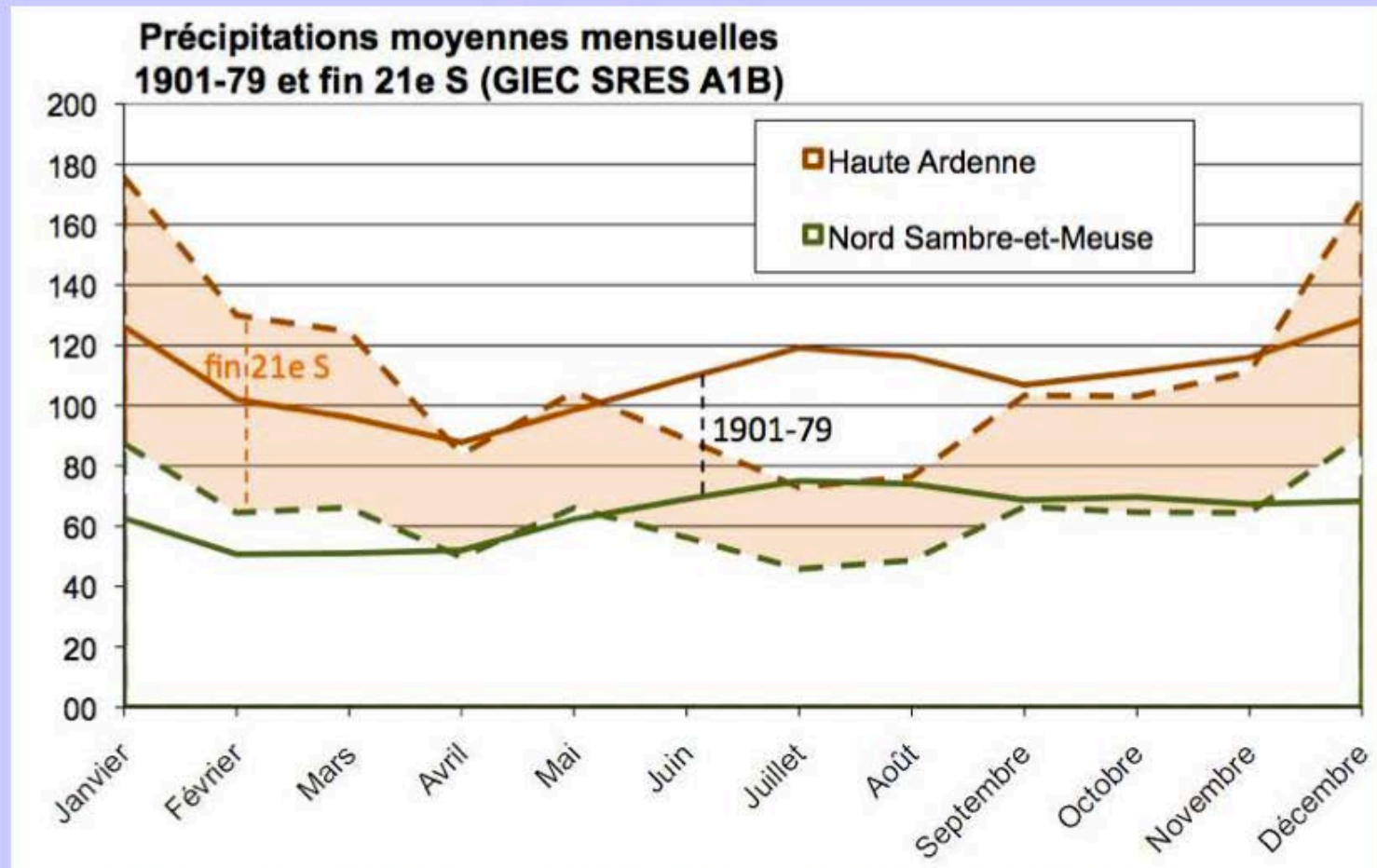


North Europe - Map of precipitation changes in 2081–2100 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario (annual)



Le changement climatique en Wallonie

précipitations



(graphique construit selon les climatogrammes disponibles sur le site www.meteo.be)

Groupe de travail "Forêts et changement climatique" - Janvier 2009

Sea Level

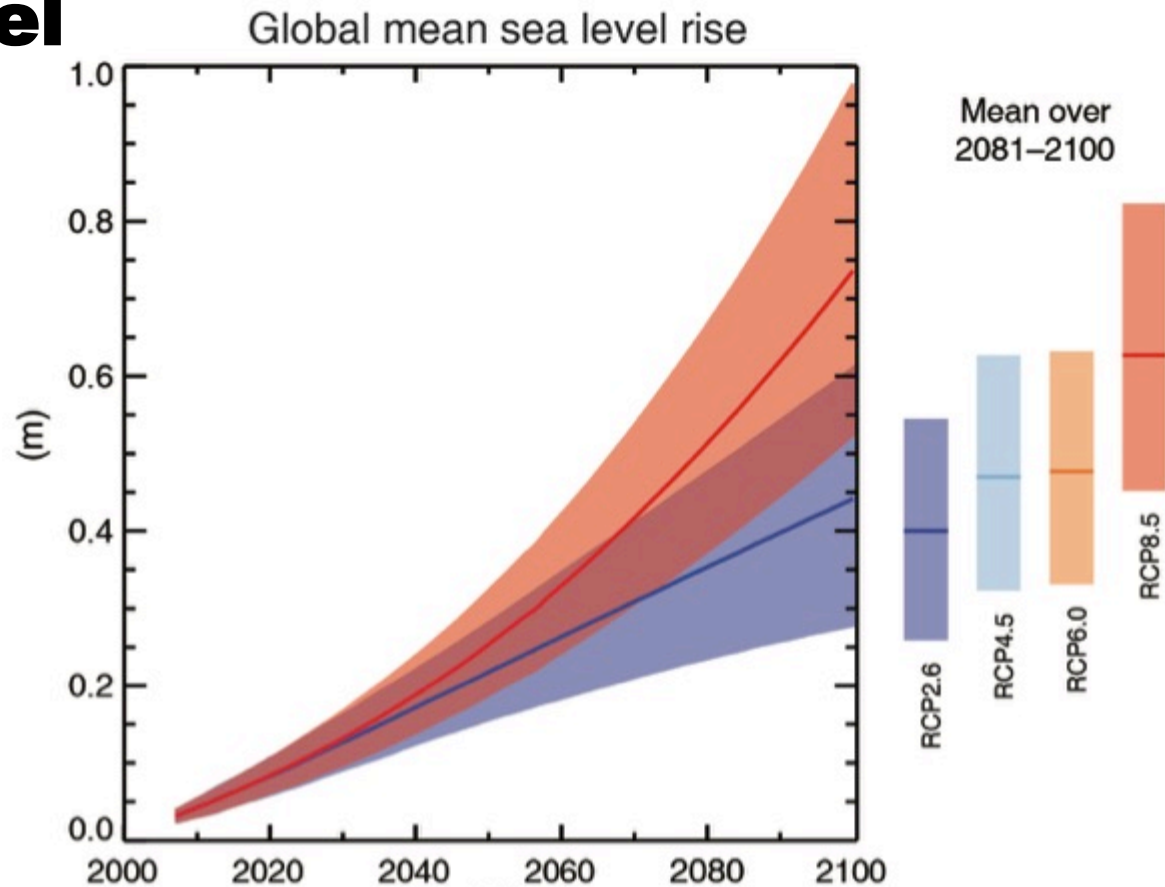


Fig. SPM.9

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

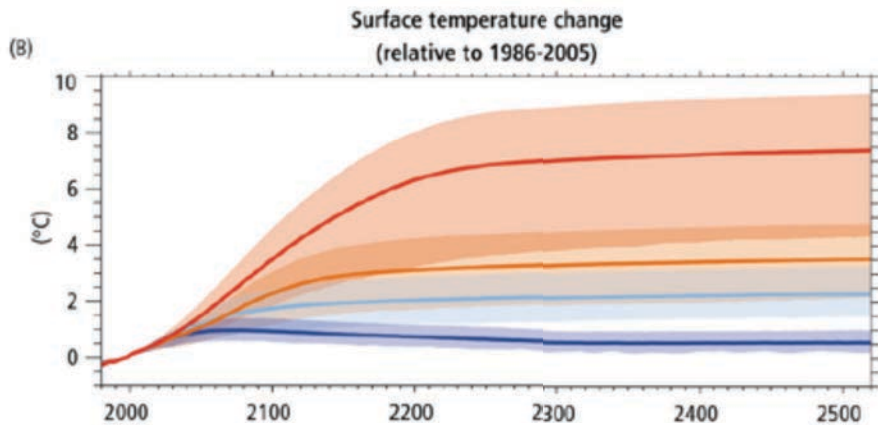
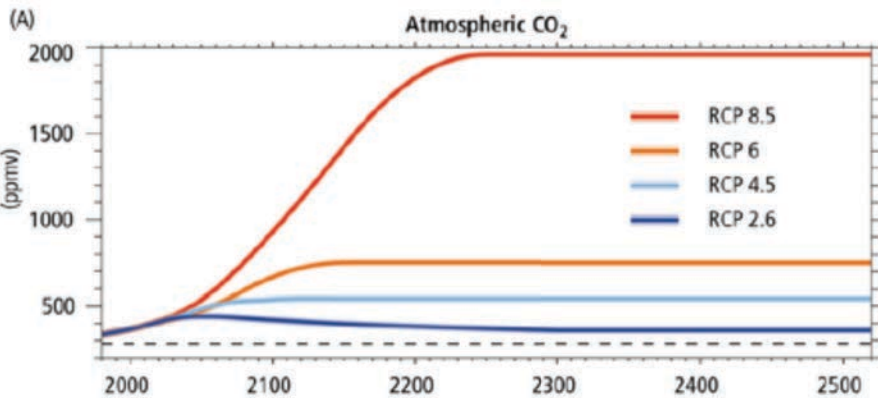
RCP8.5 (in 2100), *likely* range: 52 to 98 cm

(Reference level: 1986-2005)

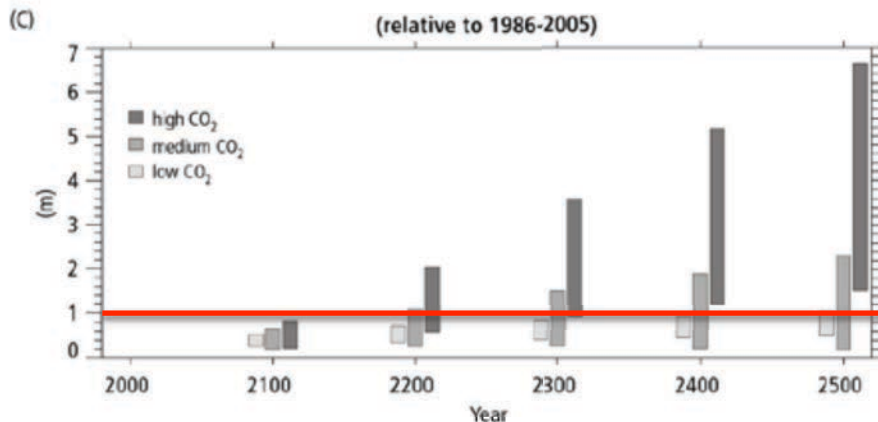
Sea level rise beyond 2100 may challenge natural and human systems:

1.5°C

...affecting habitat, freshwater resources, human society through flood events



Global mean sea level rise



Paleo-observations as a reference

5-9 m : ...during the last interglacial (Eemian, 125.000 ya, at 0.7-2°C above pre-industrial)

>7m : ...last time when the atmosphere had 400 ppm CO₂ (in Pliocene, 3-5 Mya)

RCP6.0, 8.5

WGI Figure 12.43 and Table 13.8 SYR 2.8

RCP4.5

RCP2.6

~1.5°C

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)

À Porto Rico, le cyclone Maria a déclenché en 2017 la pire crise humanitaire des Etats-Unis depuis des décennies



En première ligne: les Maldives



Rue du Ministère de l'environnement, Maldives, août 2015



Devant le Ministère des Affaires étrangères, Maldives, août 2015



وزارت امور خارجه
وزارت امور خارجه
وزارت امور خارجه
وزارت امور خارجه

MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS



Flood risk adaptation in Bangladesh (example): cyclone shelters, awareness raising, forecasting and warning

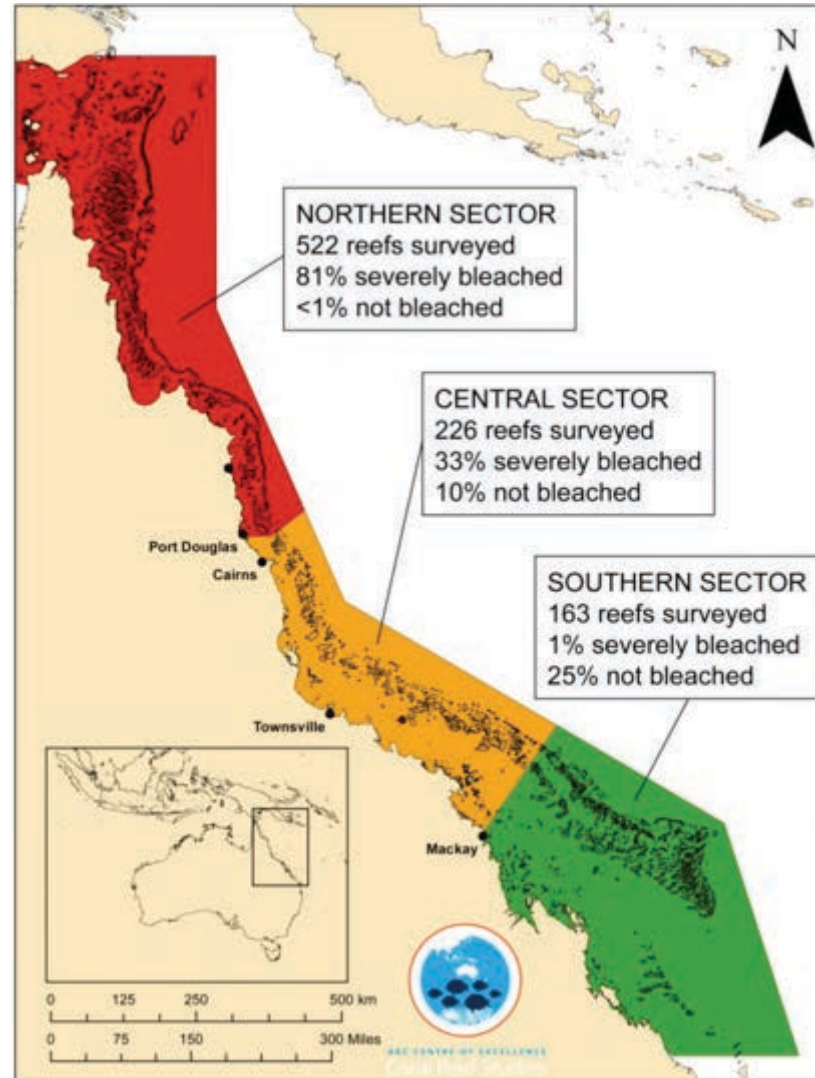


photo: Dr Thorsten Klose/German Red Cross (2010), evaluation of the Community Based Disaster Preparedness Programme run by the Red Cross in 1996-2002

De nombreux écosystèmes n'arrivent pas à s'adapter, car les changements sont trop rapides.

- **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).**

2016: 93% de la Grande Barrière de Corail a été affectée par le blanchissement des coraux



Biodiversité (+)

- Evolution, selon une projection climatique, de la zone où le climat convient au hêtre [de beuk]

Présent



2 x CO₂

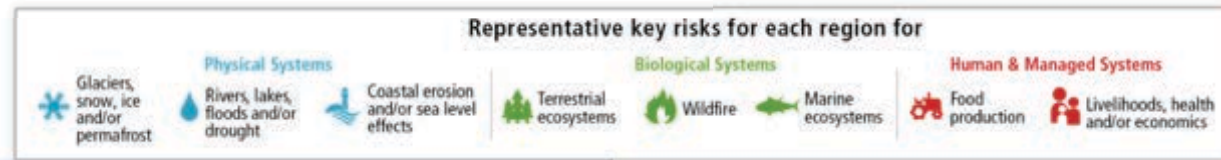
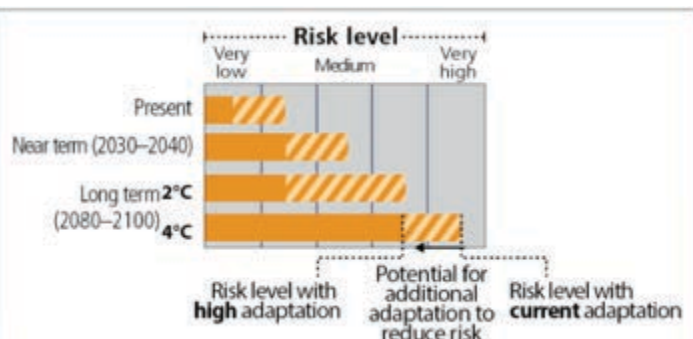
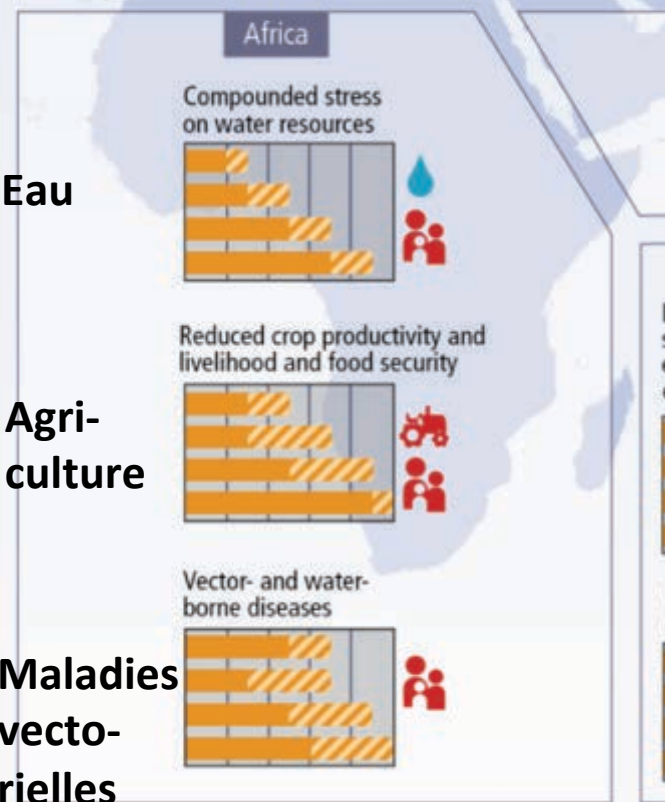
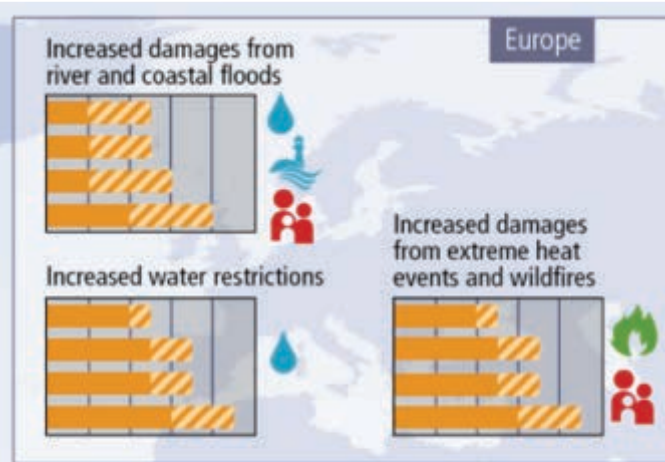




VULNERABILITE ET EXPOSITION

DANS LE MONDE ENTIER

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



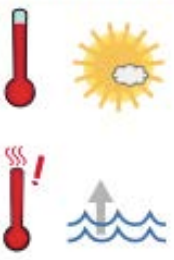
Eau

Agri-
culture







Maladies
vecto-
rielles

Risque majeur pour l'Afrique: eau

Aggravation des pressions exercées sur les ressources hydriques déjà lourdement sollicitées par la surexploitation et la dégradation, et qui feront face à l'avenir à une demande accrue. Stress dû à la sécheresse exacerbé dans les régions africaines déjà exposées à ce fléau (*degré de confiance élevé*).


Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation		
		Très faibles	Modérés	Très élevés
	Moment présent	[Progress bar showing low risk]		
	Court terme (2030–2040)	[Progress bar showing moderate risk]		
	Long terme 2°C (2080–2100) 4°C	[Progress bar showing high risk]		













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

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	[Bar chart showing low risk]		
	Court terme (2030–2040)	[Bar chart showing moderate risk]		
	Long terme 2°C (2080–2100) 4°C	[Bar chart showing high risk]		



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

Risque majeur pour l'Afrique: santé

Variations de l'incidence et de l'extension géographique des maladies à transmission vectorielle ou d'origine hydrique dues à l'évolution des températures et des précipitations moyennes et de leur variabilité, en particulier aux limites de leurs aires de répartition (*degré de confiance moyen*)

Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation		
		Très faibles	Modérés	Très élevés
	Moment présent		▨	
	Court terme (2030–2040)		▨	
	Long terme 2°C (2080–2100) 4°C		▨	



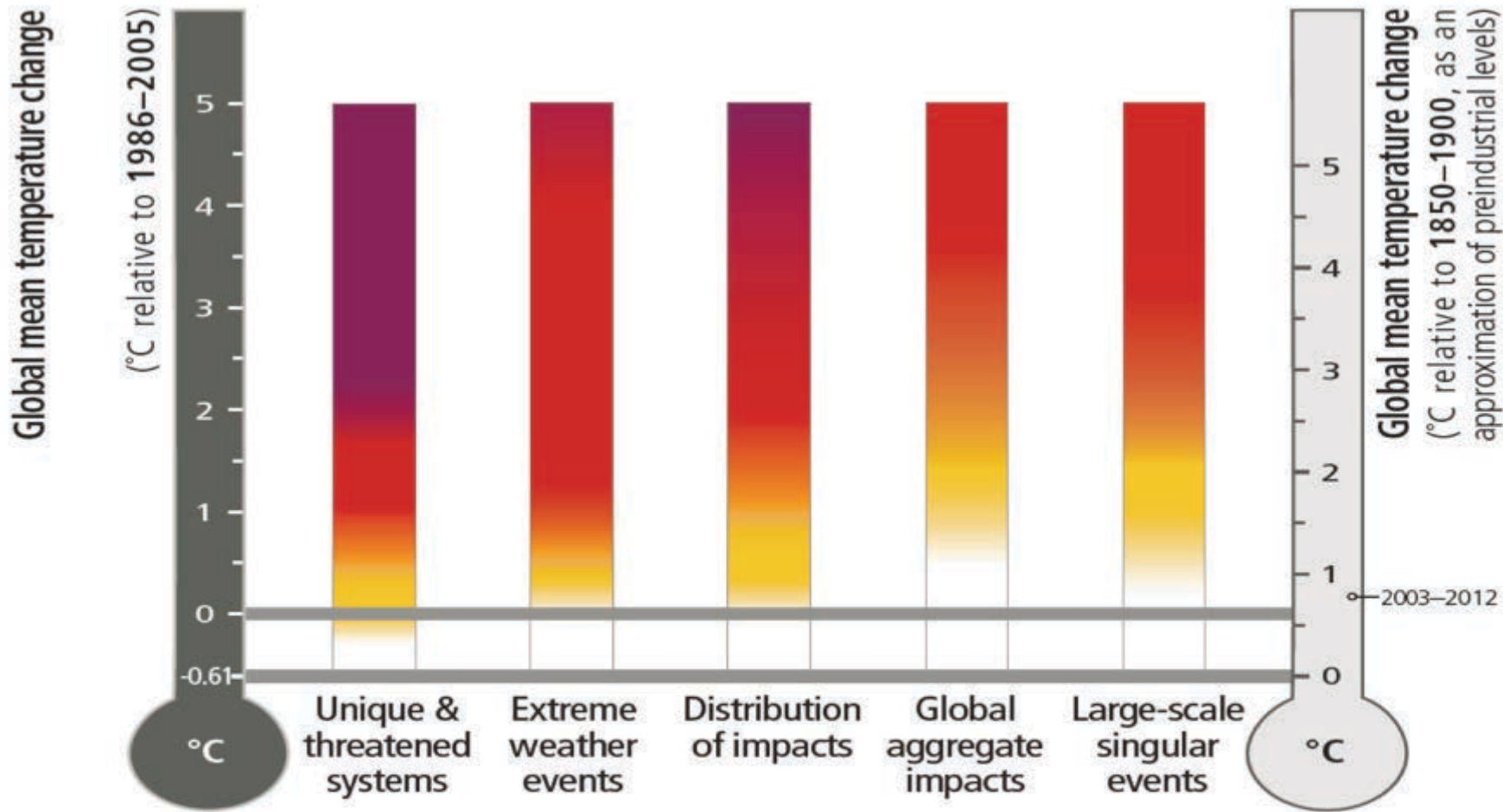
Facteurs déterminants des incidences liées au climat									
Tendence au réchauffement	Température extrême	Tendence à l'assèchement	Précipitations extrêmes	Précipitations	Enneigement	Cyclones destructeurs	Niveau de la mer	Acidification des océans	Fertilisation par le dioxyde de carbone

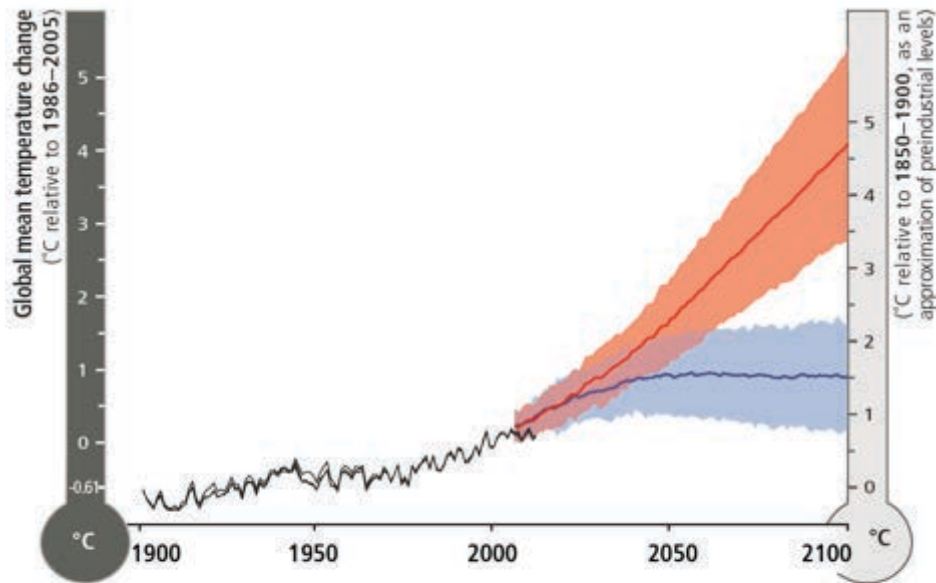


LES RISQUES DES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

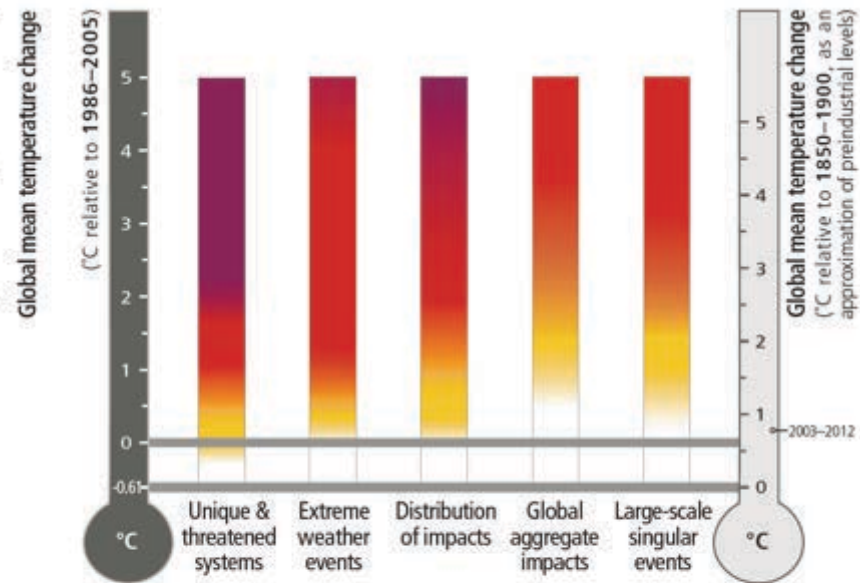
AUGMENTENT

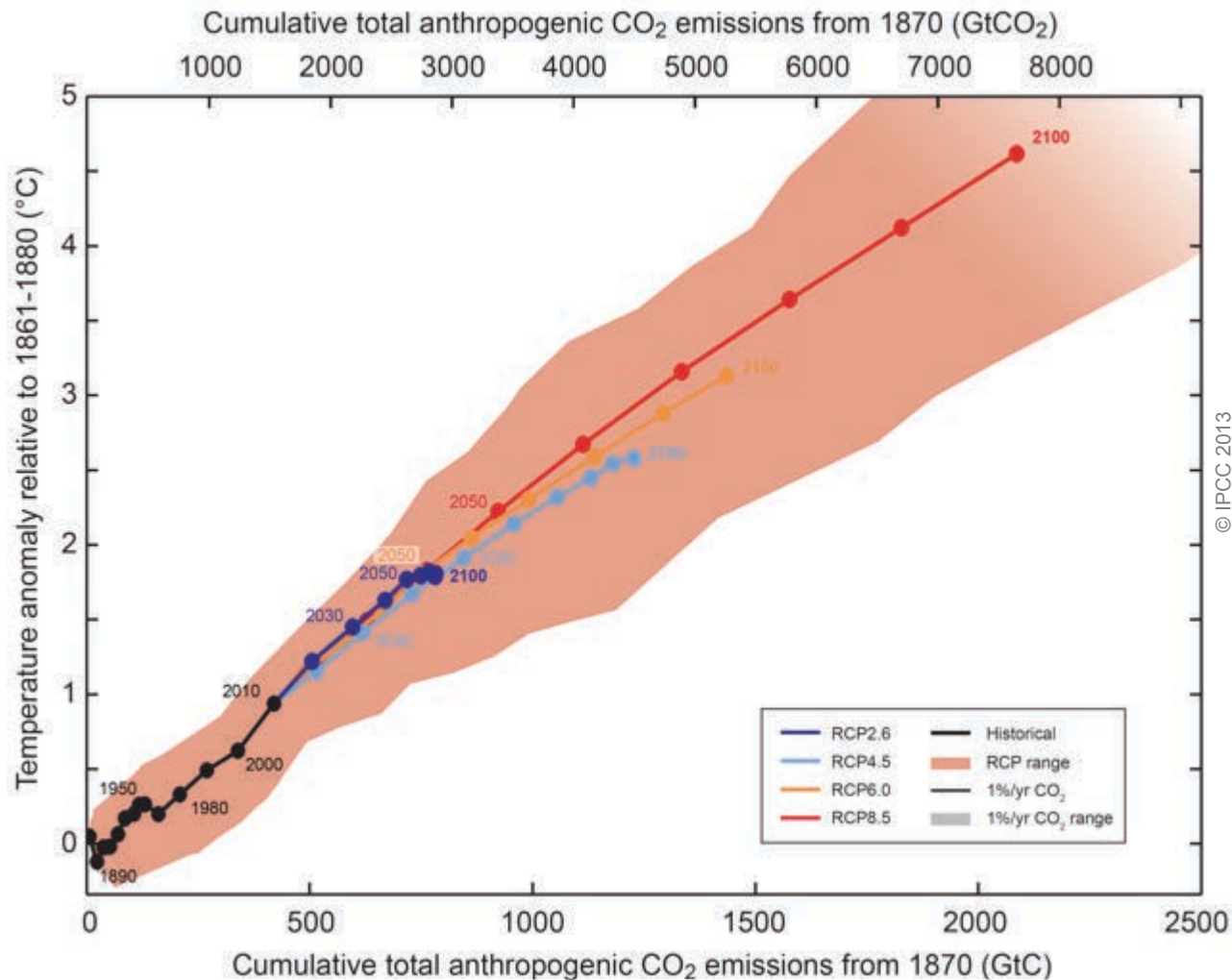
AVEC DES
EMISSIONS EN
CROISSANCE
CONTINUE





- Observed
- RCP8.5 (a high-emission scenario)
- Overlap
- RCP2.6 (a low-emission mitigation scenario)





© IPCC 2013

Fig. SPM.10

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

Le fenêtre pour l'action se ferme rapidement

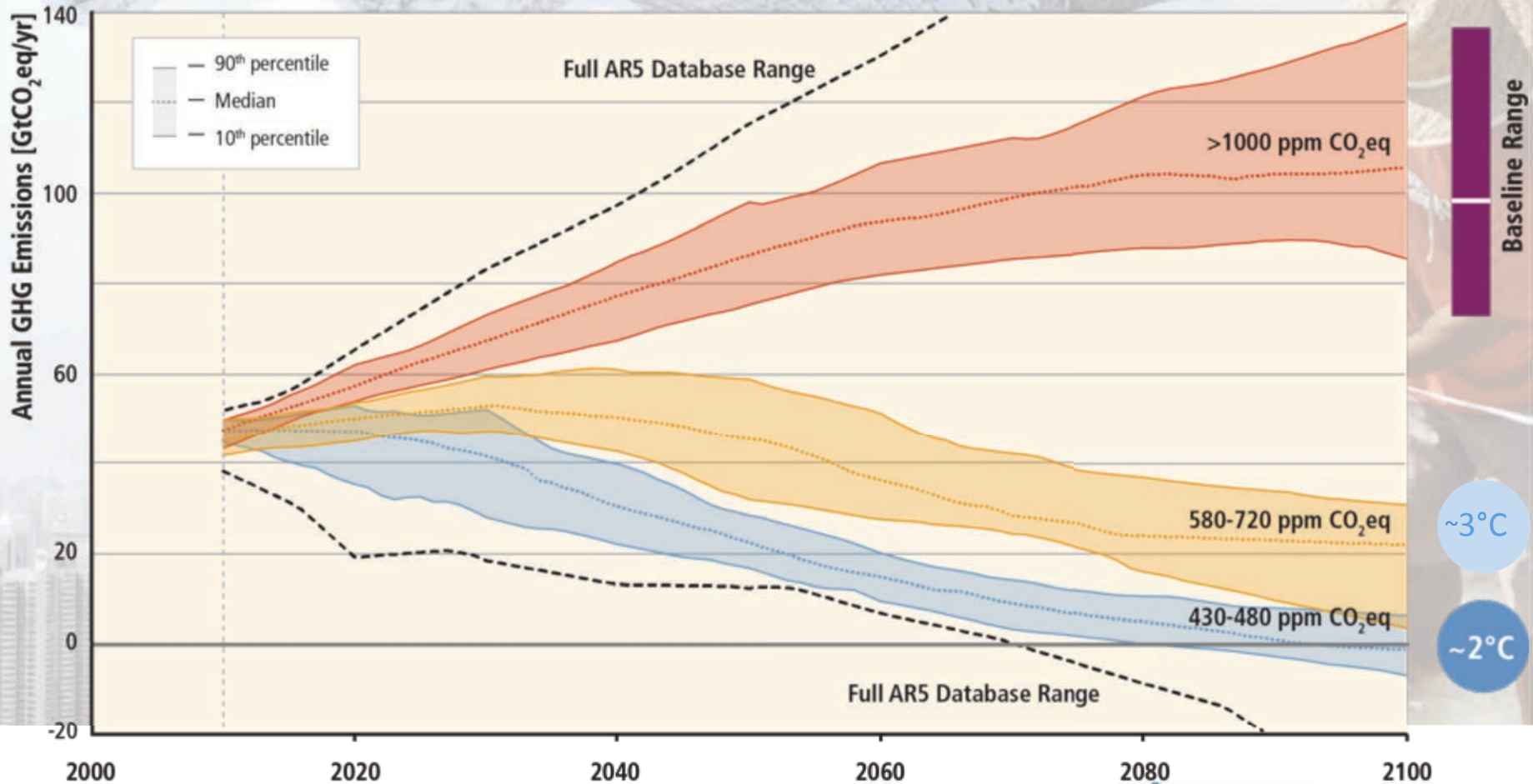
65% du budget carbone "compatible" avec un objectif de 2°C a déjà été utilisé. Il faut noter que ce budget offre une probabilité d'au moins 66% de rester sous un réchauffement de 2°C



NB: Emissions en 2011: 38 GtCO₂/an

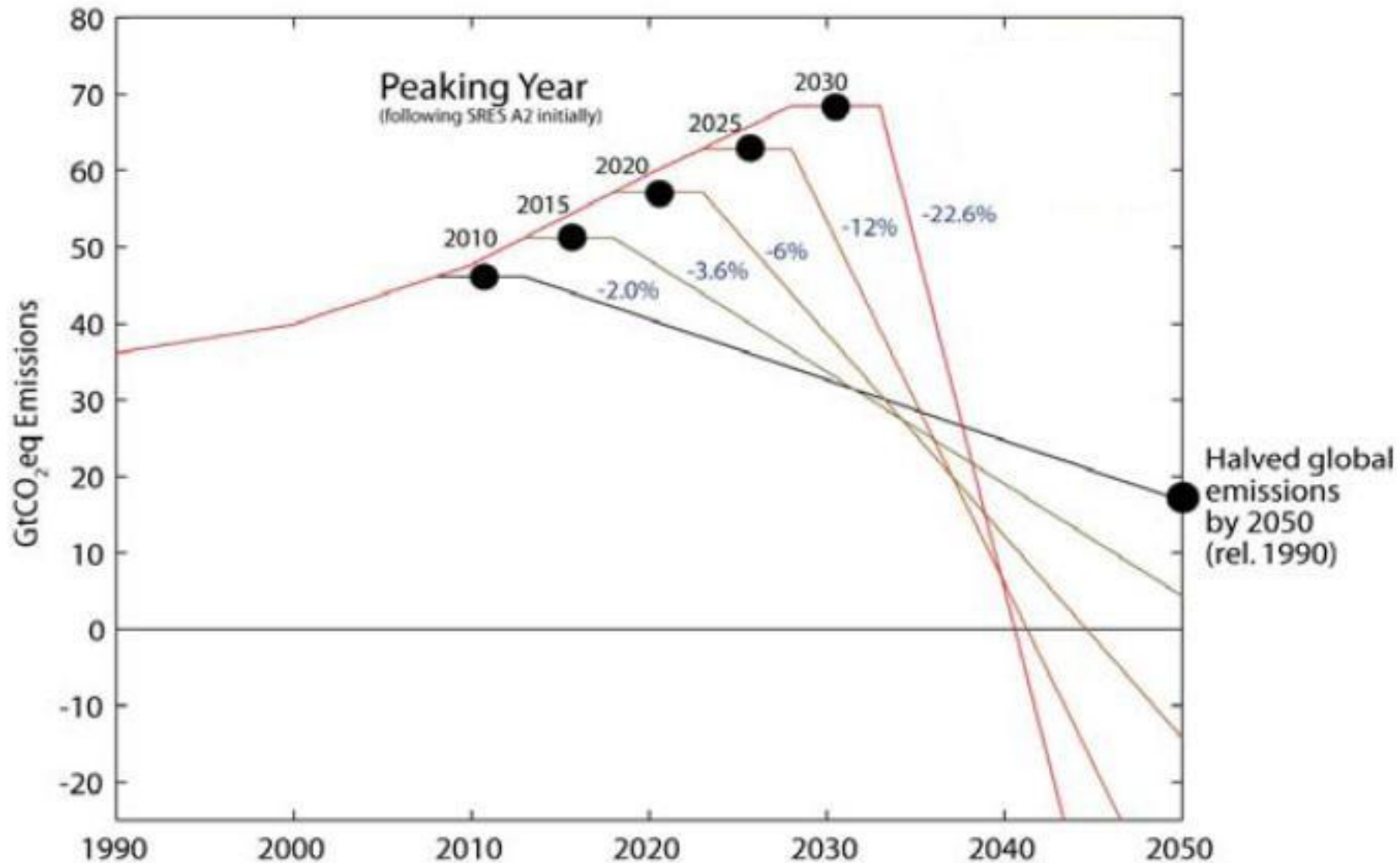
AR5 WGI SPM

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

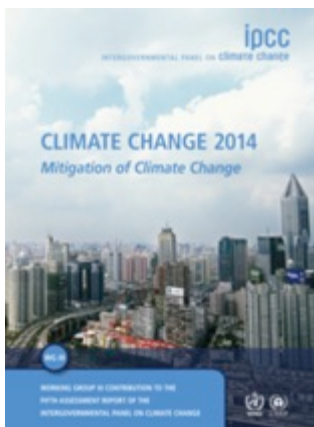


Based on Figure 6.7

The more we wait, the more difficult it will be



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



Que peut-on faire ?

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 [...]**

Mitigation Measures



More efficient use of energy



Greater use of low-carbon and no-carbon energy

- Many of these technologies exist today
- But worldwide investment in **research** in support of GHG mitigation is small...



Improved carbon sinks

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

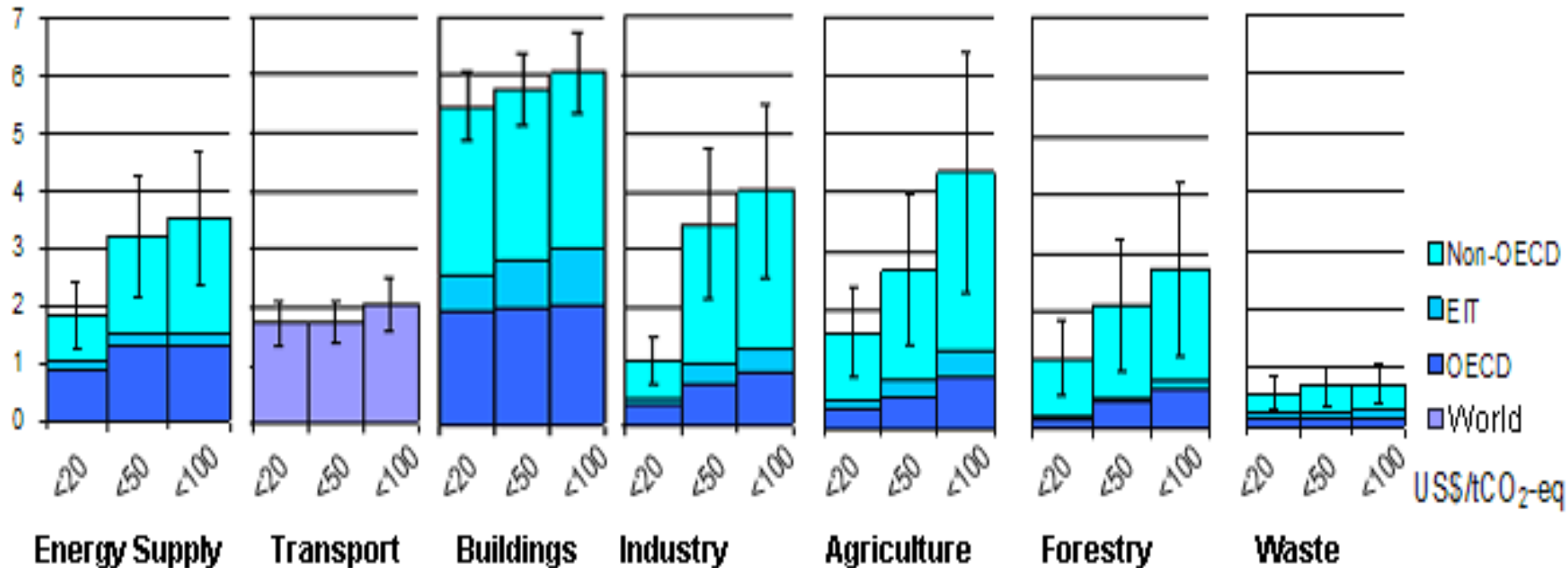


Lifestyle and behavioural changes

AR5 WGIII SPM

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

GtCO₂-eq / year (émissions évitées)



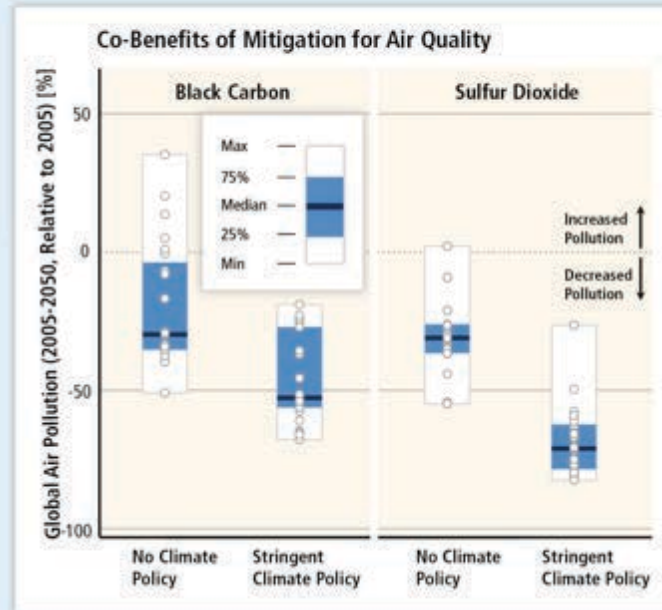
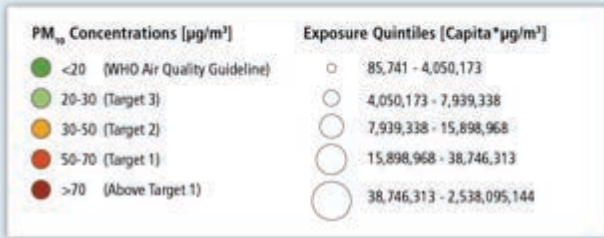
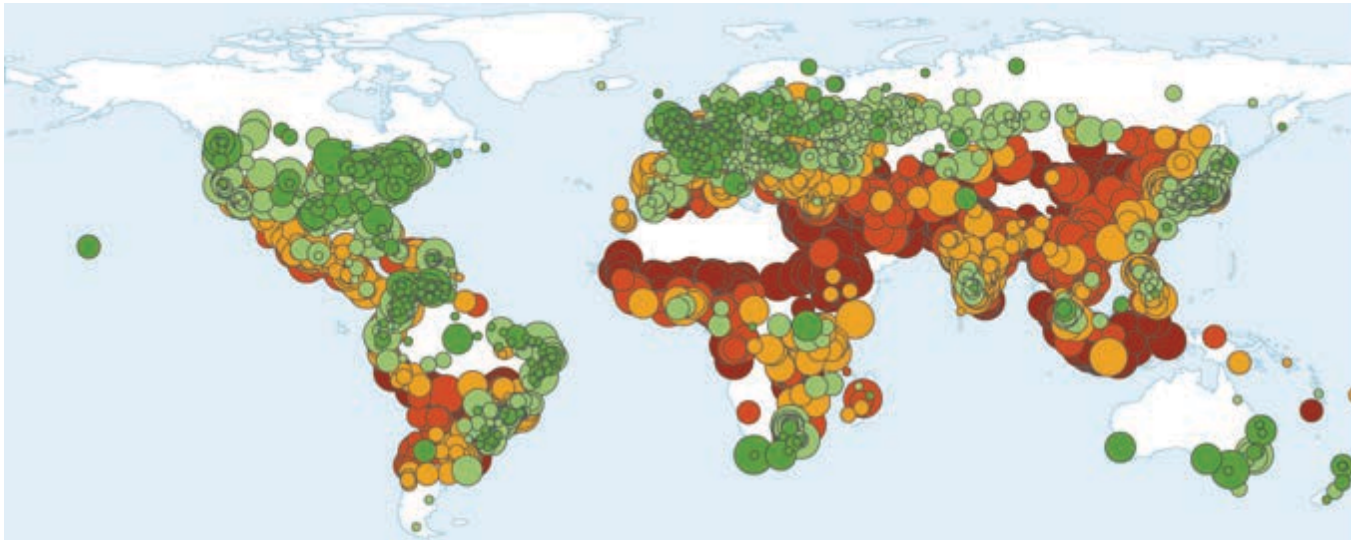
IPCC AR4 (2007)

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

- **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**



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

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



OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

SOLIDARITÉ climatique
UN MOUVEMENT ANIMÉ PAR **geres**

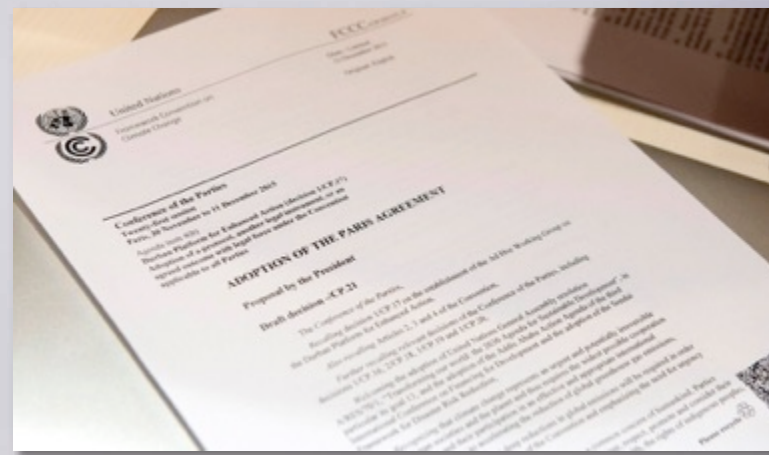


Isaac Cordal

Sur les Changements Climatiques 2015

COP21/CMP11

Paris, France



L'Accord de Paris: éléments clés

67



- *Différenciation*
- *Vision / Objectifs à long terme*
- *Cycle d'ambition*
- *Atténuation*
- *Adaptation / Pertes & préjudices*
- *Flux financiers*
- *Transparence & respect des engagements*

- texte de 12 pages
- assorti d'un set de décisions de la COP
(plan pour la mise en œuvre de l'accord + action pré-2020)

Accord sur le climat: points clés

Le texte juridiquement contraignant, adopté par 195 pays, entrera en vigueur en 2020

Températures

2100



Financement

2020-2025



Différenciation



Objectif d'émissions

2050



- *Contenir le réchauffement «nettement en dessous de 2°C».*
- *« Poursuivre l'action menée pour limiter l'élévation des températures à 1,5°C »*

- *Les pays riches doivent fournir 100 milliards de \$/an à partir de 2020, un «plancher»*
- *Nouvel objectif chiffré en 2025*

- *Les pays développés doivent continuer de «montrer la voie» en matière de réduction de GES**
- *Les pays en développement doivent «accroître leurs efforts d'atténuation» en fonction de leur situation*

- *Plafonnement des émissions de GES «dans les meilleurs délais»*
- *À partir de 2050 : réductions rapides pour un équilibre entre émissions dues à l'Homme et celles absorbées par les puits de carbone*

*Gaz à effet de serre

Accord sur le climat: points clés

Le texte juridiquement contraignant, adopté par 195 pays, entrera en vigueur en 2020

Partage des efforts



- *Les pays développés doivent apporter des ressources financières pour aider les pays en développement*

Les autres pays sont invités à fournir un soutien «à titre volontaire»

Mécanisme de révision

2023



- *Révision tous les 5 ans
Premier bilan mondial en 2023*
- *Chaque révision représentera une progression par rapport à la précédente*

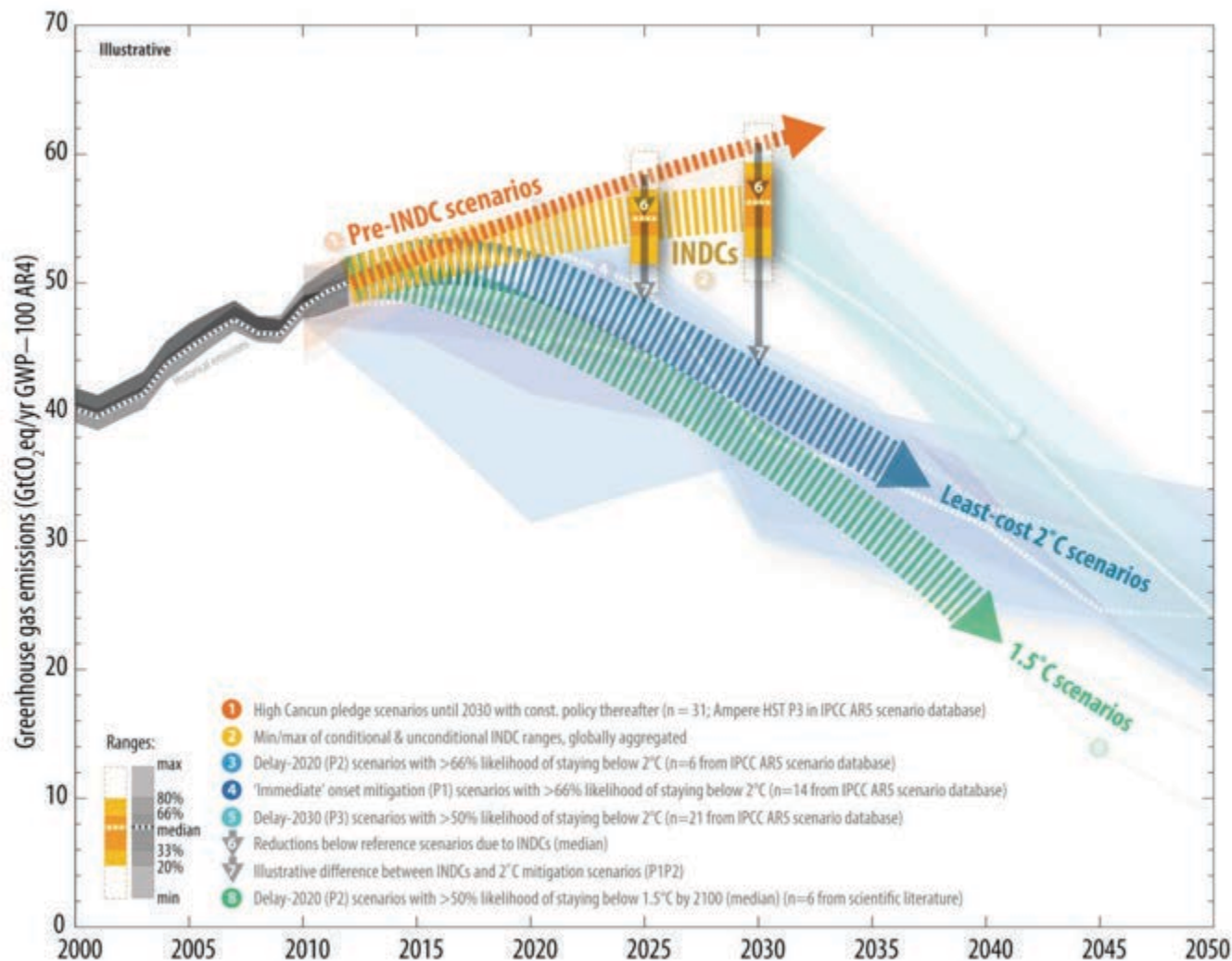
Pertes



- *Pour aider les pays vulnérables, il est nécessaire d'éviter, minimiser et prendre en compte les pertes dues au réchauffement*

*Gaz à effet de serre 

Si les plans nationaux (INDC) déposés dans le cadre de l'Accord de Paris ne deviennent pas plus ambitieux, les objectifs de 1.5 et 2°C ne pourront être atteints



Que pouvons-nous faire ?



Jean-Pascal van Ypersele
(vanypersele@astr.ucl.ac.be)

Que peut-on faire ?

- **Analyser l'empreinte-carbone de ses activités**
- **Diminuer sa consommation d'énergie fossile**
 - ✦ **Chauffage (isolation, thermostat, pompes à chaleur...)**
 - ✦ **Transport: transports publics, vélo (électrique ?), marche, co-voiturage, le moins d'avion possible**

Que peut-on faire ?

- **Diminuer notre consommation de biens dont la production, le transport ou l'usage exigent beaucoup d'énergie fossile ou émettent des gaz à effet de serre:**
 - ✦ **Ex: viande, alimentation hors-saison ou non-locale, produits électroniques peu durables, ...**
- **Choisir une électricité d'origine renouvelable**
- **S'assurer que notre épargne soutient des entreprises ou des projets « propres »**

Que pouvons-nous faire ?

- **Le plus important: agir comme citoyen éduqué et informé, dans la vie de tous les jours, et en interpellant ceux et celles qui sont à un niveau de décision supérieur (hommes et femmes politiques, chef(fe)s d'entreprises, d'associations...) pour que chacun (e) soit devant ses responsabilités, car les actes individuels sont importants, mais seront insuffisants sans mesures structurelles et ambitieuses pour faciliter la transition.**

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...



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):

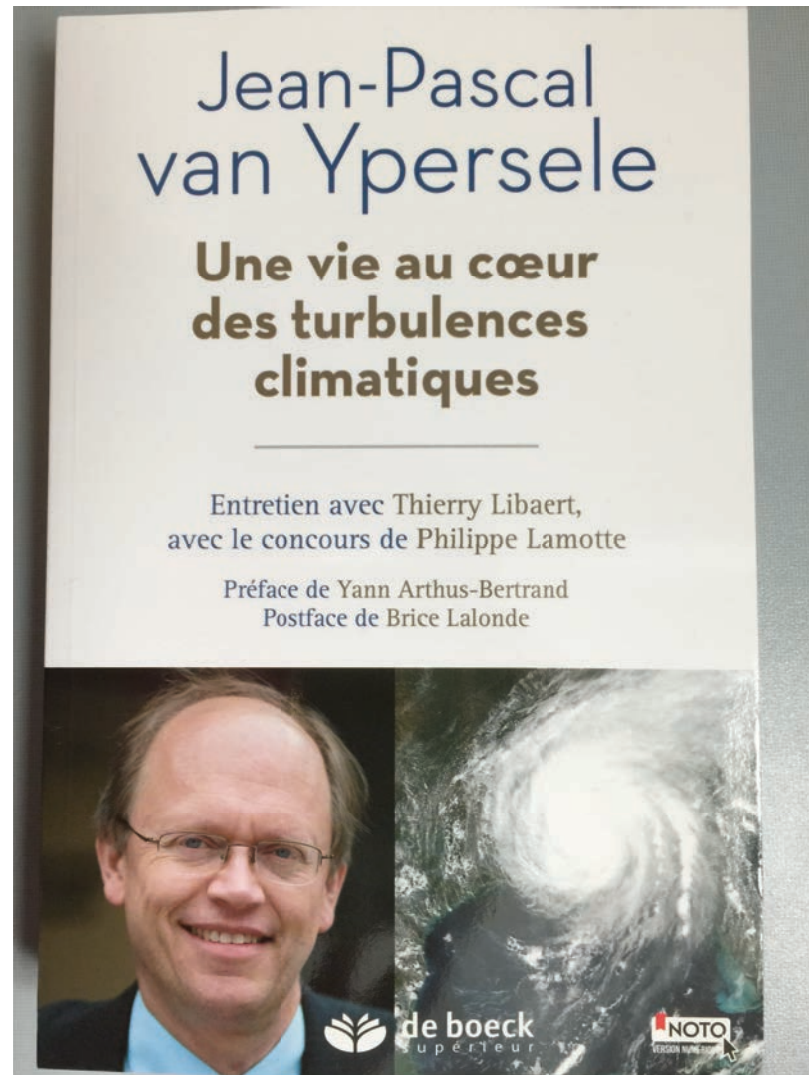
«(...) Avec des mesures ambitieuses, on pourra éviter que la perturbation du climat devienne une cause majeure de catastrophes touchant gravement l'humanité et son environnement.

(...) 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 cœur et comprendront profondément l'urgence d'agir. Elles en trouveront alors le courage. »

Pour en savoir plus:

**Publié chez De Boeck
supérieur,**

En vente à la sortie...



Visionnez le dernier film
avec Al Gore:

**Une suite qui
dérange:**

***Le temps de
l'action***

FIGHT LIKE YOUR WORLD DEPENDS ON IT



an **inconvenient** sequel
TRUTH TO POWER

FOR MORE INFORMATION VISIT US AT www.truthtopower.com OR CALL 1-800-4-A-FACT
© 2011 Participant Media. All rights reserved. "IN CONVENIENT" and "TRUTH TO POWER" are trademarks of Participant Media. "AN INCONVENIENT SEQUEL" is a trademark of Participant Media. "TRUTH TO POWER" is a trademark of Participant Media. "FIGHT LIKE YOUR WORLD DEPENDS ON IT" is a trademark of Participant Media.
IN THEATRES JULY 28

La COP23 à Bonn, présidée par Fidji: Timoci, 12 ans, s'adresse aux Chefs d'Etat et de gouvernement



RCP2.6

RCP8.5

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

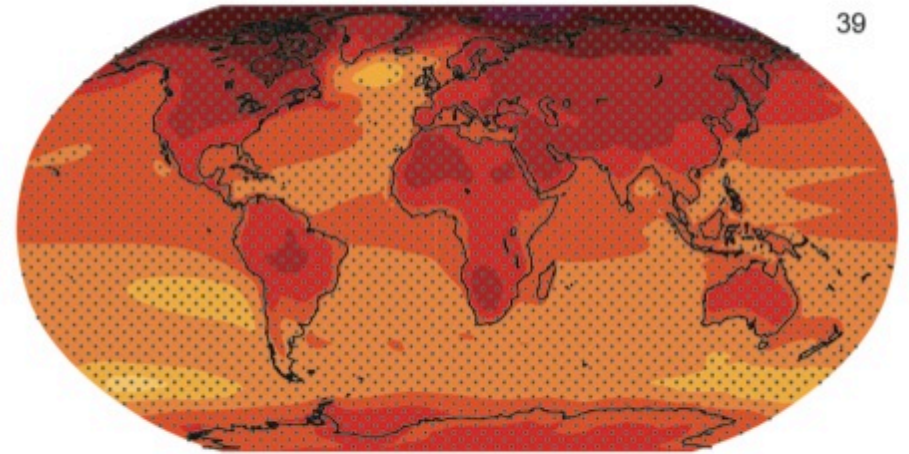
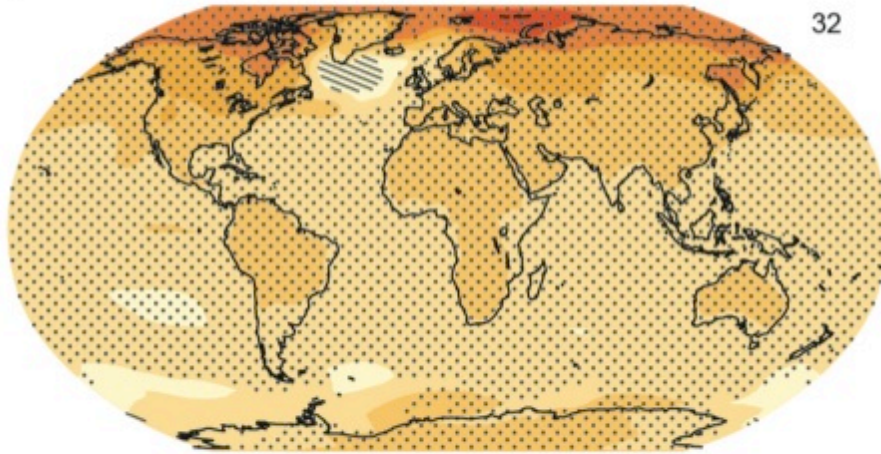


Fig. SPM.8

L'Humanité a le choix

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 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.my2050.be : calculateur de scénarios
- www.realclimate.org : réponses aux semeurs de doute
- www.skepticalscience.com : idem
- **Sur Twitter: @JPvanYpersele**
@IPCC_CH

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