

**Les changements climatiques: un
formidable défi planétaire, mais aussi
une opportunité !**

Jean-Pascal van Ypersele (UCL)

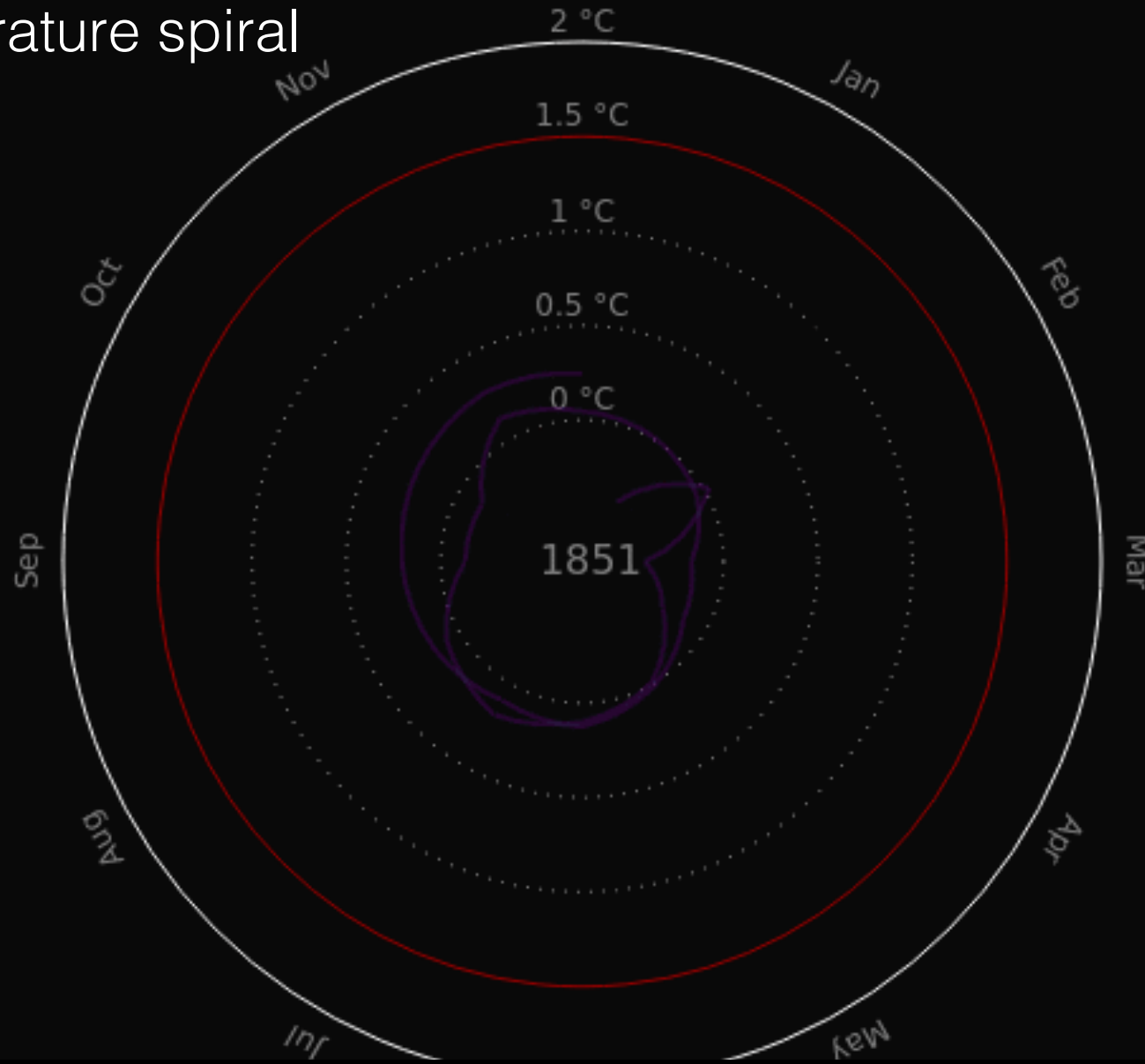
Vice-président du GIEC de 2008 à 2015

Twitter: @JPvanYpersele

**Rotary et Nassonia, Marche-en
Famenne, 15-12-2016**

Merci au Gouvernement wallon qui finance la Plateforme Wallonne pour le Climat 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

Temperature spiral



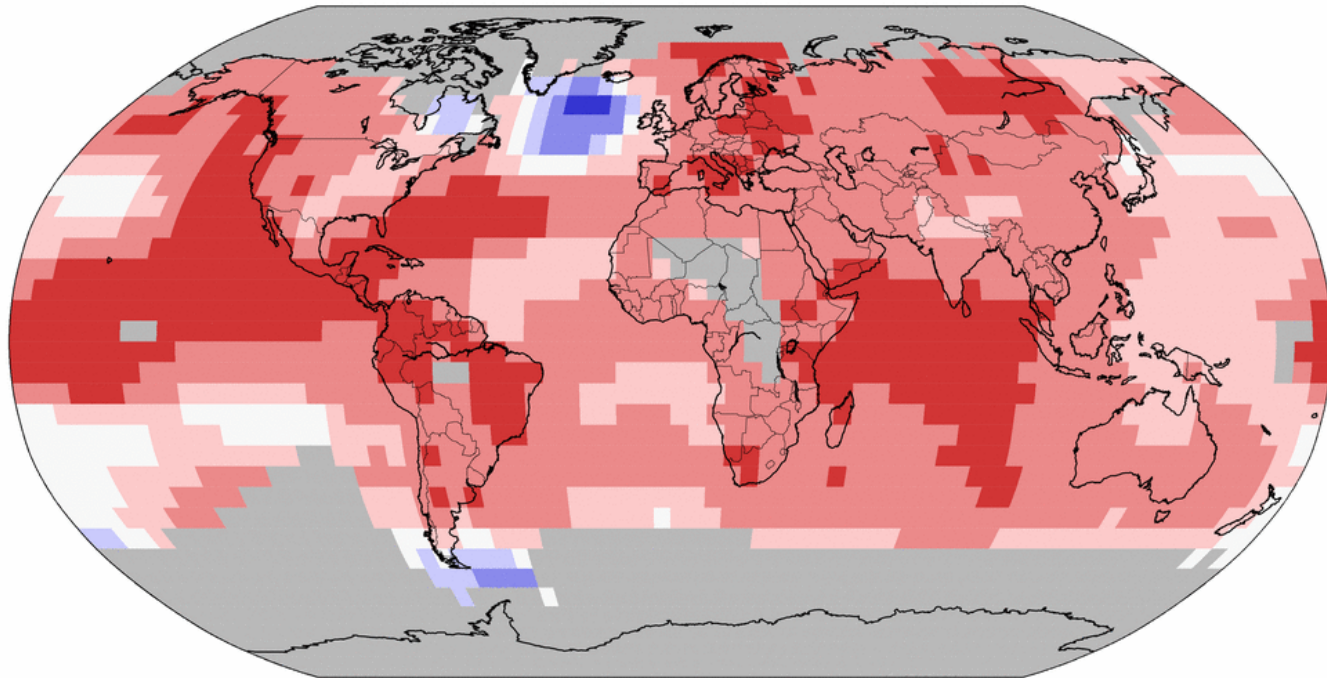
Ed Hawkins (Climate Lab Book) - Global Mean Temperature in °C relative to 1850 - 1900 average Data source: HadCRUT4 global temperature dataset
Pour l'animation voir: <http://openclimatedata.net/climate-spirals/>

2015= warmest year since 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

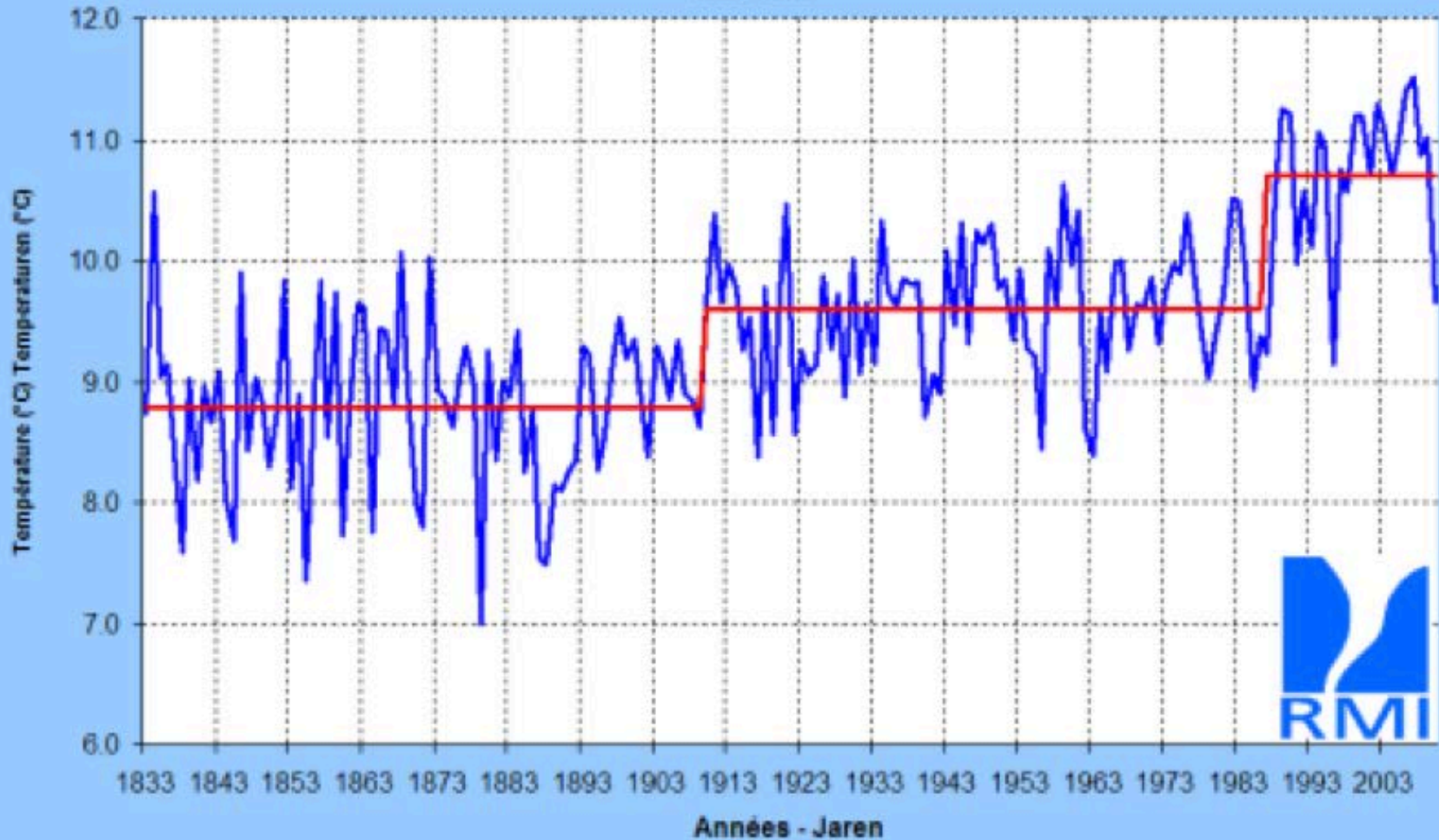

Much
Warmer than
Average

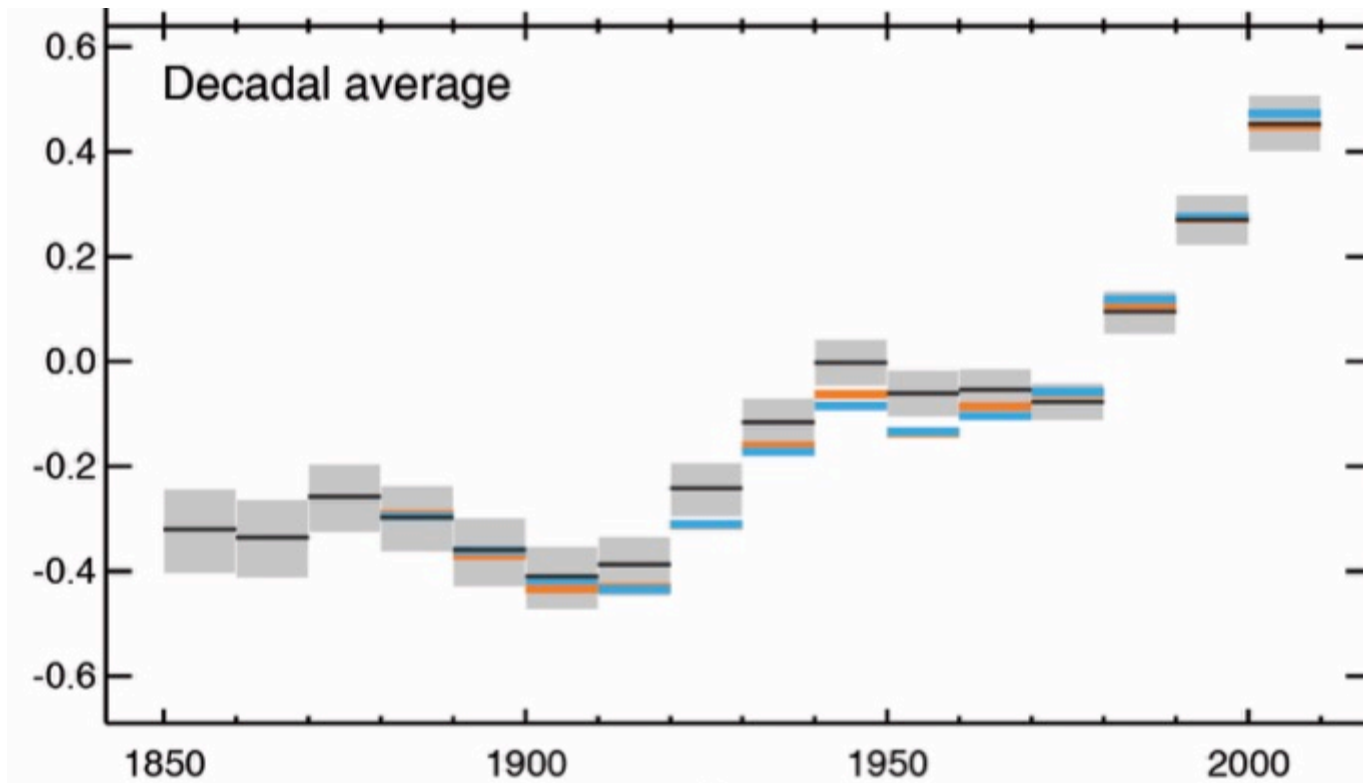

Record
Warmest



Wed Jan 13 12:15:02 EST 2016

Evolution de la température moyenne annuelle à Bruxelles – Uccle 1833-2010





(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

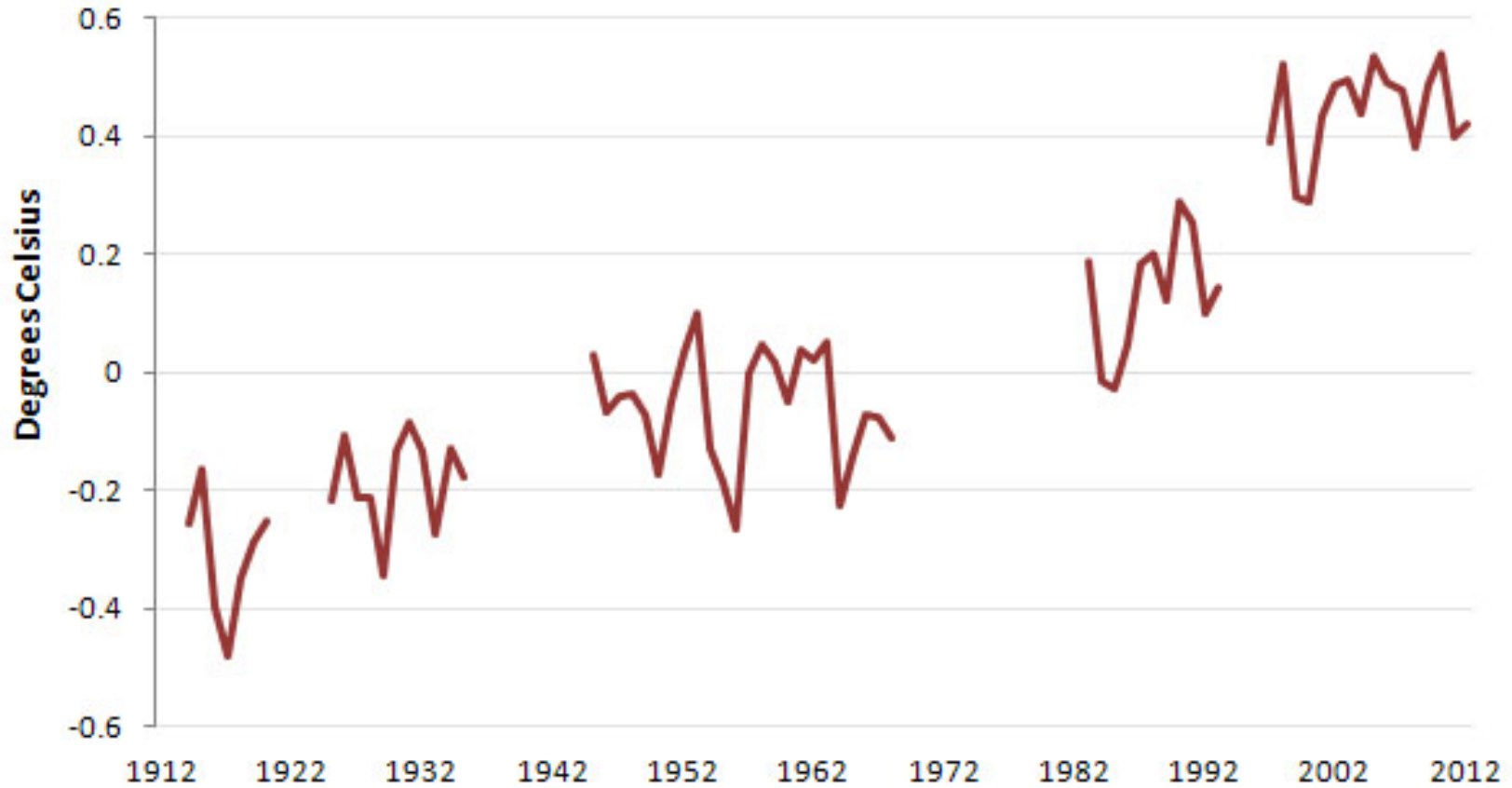
Dans l'hémisphère nord, la période 1983–2012 a probablement été la **période de 30 ans la plus chaude des 1400 dernières années** (degré de confiance moyen).

Temperature Change From 1961-1990 Average



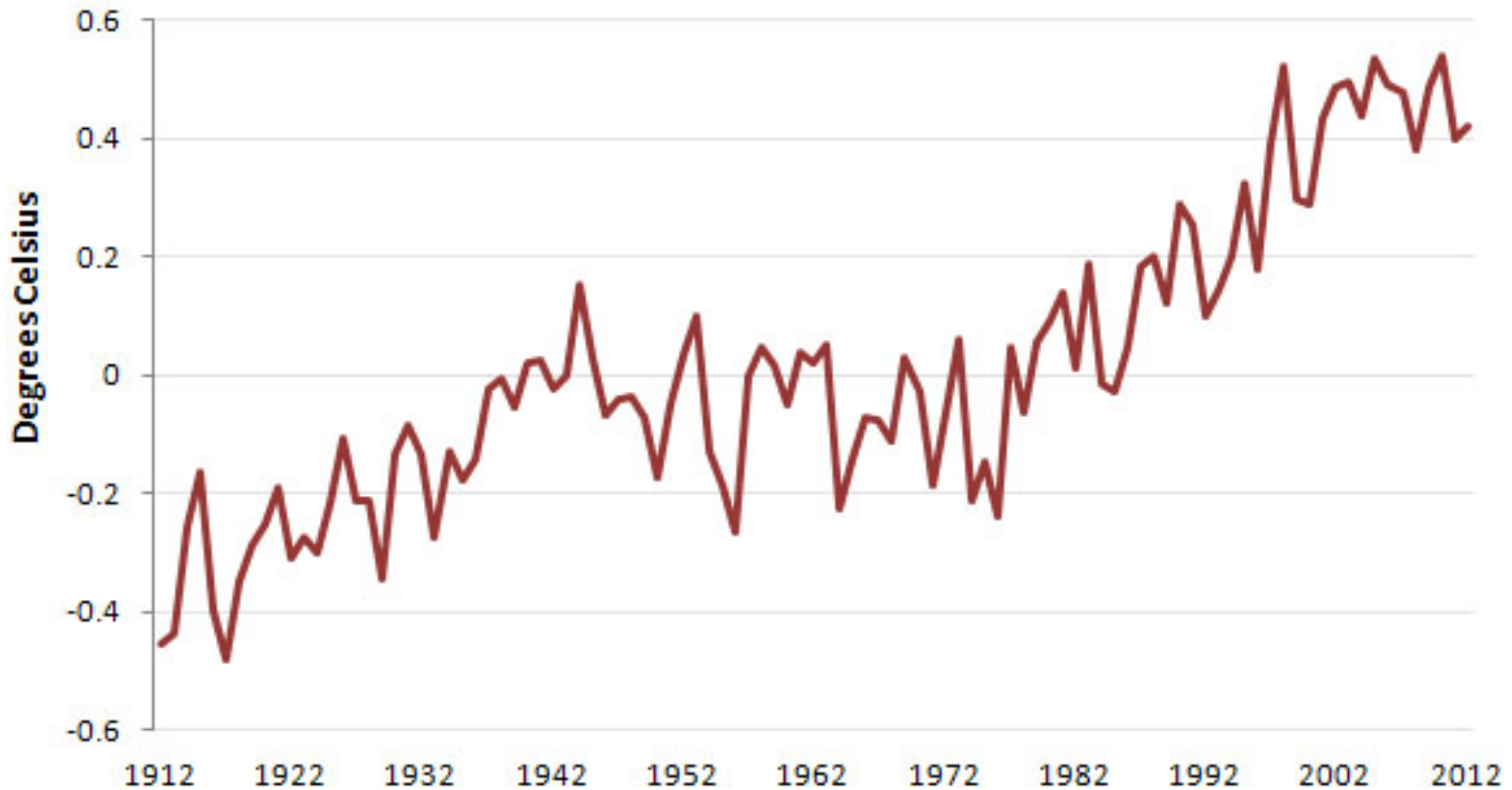
Lying With Statistics, Global Warming Edition

Temperature Plateaus — 1912-2012



Lying With Statistics, Global Warming Edition

Temperature Change From 1961-1990 Average



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

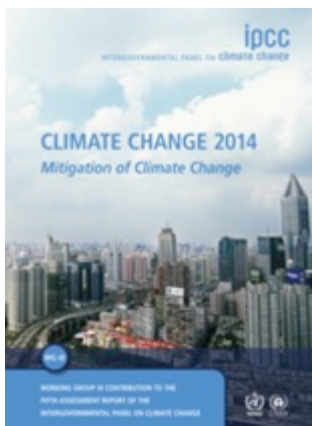




Que se passe-t-il dans le système climatique ?



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)



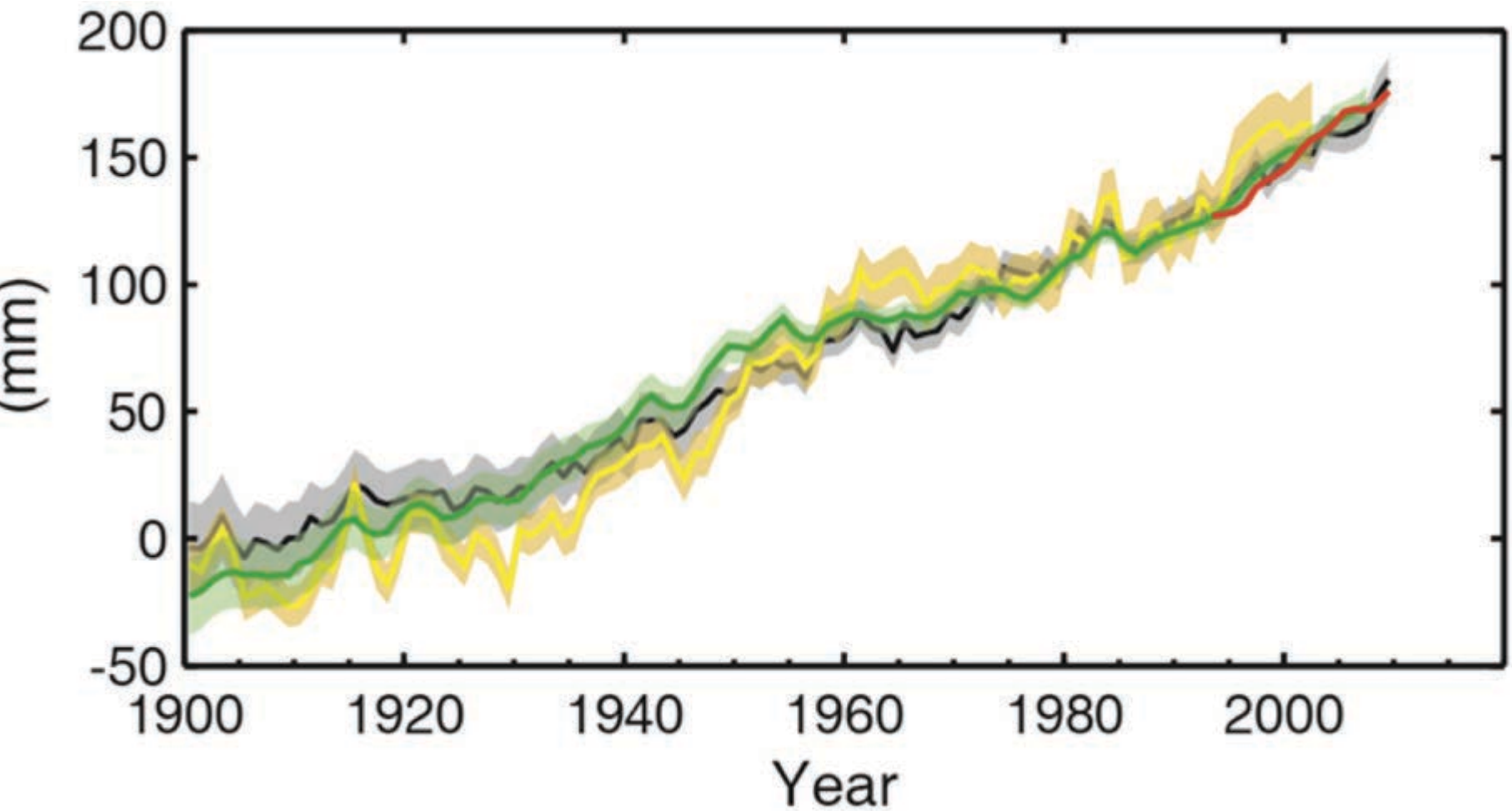
http://www.weather.com/news/science/environment/alaskas-glaciers-capturing-earth-changing-our-eyes-20131125?cm_ven=Email&cm_cat=ENVIRONMENT_us_share

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

Evolution du niveau moyen des mers



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

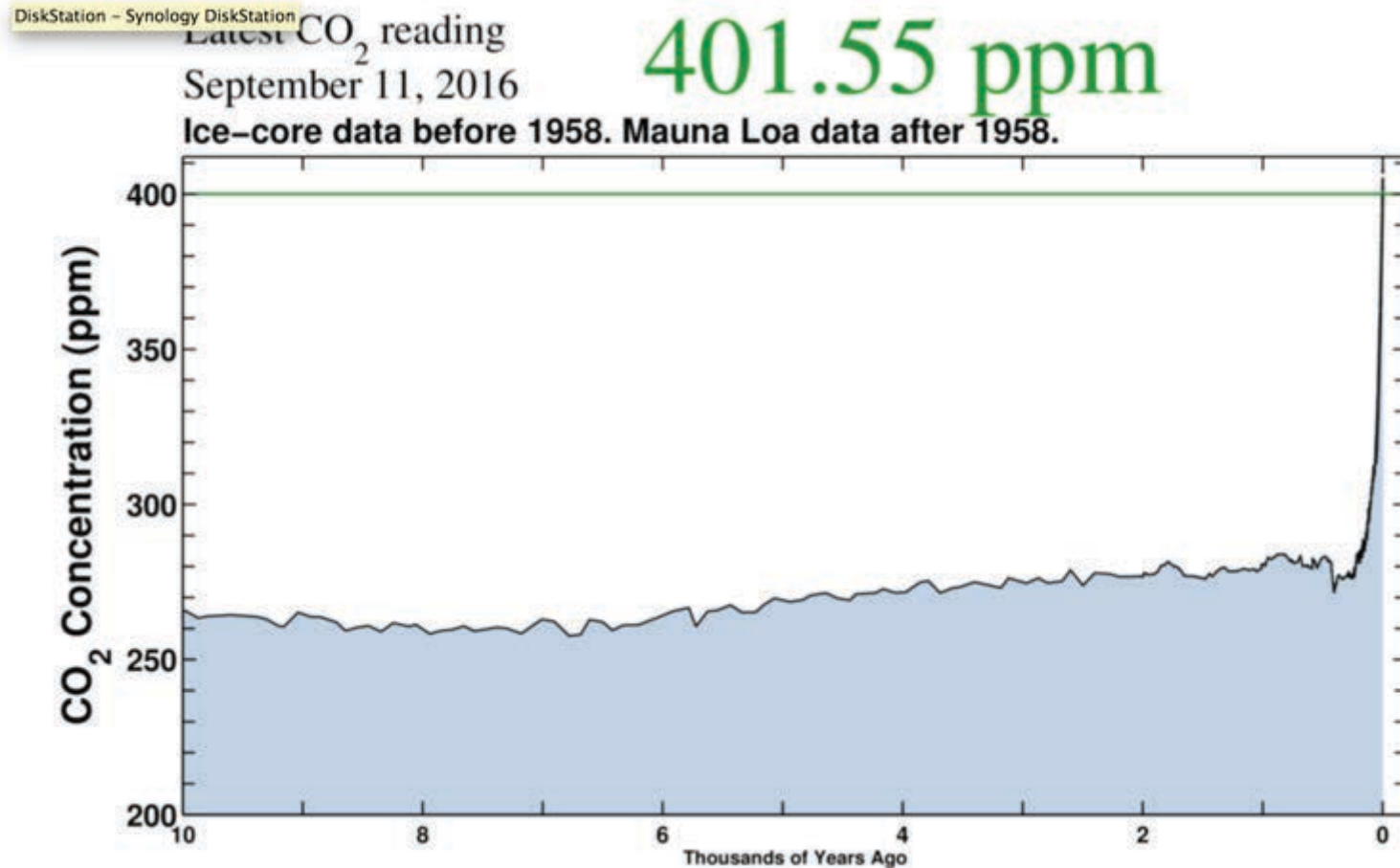
Six weeks worth of rain has fallen in three days over parts of France (May 2016)



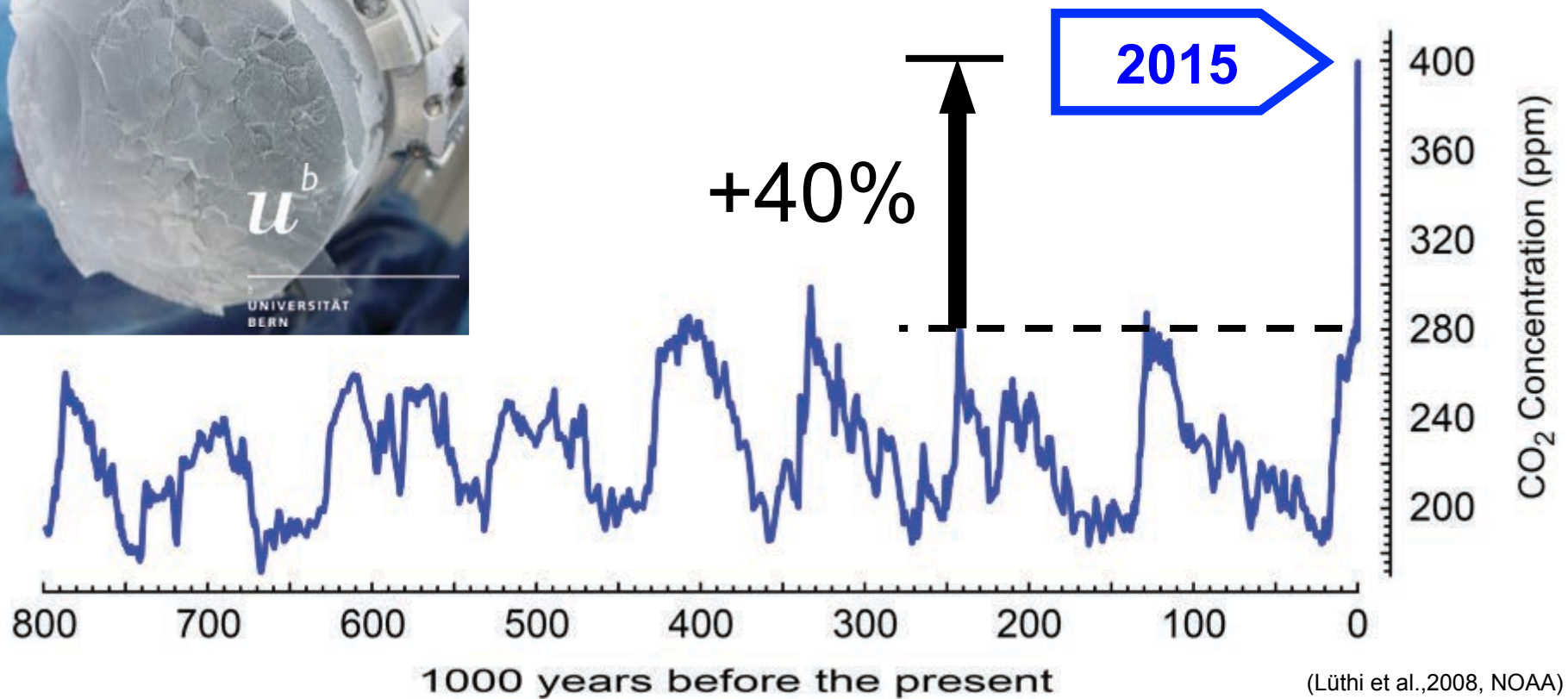
The Louvre and Musée d'Orsay in Paris evacuated their vaults (May 2016)



CO₂ Concentration, 11 septembre 2016 (Keeling curve)

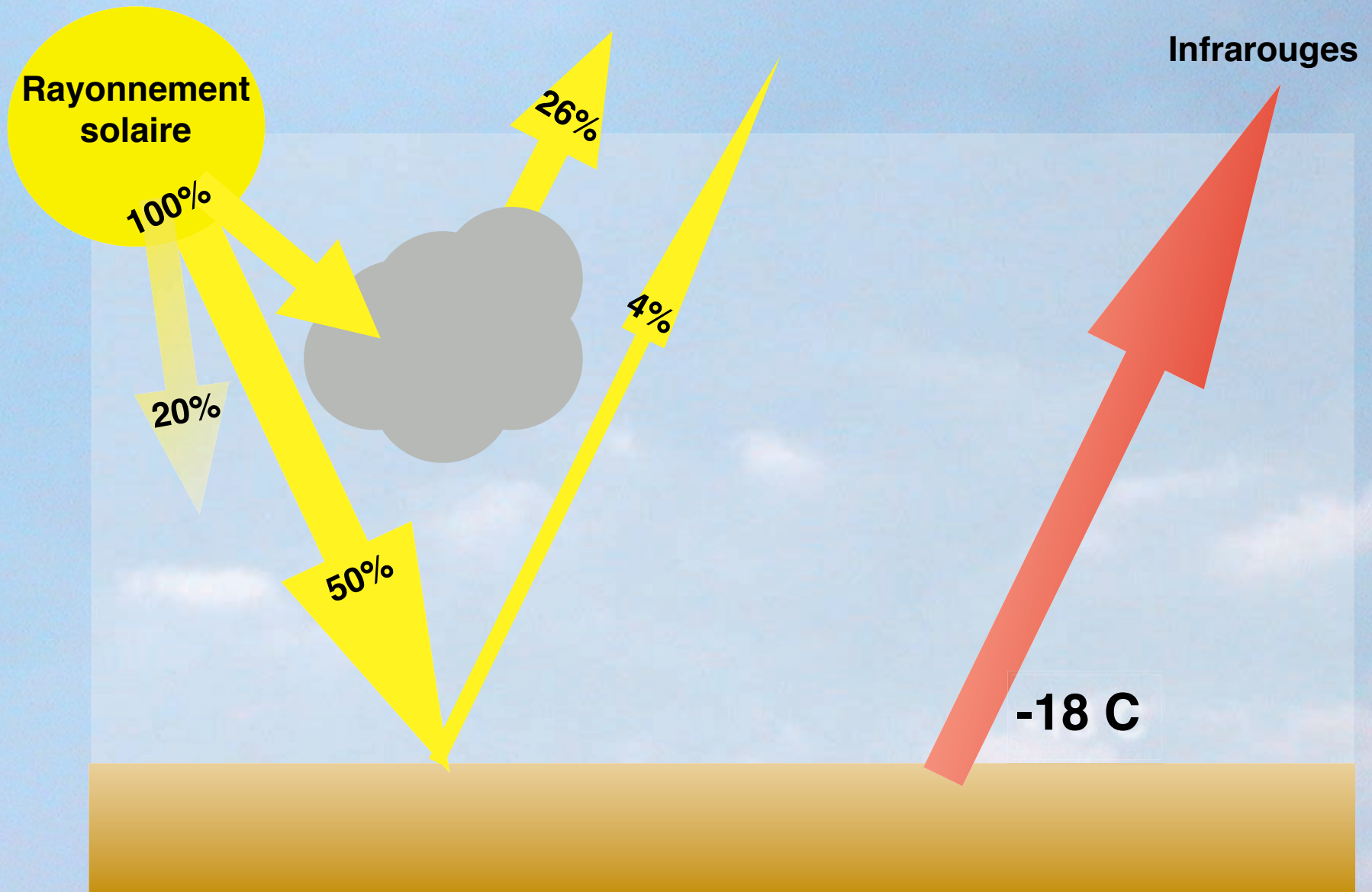


Source: scripps.ucsd.edu/programs/keelingcurve/

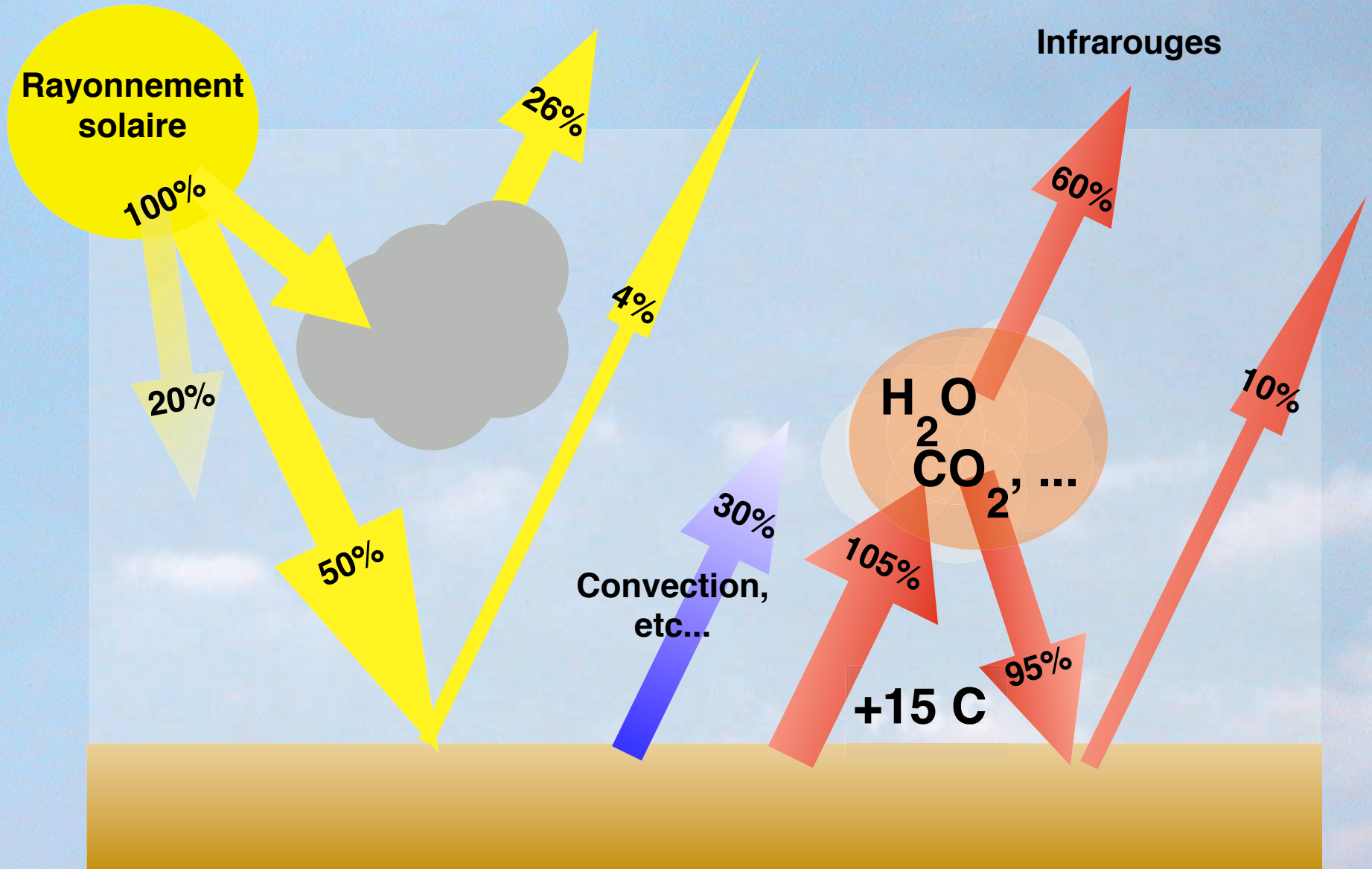


Les concentrations atmosphériques en dioxyde de carbone (CO₂) ont augmenté jusqu'à des niveaux sans précédent au cours des 800 000 dernières années

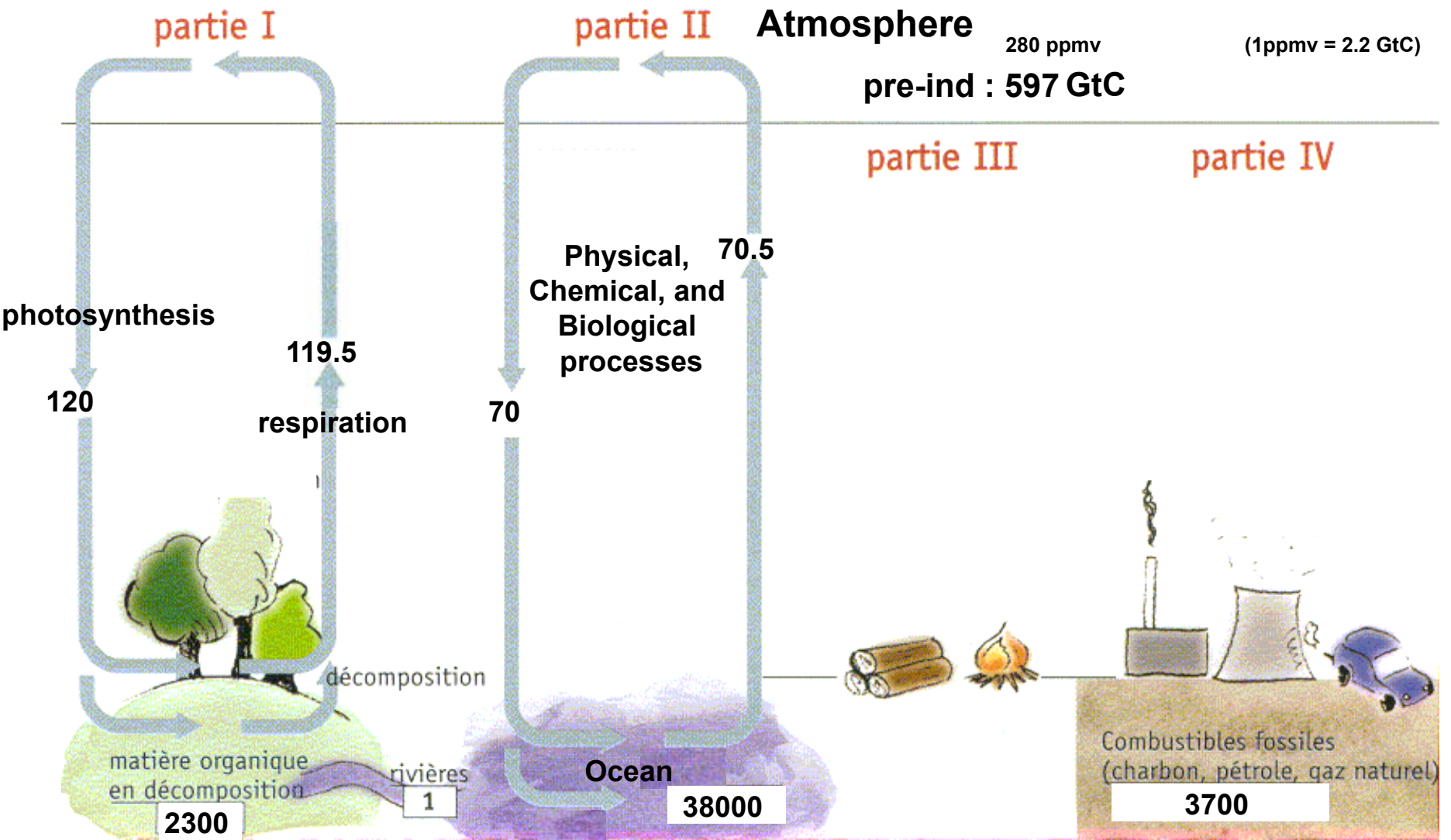
Cycle de l'énergie et effet de serre



Cycle de l'énergie et effet de serre



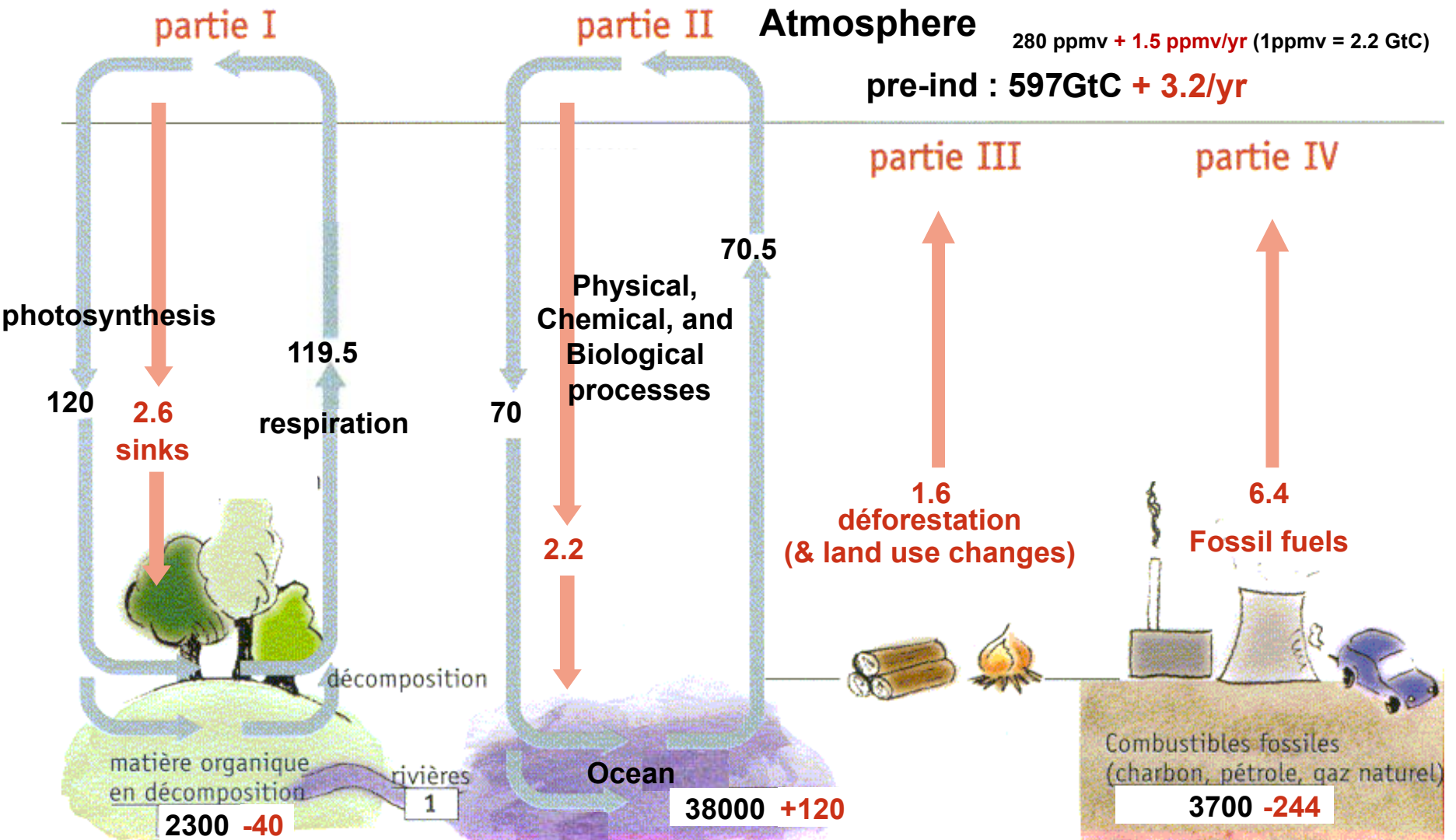
Carbon cycle: unperturbed fluxes



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

Carbon cycle: perturbed by human activities

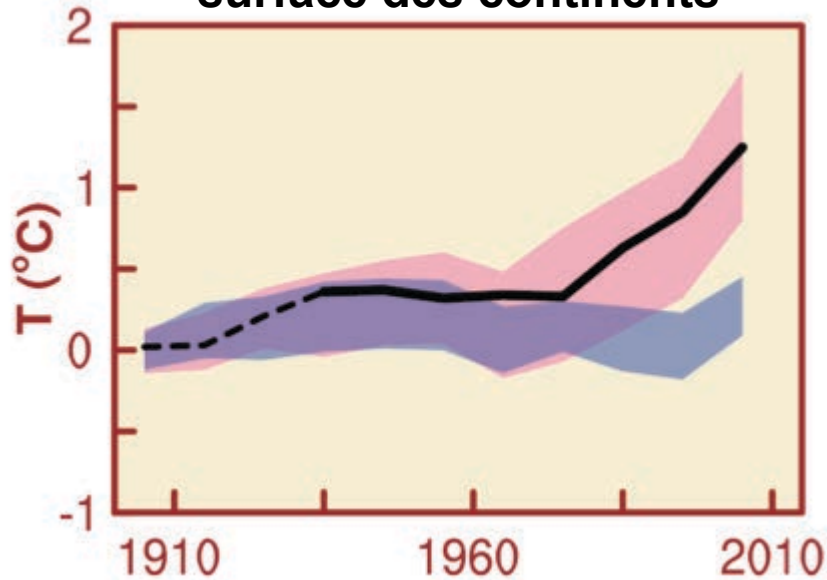
(numbers for the decade 1990-1999s, based on IPCC AR4)



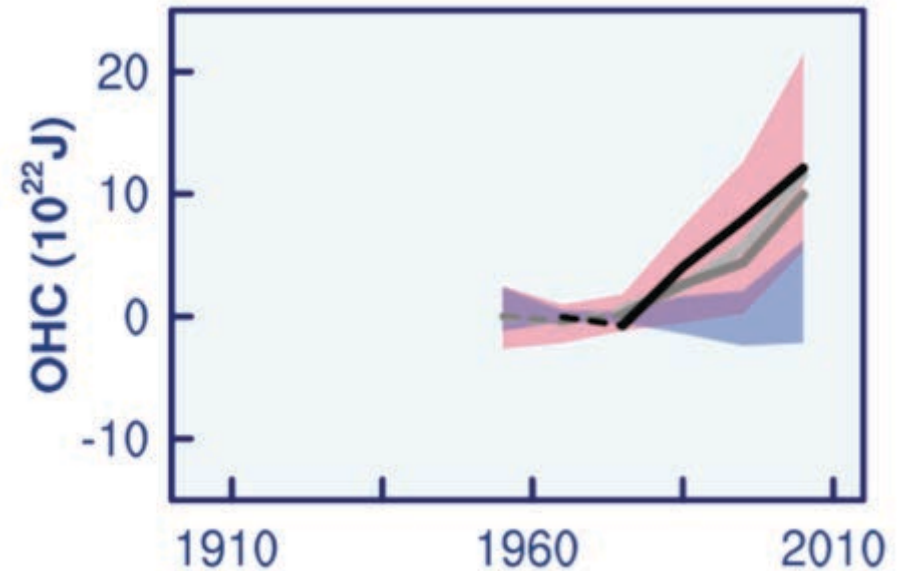
Units: GtC (billions tons of carbon) or GtC/year

Stocks!

Température moyenne surface des continents



Contenu thermique des océans



(IPCC 2013, Fig. SPM.6)

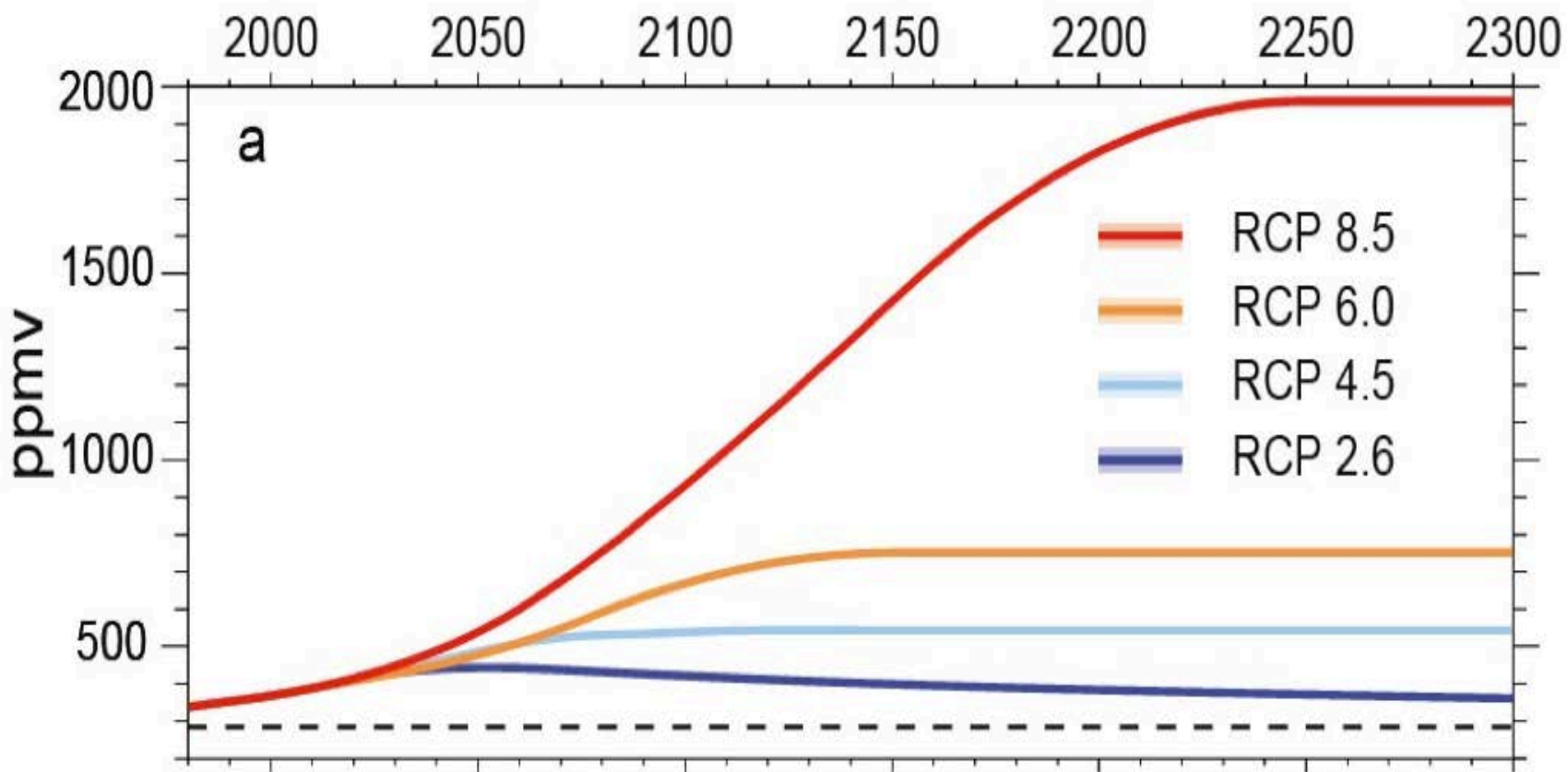
Noir: observations

Bleu: simulations avec seuls facteurs naturels

Rose: simulations avec facteurs naturels & humains

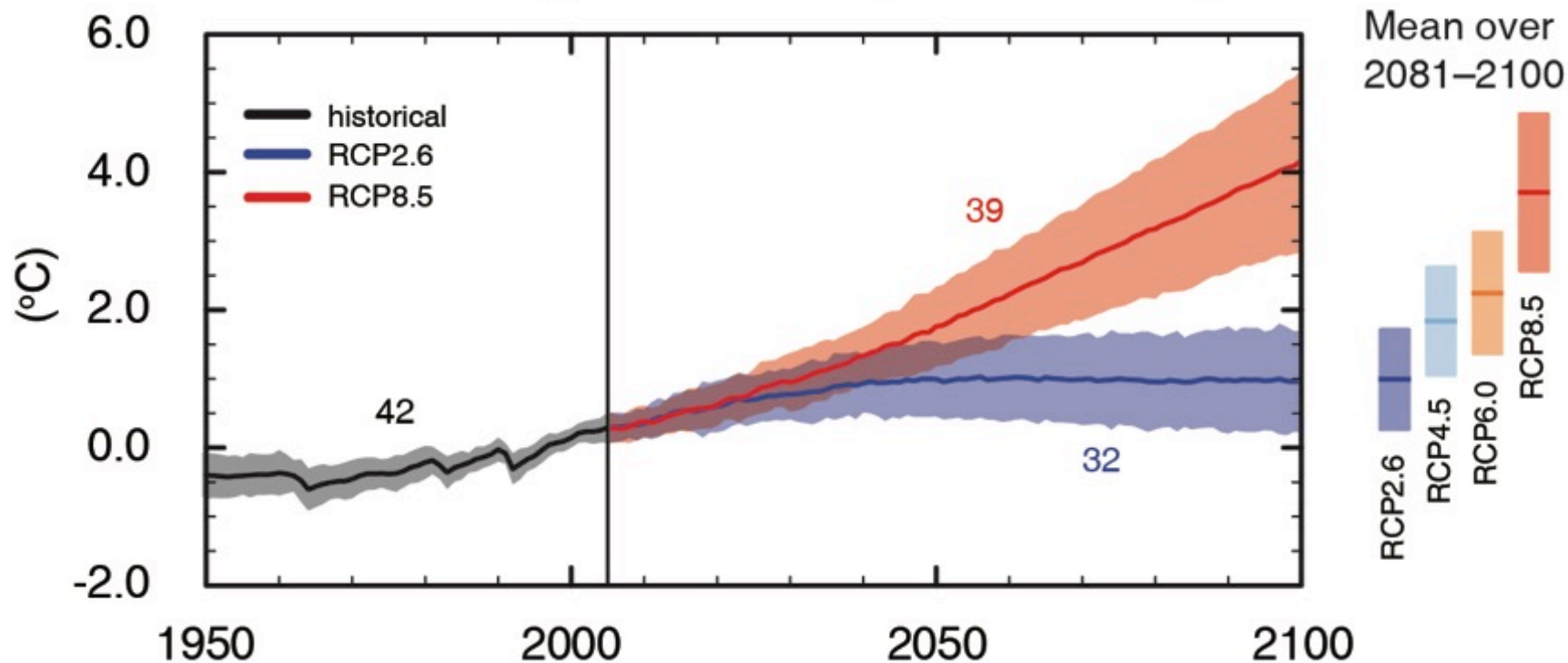
L'influence humaine sur le système climatique est sans équivoque; Il est *extrêmement probable* (95%) que l'influence humaine a été la cause principale du réchauffement depuis le milieu du 20^{ème} siècle

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)

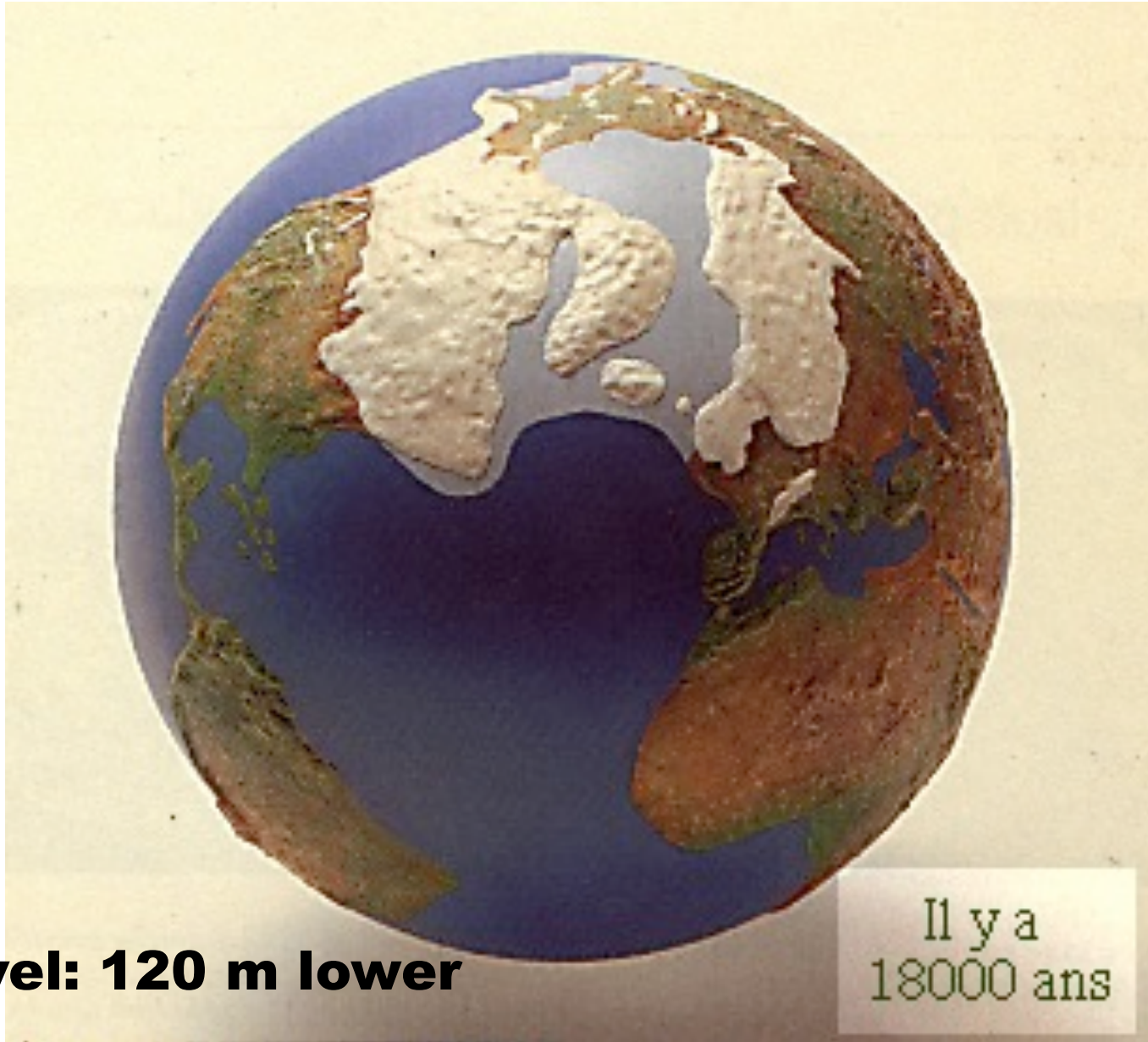


(IPCC 2013, Fig. SPM.7a)

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.

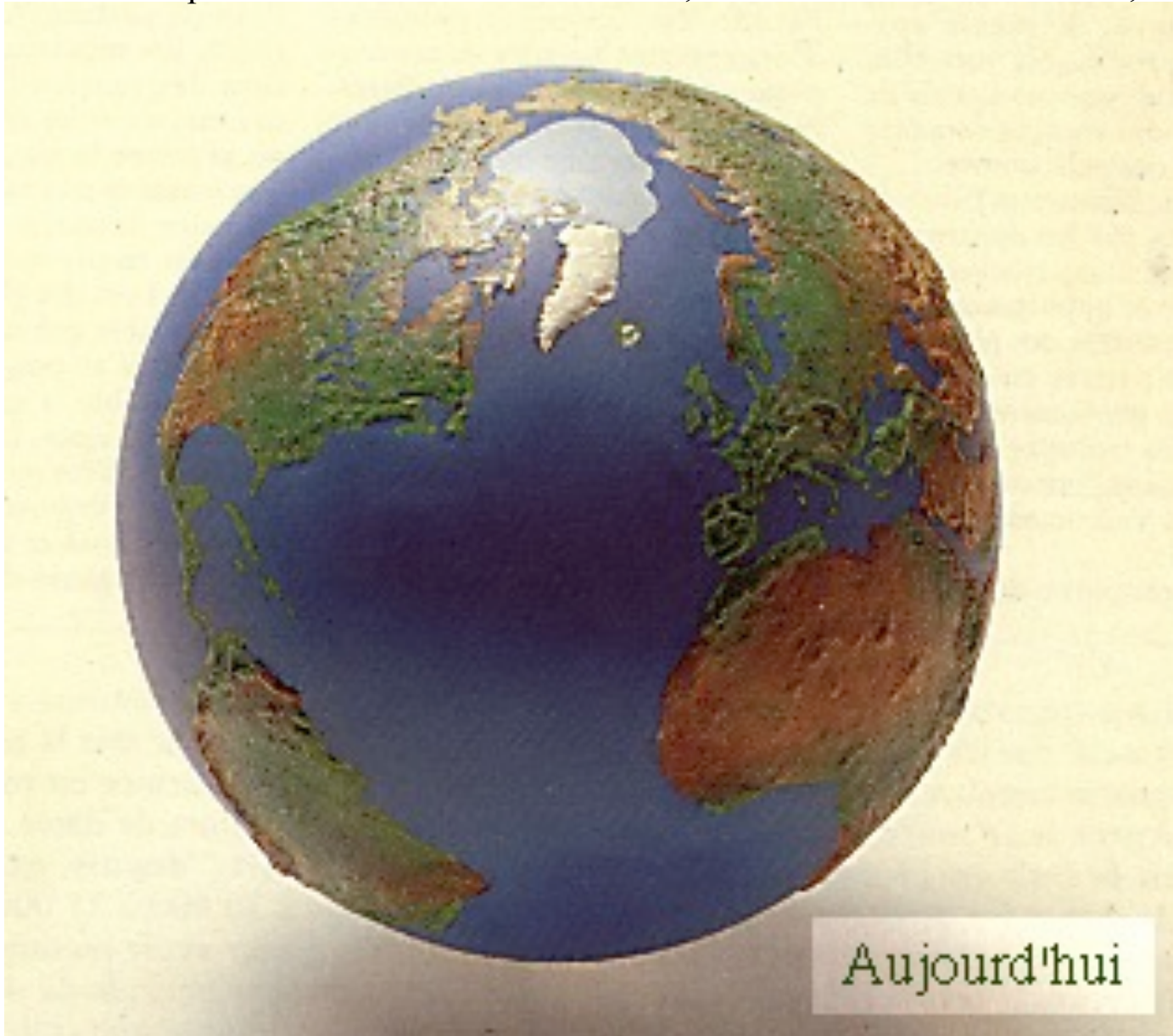


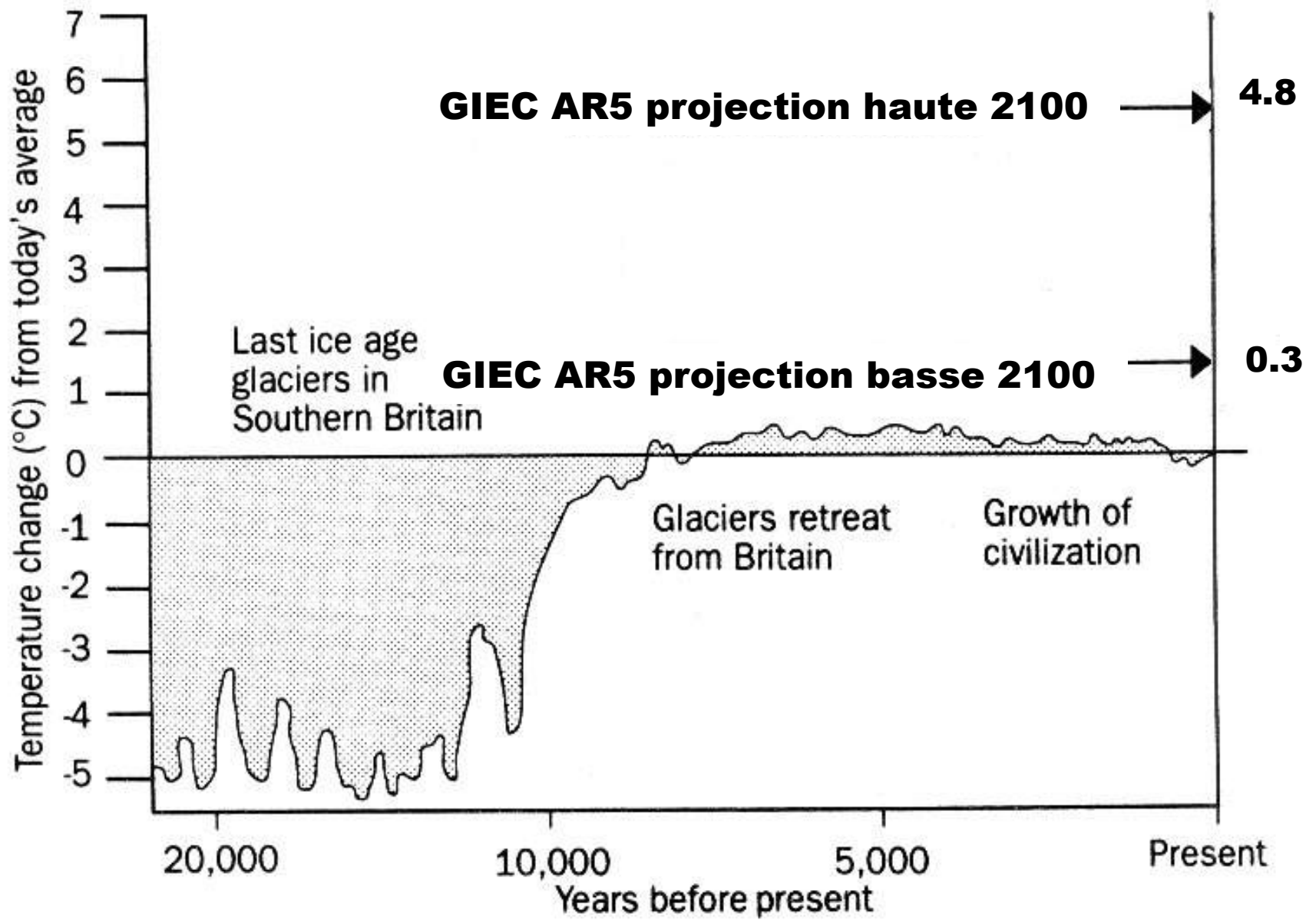
Sea level: 120 m lower

Il y a
18000 ans

Today, with +4-5°C globally

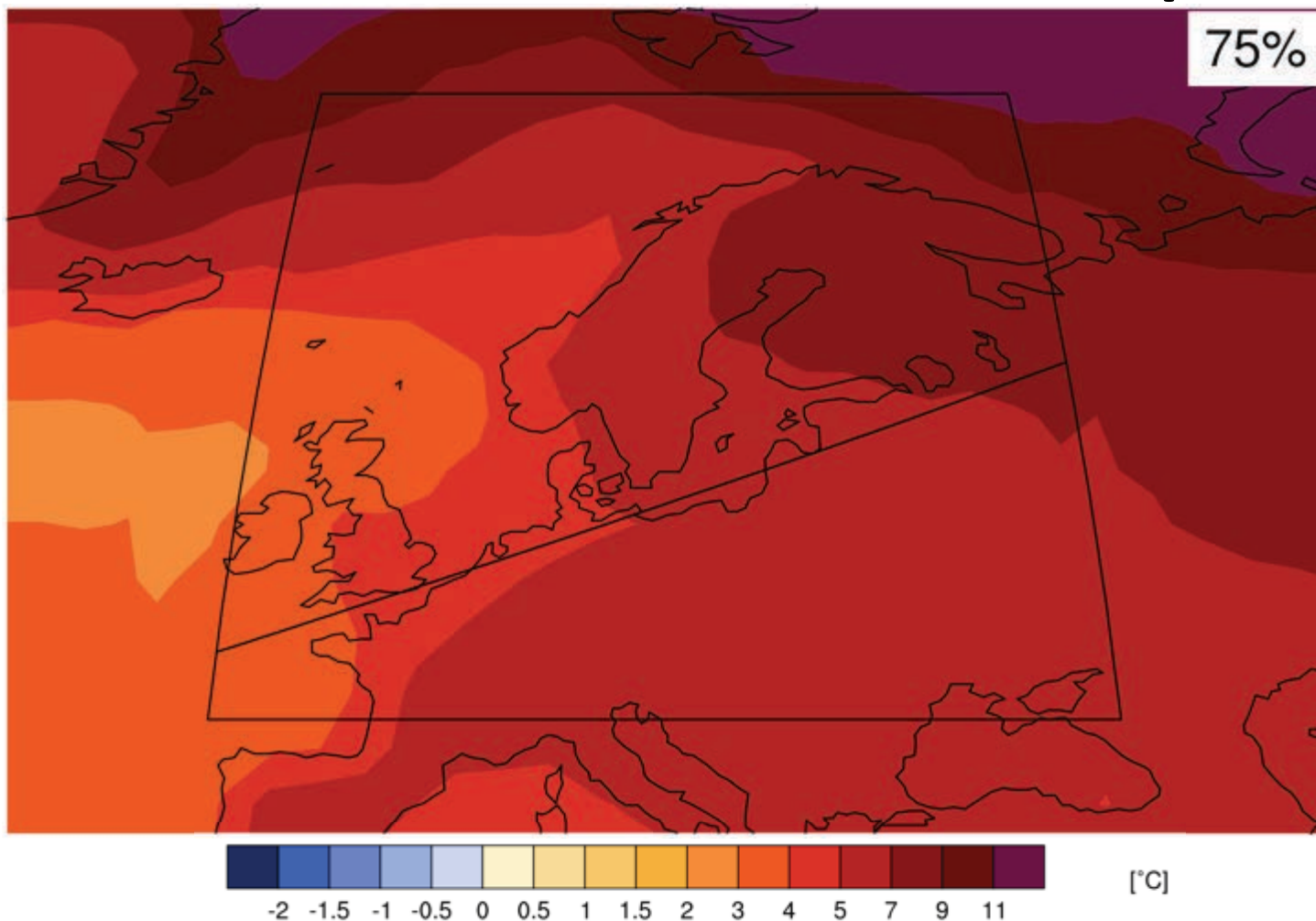
With permission from Dr. S. Joussaume, in « Climat d'hier à demain », CNRS éditions.





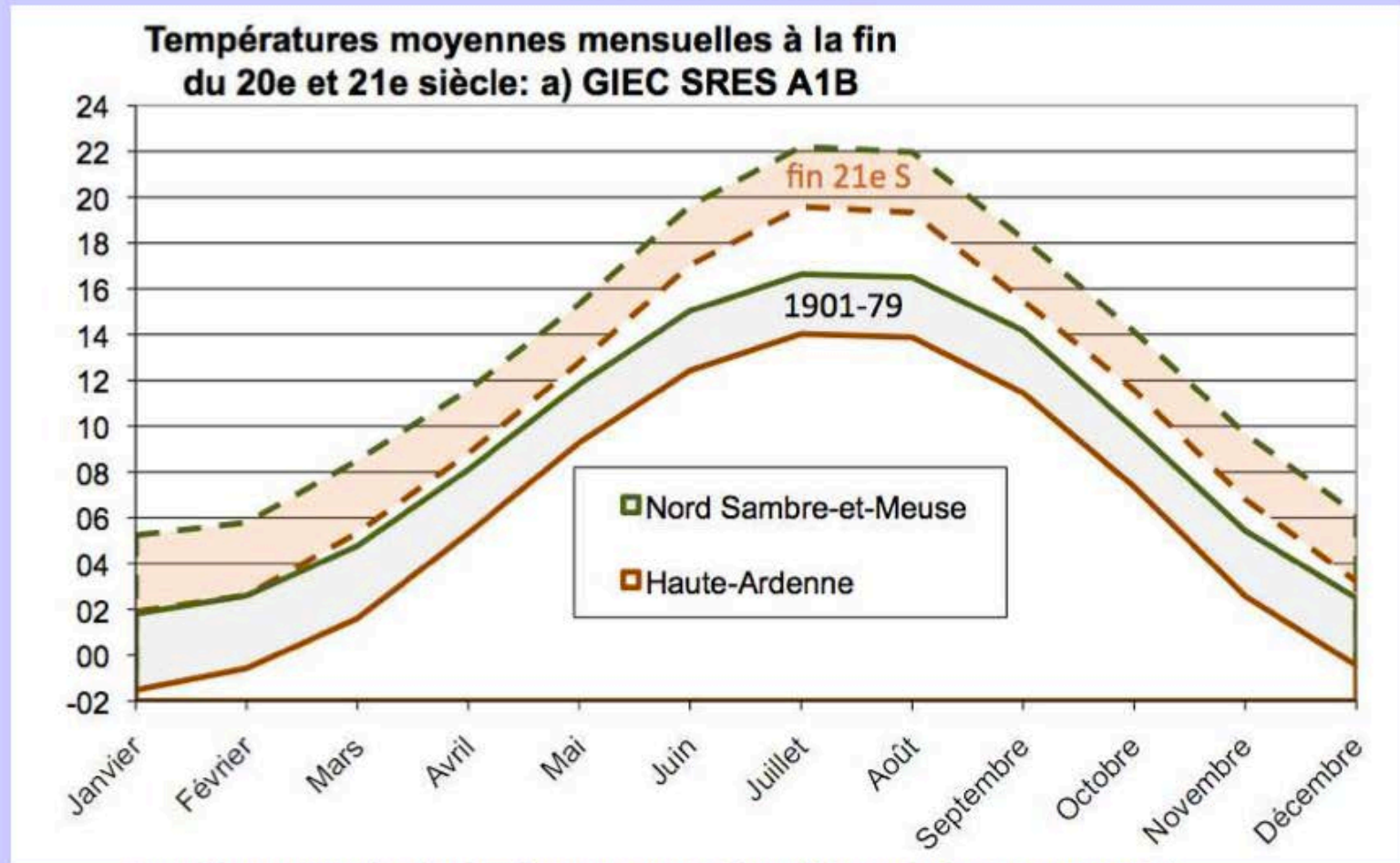
Adapted from: International Geosphere Biosphere Programme Report no.6, Global Changes of the Past, July 1988

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



Le changement climatique en Wallonie

températures

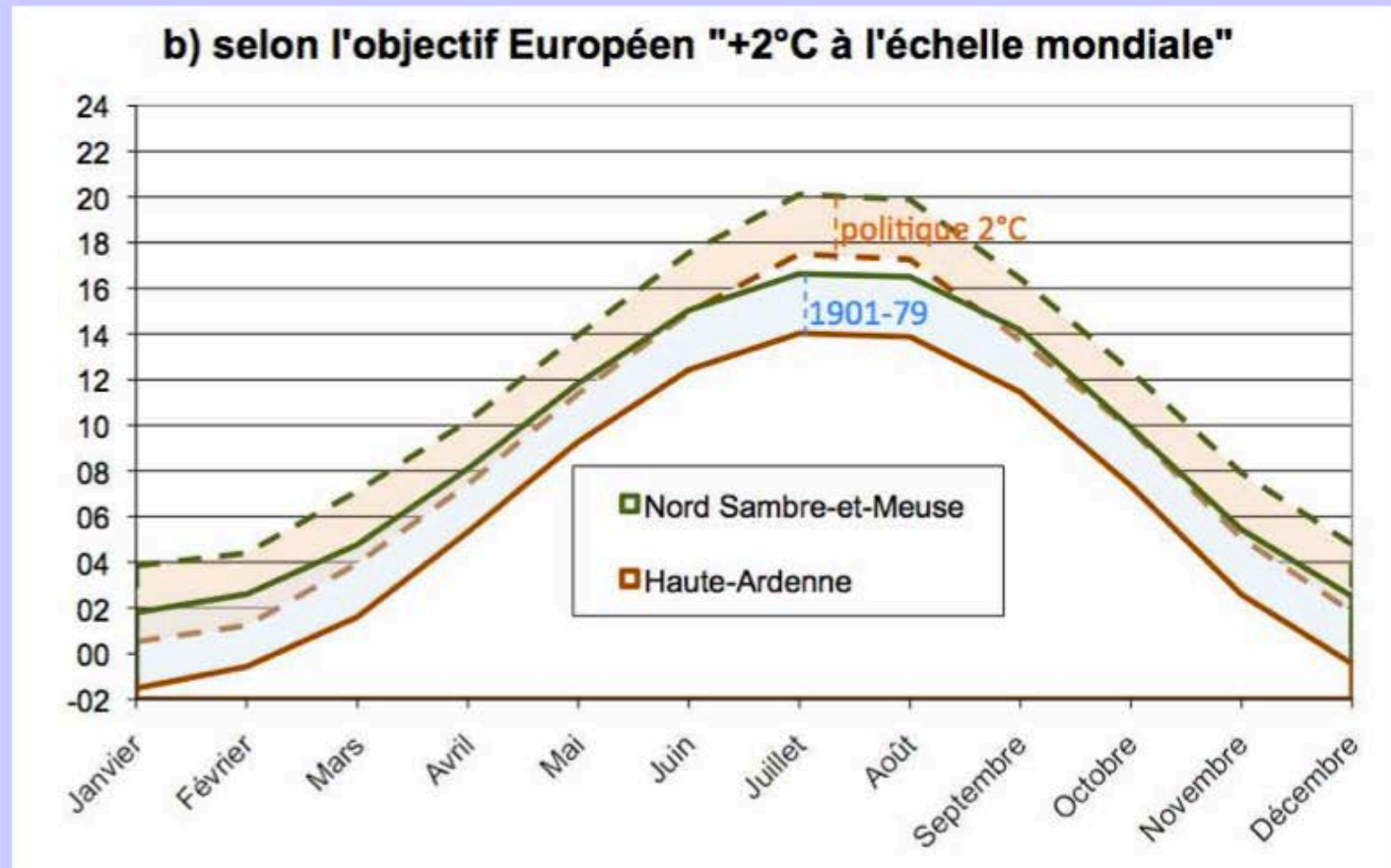


(graphique construit selon les climatogrammes disponibles sur le site www.meteo.be)

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

Le changement climatique en Wallonie

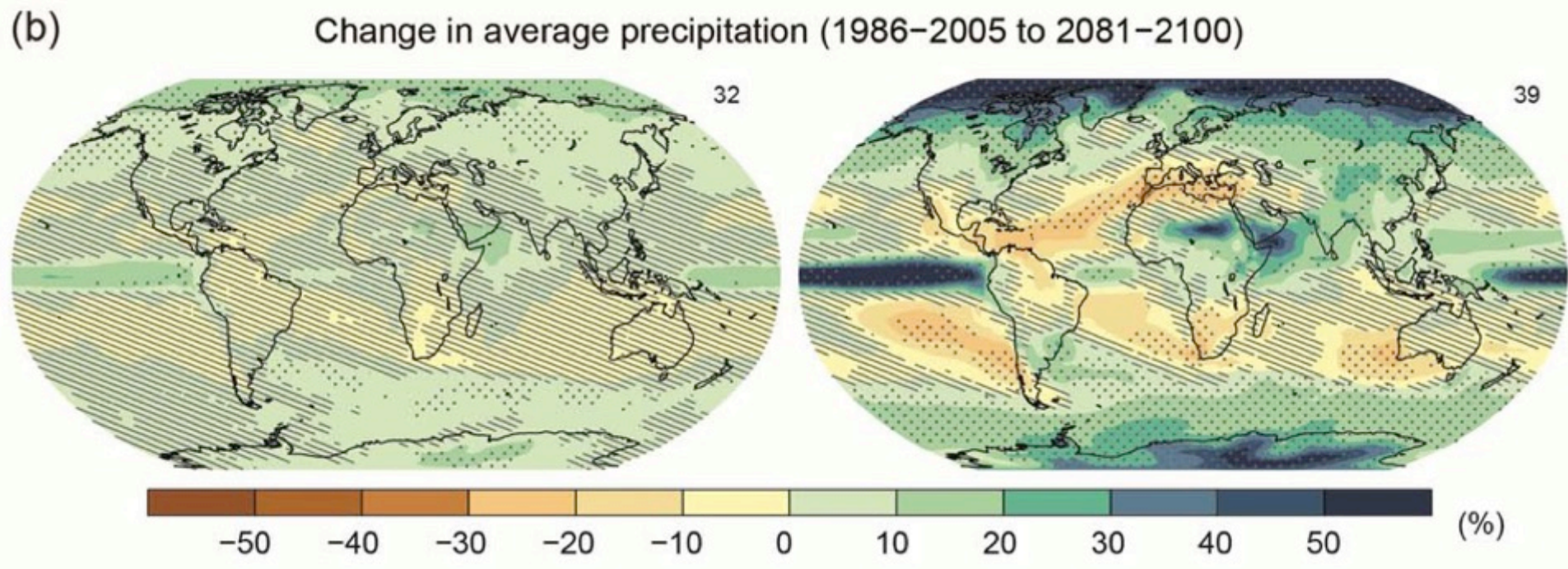
températures



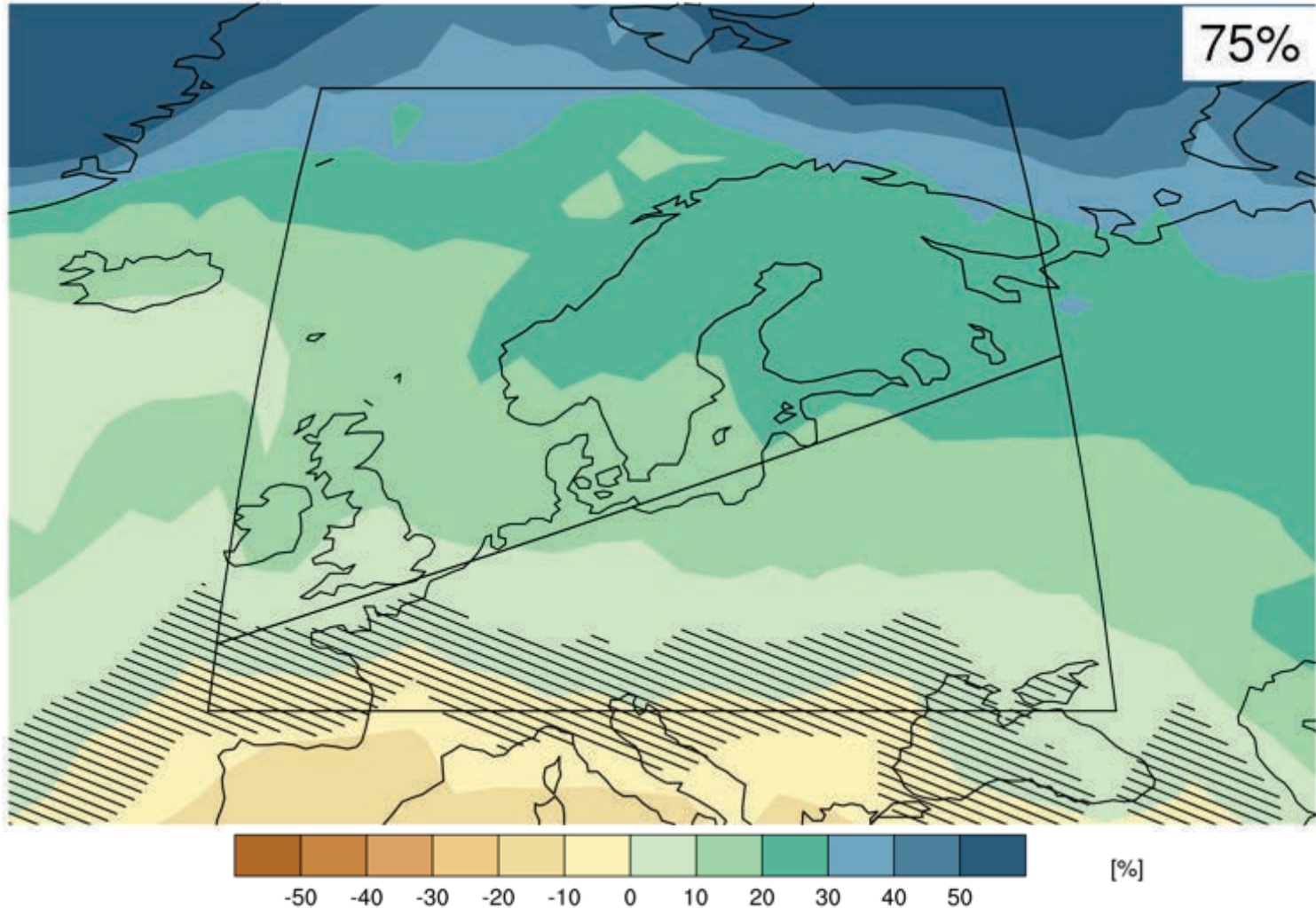
(graphique construit selon les climatogrammes disponibles sur le site www.meteo.be)

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

Projections de l'évolution du total des pluies

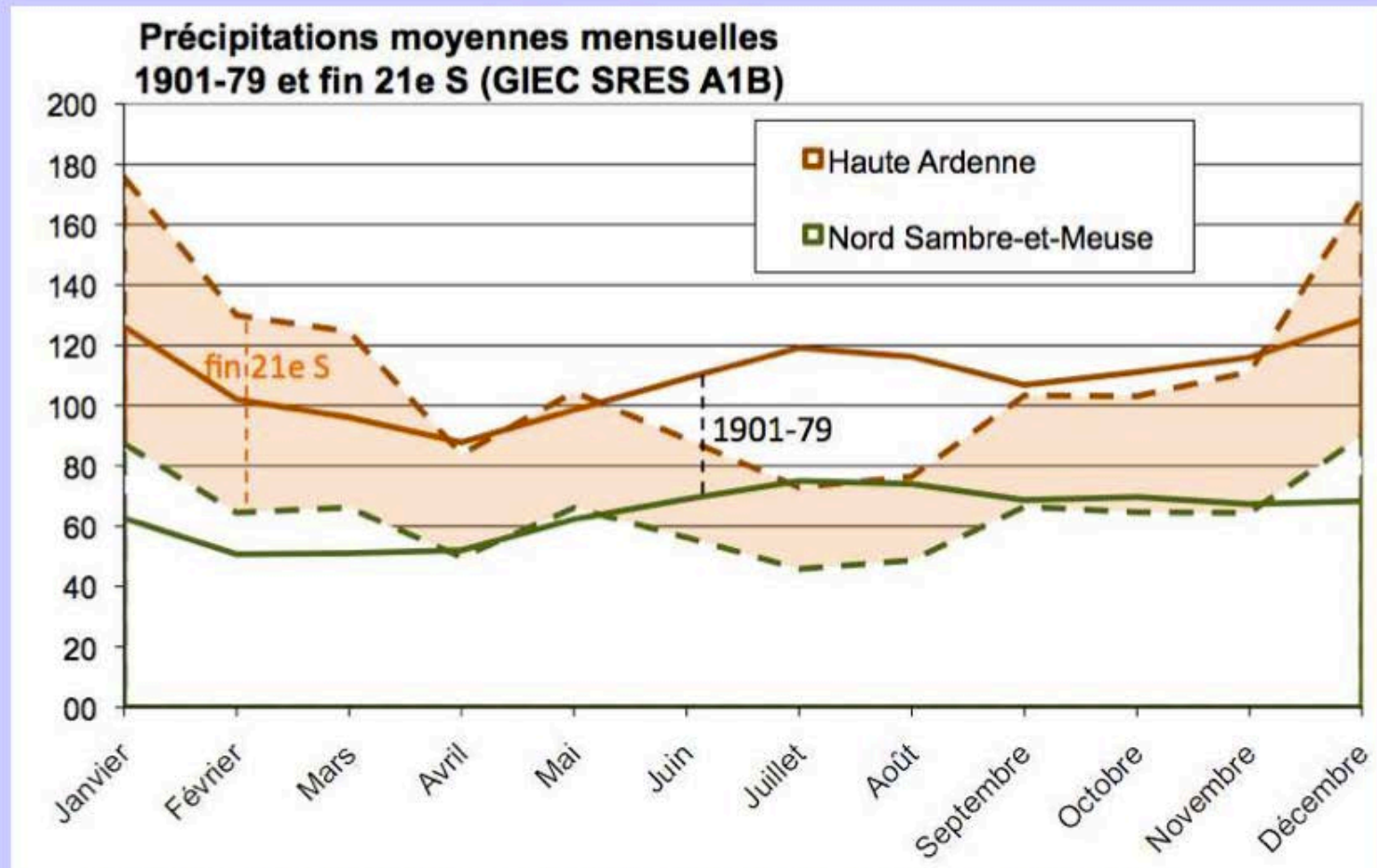


North Europe - Map of precipitation changes in 2081–2100 with respect to 1986–2005 in the RCP8.5 scenario (annual)



Le changement climatique en Wallonie

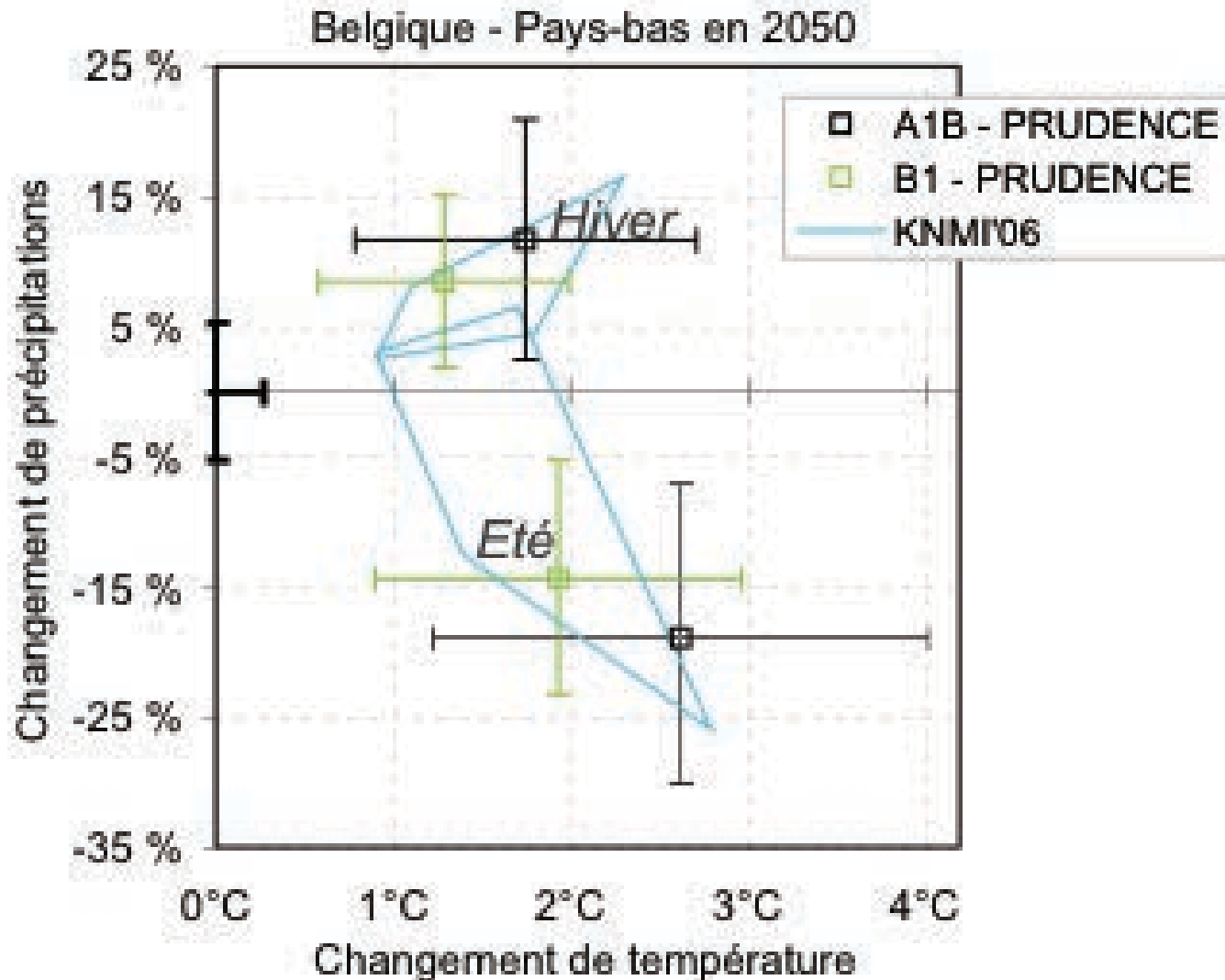
précipitations



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

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

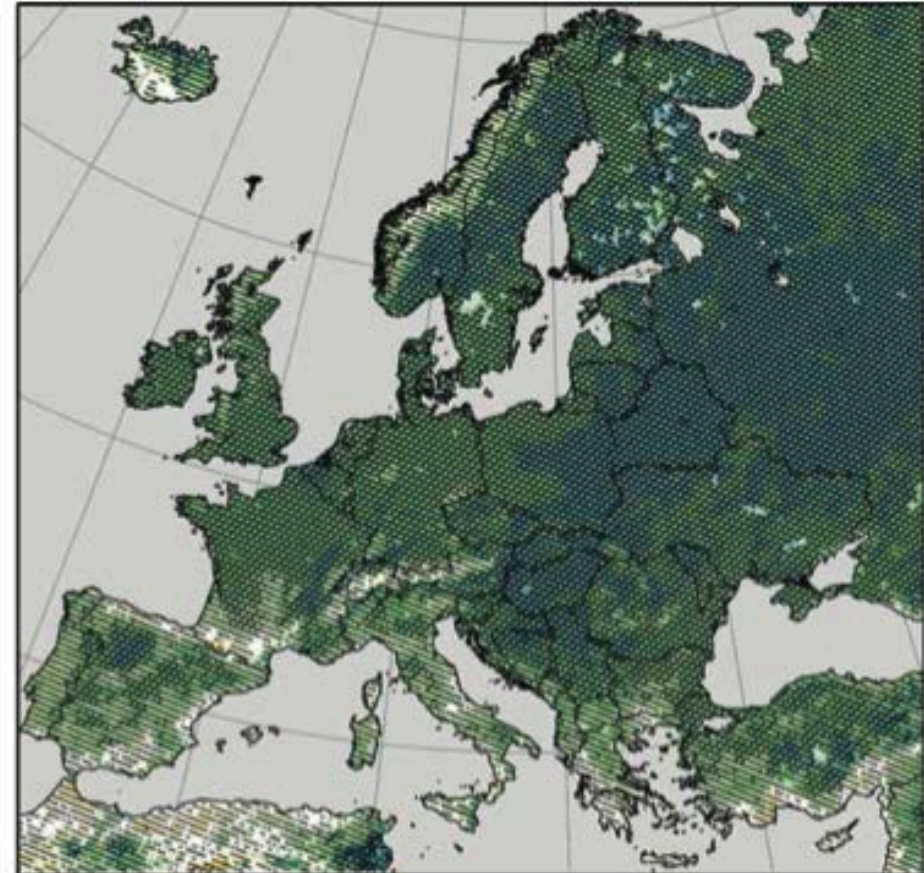
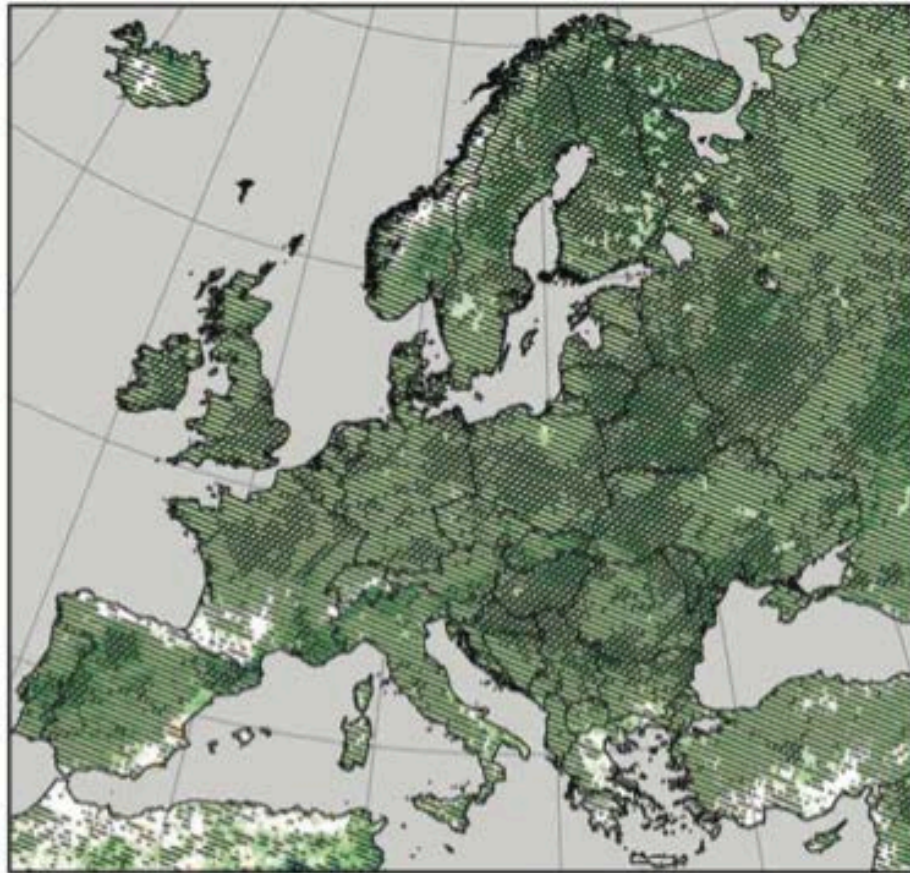
Changements des précipitations et des températures (en 2050 par rapport à 1990)



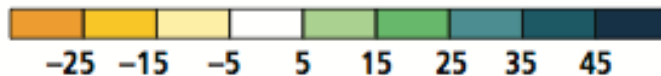
Augmentation de la fréquence des précipitations extrêmes en hiver (DJF) (%), 2071-2100 comparée à 1971-2000

RCP4.5

RCP8.5

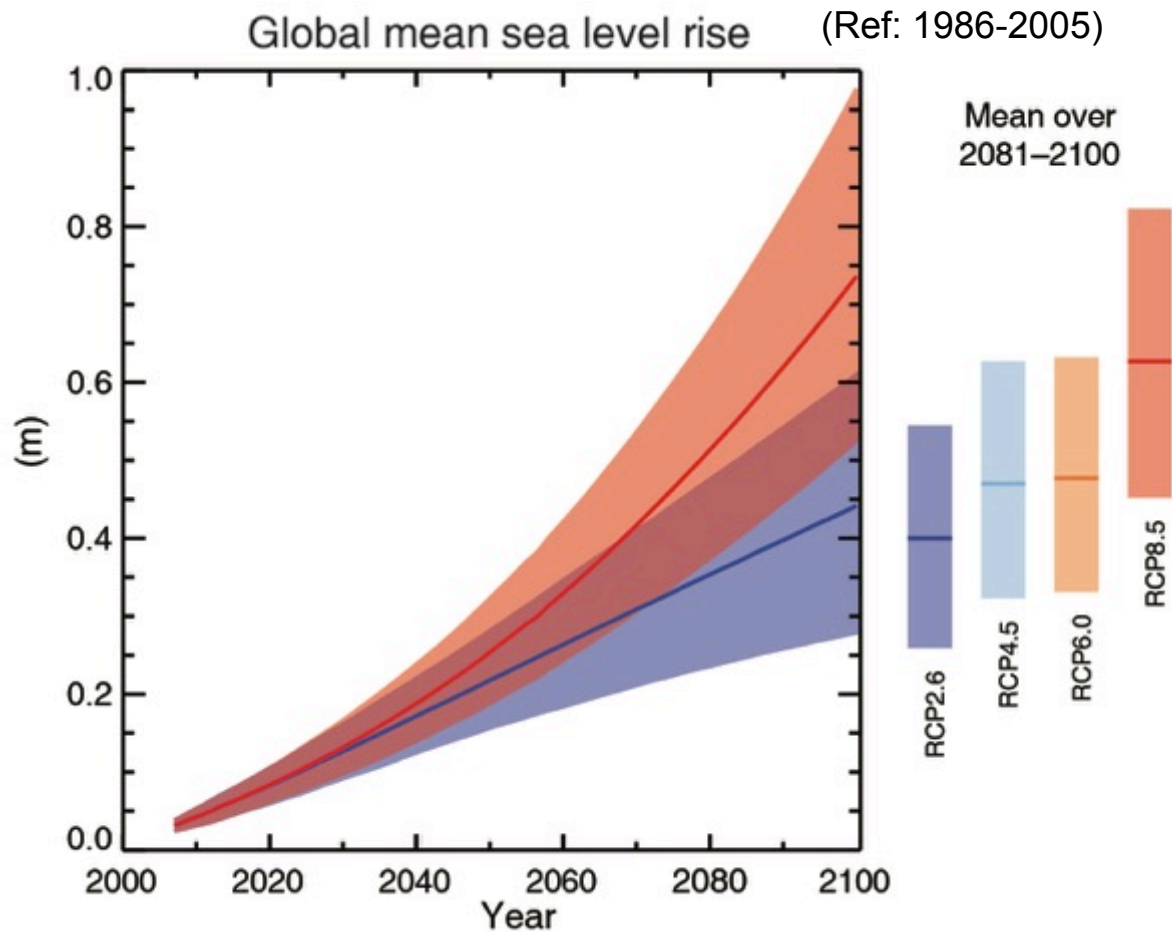


Seasonal changes in heavy precipitation in percent



//// Significant change

\\\\ Robust change



(IPCC 2013, Fig. SPM.9)

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

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)



**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)**



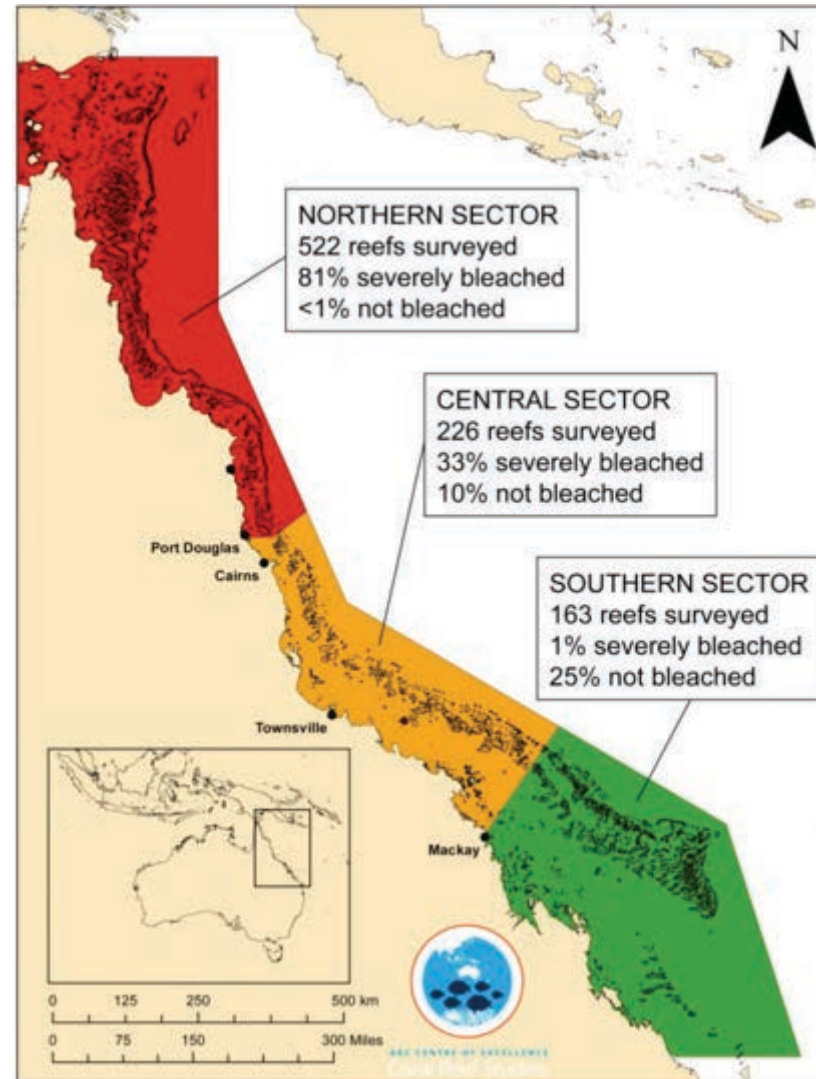
Source: N. Dendoncker (Dépt de Géographie, UCL), J.P. van Ypersele et P. Marbaix (Dépt de Physique, UCL)

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



(Time 2001)

En avril 2016, un inventaire a montré que 93% de la Grande Barrière de Corail était affectée par le blanchissement



Biodiversité (+)

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

Présent



2 x CO₂



Cité dans Marbaix et van Ypersele (2004, voir www.climate.be/impact), basé sur Sykes & Prentice (1995, 1996)

Impacts du changement climatique sur les forêts wallonnes

**Document établi sur demande du
Ministre wallon des forêts**

Auteurs:

BEMELMANS Daniel	UCL - Unité des Eaux et Forêts
CARNOL Monique	ULg - Ecologie végétale et microbienne
CLAESSENS Hughes	FUSAGx - Gestion des ressources forestières et milieux naturels
DE CANNIERE Charles	ULB - Lutte biologique et Ecologie spatiale
FRANCOIS Louis	ULg - Institut d'astrophysique et de géophysique
GERARD Etienne	D.N.F. Ressources Forestières
GREGOIRE Jean-Claude	ULB - Lutte biologique et Ecologie spatiale
HERMAN Marc	D.N.F. Ressources Forestières
LAURENT Christian	D.N.F. Ressources Forestières
MARBAIX Philippe	UCL - Institut d'astronomie et de géophysique Georges Lemaître
PERRIN Dominique	FUSAGx - Chargé de cours suppléant 'global changes'
PONETTE Quentin	UCL - Unité des Eaux et Forêts
RONDEUX Jacques	FUSAGx - Gestion des ressources forestières et milieux naturels
SERUSIAUX Emmanuël	ULg - Taxonomie Végétale et Biologie de la Conservation
VAN YPERSELE Jean-Pascal	UCL - Institut d'astronomie et de géophysique Georges Lemaître
VINCKE Caroline	UCL - Unité des Eaux et Forêts

Rédaction du document coordonnée par :
Christian Laurent, DNF, Dominique Perrin, FUSAGx.

Le changement climatique et la forêt

- Cycle de vie très long par rapport au rythme du changement: nécessité d'anticiper!
- Écosystèmes complexes, interactions multiples, d'où beaucoup d'incertitudes
- Sensibilité des arbres aux événements extrêmes, avec conséquences de longue durée
- Arbres: en général, populations avec diversité génétique élevée, mais mal connue

Le changement climatique et la forêt

- Incertitudes sur l'ampleur des changements
- Variabilité inter annuelle élevée
- la fréquence des événements extrêmes devrait augmenter:
 - précipitations intenses et inondations
 - sécheresses, canicules...
 - phénomènes « hors-saison »




ADAPTATION IS











ALREADY OCCURRING

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]		



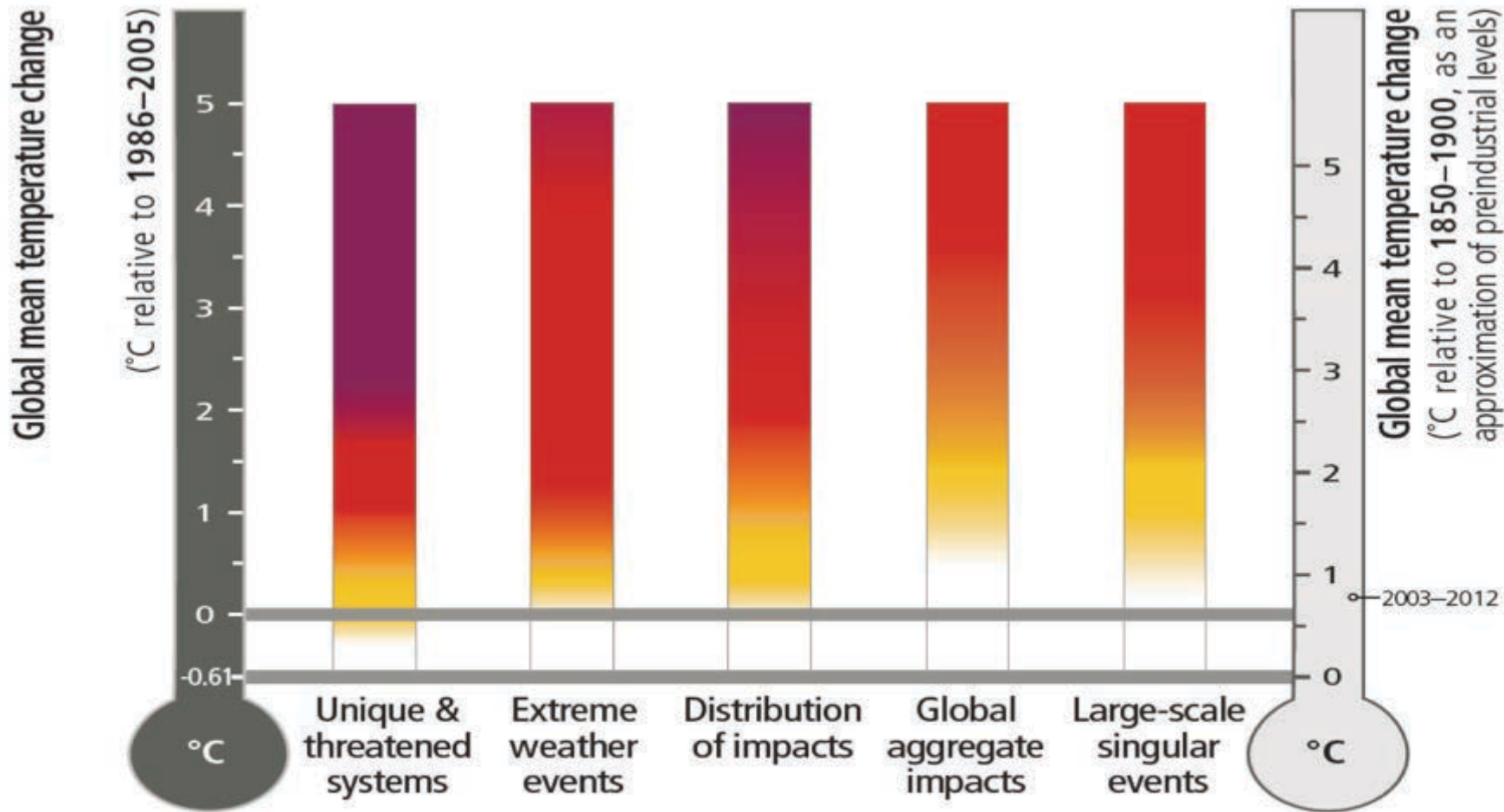
Facteurs déterminants des incidences liées au climat									
									
Tendance au réchauffement	Température extrême	Tendance à l'assèchement	Précipitations extrêmes	Précipitations	Enneigement	Cyclones destructeurs	Niveau de la mer	Acidification des océans	Fertilisation par le dioxyde de carbone



LES RISQUES DES
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

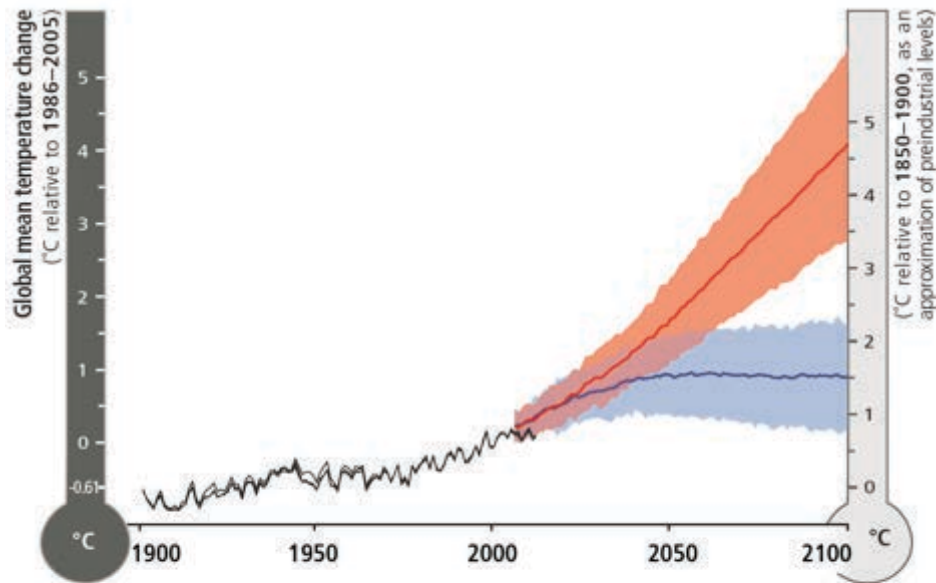
AUGMENTENT

AVEC DES
EMISSIONS EN
CROISSANCE
CONTINUE

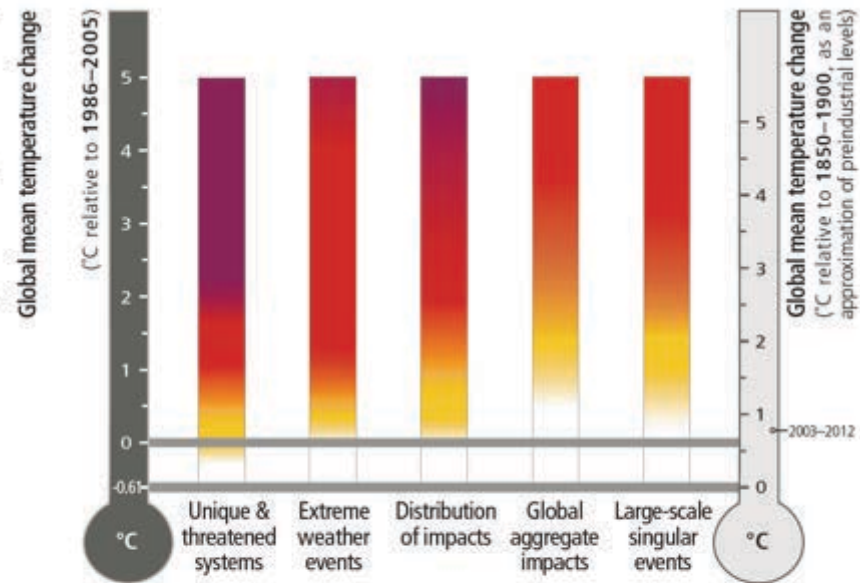


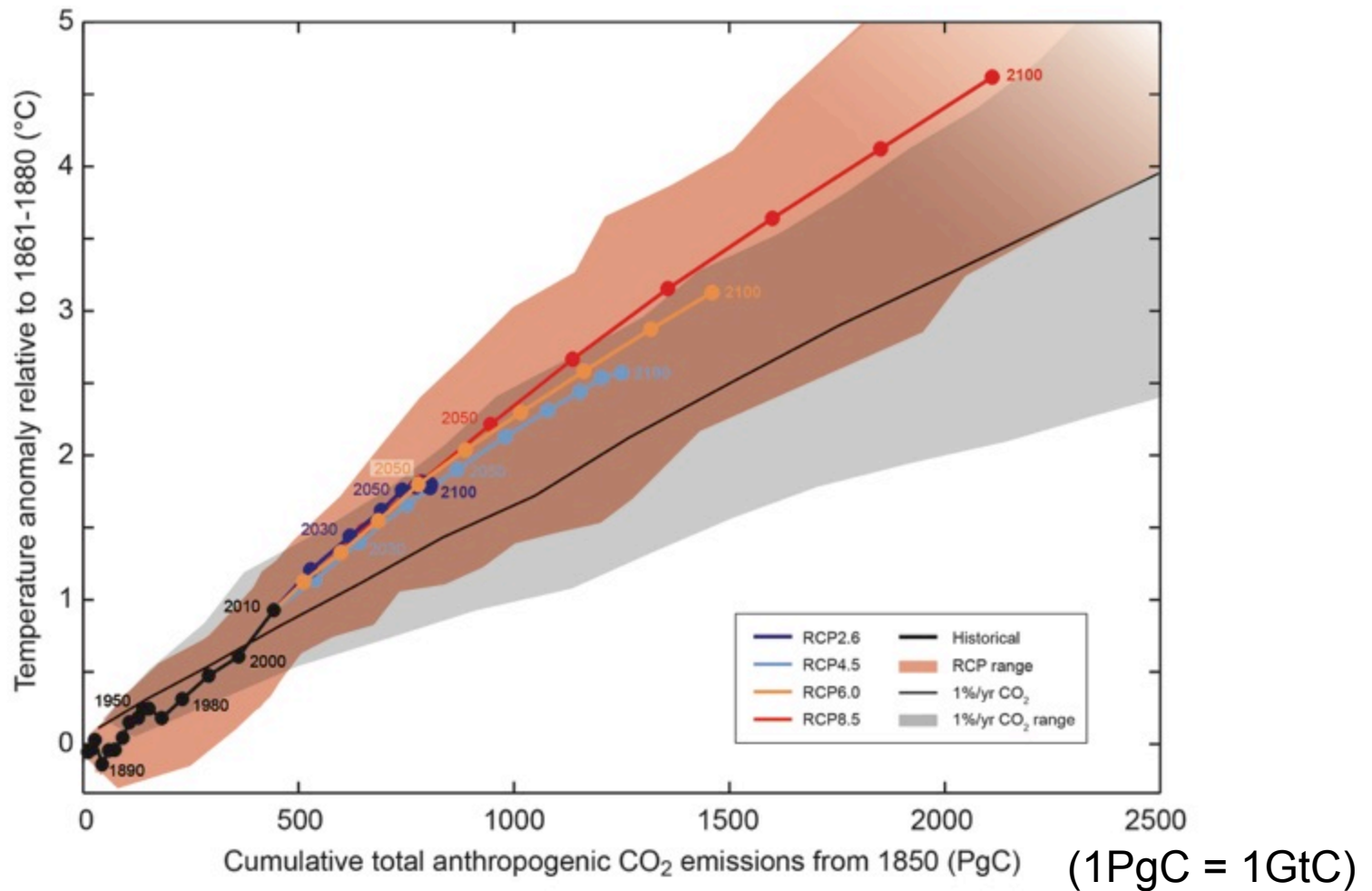
Level of additional risk due to climate change





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



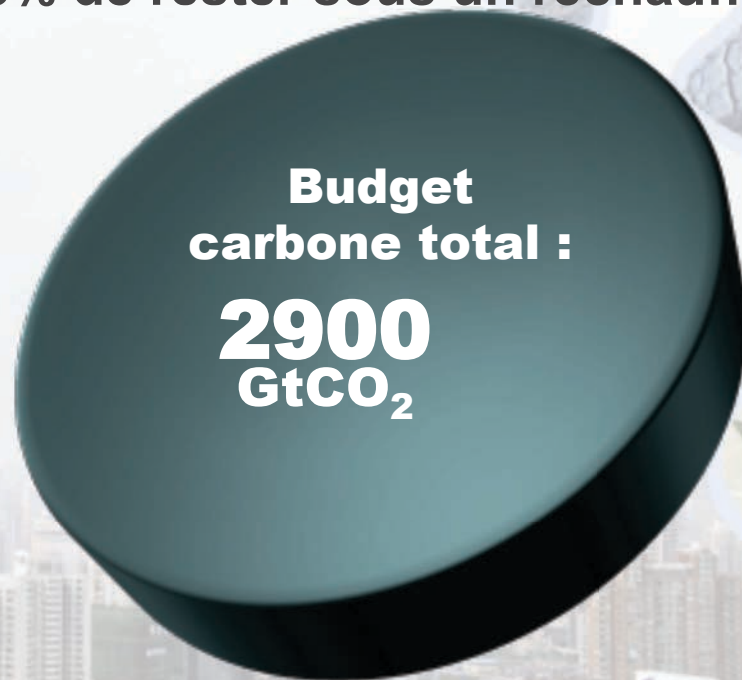


(IPCC 2013, Fig. SPM.10)

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

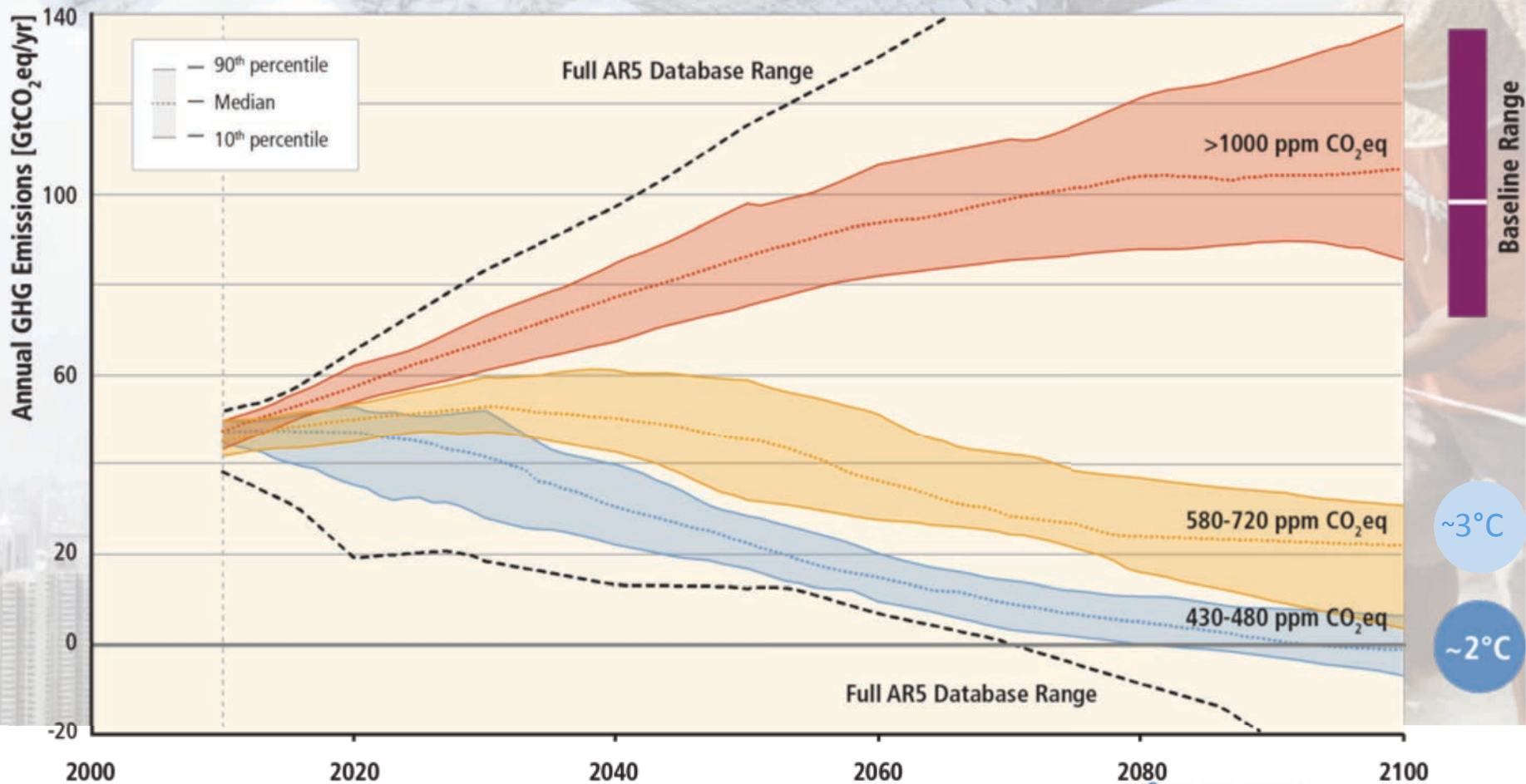
65% du budget carbone "compatible" avec un objectif de 2°C a déjà été utilisé. Il faut noter que ce budget offre une probabilité d'au moins 66% de rester sous un réchauffement de 2°C



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.**

Mesures d'atténuation



Efficacité énergétique



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



Amélioration des puits de carbone

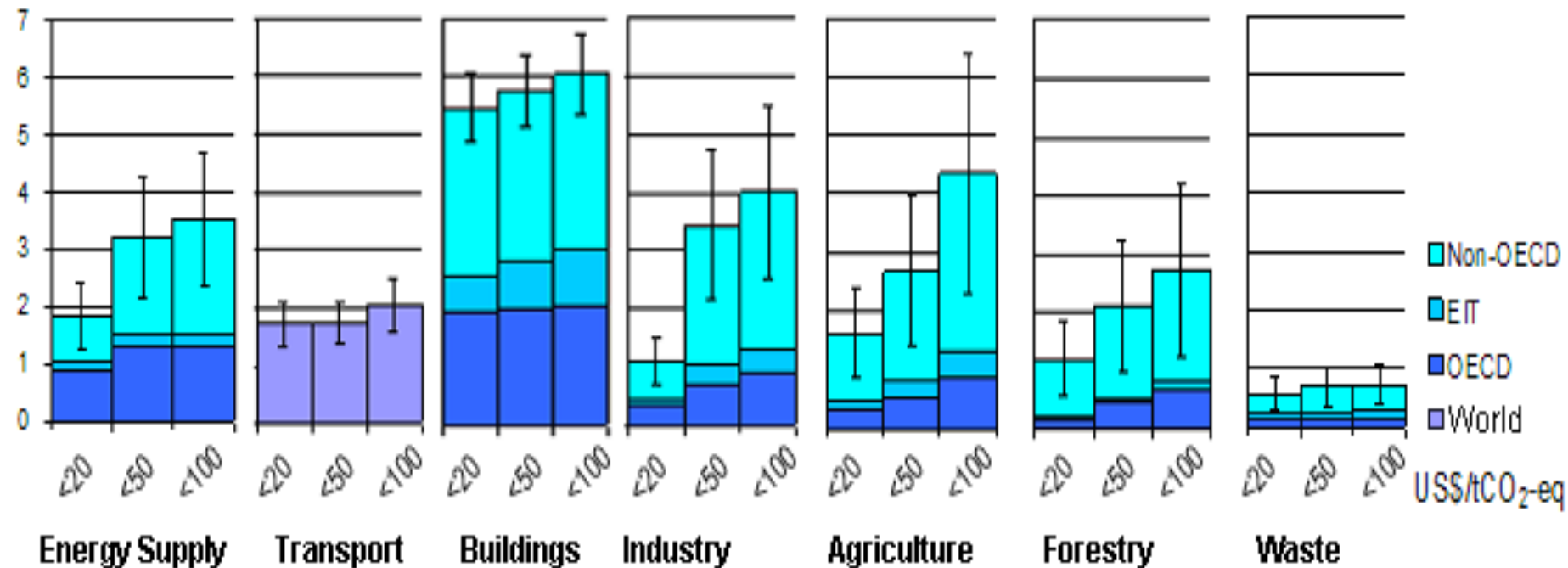


Changements de style de vie et de comportement

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)



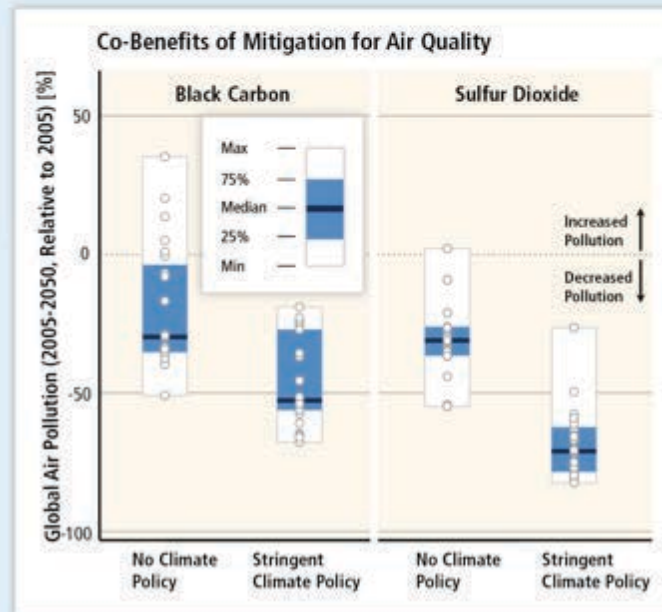
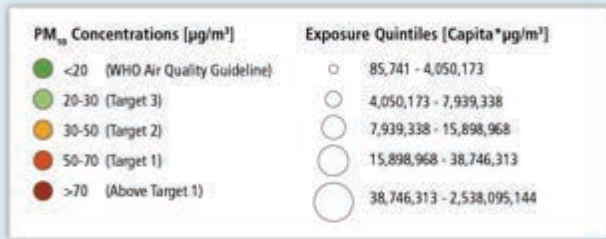
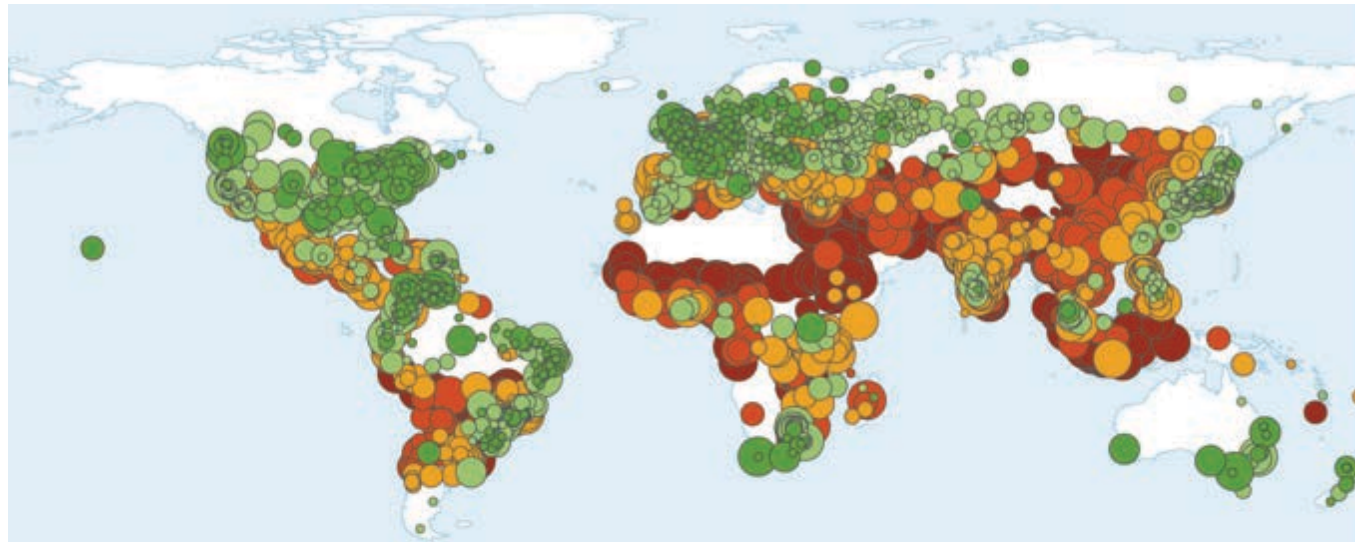
IPCC AR4 (2007)

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**



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



2015
ANNÉE D'ACTION
MONDIALE
POUR LES PEUPLES ET LA PLANÈTE



SOMMET DES
NATIONS UNIES
DE 2015 SUR LE
DÉVELOPPEMENT
DURABLE
25-27 SEPTEMBRE

17 Objectifs de Développement Durable



RCP2.6

RCP8.5

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

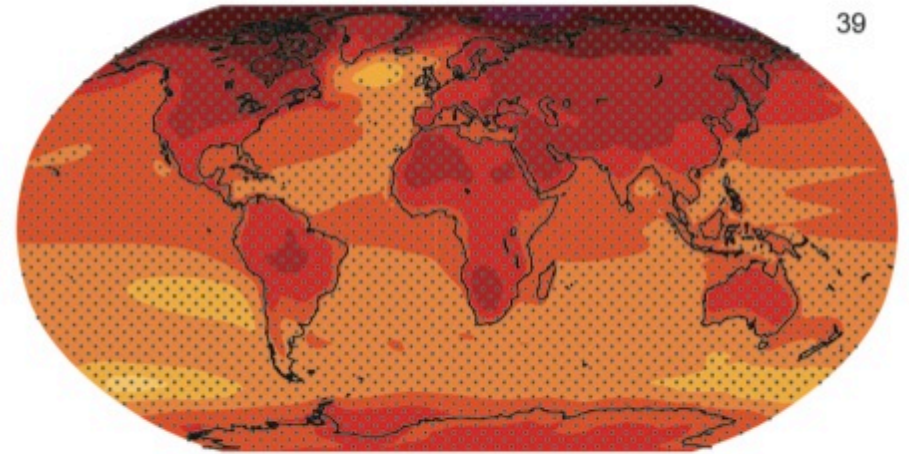
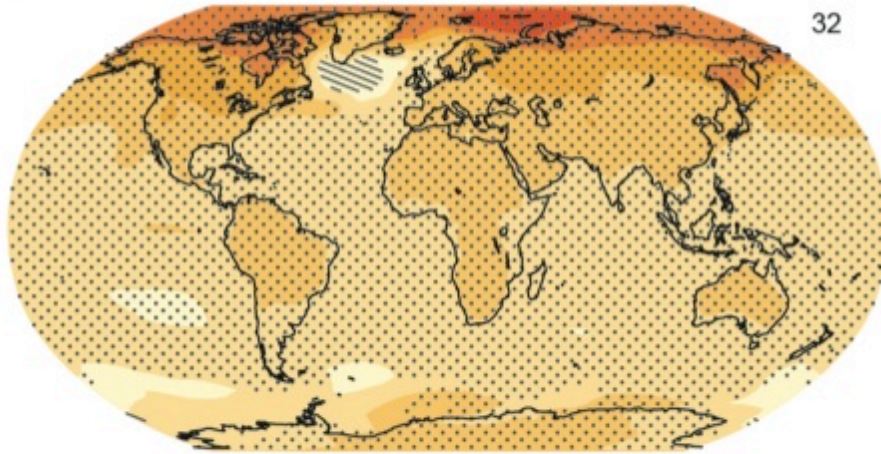


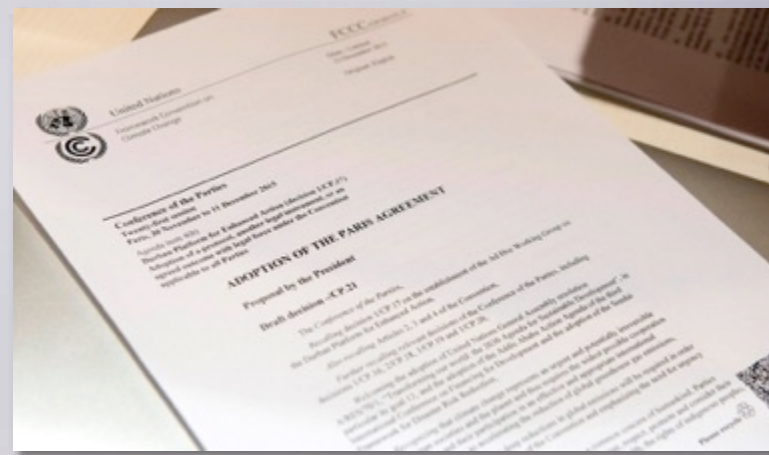
Fig. SPM.8

L'Humanité a le choix

Sur les Changements Climatiques 2015

COP21/CMP11

Paris, France



L'Accord de Paris: éléments clés

65



- *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

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



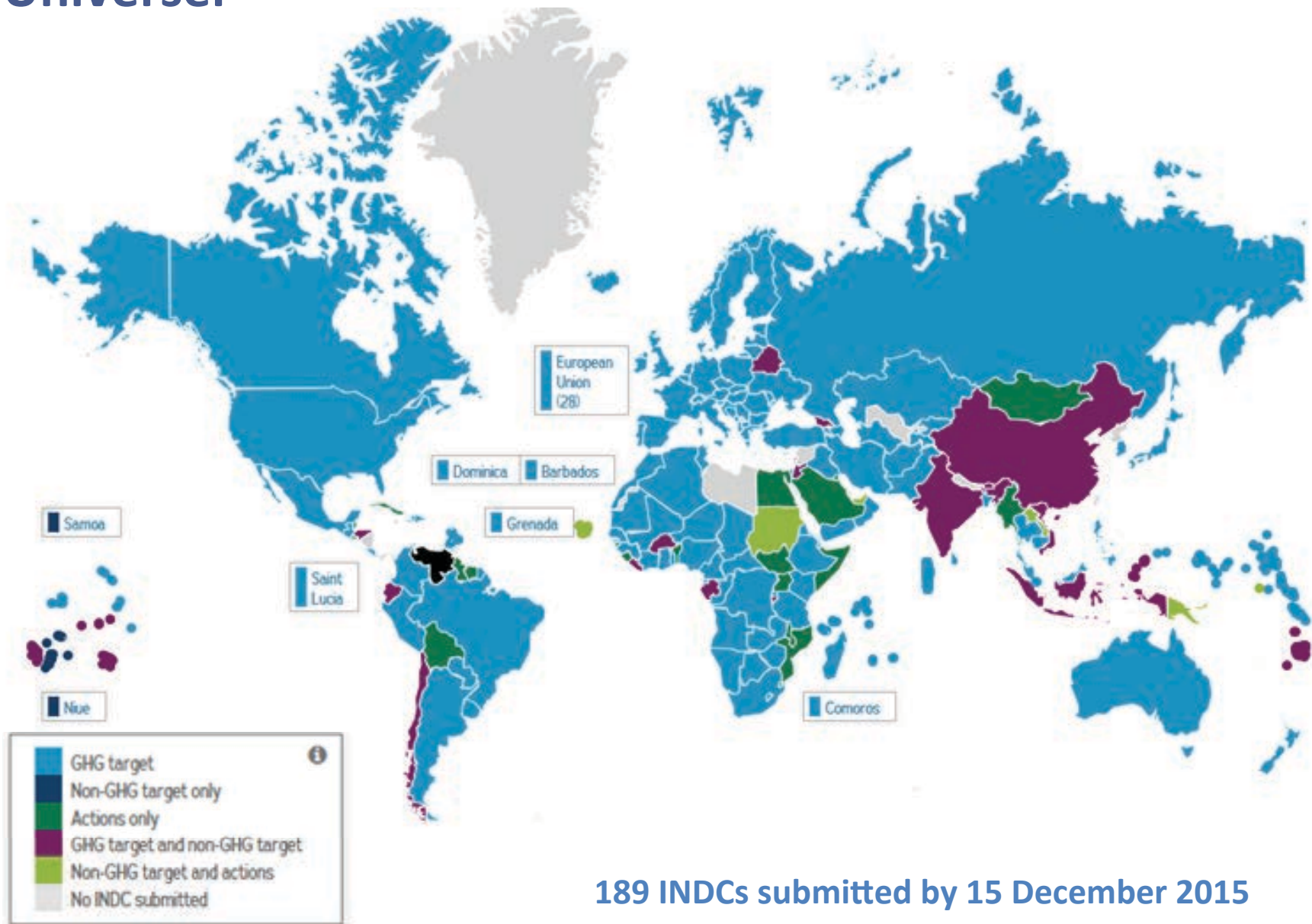
- *Révision tous les 5 ans
Premier bilan mondial en 2023*
- *Chaque révision représentera une progression par rapport à la précédente*

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**



189 INDCs submitted by 15 December 2015

Source : World Resources Institute

Objectifs à long terme

Vision

« **renforcer la riposte mondiale** à la menace des changements climatiques, dans le contexte du **développement durable** et de la **lutte contre la pauvreté** »

Objectifs

1. Limitation de l'augmentation de température:

- « **nettement en dessous de 2 °C** par rapport aux niveaux préindustriels »
- « **poursuivre l'action menée pour limiter le réchauffement à 1,5 °C**, étant entendu que cela réduirait sensiblement les risques et les impacts »

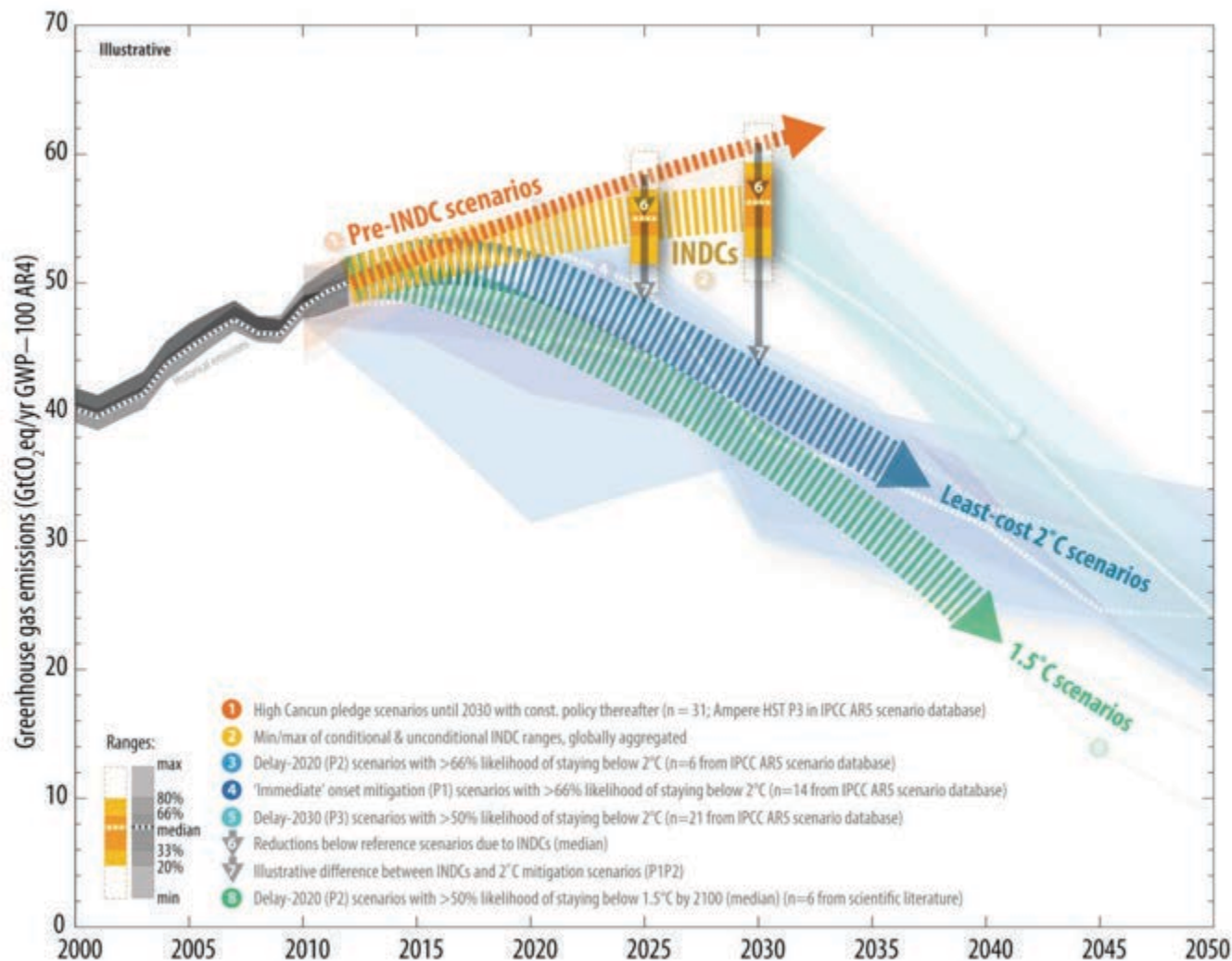
2. Résilience et développement bas-carbone

- « **promouvoir la résilience** aux changements climatiques et un **développement à faible émission** de gaz à effet de serre, d'une manière qui ne menace pas la **production alimentaire** »

3. Financement

- « rendre les **flux financiers compatibles** avec un profil d'évolution vers un **développement à faible émission** de gaz à effet de serre et **résilient** aux changements climatiques »

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



Près de la moitié des émissions mondiales carbonées sont ou seront bientôt couvertes par un système de mise à prix



http://www.worldbank.org/en/news/feature/2016/04/21/leaders-aim-to-put-a-price-on-half-of-all-global-carbon-emissions?CID=CCG_TT_climatechange_EN_EXT

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**

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

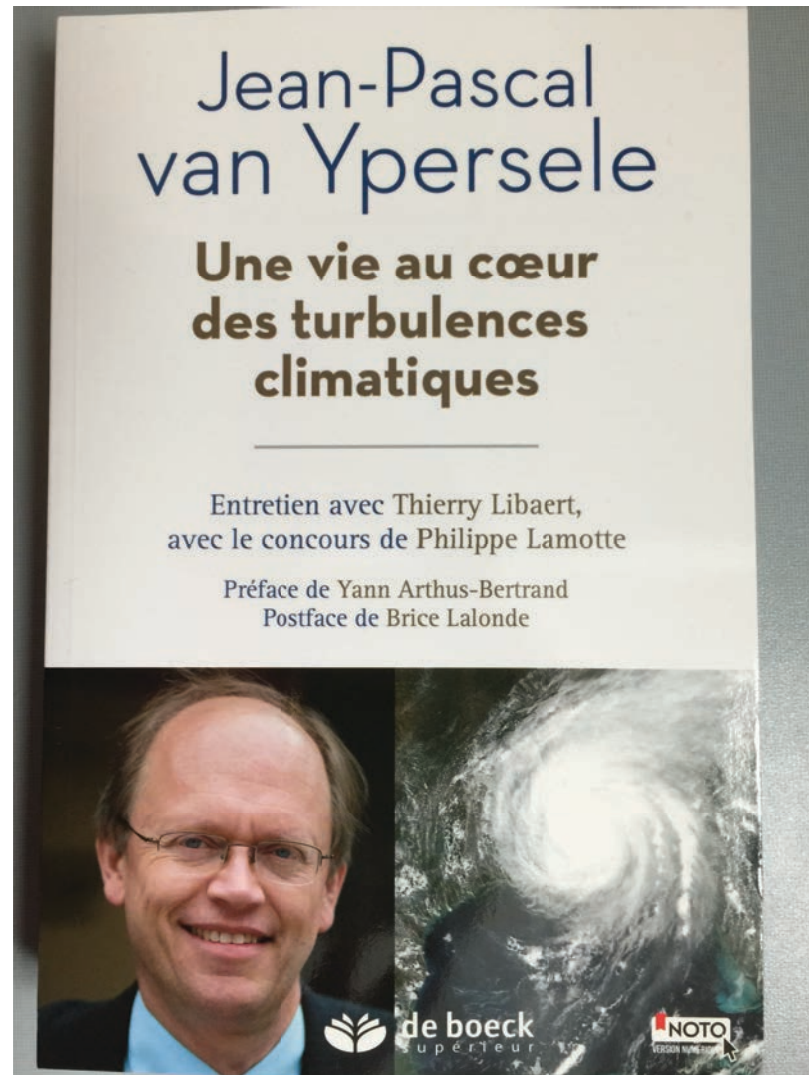
J'essaye d'être cohérent...



J'essaye d'être cohérent...



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



Missions de la Plateforme Wallonne pour le GIEC

- créer et tenir à jour un registre de l'expertise scientifique en Wallonie à propos de toutes les dimensions des changements climatiques ;
- effectuer un travail de veille scientifique, informer régulièrement les preneurs de décision, et répondre aux demandes d'information ;

Missions de la Plateforme Wallonne pour le GIEC

- accompagner les scientifiques wallons qui participent aux travaux du GIEC, y compris au cours de la relecture des rapports du GIEC ;
- participer à la valorisation et à la représentation en Wallonie et à l'étranger pour les activités scientifiques liées au travail de la plateforme; en particulier, apporter un soutien à l'occasion du Colloque Air-Climat (Mons, 26-27 octobre 2016) ;
- contribuer à l'analyse des politiques et mesures mise en œuvre par le Gouvernement wallon pour réduire ses émissions de gaz à effet de serre et s'adapter aux effets du réchauffement climatique

Pour en savoir plus :

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