

Changements climatiques, COP21 et développement: l'essentiel

Jean-Pascal van Ypersele (UCL)

Vice-président du GIEC de 2008 à 2015

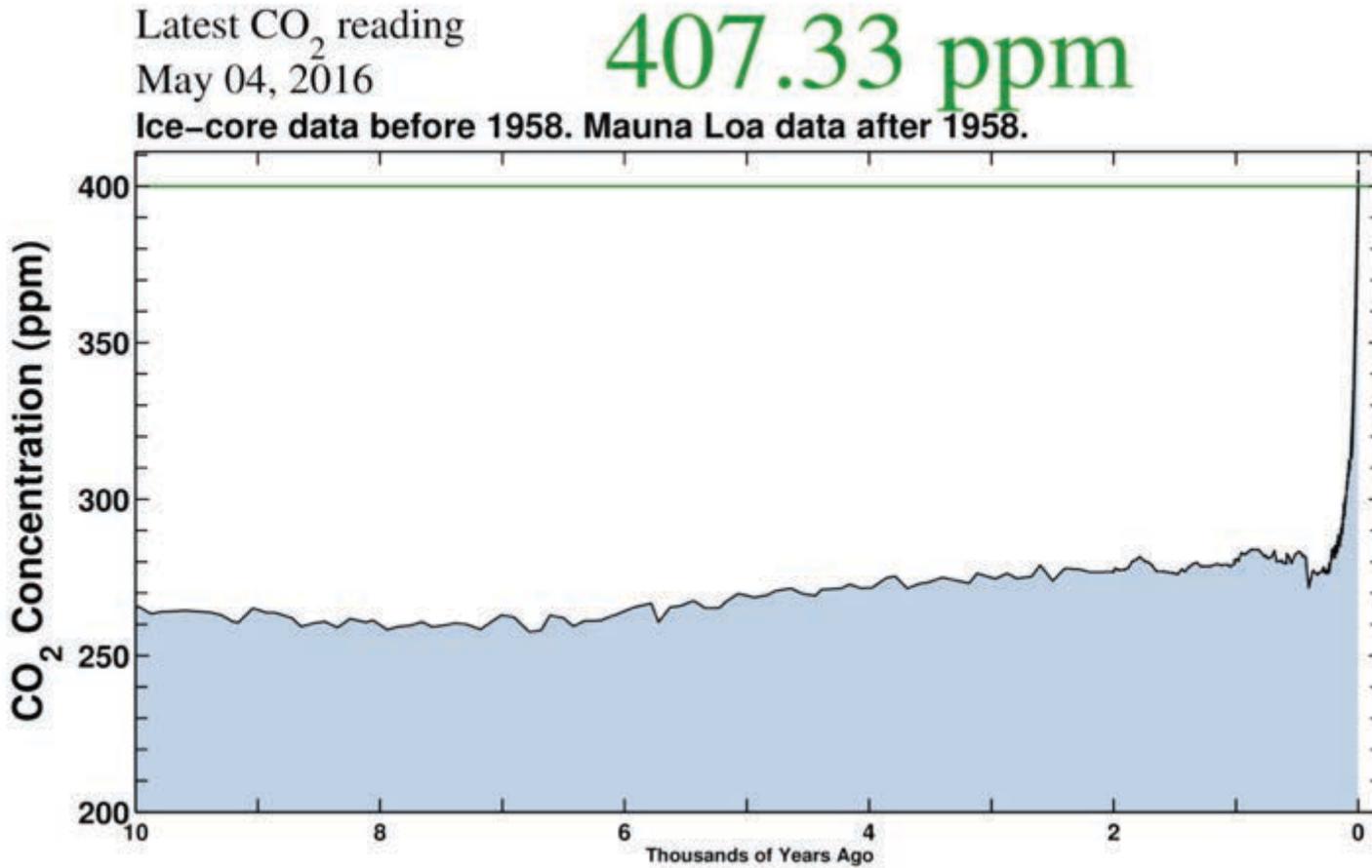
Twitter: @JPvanYpersele

CNB (Cercle des Naturalistes de Belgique), Viroinval, 25-8-2017

Merci au Gouvernement wallon et à mon équipe à l'Université catholique de Louvain pour leur soutien. Merci à Peter Wittoeck (SPF Environnement) pour certaines des dias sur la COP21



Concentration en CO₂, le 4 mai 2016 (Courbe de Keeling)



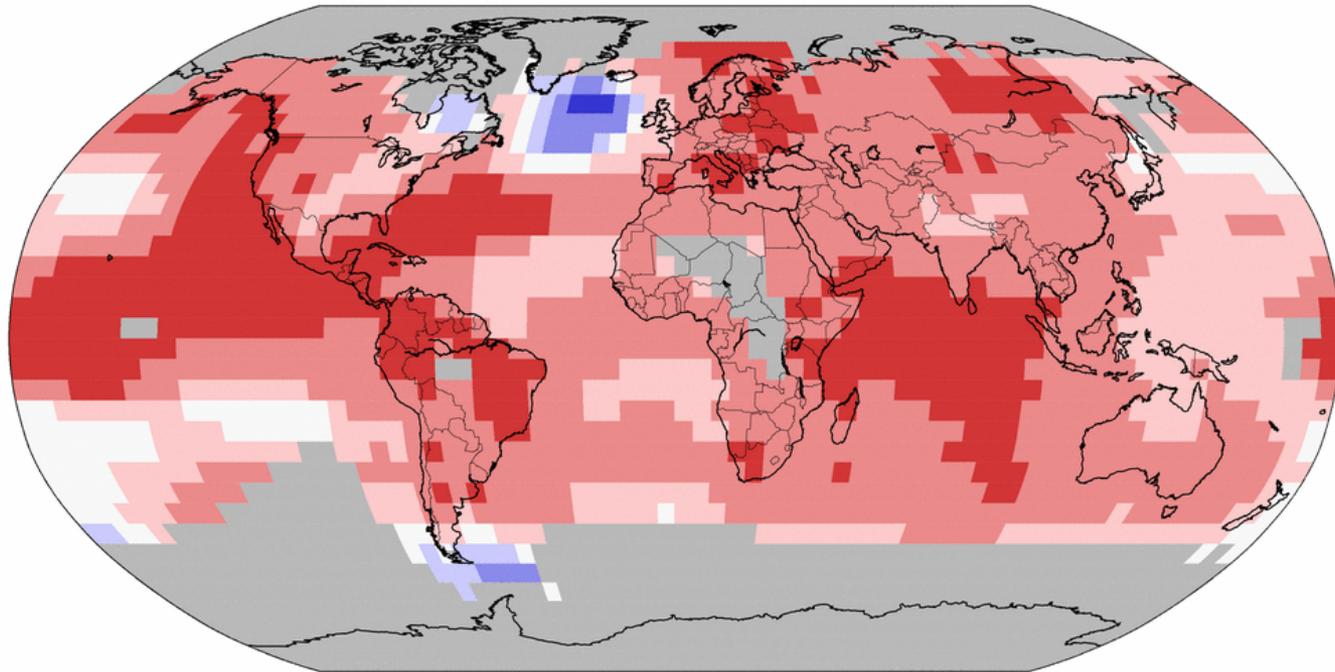
Source: scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/

2015= année la plus chaude depuis 1880

Land & Ocean Temperature Percentiles Jan–Dec 2015

NOAA's National Centers for Environmental Information

Data Source: GHCN–M version 3.3.0 & ERSST version 4.0.0




Record
Coldest


Much
Cooler than
Average


Cooler than
Average


Near
Average


Warmer than
Average


Much
Warmer than
Average

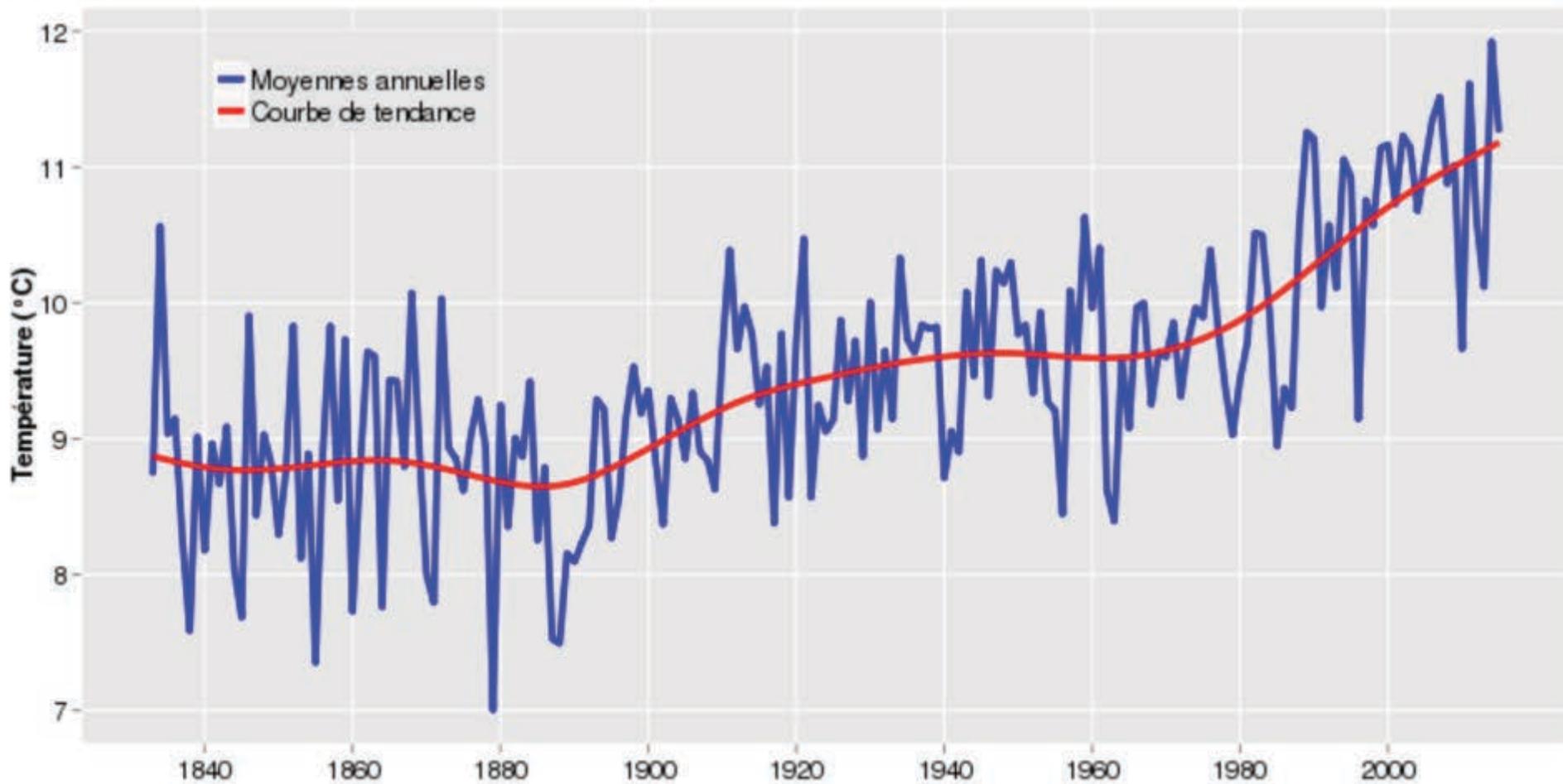

Record
Warmest



Wed Jan 13 12:15:02 EST 2016

Uccle n'est pas en reste:

Evolution de la température moyenne annuelle à Bruxelles - Uccle de 1833 à 2015

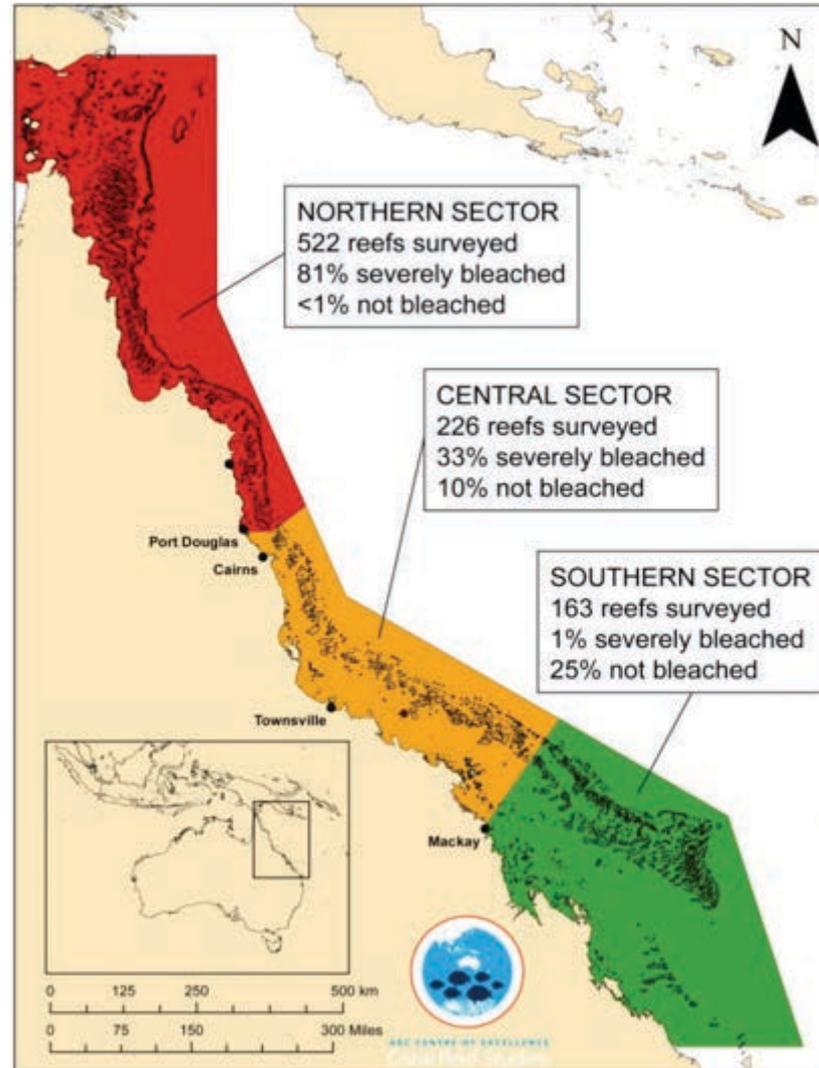


Les récifs coralliens meurent



American Samoa (from www.globalcoralbleaching.org)

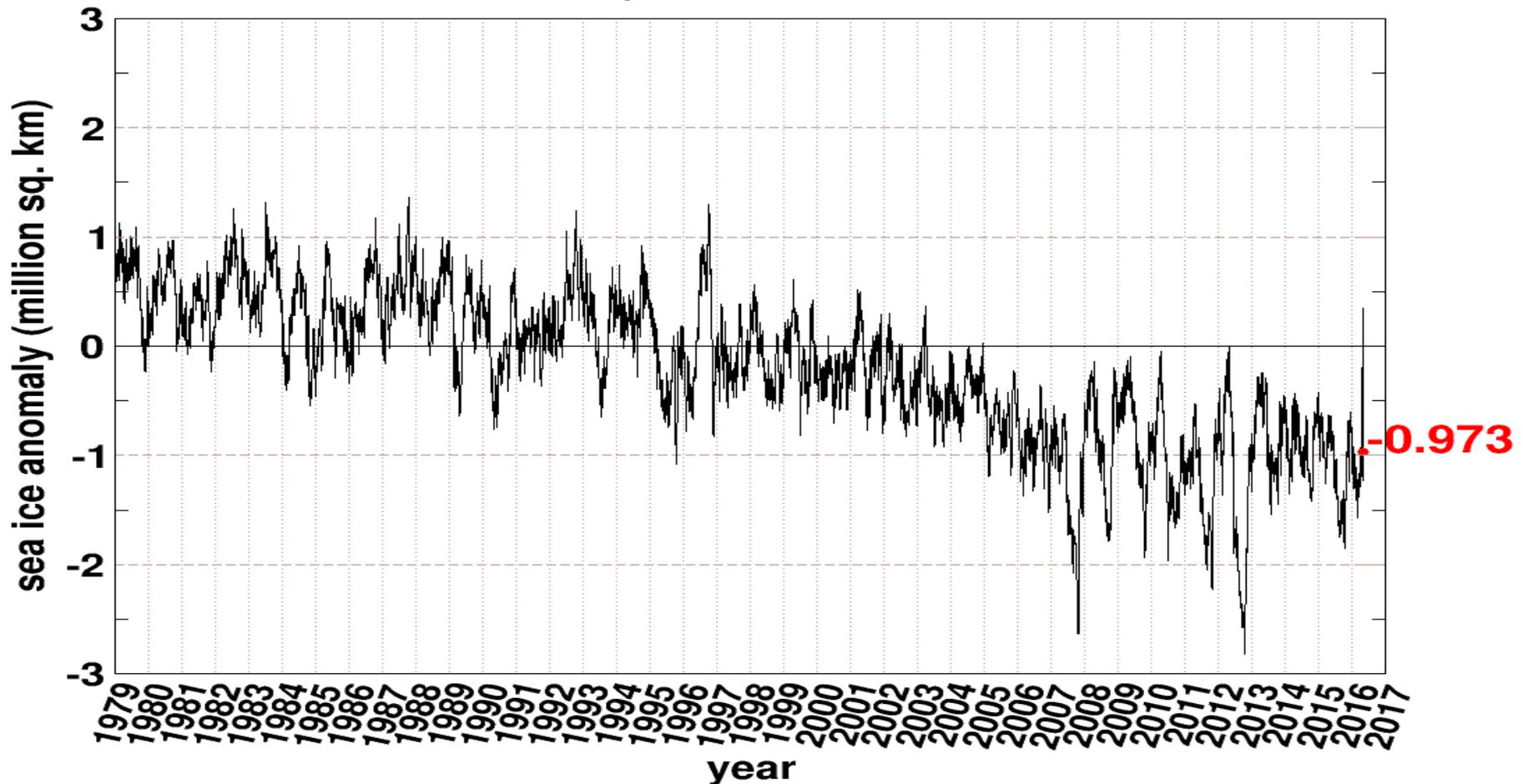
Only 7% of the Great Barrier Reef has avoided coral bleaching



Surface de la glace de mer arctique (écart par rapport à la moyenne)

Northern Hemisphere Sea Ice Anomaly

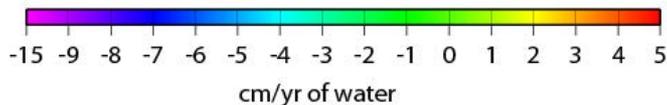
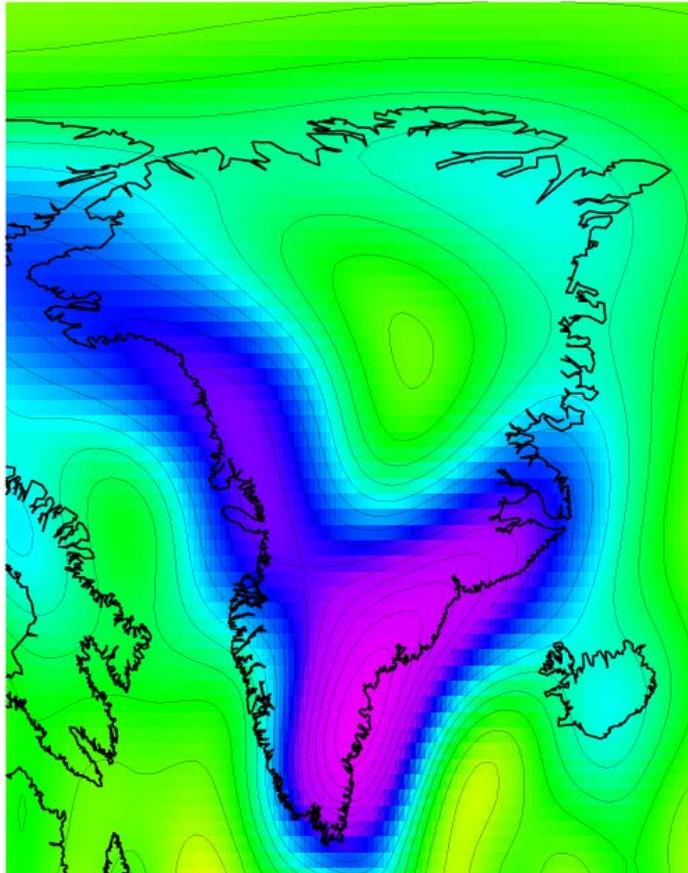
Anomaly from 1979-2008 mean



Greenland Ice Mass Loss 2002-2009

Derived From NASA GRACE Gravity Mission

Greenland

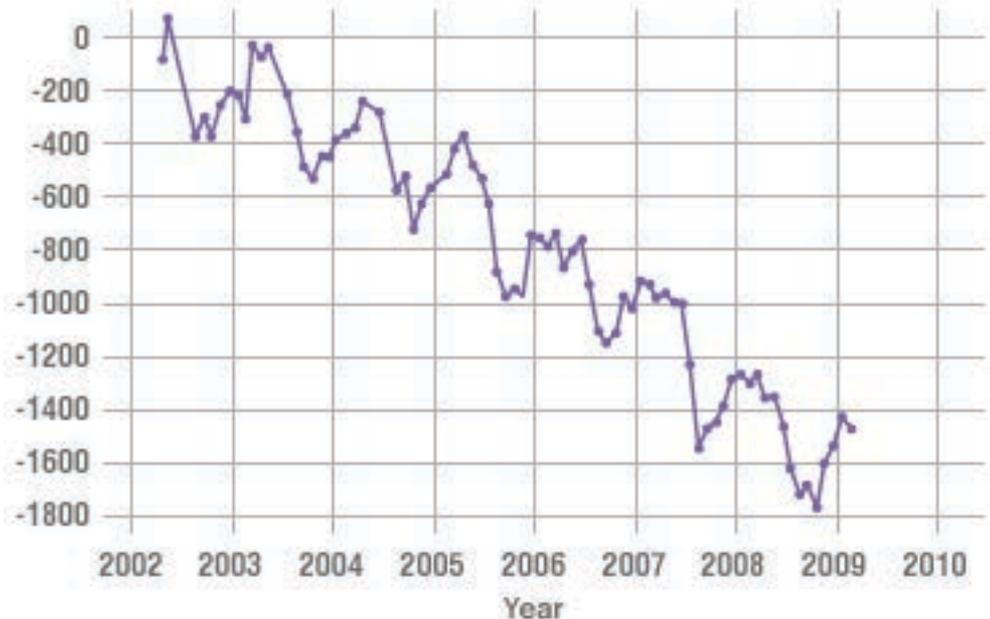


J. Wahr, U. Colorado

GREENLAND MASS VARIATION SINCE 2002

Data source: Ice mass measurement by NASA's Grace satellites.

Change in Ice Mass Loss Gigatons



Velicogna, Geophysical Research Letters, 2009

•Contributes to sea level rise

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

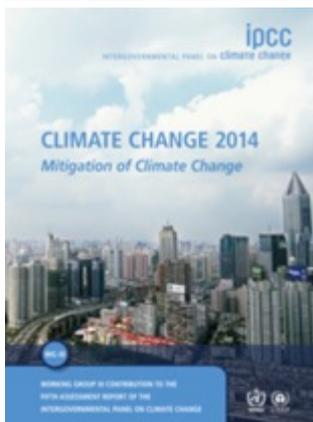




Que se passe-t-il dans le système climatique ?



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

Qori Kalis Glacier (Pérou): juillet 1978



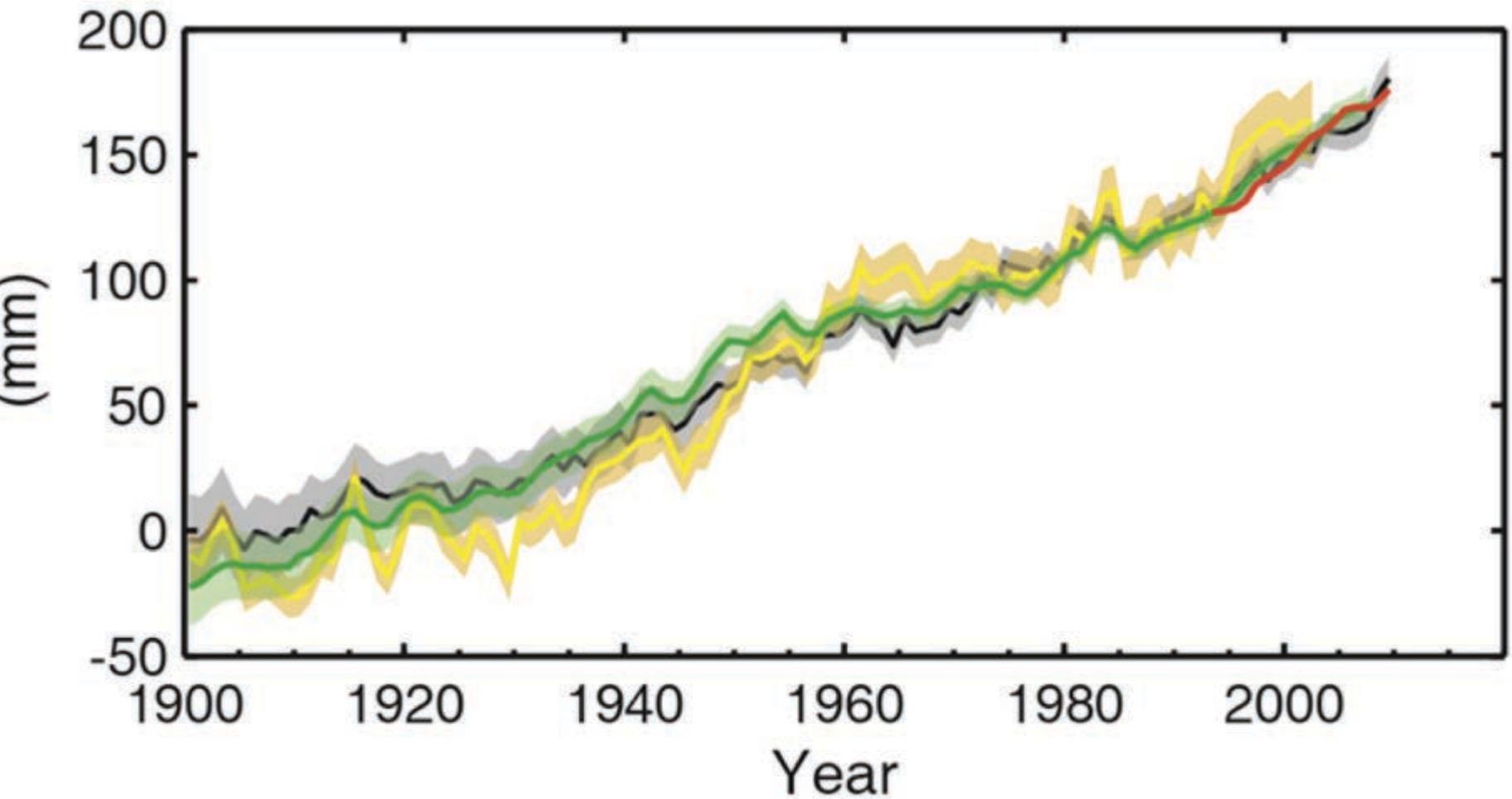
Source: Dr. Lonnie Thompson (OSU),
via <http://climate.nasa.gov/images-of-change#543-melting-qori-kalis-glacier-peru>

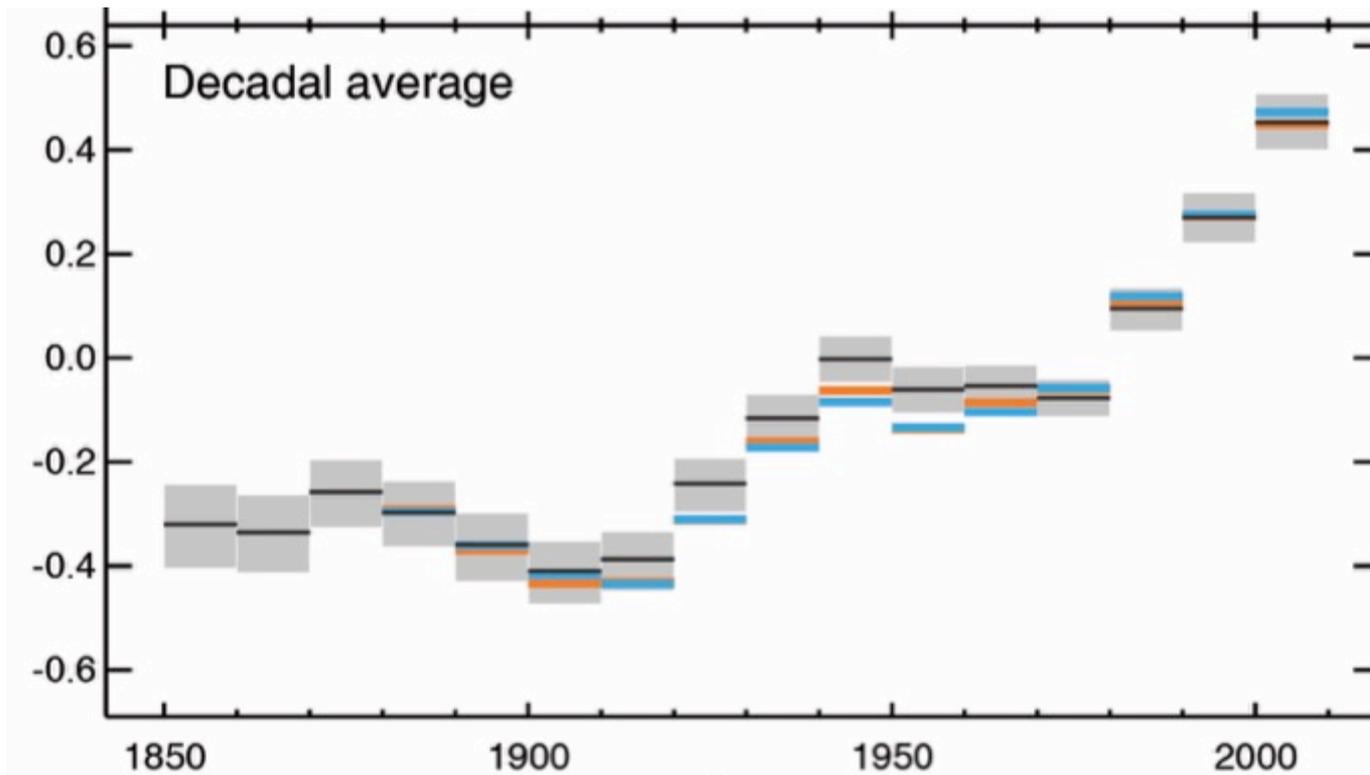
Qori Kalis Glacier (Pérou): juillet 2011



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

Evolution du niveau moyen des mers





(IPCC 2013, Fig. SPM.1a)

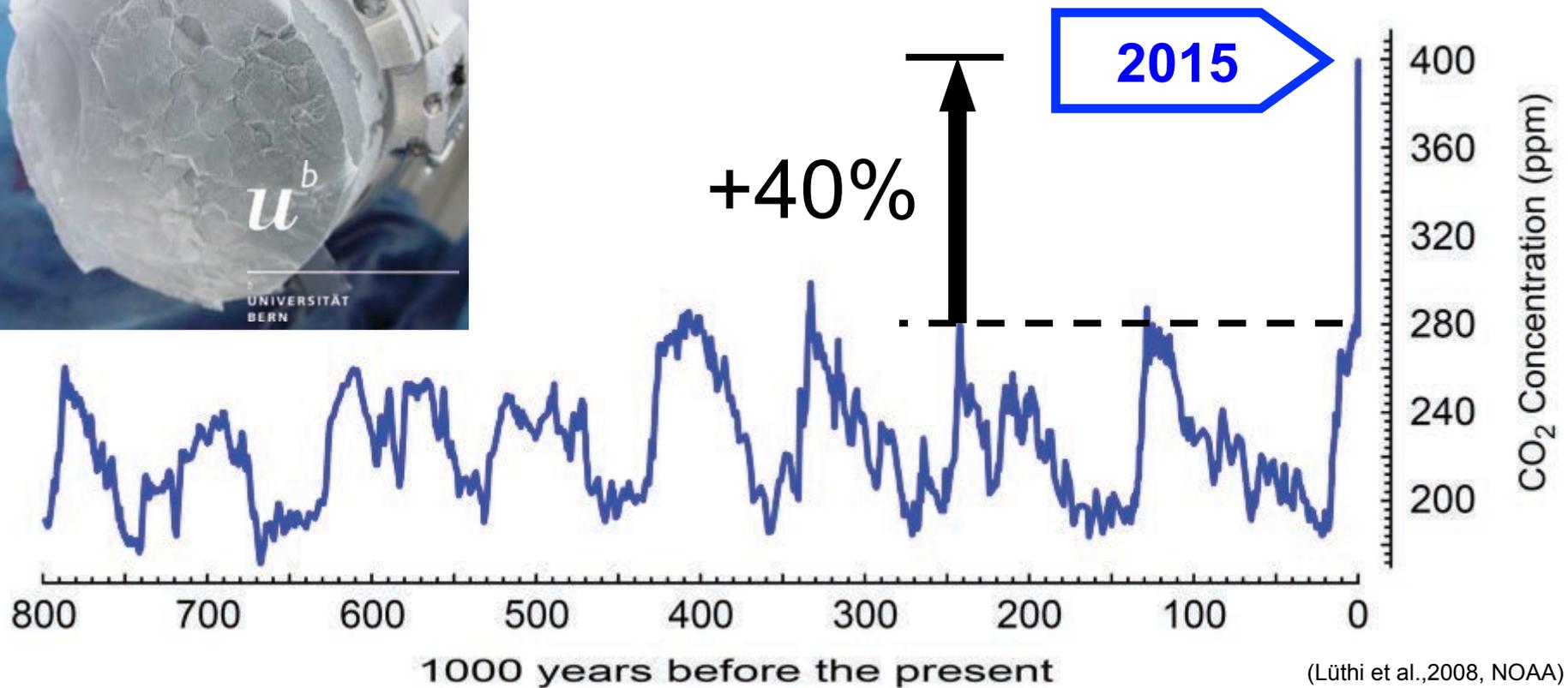
Chacune des trois dernières décennies a été successivement plus chaude à la surface de la Terre que toutes les décennies précédentes depuis 1850

Dans l'hémisphère nord, la période 1983–2012 a probablement été la période de 30 ans la plus chaude des 1400 dernières années (degré de confiance moyen).

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

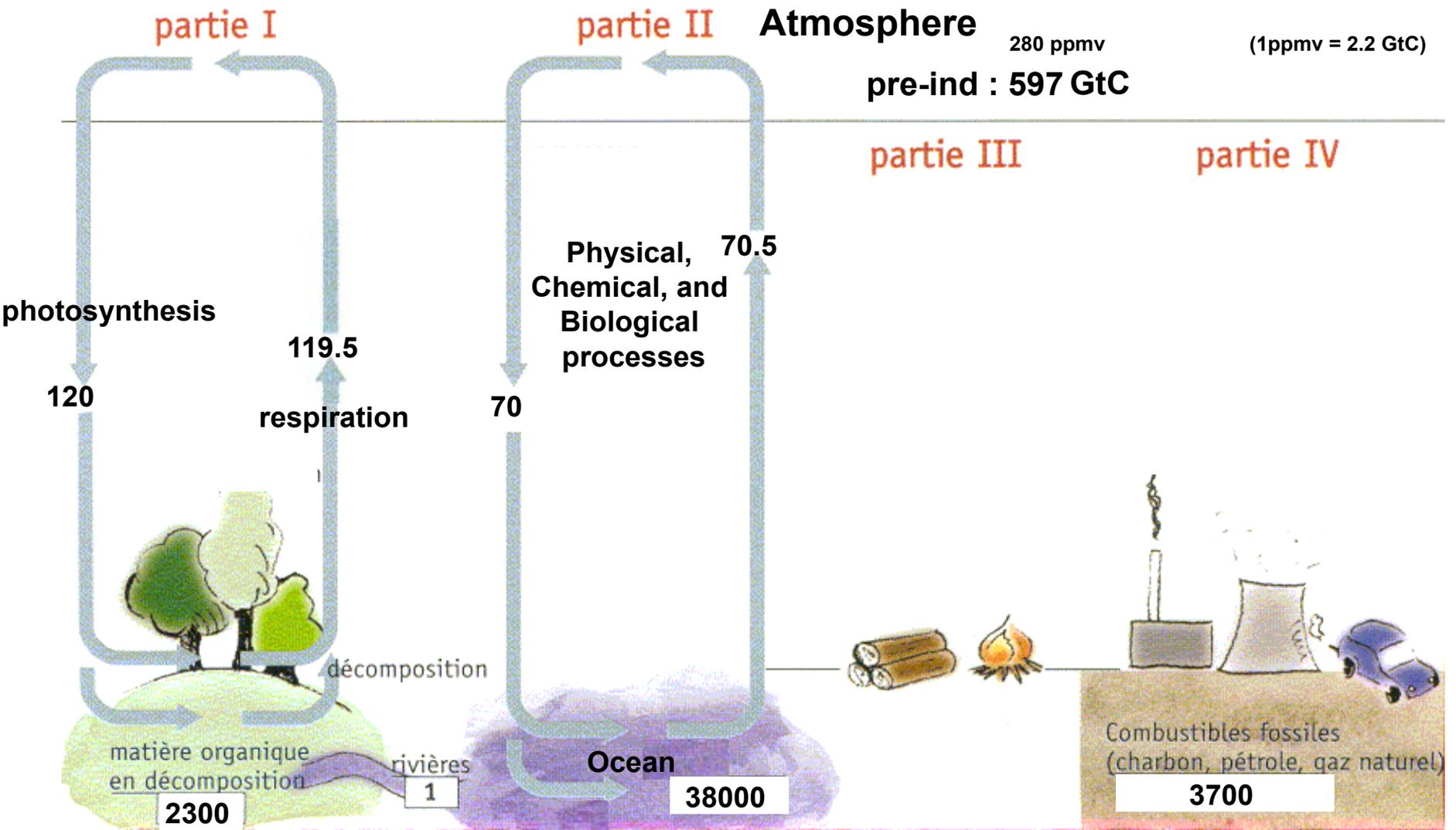


There is evidence that anthropogenic influences, including increasing atmospheric **greenhouse gas concentrations**, have changed these extremes



Les concentrations atmosphériques en dioxyde de carbone (CO₂) ont augmenté jusqu'à des niveaux sans précédent au cours des 800 000 dernières années

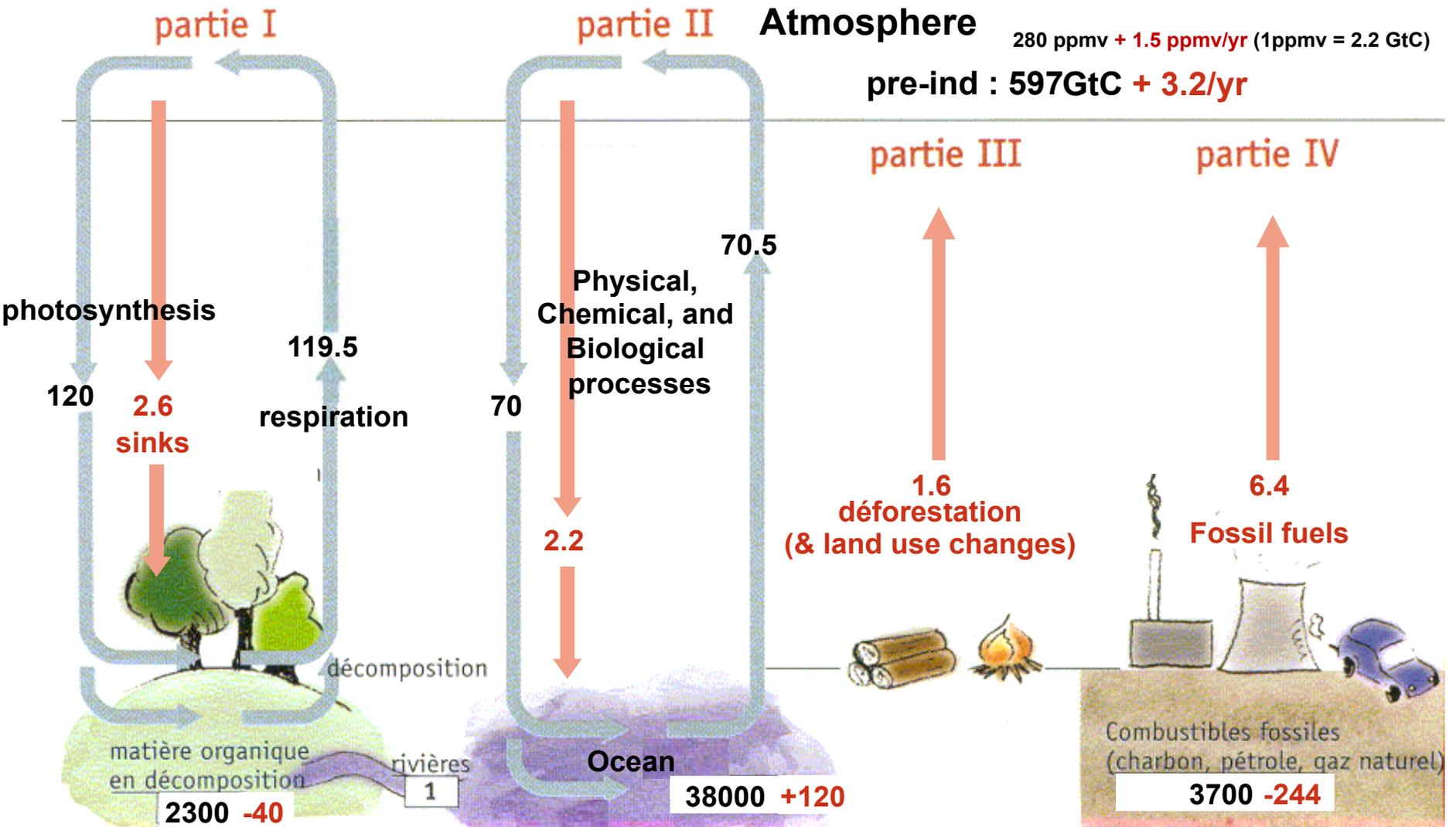
Carbon cycle: unperturbed fluxes



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!

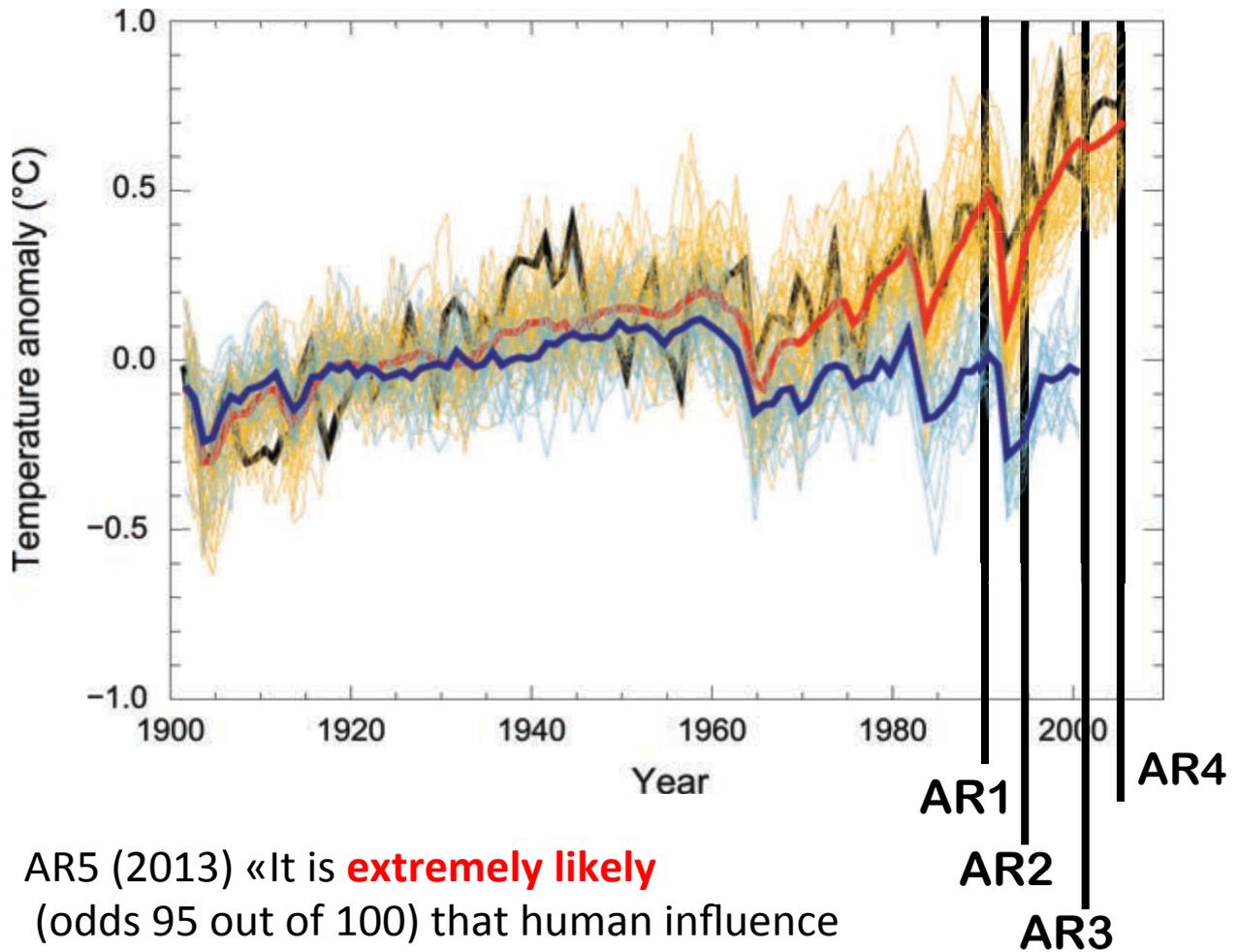
A Progression of Understanding: Greater and Greater Certainty in Attribution

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

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

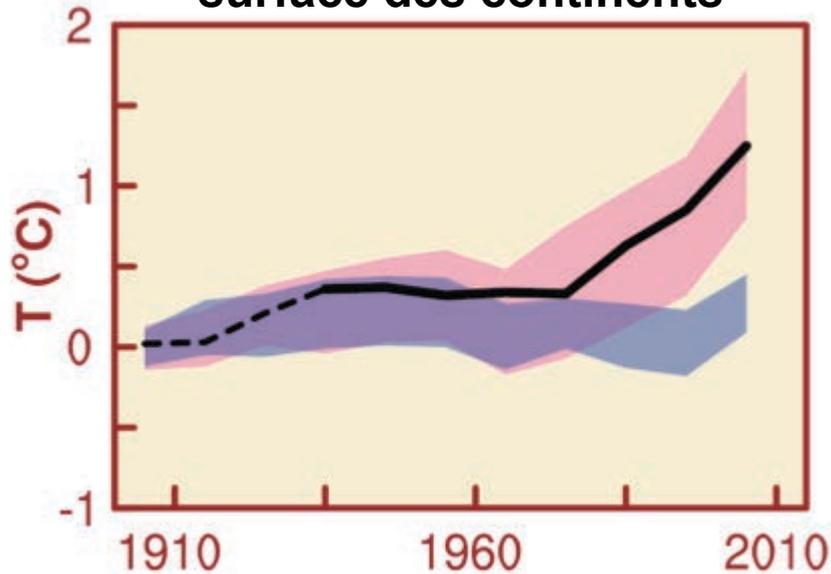
AR3 (2001): “most of
the warming of the
past 50 years is **likely**
(odds 2 out of 3) due
to human activities”

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

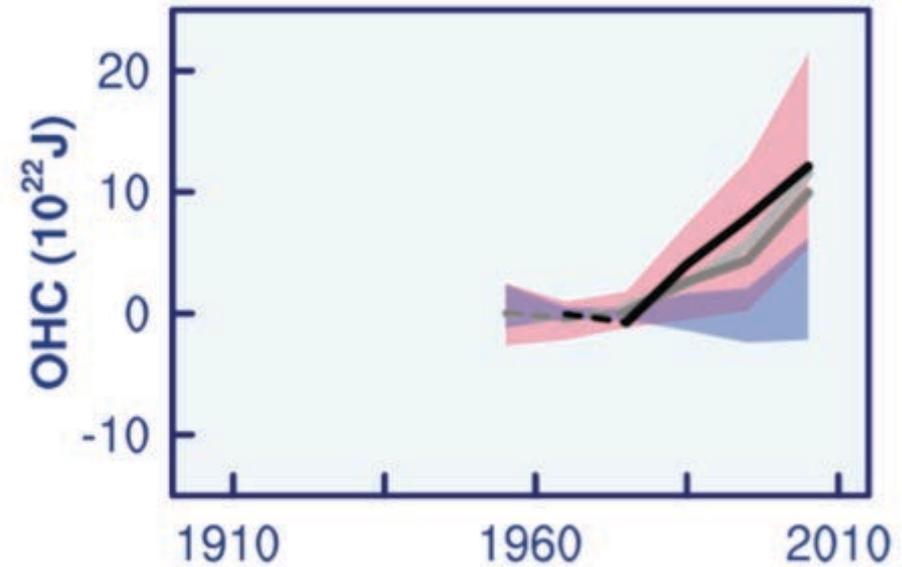


AR5 (2013) «It is **extremely likely**
(odds 95 out of 100) that human influence
has been the dominant cause... »

Température moyenne surface des continents



Contenu thermique des océans



(IPCC 2013, Fig. SPM.6)

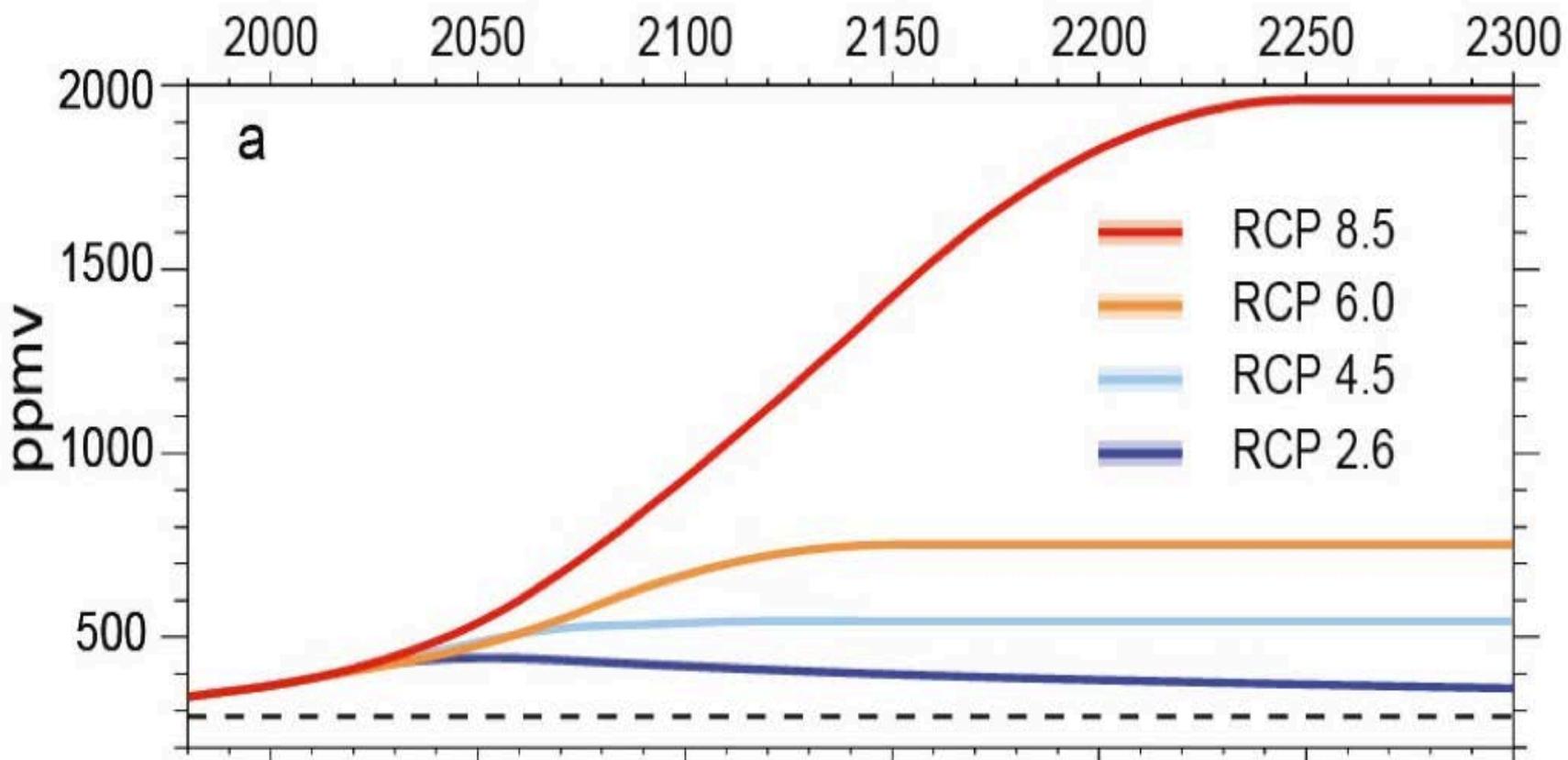
Noir: observations

Bleu: simulations avec seuls facteurs naturels

Rose: simulations avec facteurs naturels & humains

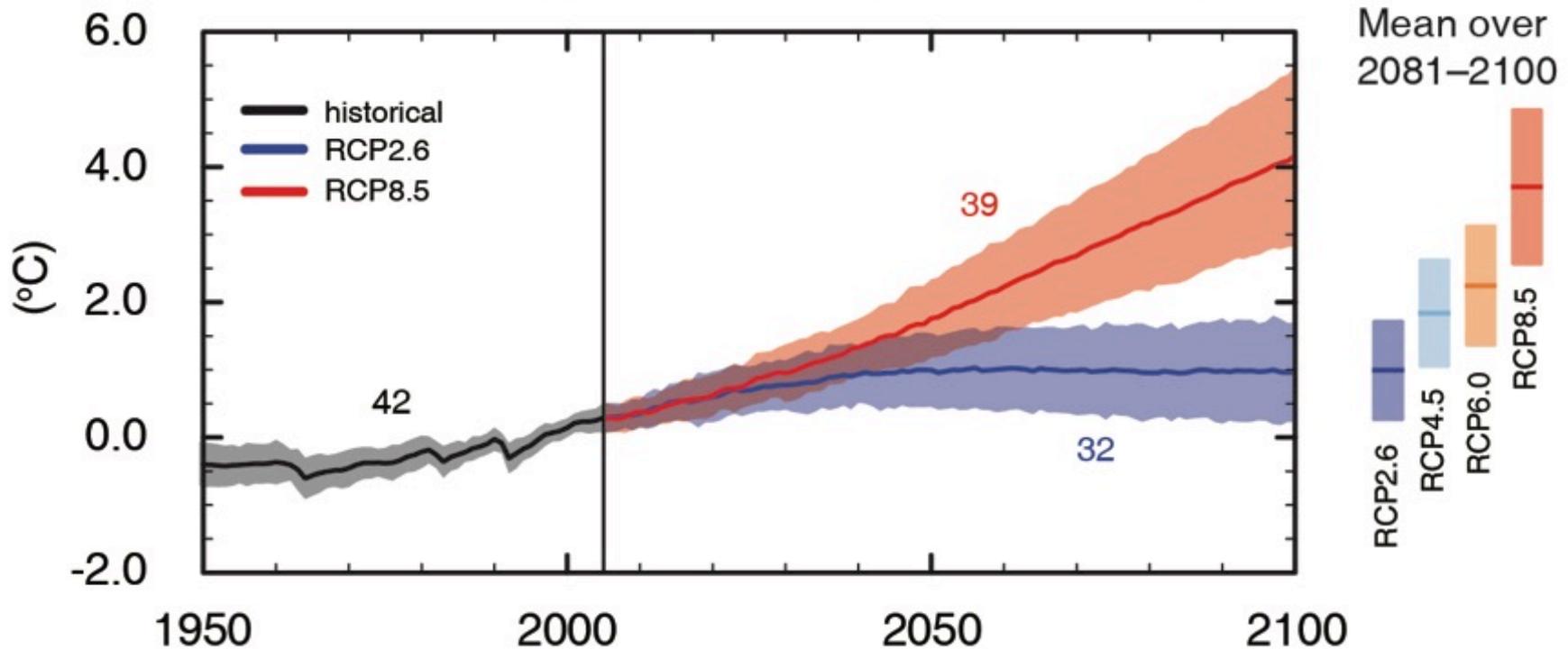
L'influence humaine sur le système climatique est sans équivoque; Il est *extrêmement probable* (95%) que l'influence humaine a été la cause principale du réchauffement depuis le milieu du 20^{ème} siècle

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)

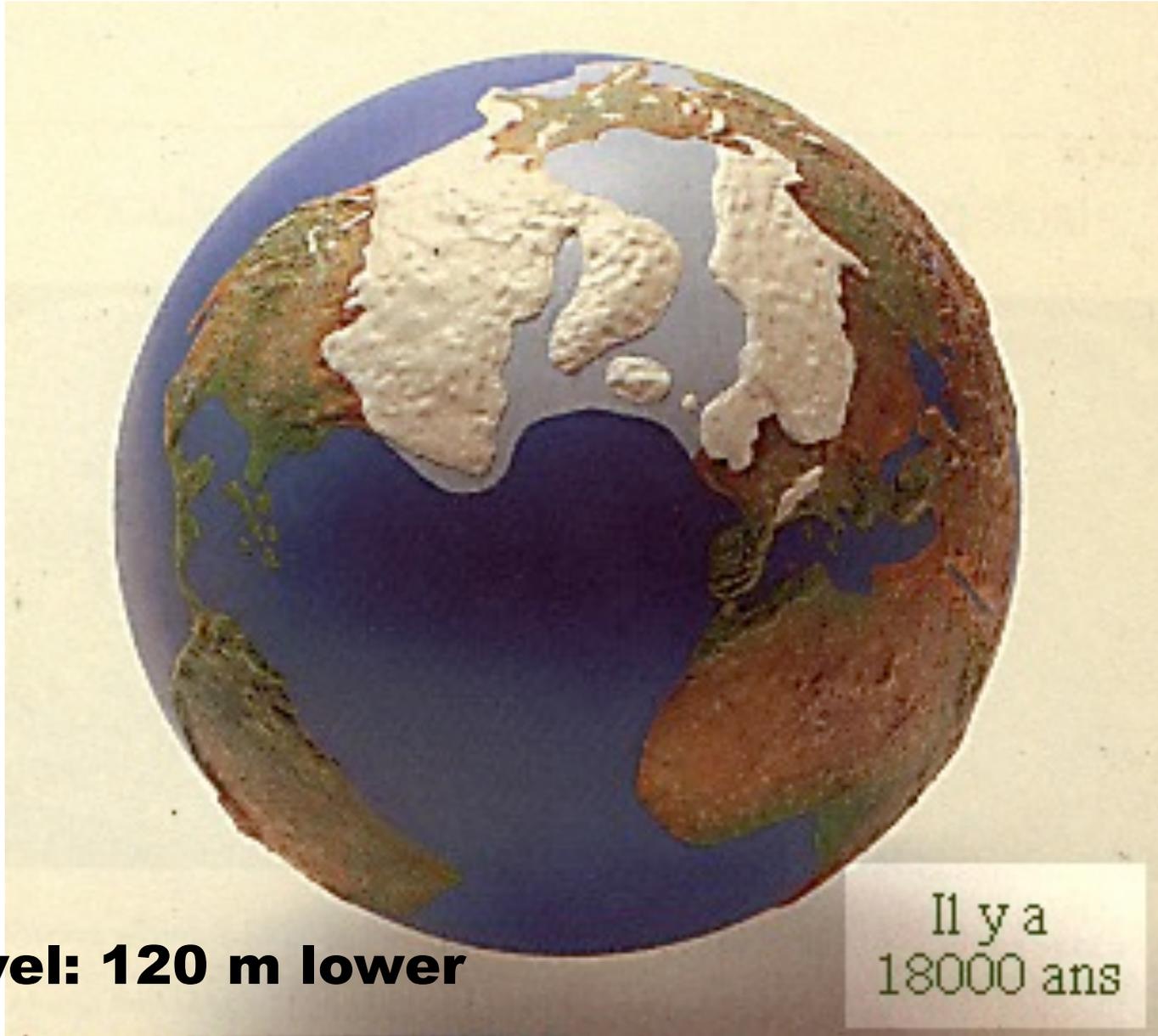


(IPCC 2013, Fig. SPM.7a)

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.

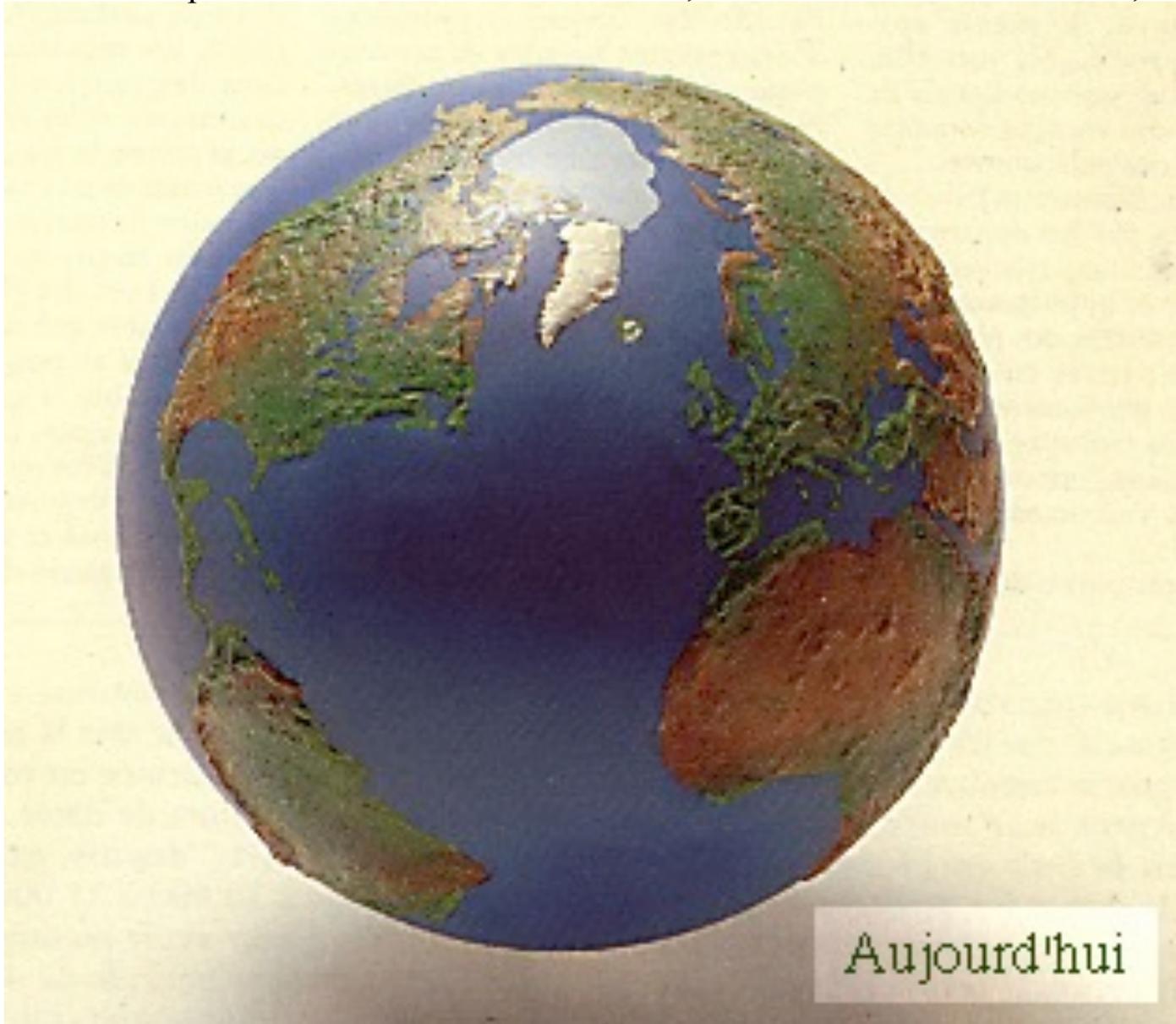


Sea level: 120 m lower

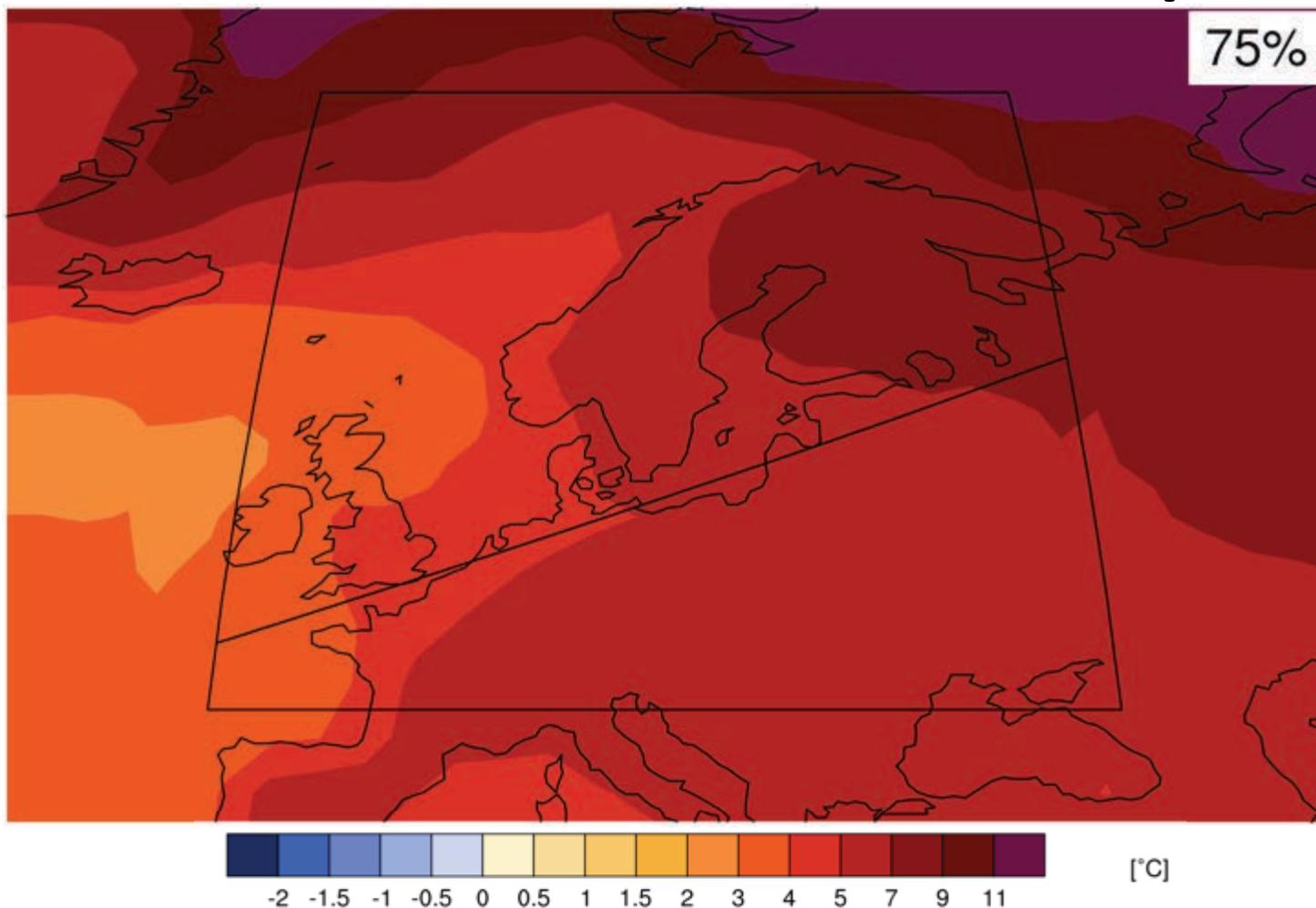
Il y a
18000 ans

Today, with +4-5°C globally

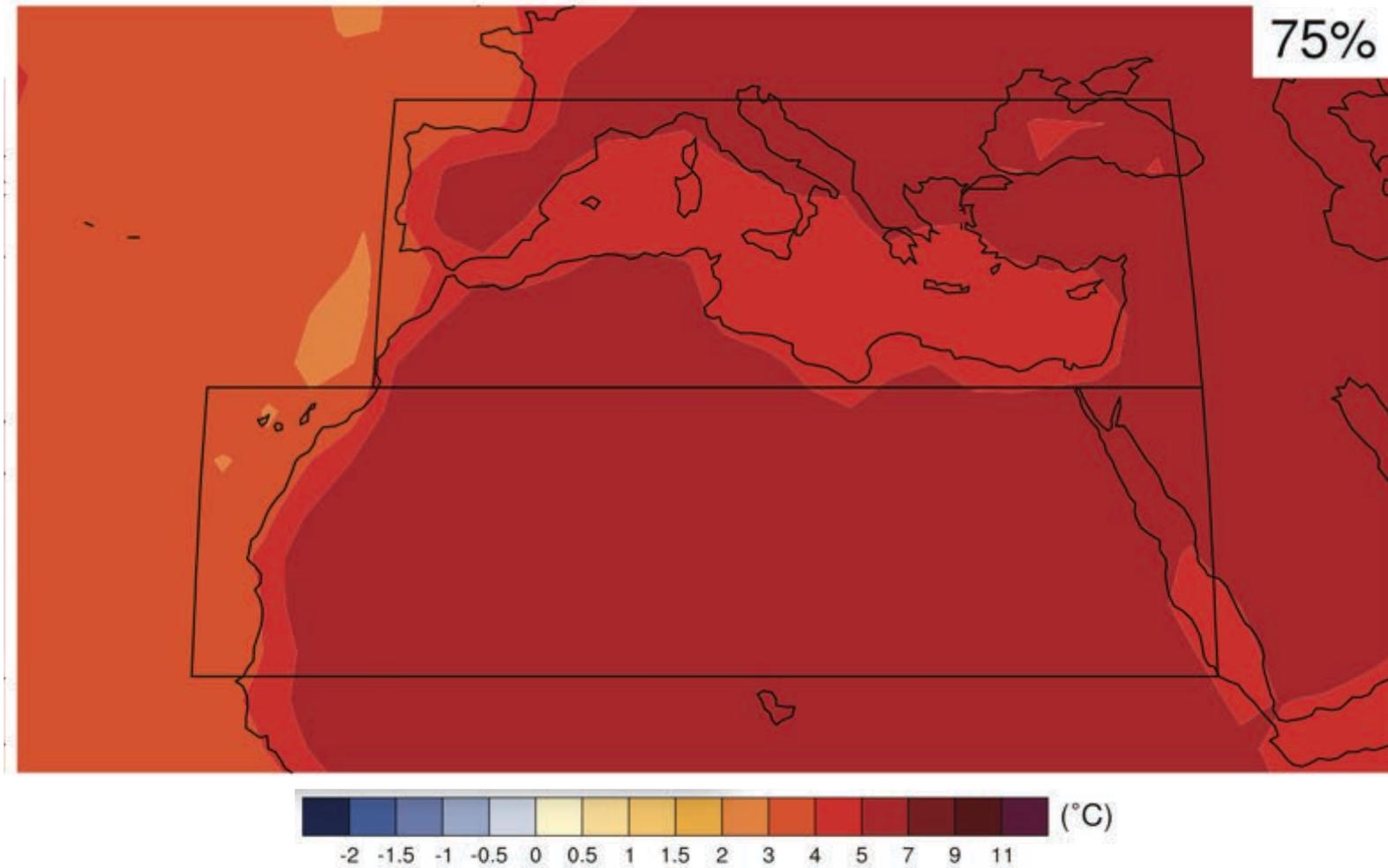
With permission from Dr. S. Joussaume, in « Climat d'hier à demain », CNRS éditions.



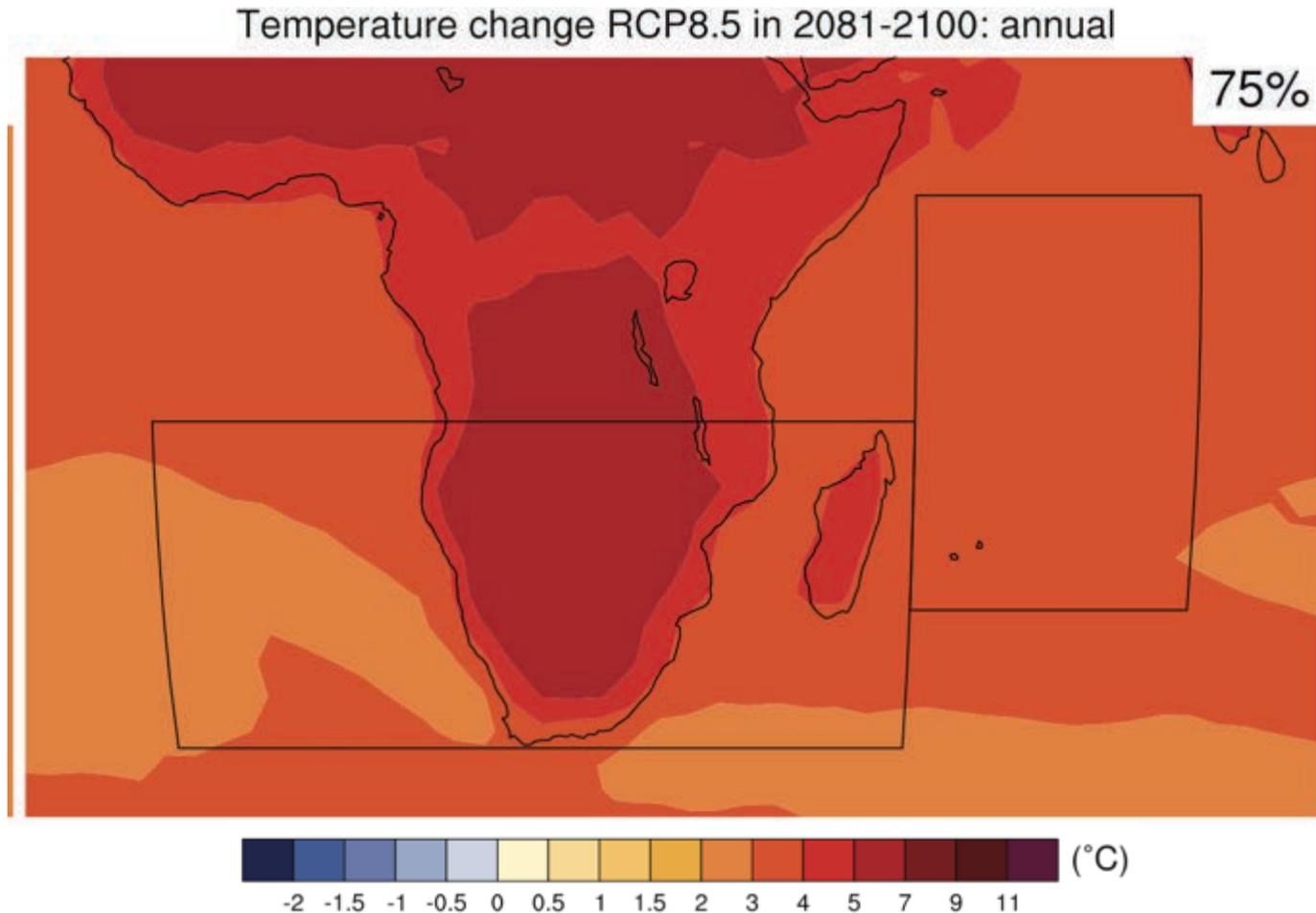
North Europe - Map of temperature changes: 2081–2100 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario (annual)



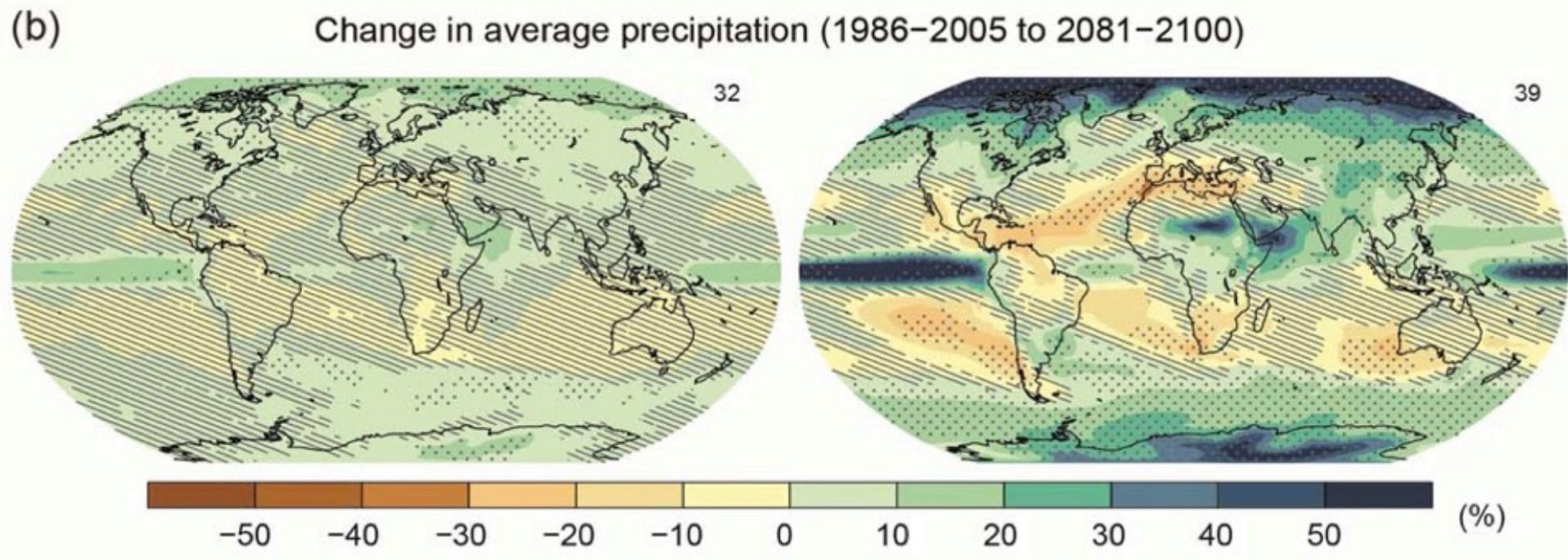
Maps of temperature changes in 2081–2100 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario



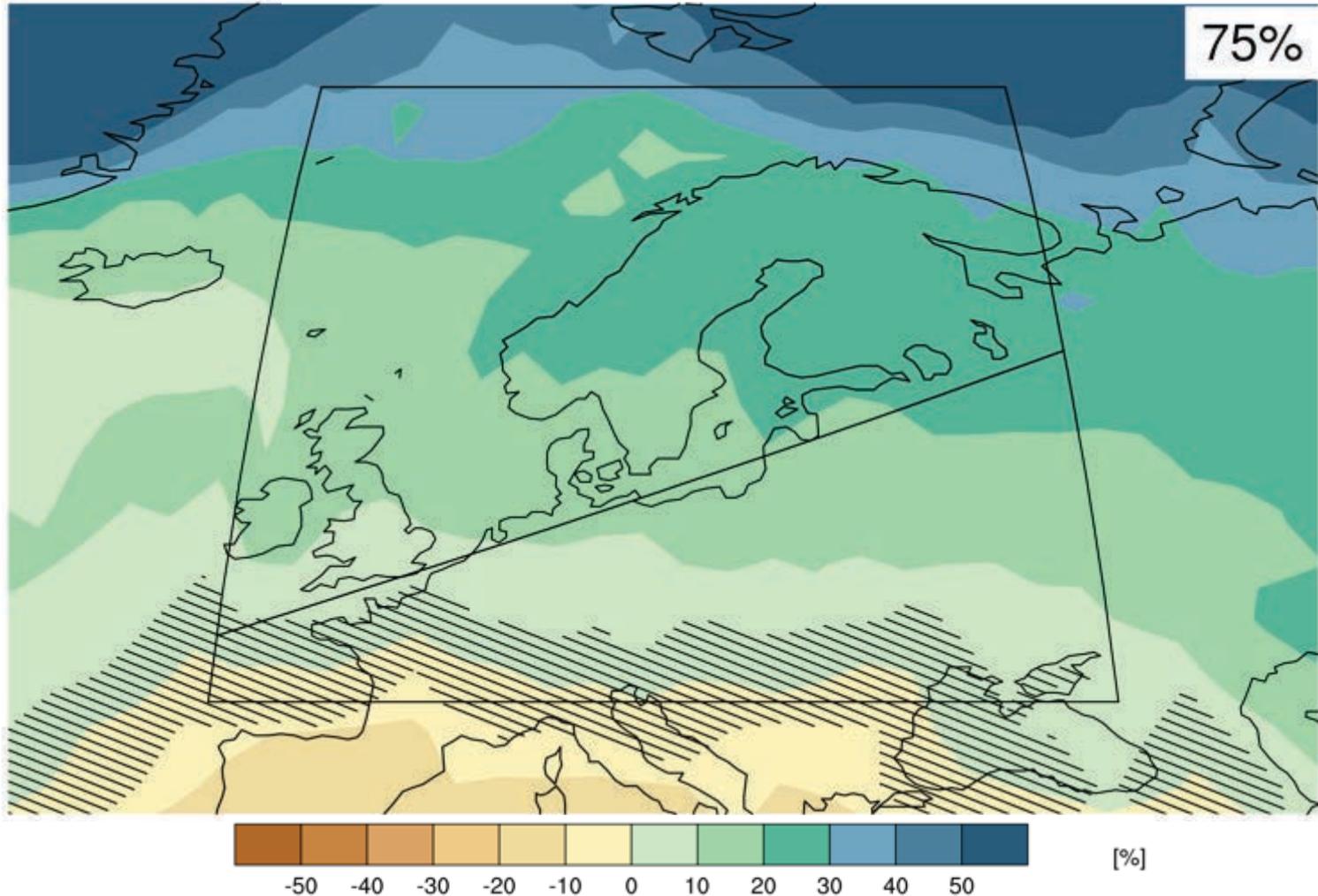
Map of temperature changes in 2081–2100 , with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario



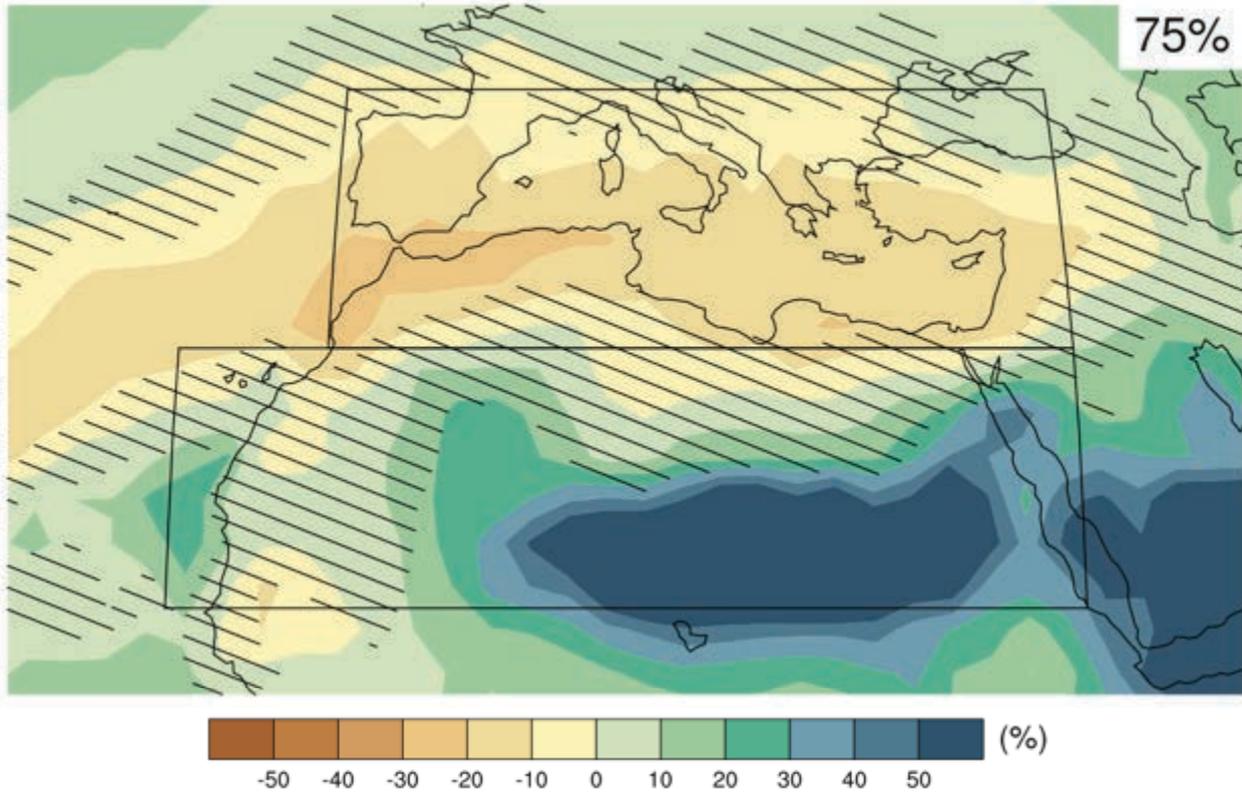
Projections de l'évolution du total des pluies



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

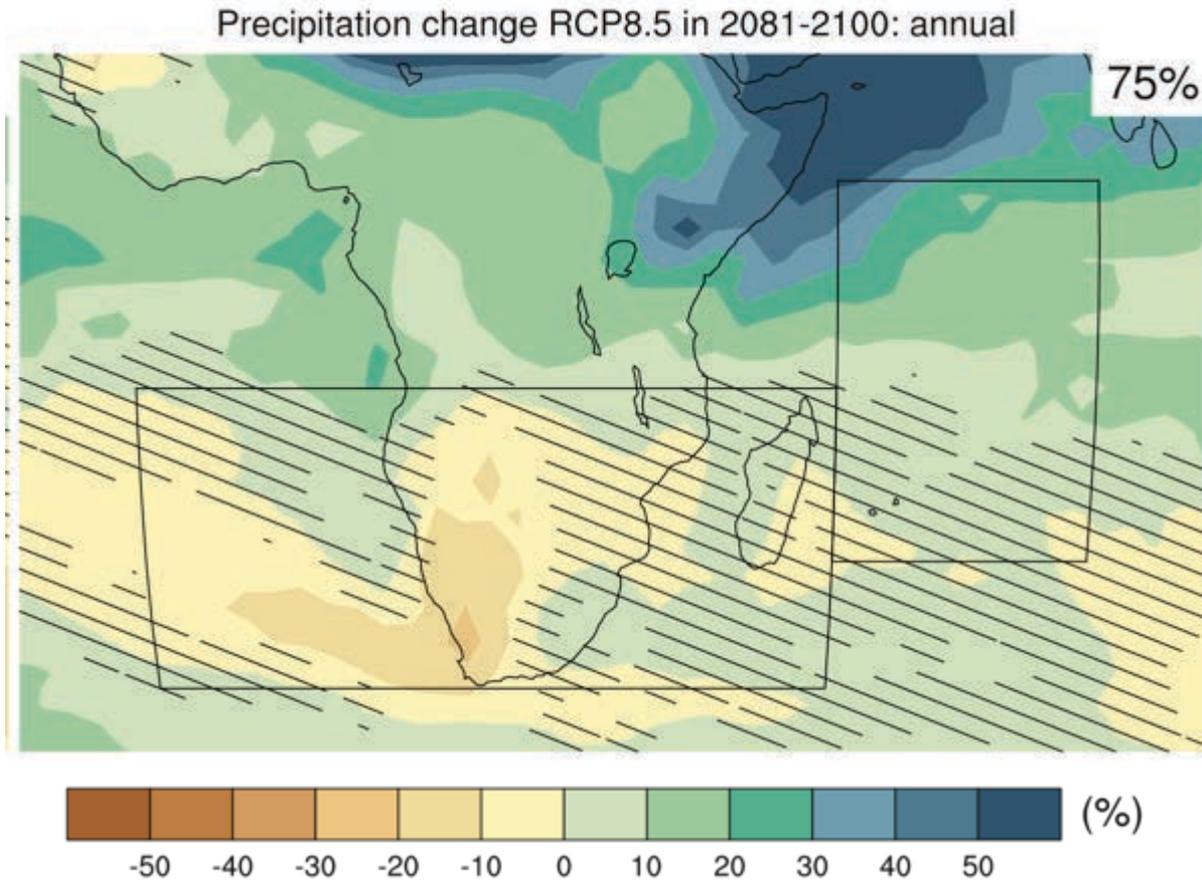


Map of precipitation changes in 2081–2100 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario



-  Regions where the projected change is less than one standard deviation of the natural internal variability
-  Regions where the projected change is large compared to natural internal variability, and where at least 90% of models agree on a sign of change

Map of precipitation changes in 2081–2100, with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario



Regions where the projected change is less than one standard deviation of the natural internal variability



Regions where the projected change is large compared to natural internal variability, and where at least 90% of models agree on a sign of change

Impacts Potentiels des Changements Climatiques



Pénurie de nourriture
et d'eau



Migrations humaines
accrues



Pauvreté accrue

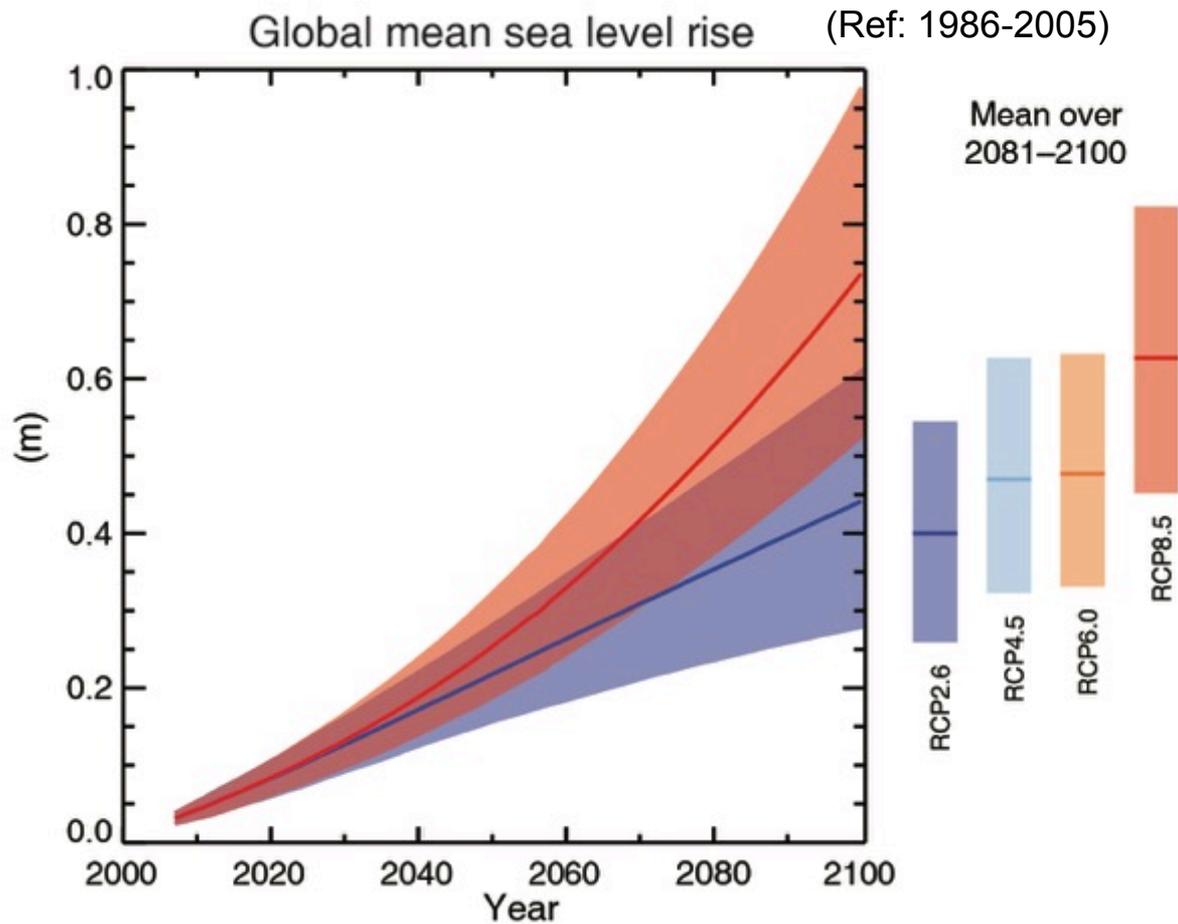


Inondations régions
côtières

AR5 WGII SPM

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





(IPCC 2013, Fig. SPM.9)

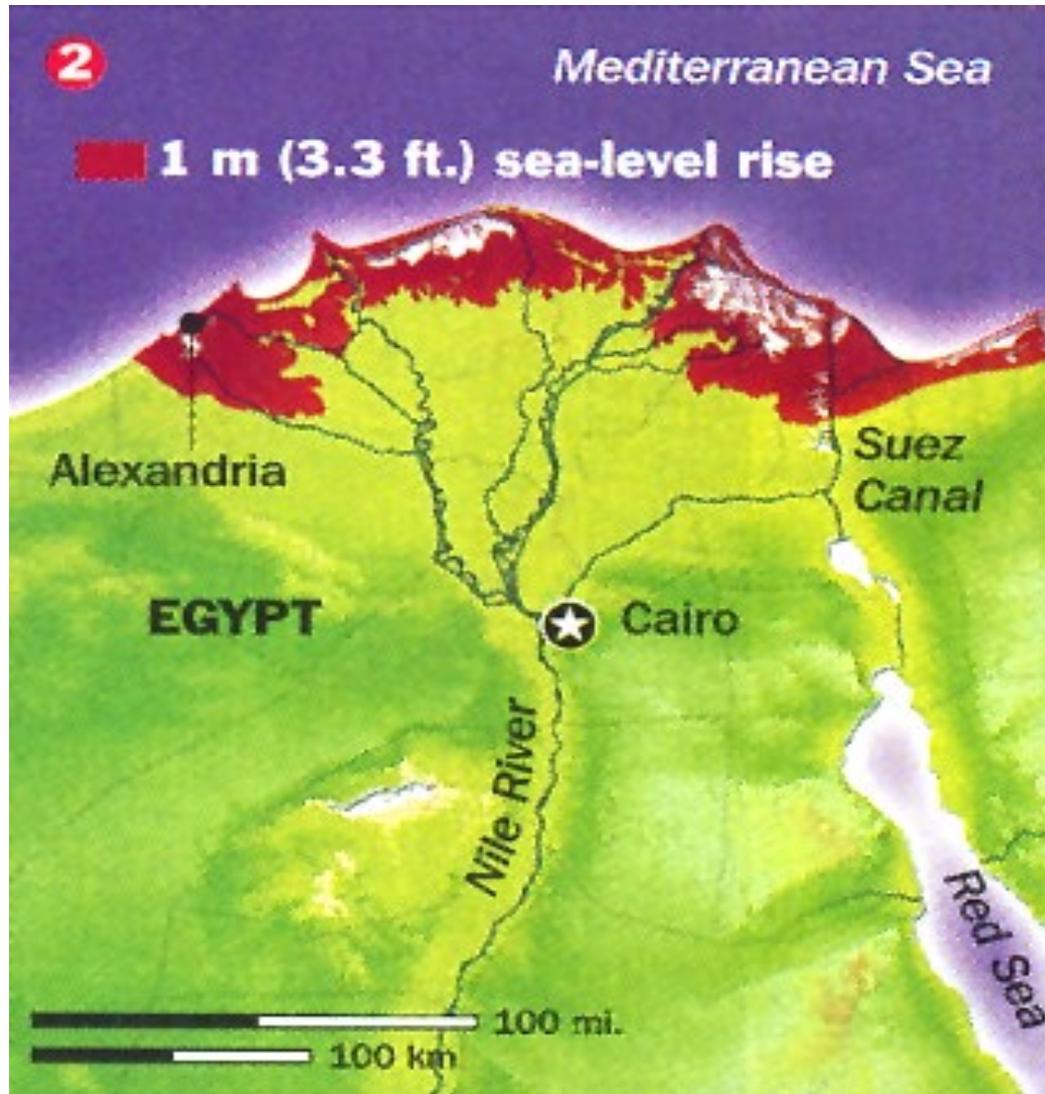
Le niveau moyen des mers continuera à s'élever au cours du XXIe siècle

**With 1 metre sea-level rise: 63000 ha below sea-level in Belgium (likely in 22nd century, not impossible in 21st century)
(NB: flooded area depends on protection)**



Source: N. Dendoncker (Dépt de Géographie, UCL), J.P. van Ypersele et P. Marbaix (Dépt de Physique, UCL)

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



(Time 2001)

En première ligne: les Maldives



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



Devant le Ministère des Affaires étrangères, Maldives, août 2015



دولت اسلامی افغانستان
وزارت امور خارجہ

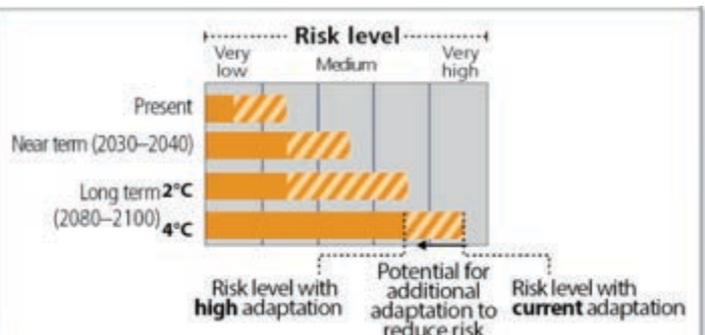
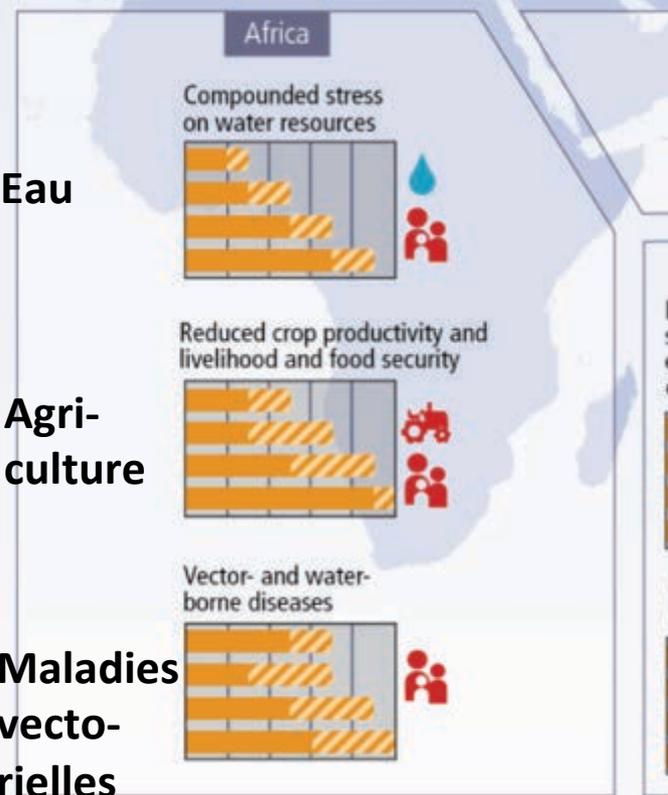
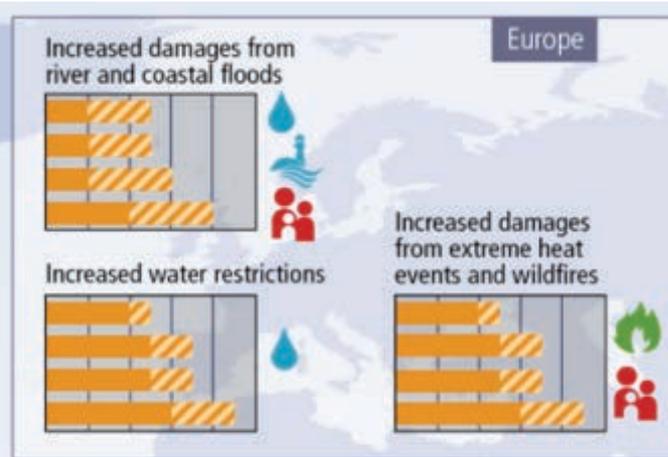
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS



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*).

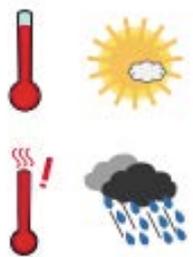
Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation		
		Très faibles	Modérés	Très élevés
 	Moment présent	[Barre orange à 25%]		
	Court terme (2030–2040)	[Barre orange à 50%]		
	Long terme 2°C (2080–2100) 4°C	[Barre orange à 75%]		



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

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)

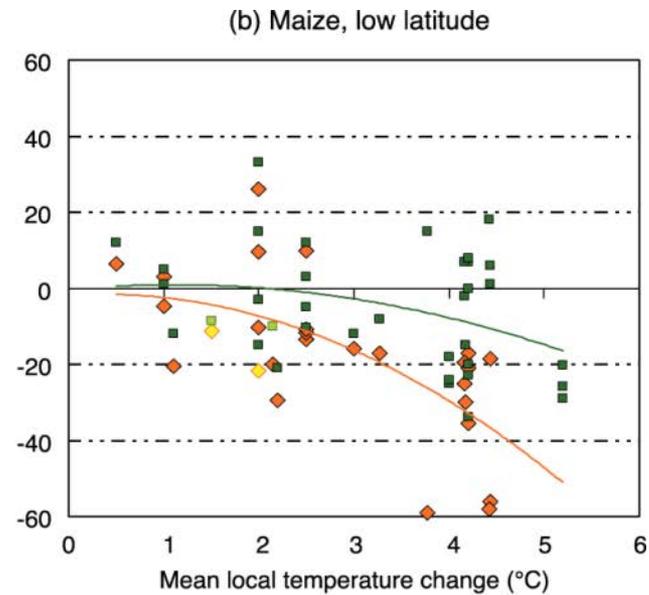
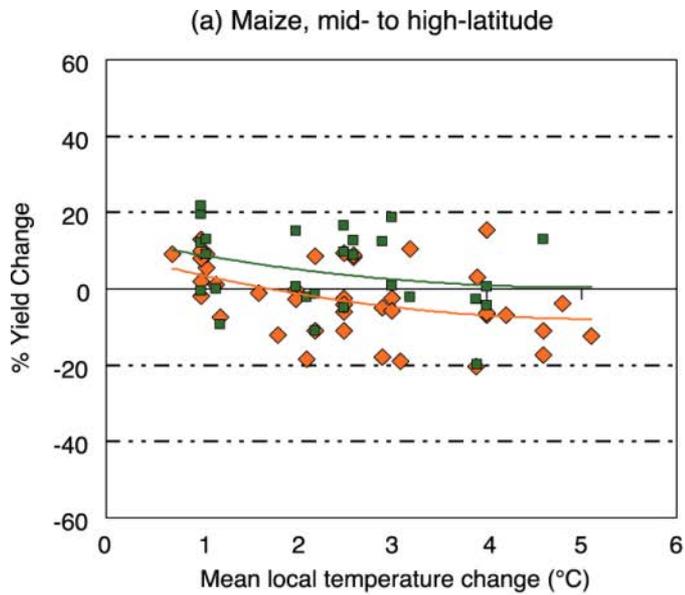
Facteurs climatiques	Échéancier	Risques et possibilités d'adaptation		
		Très faibles	Modérés	Très élevés
	Moment présent	[Bar chart showing low risk]		
	Court terme (2030–2040)	[Bar chart showing moderate risk]		
	Long terme 2°C (2080–2100) 4°C	[Bar chart showing high risk]		



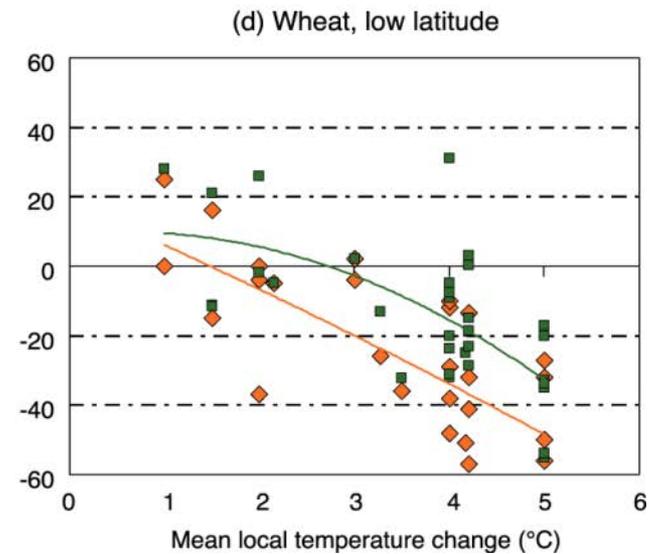
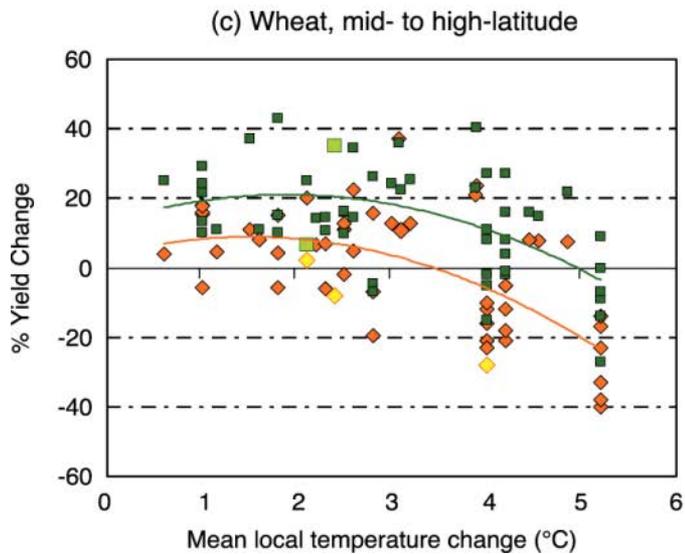
Facteurs déterminants des incidences liées au climat									
									
Tendance au réchauffement	Température extrême	Tendance à l'assèchement	Précipitations extrêmes	Précipitations	Enneigement	Cyclones destructeurs	Niveau de la mer	Acidification des océans	Fertilisation par le dioxyde de carbone

Figure TS.7. Sensitivity of cereal yield to climate change

Mais



Blé



Risque majeur pour l'Afrique: santé

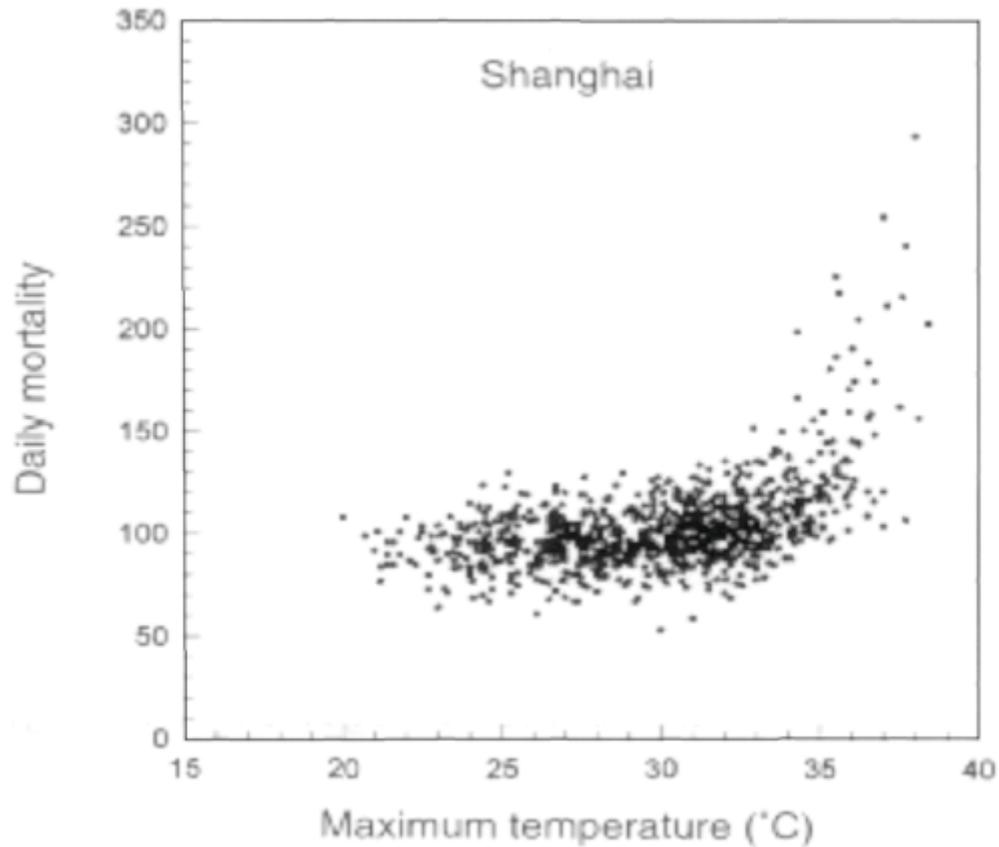
Variations de l'incidence et de l'extension géographique des maladies à transmission vectorielle ou d'origine hydrique dues à l'évolution des températures et des précipitations moyennes et de leur variabilité, en particulier aux limites de leurs aires de répartition (*degré de confiance moyen*)

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



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	

Relationship between maximum temperature and mortality in Shanghai, China, 1980-89



Référence : CLIMATE CHANGE AND HUMAN HEALTH, 1996

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



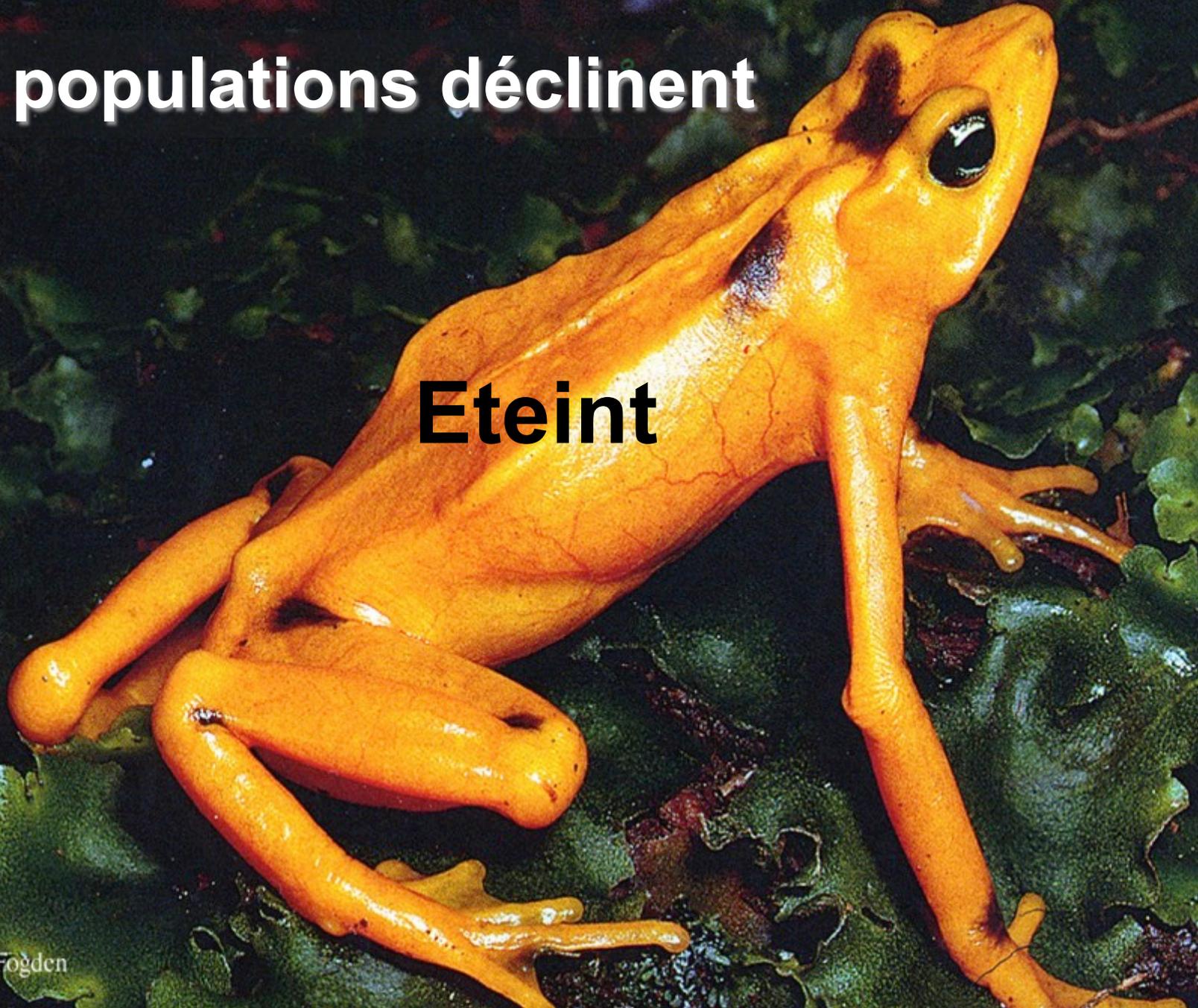
© M. Gore



**Déplacements en altitude:
les toucans envahissent les quetzals**

Des populations déclinent

Eteint

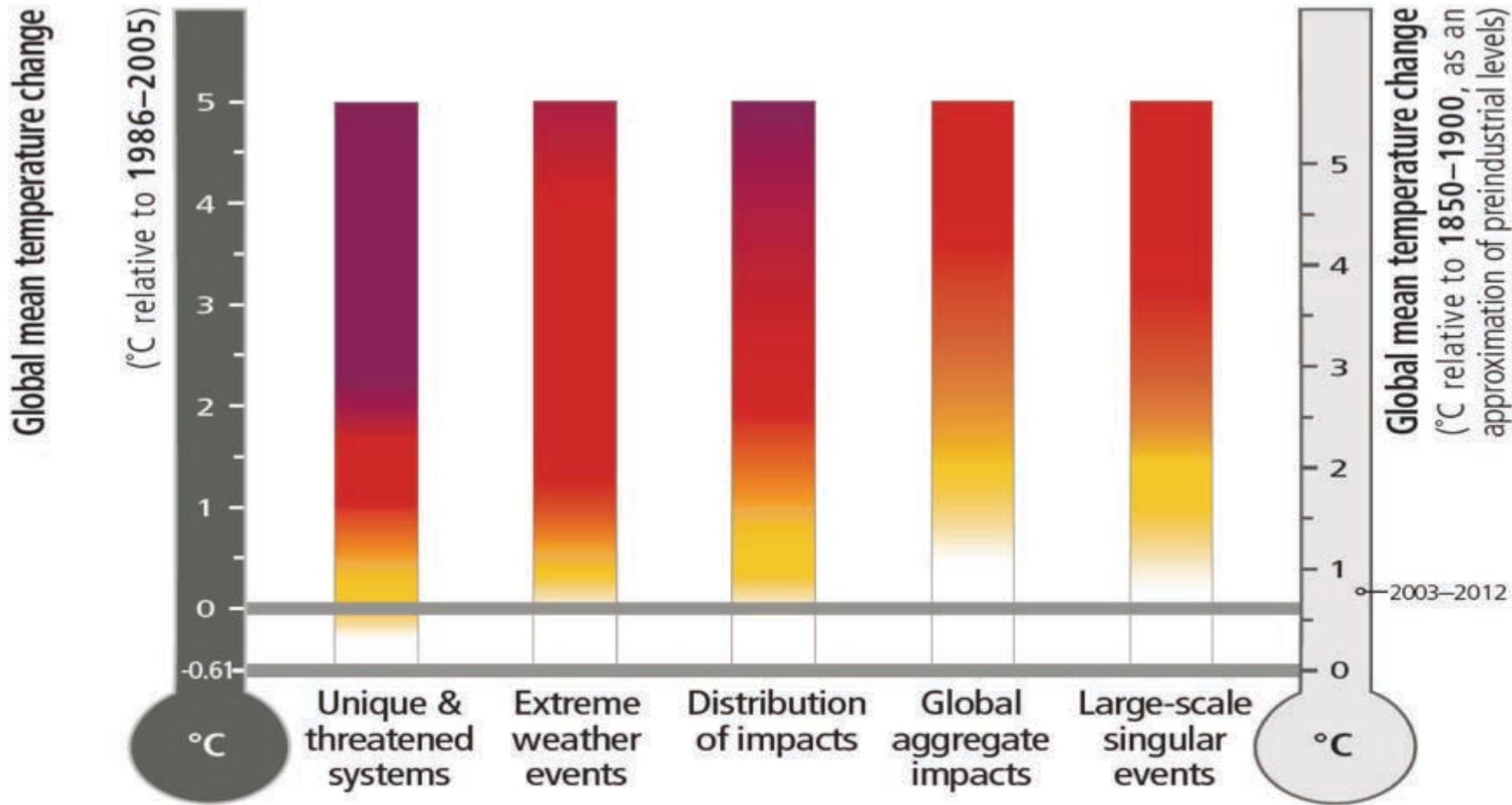




LES RISQUES DES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

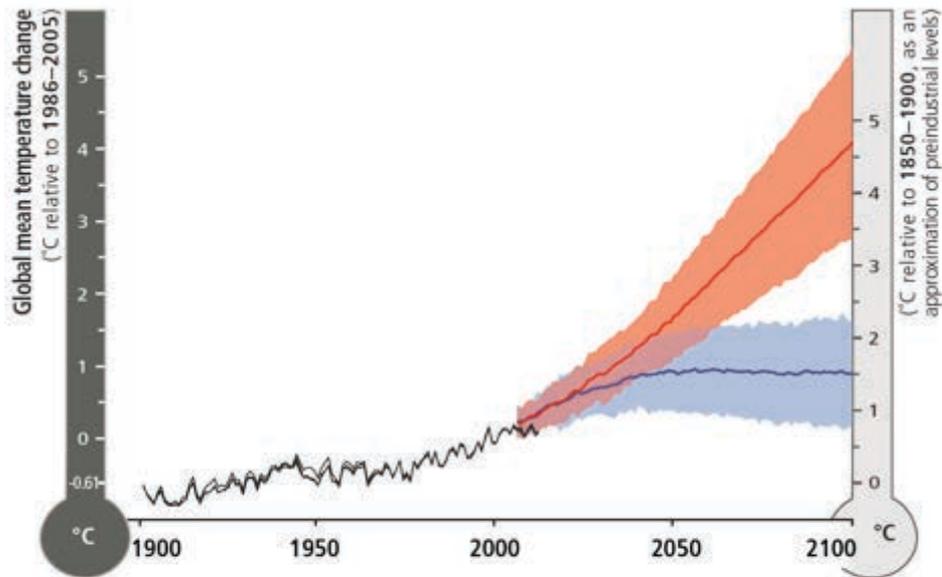
AUGMENTENT

AVEC DES
EMISSIONS EN
CROISSANCE
CONTINUE

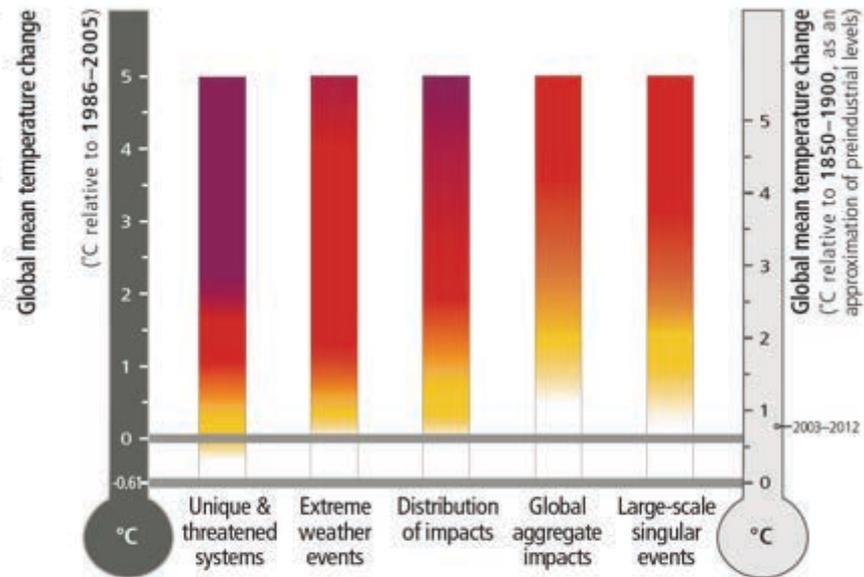


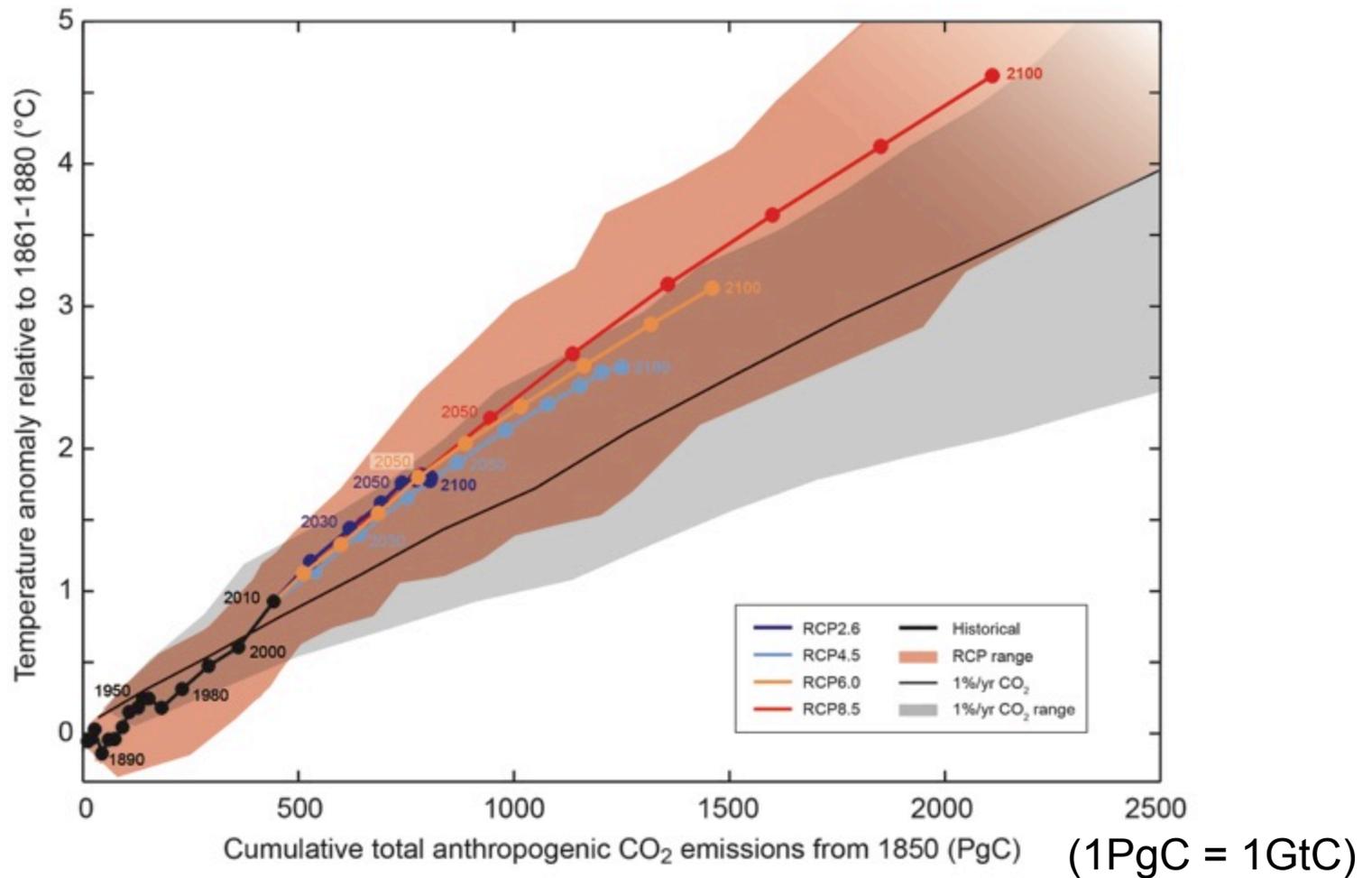
Level of additional risk due to climate change





- 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 XXI^{ème} siècle et au delà

Le fenêtre pour l'action se ferme rapidement

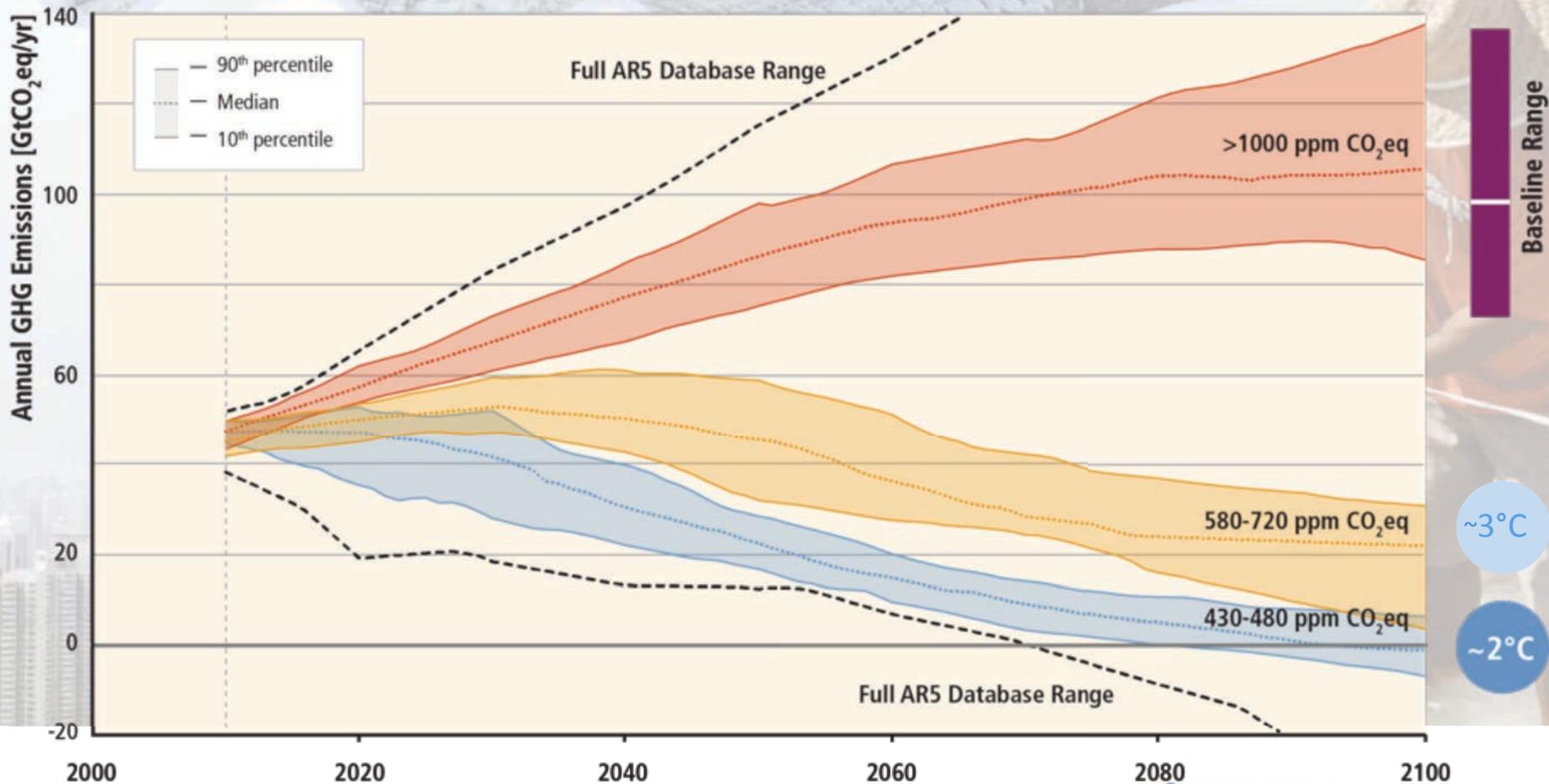
65% du budget carbone "compatible" avec un objectif de 2°C a déjà été utilisé. Il faut noter que ce budget offre une probabilité d'au moins 66% de rester sous un réchauffement de 2°C



NB: Emissions en 2011: 38 GtCO₂/an

AR5 WGI SPM

La stabilisation des concentrations atmosphériques requiert de s'écarter des scénarios de référence („baseline“) – quel que soit l'objectif de stabilisation



Based on Figure 6.7



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 [...]**

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 ?

- **Il y a aussi des bénéfices qui viennent des impacts évités des changements climatiques, et des co-bénéfices dans d'autres domaines, comme une réduction des dommages (santé, écosystèmes) dus à la pollution atmosphérique, une sécurité énergétique et alimentaire améliorée, ou une amélioration de l'emploi.**

Mesures d'atténuation



Efficacité énergétique



Augmentation de la part des énergies à bas carbone ou sans carbone



Amélioration des puits de carbone

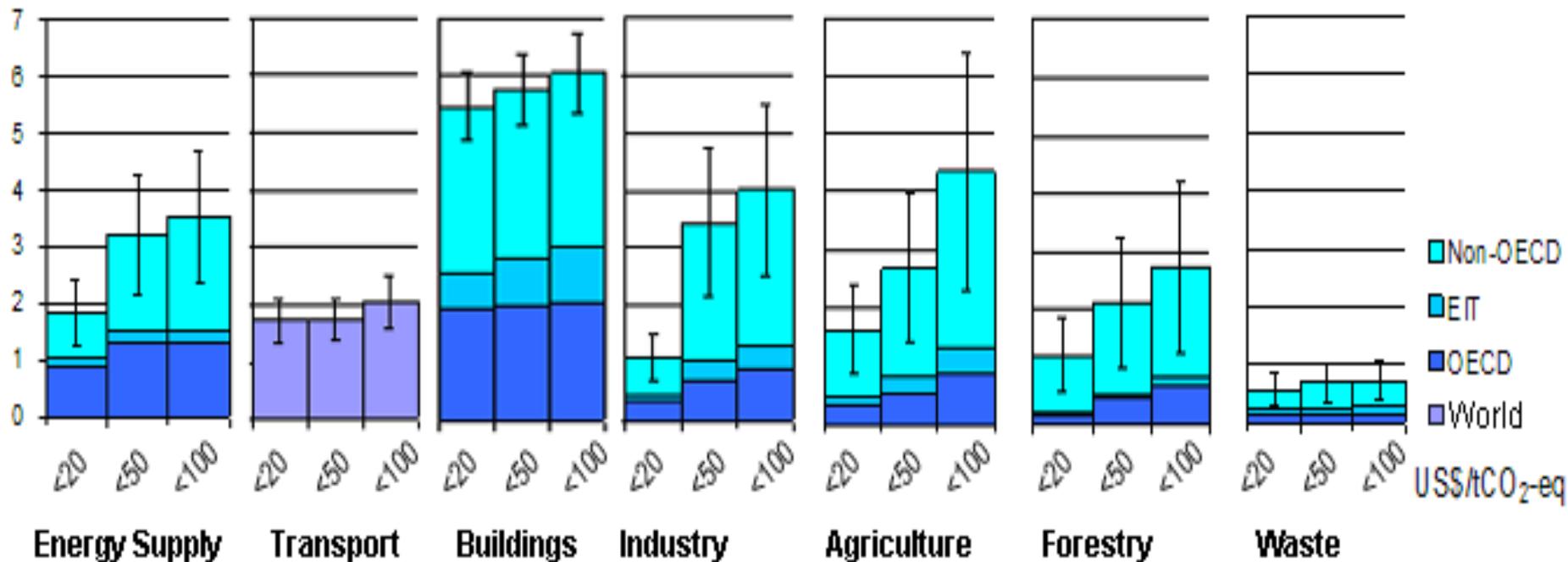


Changements de style de vie et de comportement

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**

RCP2.6

RCP8.5

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

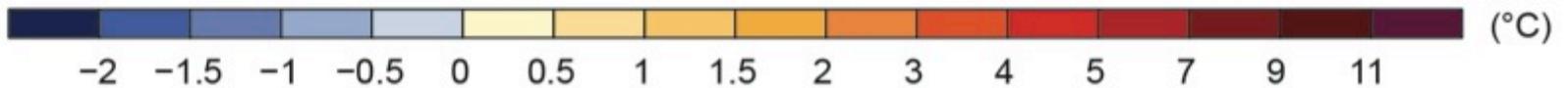
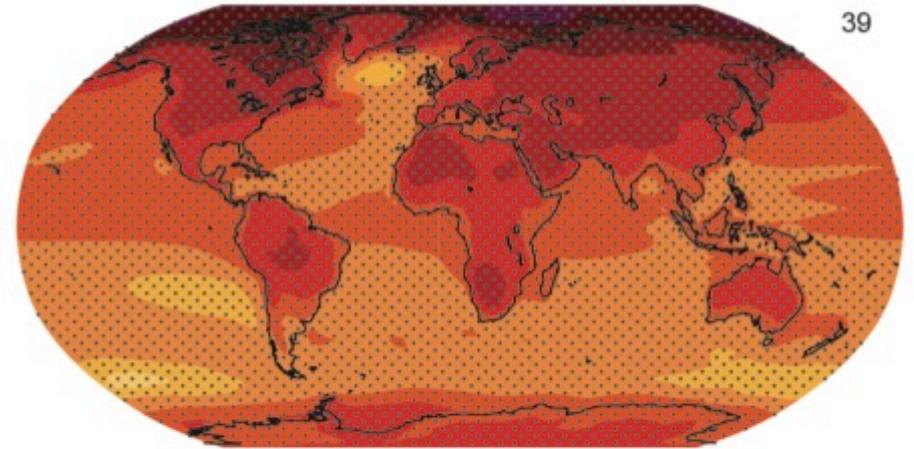
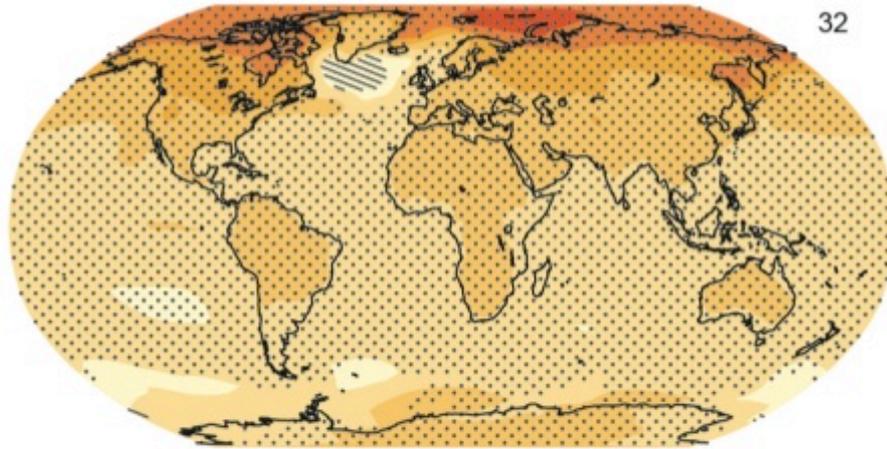


Fig. SPM.8

L'Humanité a le choix



Agarwal et al., 1999

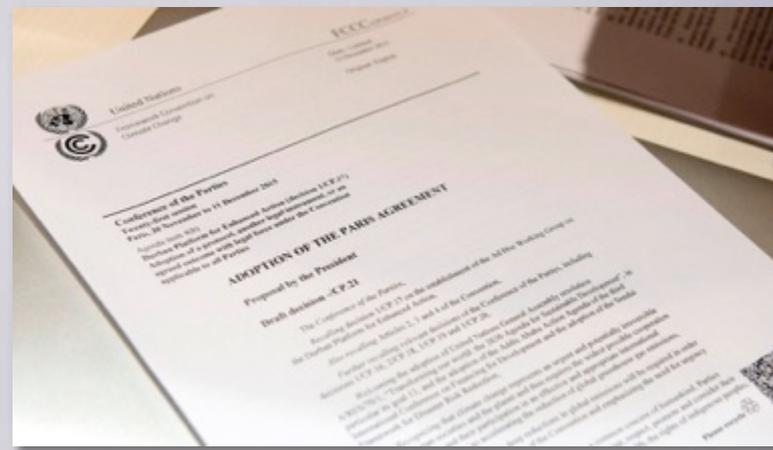


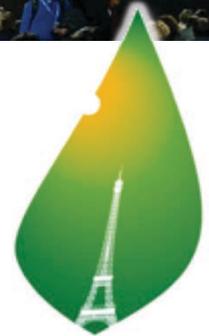
Isaac Cordal

Sur les Changements Climatiques 2015

COP21/CMP11

Paris, France





COP21- CMP11
PARIS 2015
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

- **196 Parties**
- **150 chefs d'état et de gouvernement**
- **Plus de 30 000 participants**

L'Accord de Paris: éléments clés

70



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

- texte de 18 pages (en FR)
- assorti d'un ensemble 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 **AFP**

“Mettre 196 pays d’accord sur les changements climatiques était la partie facile. Maintenant commence le travail concret.”

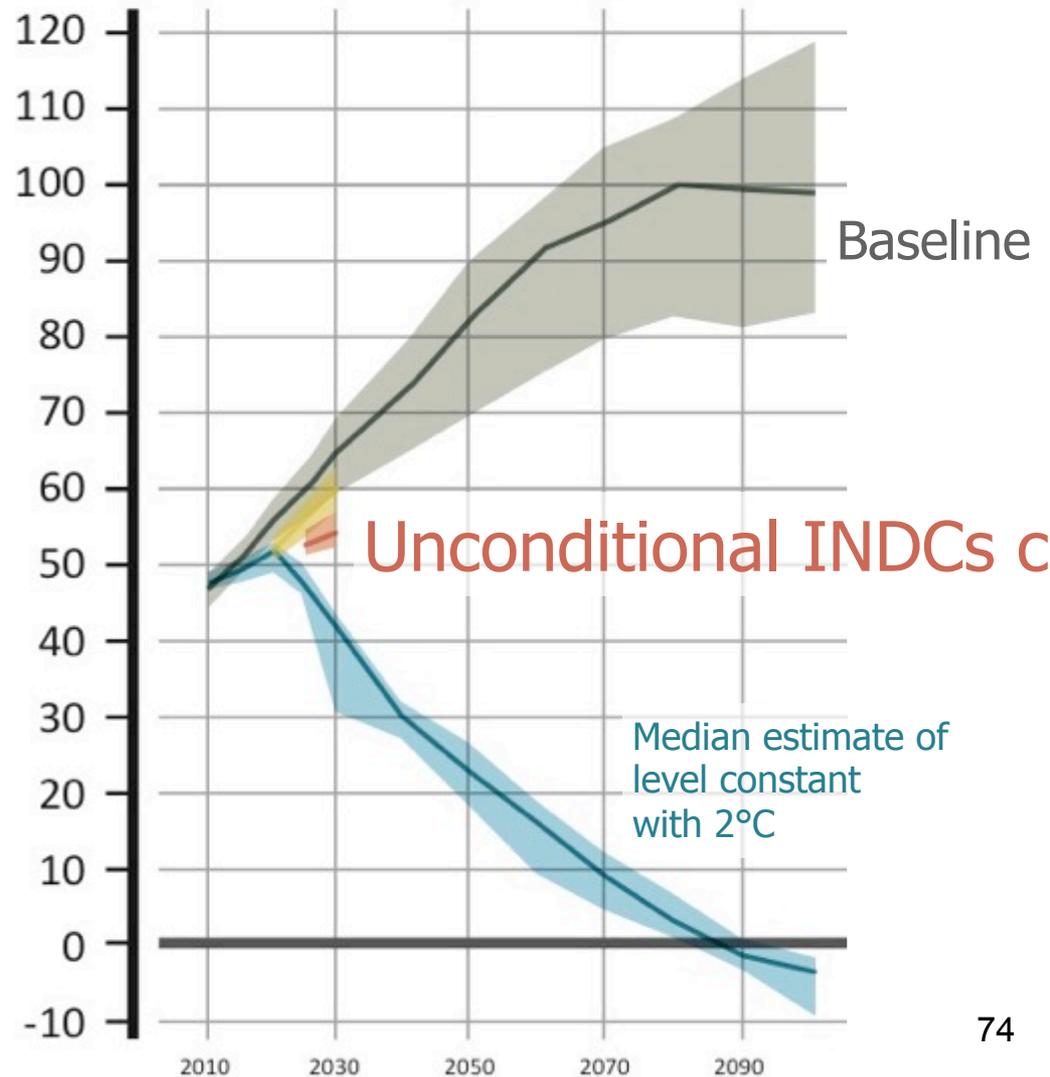
(C. Figueres, World Economic Forum 2016, Davos)



Intended Nationally Determined Contributions (INDCs)

- UN emissions gap report

Annual Global Total Greenhouse Gas Emissions (GtCO₂e)



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 ?

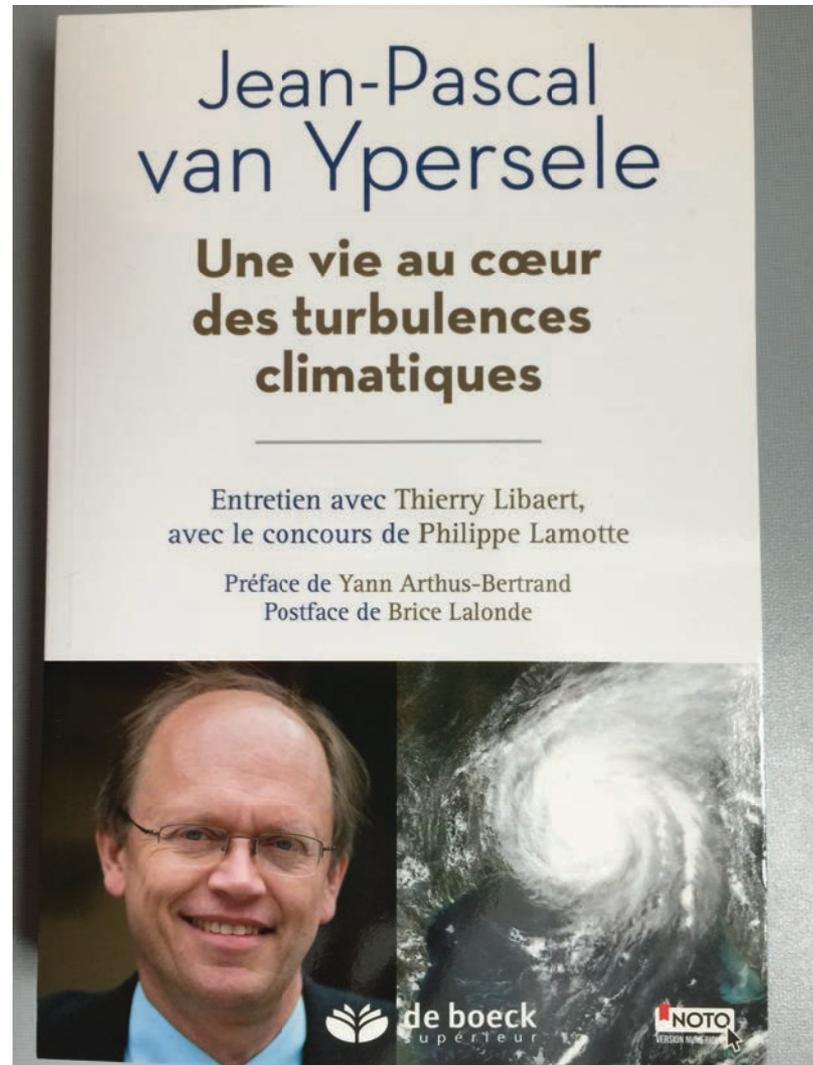
- **Diminuer sa consommation de biens dont la production, le transport ou l'usage exigent beaucoup d'énergie fossile ou émettent des gaz à effet de serre:**
 - ✦ **Ex: viande, alimentation hors-saison ou non-locale, produits électroniques peu durables, ...**
- **Interpeller les personnes qui ont une parcelle de pouvoir et les institutions pour qu'elles créent le contexte adéquat pour que la transition puisse se faire**



YO! AMIGO!!
WE NEED THAT TREE
TO PROTECT US FROM
THE GREENHOUSE EFFECT!

DEVELOPED
COUNTRIES

**Publié chez De Boeck
supérieur,
octobre 2015
Broché: 16 euros
E-book: 13 euros**



Pour en savoir plus :

- www.ipcc.ch : GIEC ou IPCC
- www.climate.be/vanyp : beaucoup de mes dias
- www.skepticalscience.com: excellentes réponses aux arguments des semeurs de doute
- **Sur Twitter: @JPvanYpersele**
— **@IPCC_CH**