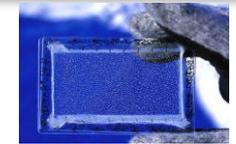


**Sciences du climat,
Agenda 2030 du développement durable,
Accord de Paris:
quels enjeux pour la recherche et l'expertise?**



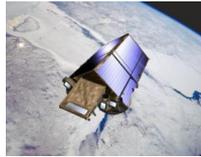
Valérie Masson-Delmotte

Histoire des sciences du climat



Physique des fluides
Thermodynamique
Transferts radiatifs

Paléoclimats
Supercalculateurs
Satellites



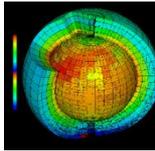
Antiquité

Moyen
Age

17^{ème} siècle
Instruments
météo

19^{ème} siècle
Réseaux
Glaciations
Effet de serre

Fin 20^{ème} siècle
Concepts clé
Modélisation du climat
Analyses statistiques



Un effort scientifique majeur pour explorer, connaître
et comprendre l'évolution passée, présente, et future du climat

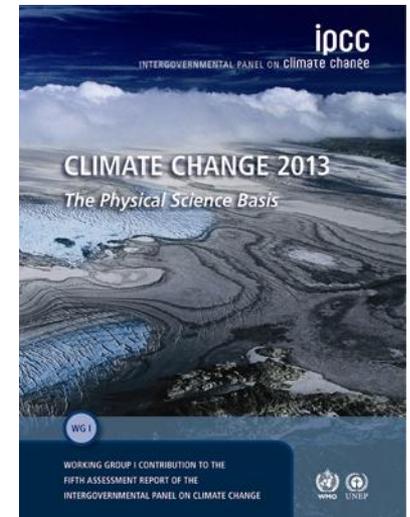


- ❖ une large communauté scientifique
- ❖ des milliers de publications chaque année
- ❖ une recherche pilotée par la curiosité
- ❖ de multiples enjeux sociétaux

Rapports du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC)

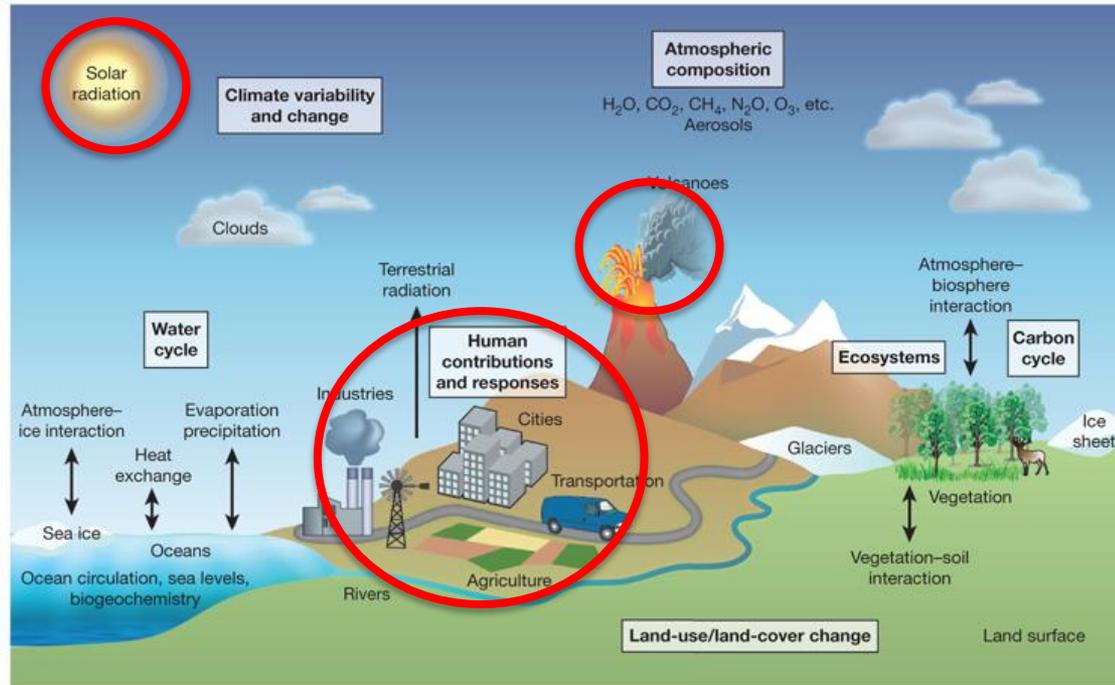
Evaluation objective, transparente et complète des informations scientifiques, techniques et socio-économiques vis-à-vis des risques associés aux impacts des activités humaines sur le climat, et les options d'adaptation et d'atténuation

- ❖ analyse rigoureuse et exhaustive des publications scientifiques
- ❖ centaines d'auteurs et de milliers de relecteurs
- ❖ “policy relevant but non policy prescriptive”



Le système climatique

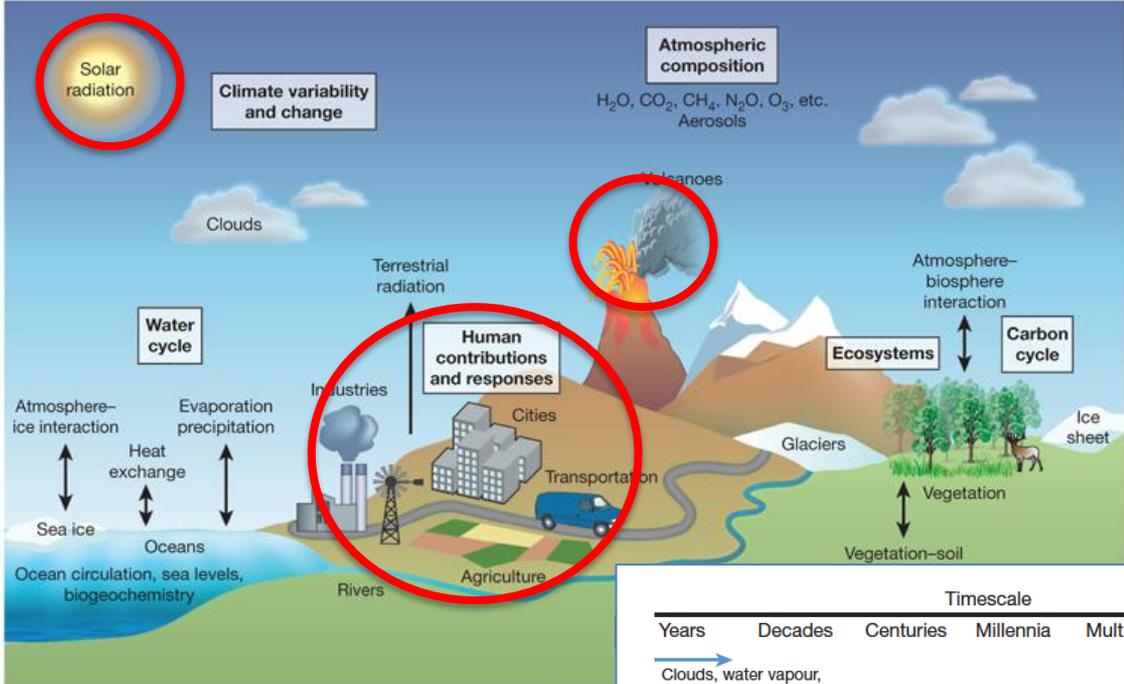
Perturbations
externes
naturelles
ou anthropiques
(forçages)



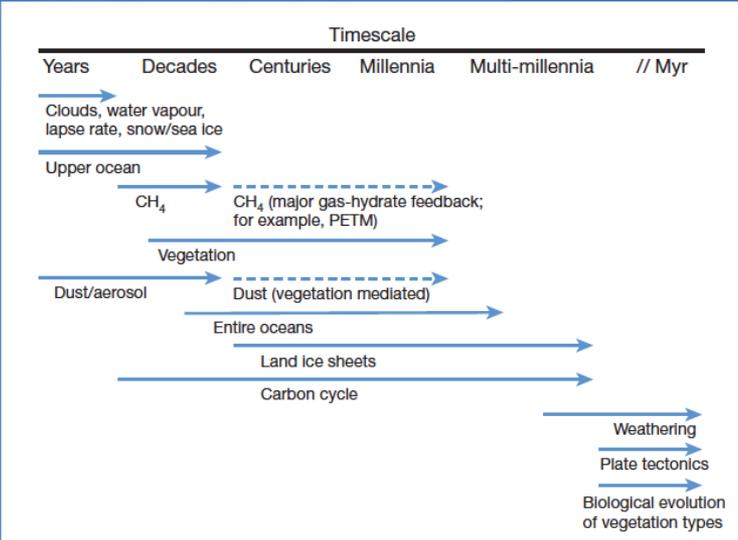
variabilité spontanée
+ réponse au(x) forçage(s)

Le système climatique

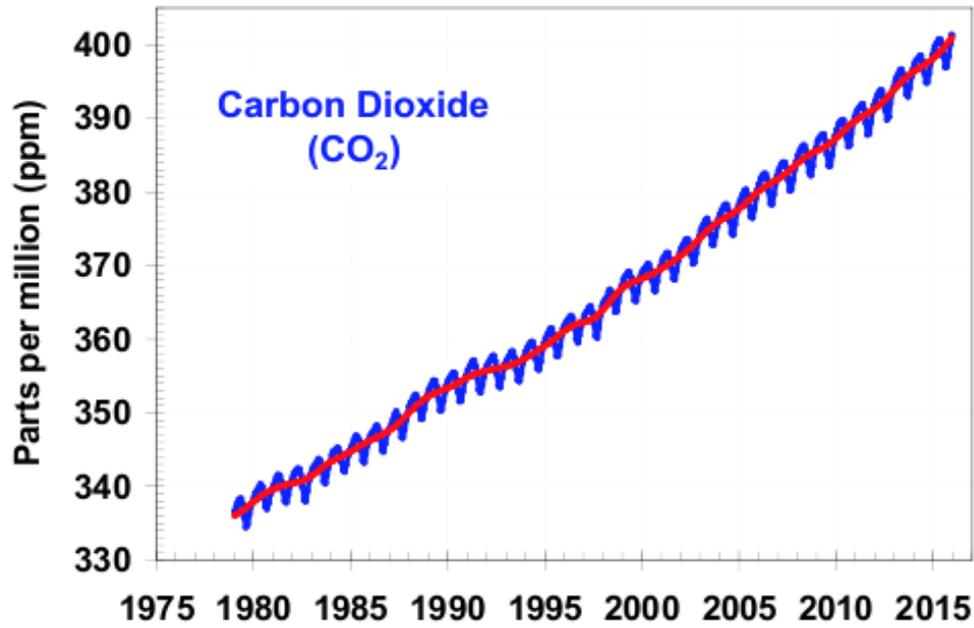
Perturbations
externes
naturelles
ou anthropiques
(forçages)



variabilité spontanée
+ réponse au(x) forçage(s)

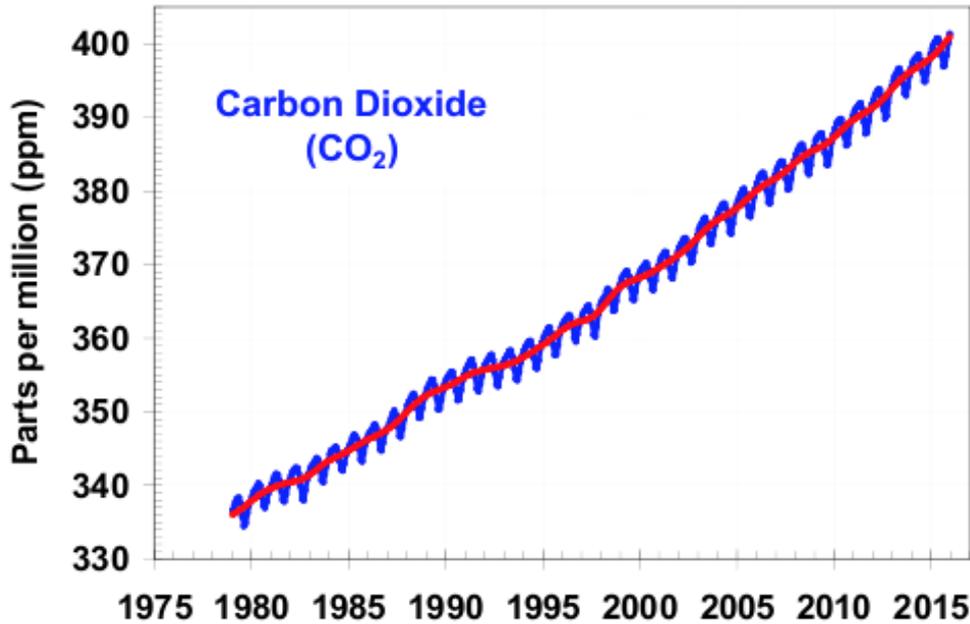


Composition atmosphérique

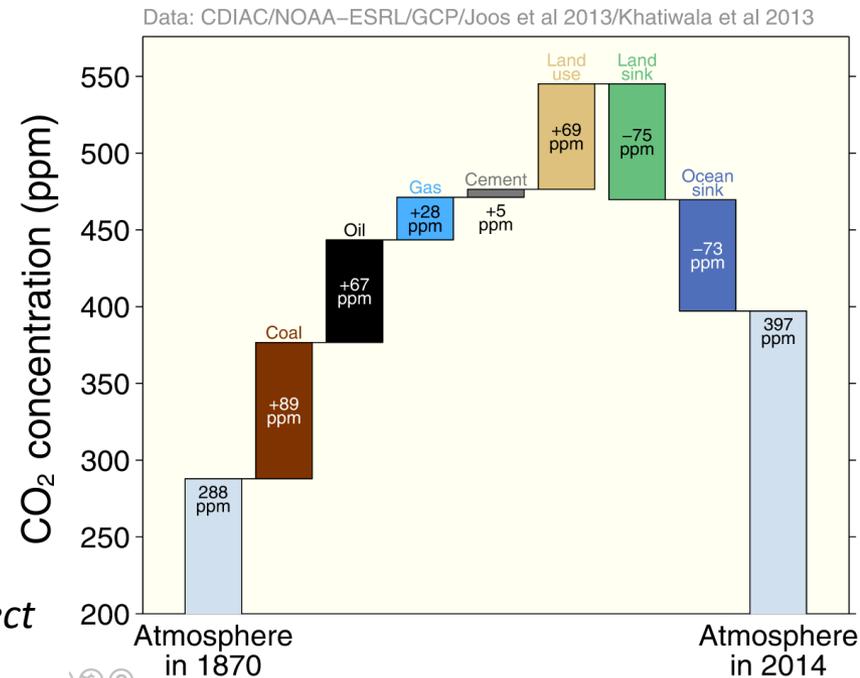


NOAA

Composition atmosphérique



NOAA



Global Carbon Project
2015



INSTITUT PIERRE SIMON LAPLACE

LABORATOIRE DES SCIENCES
DU CLIMAT ET DE L'ENVIRONNEMENT

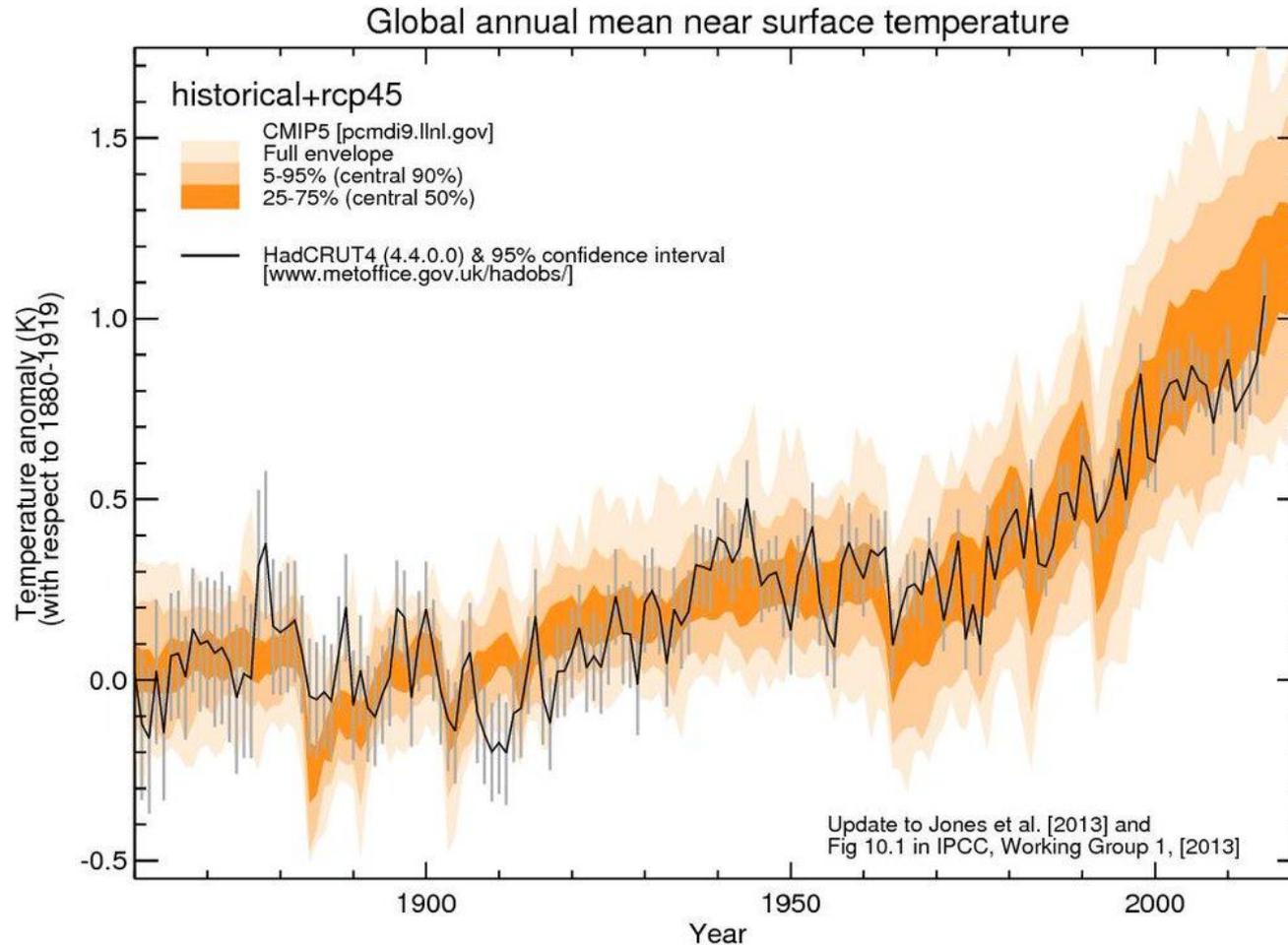
LABORATOIRE DE MÉTÉOROLOGIE DYNAMIQUE

LABORATOIRE D'Océanographie et du Climat:
EXPÉRIMENTATION ET APPROCHES NUMÉRIQUES



DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE

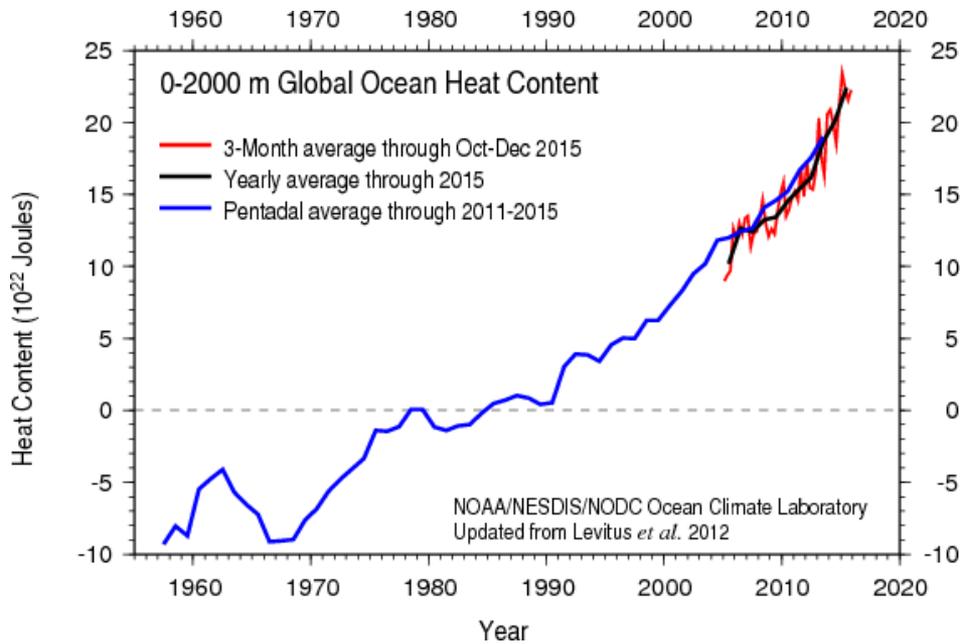
Changement de température à la surface de la Terre



- En 2015 : $>1^{\circ}\text{C}$ au-dessus du niveau 1850-1900
- Moyenne 1986-2005 : $0,55\text{-}0,75^{\circ}\text{C}$ au-dessus du niveau pré-industriel (1720-1800)

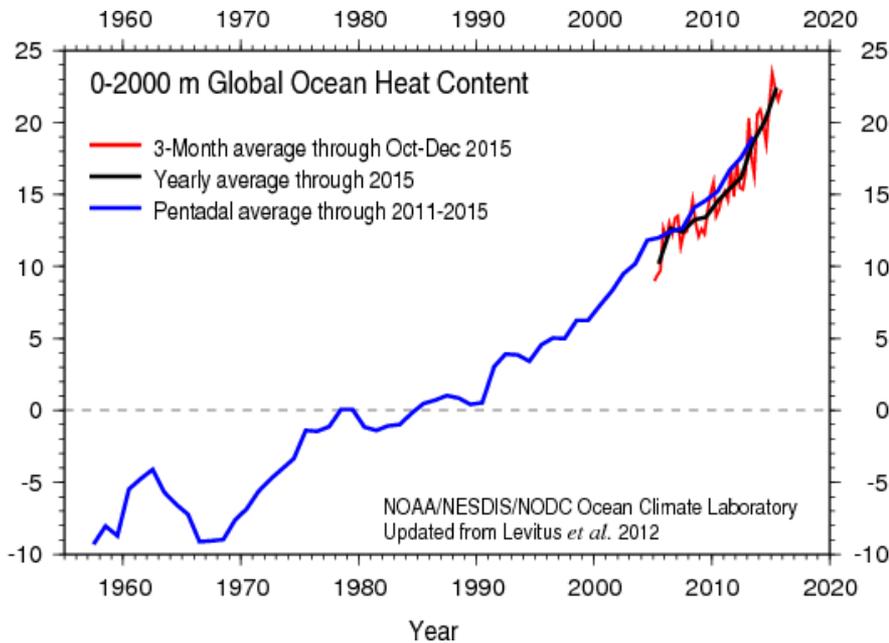
Poursuite de l'accumulation d'énergie

Contenu de chaleur des océans (NOAA)

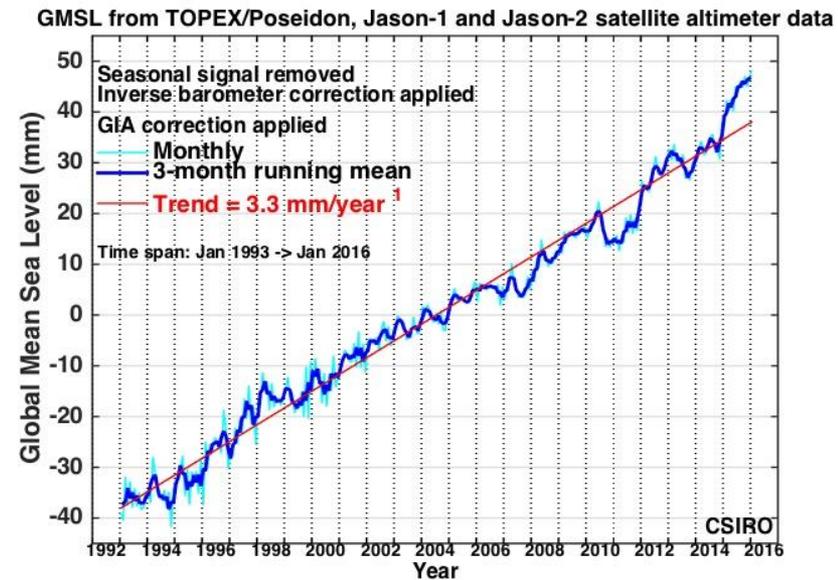


Poursuite de l'accumulation d'énergie

Contenu de chaleur des océans (NOAA)



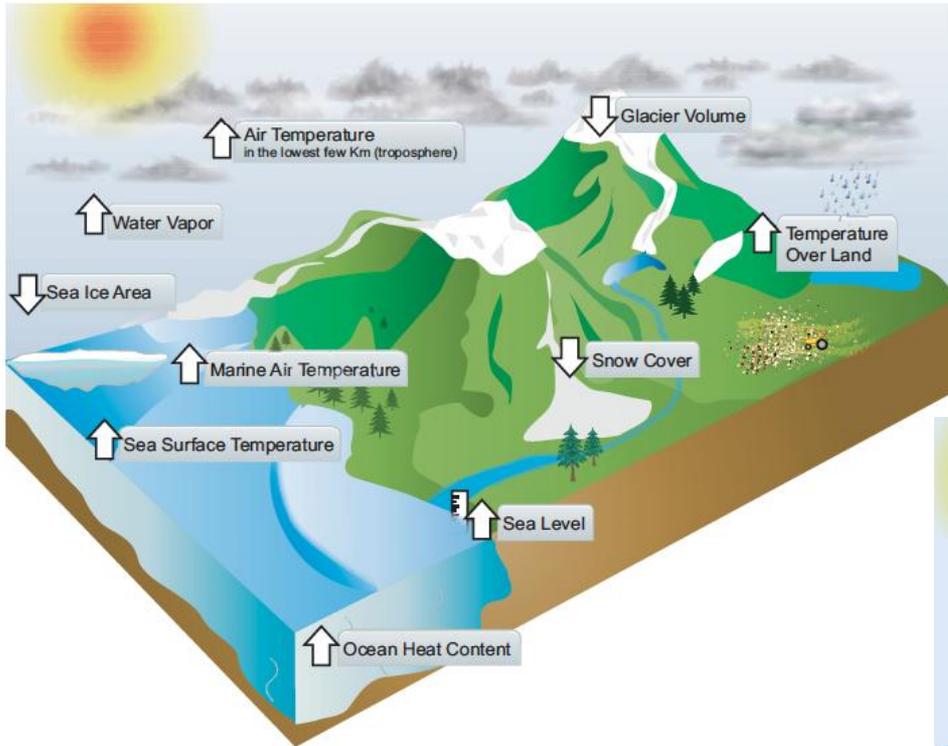
Niveau des mers (CSIRO)



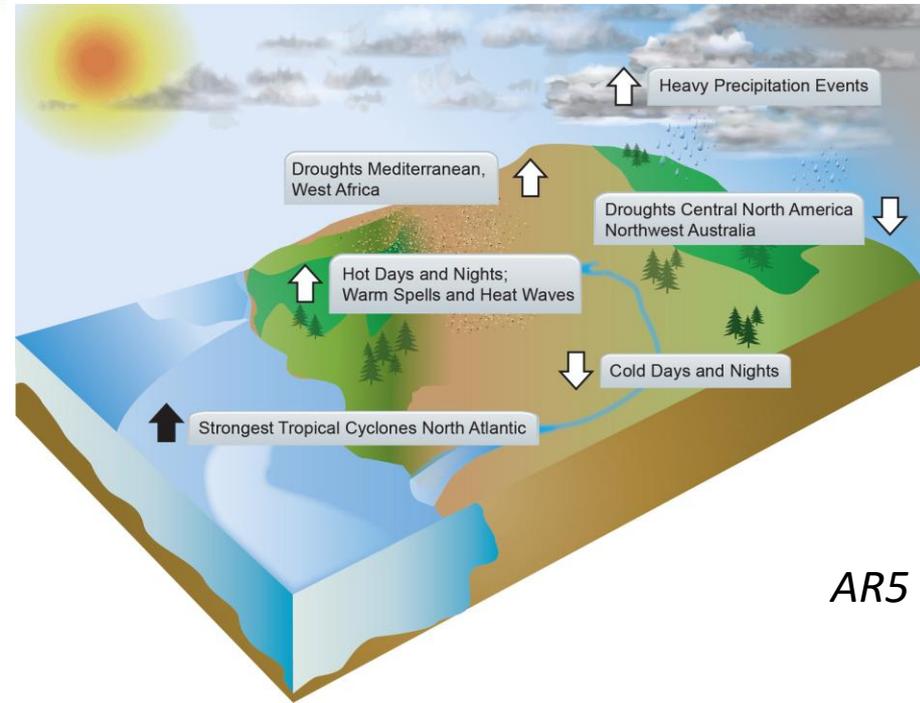
- 1/3 glaciers
- 1/3 expansion thermique des océans
- 1/3 calottes ➔

Changements détectés

Tendances

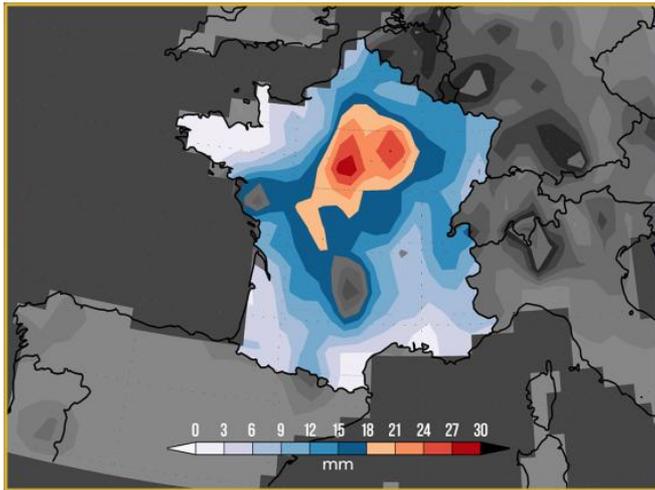


Evènements extrêmes

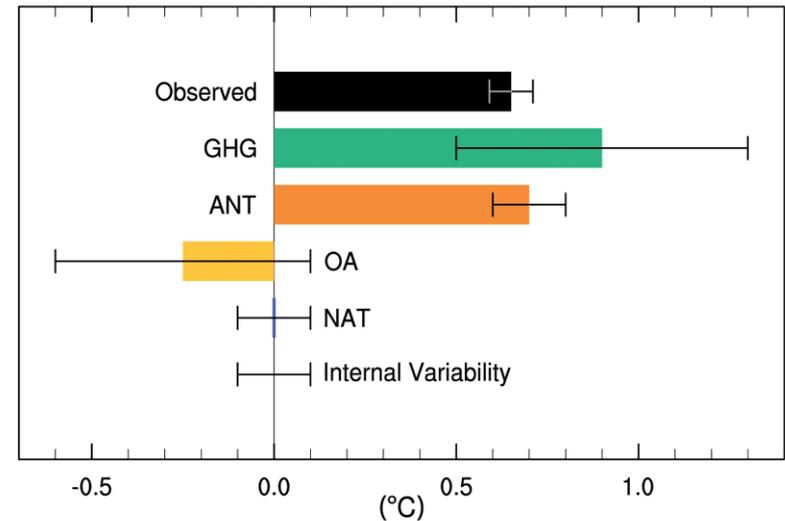


De la détection d'un changement à son attribution

Evènement ponctuel



Réchauffement global 1951-2010

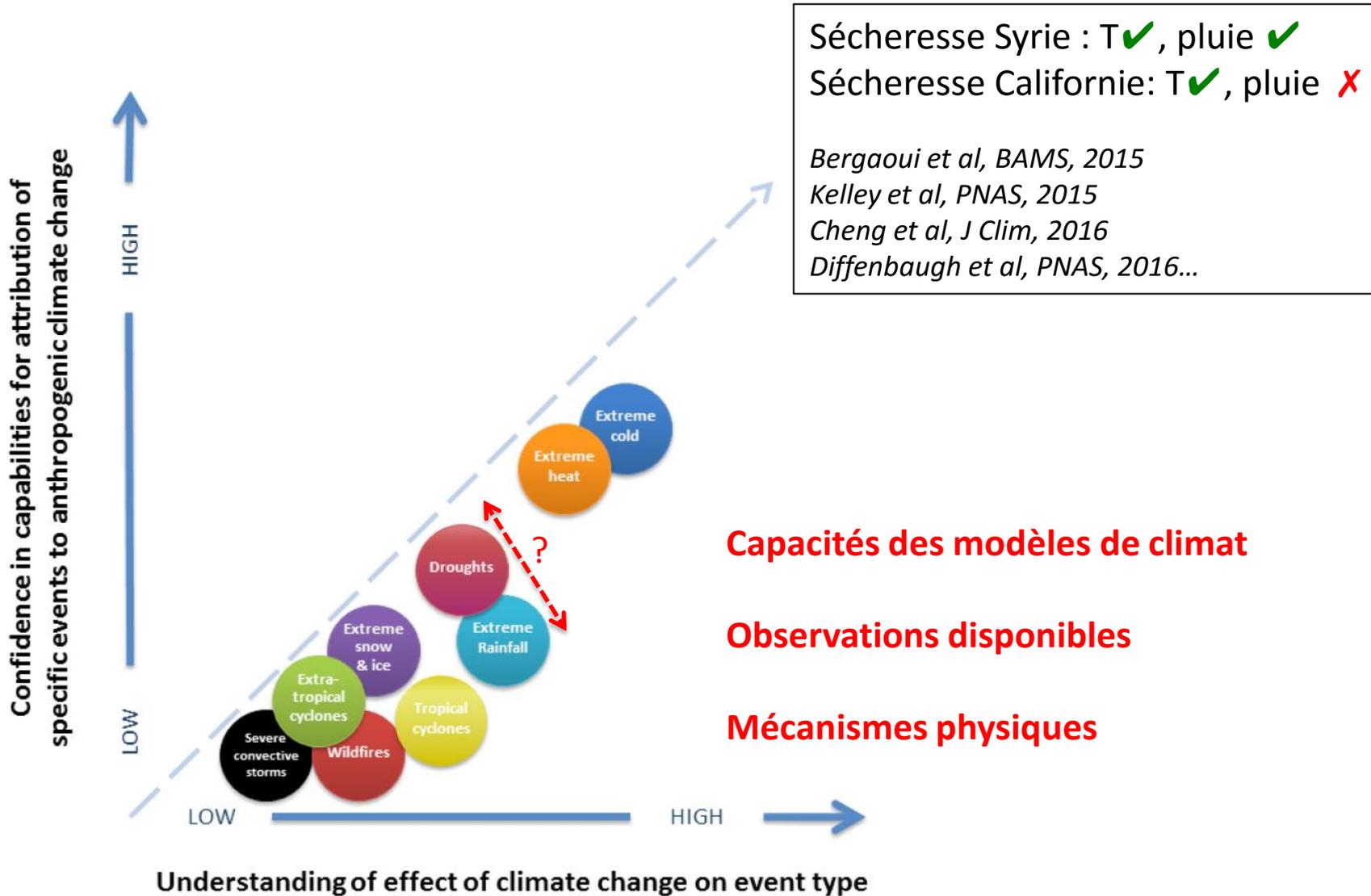


AR5

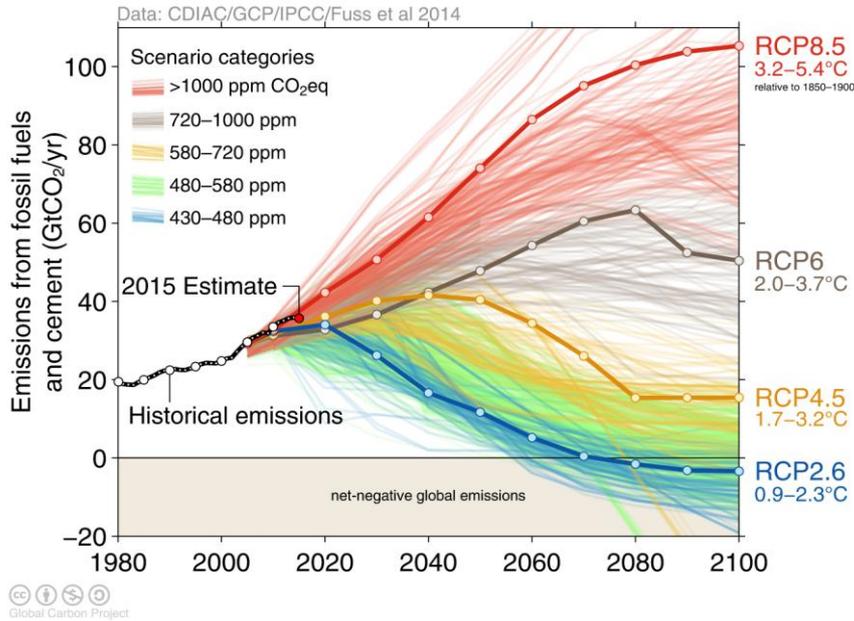
Bassin de la Seine : cumul 3 jours Avril-Juin
80% plus fréquent (influence humaine sur climat)

<https://www.climatecentral.org/analyses/european-rainstorms-may-2016/>

Etat des connaissances sur les évènements extrêmes

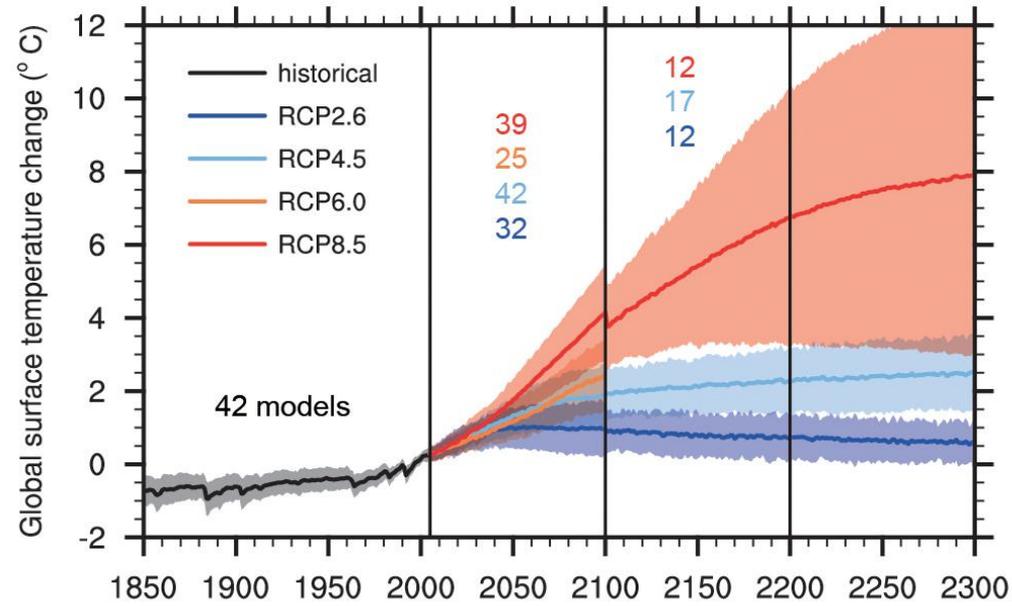
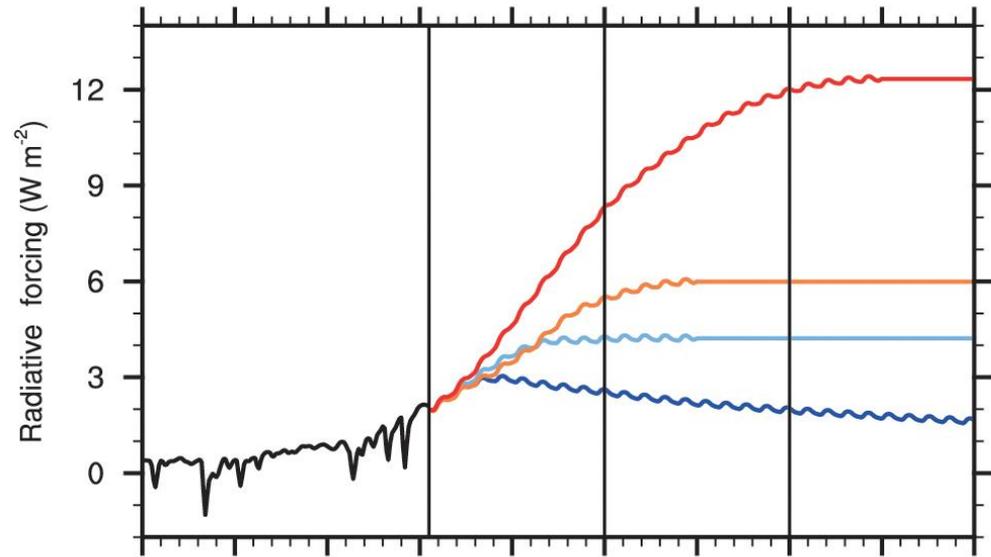


Trajectoires d'émission de CO₂ et climat futur

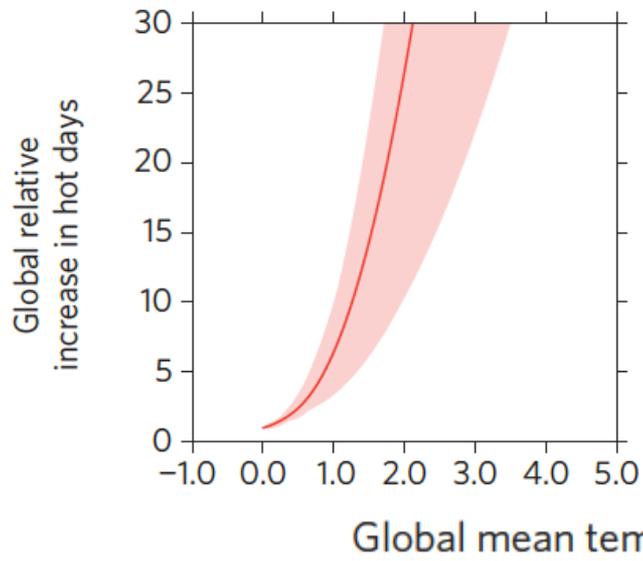
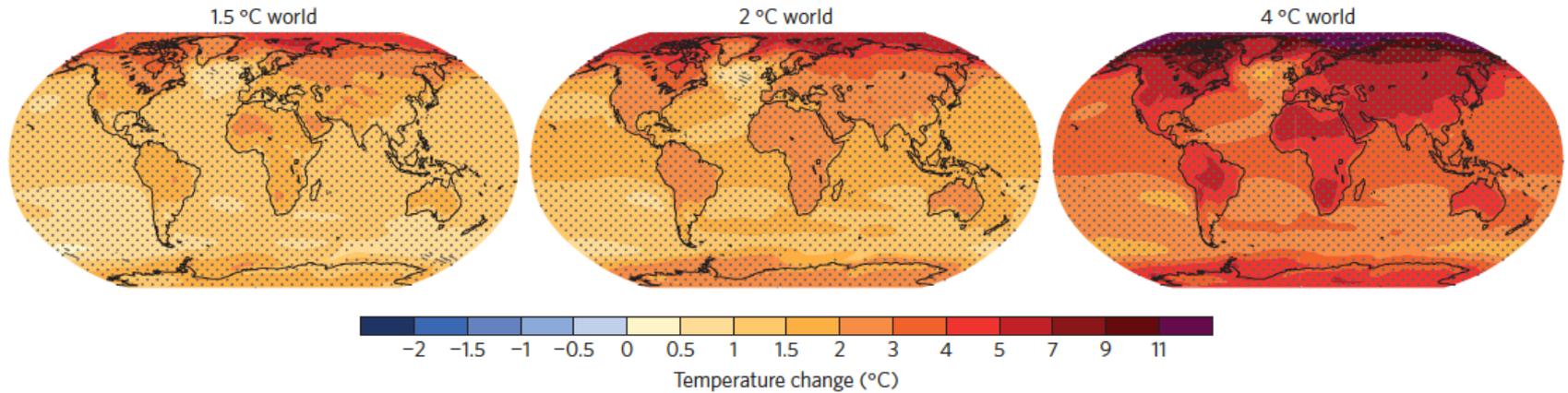


Global Carbon Project
(2015)

AR5

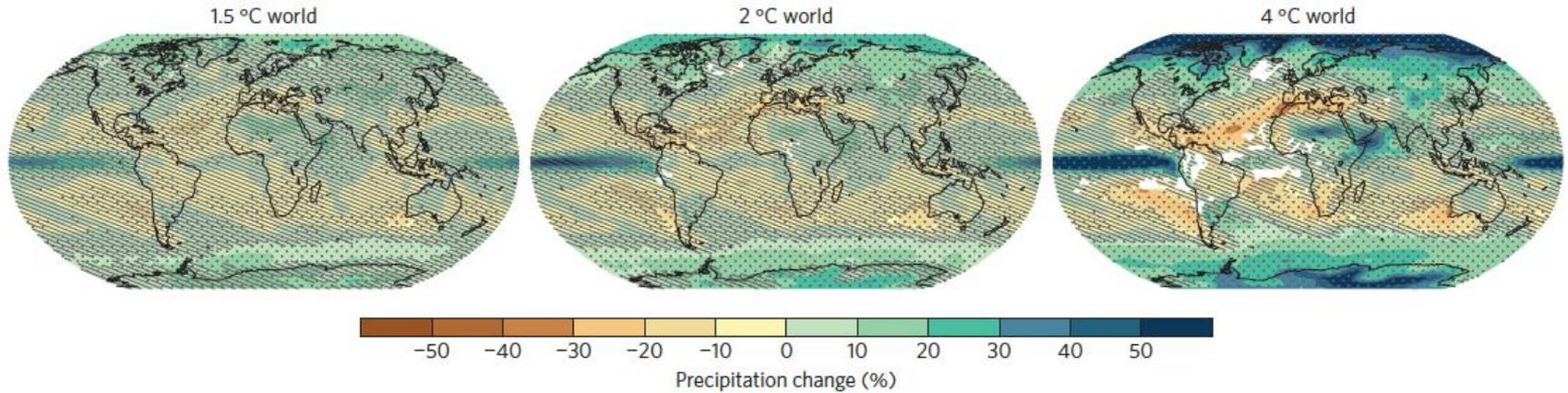


Changement de température



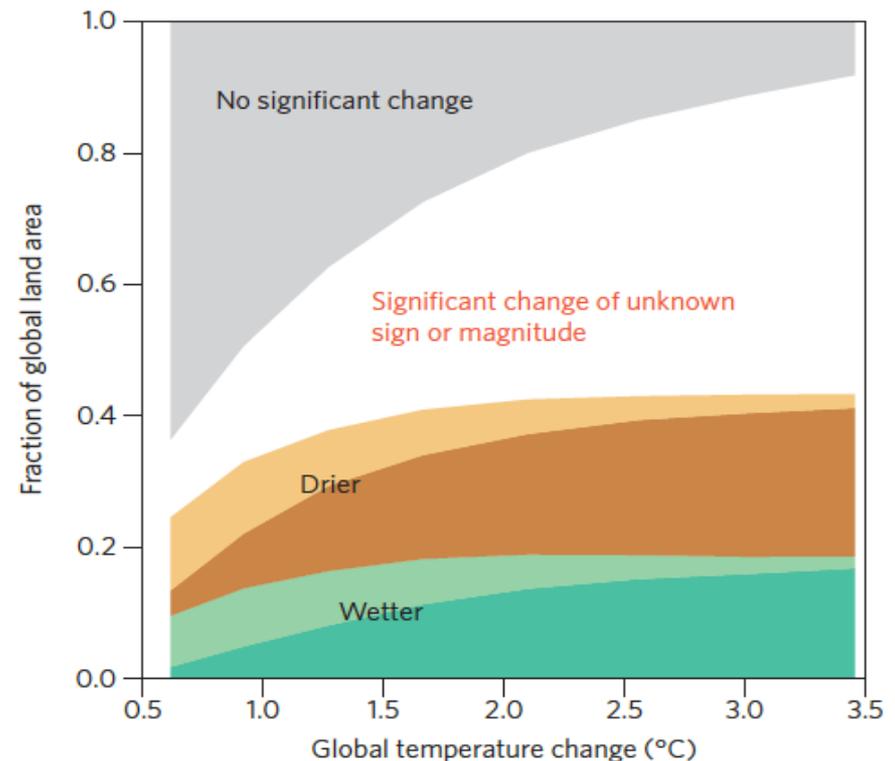
Augmentation non linéaire des extrêmes chauds par rapport au réchauffement global

Cycle de l'eau

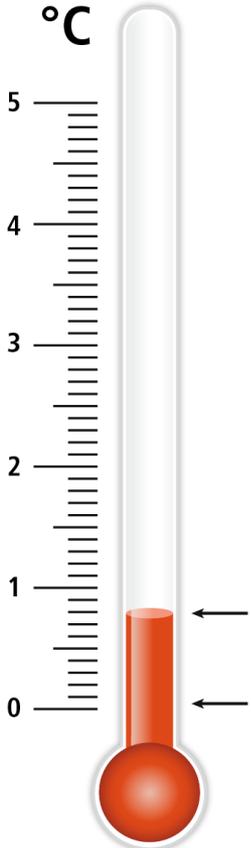
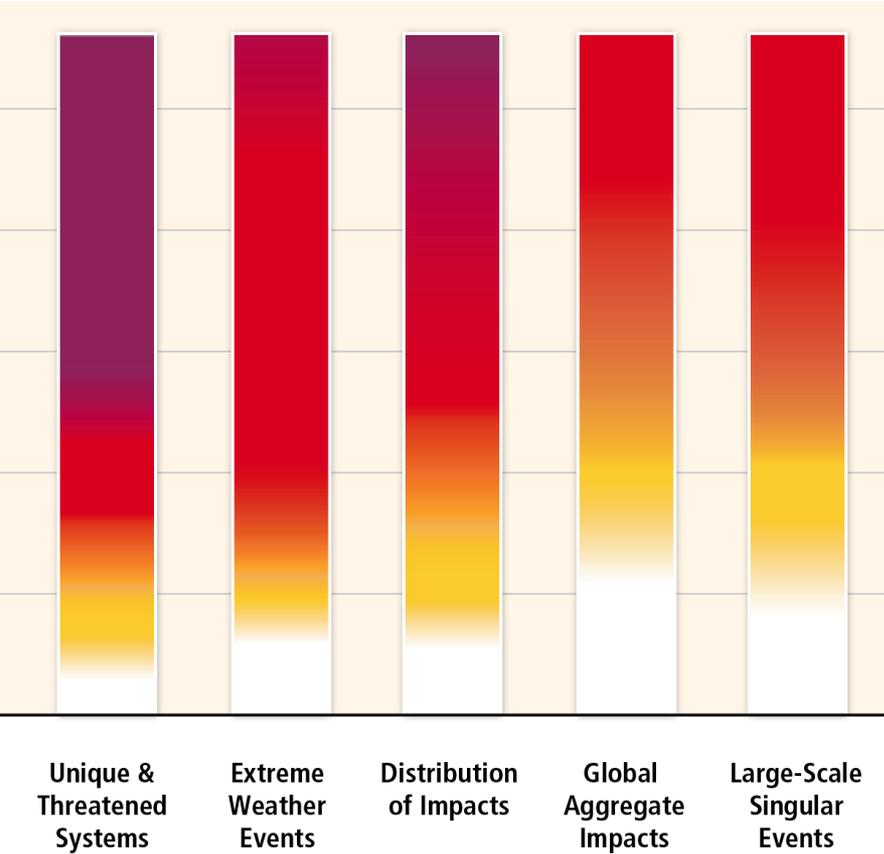
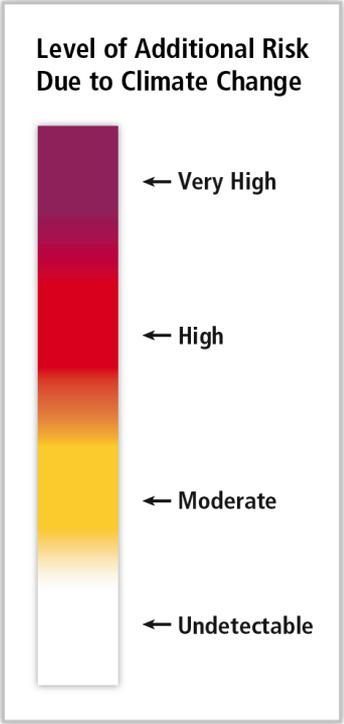


Impacts hydrologiques :

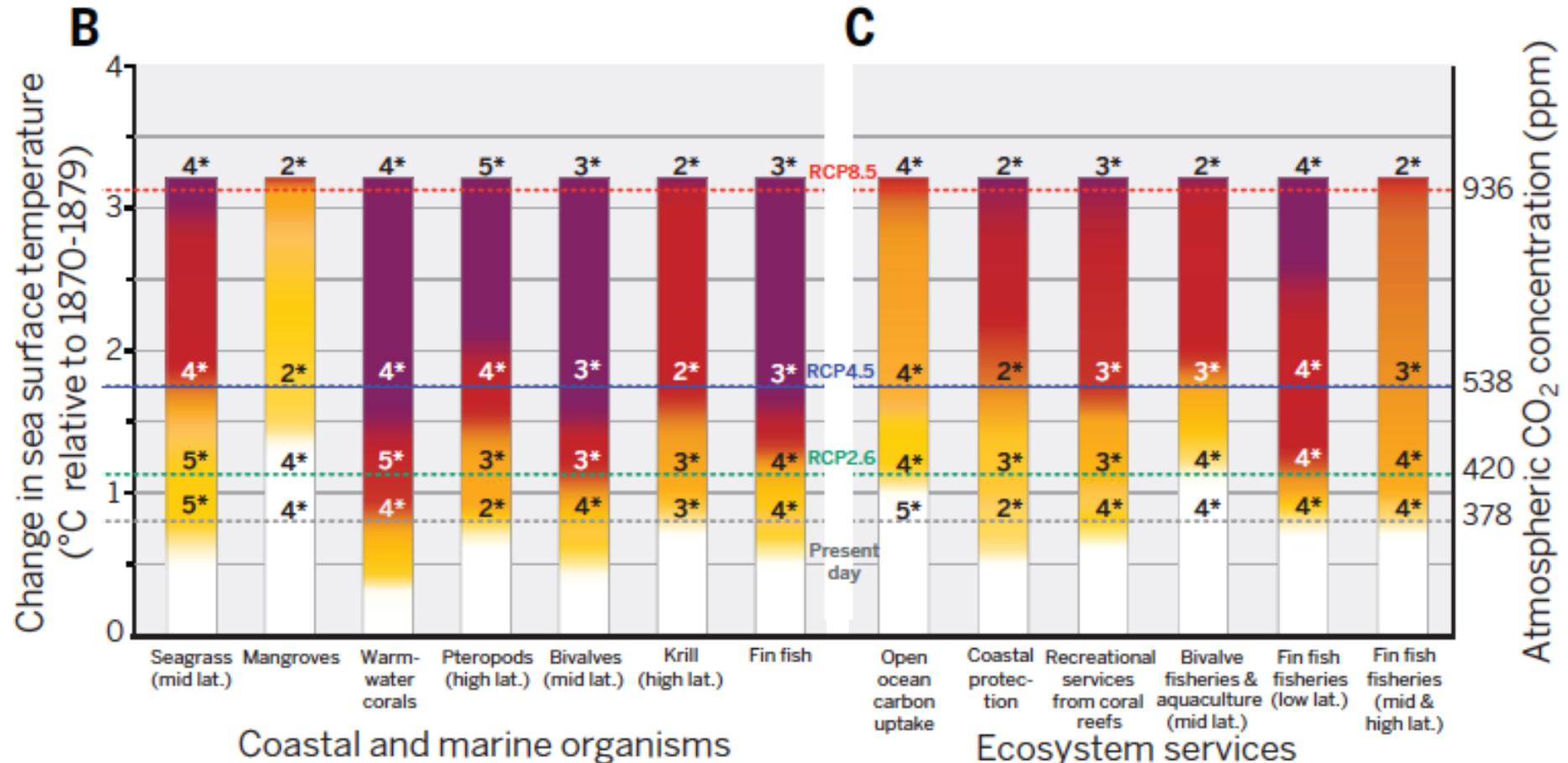
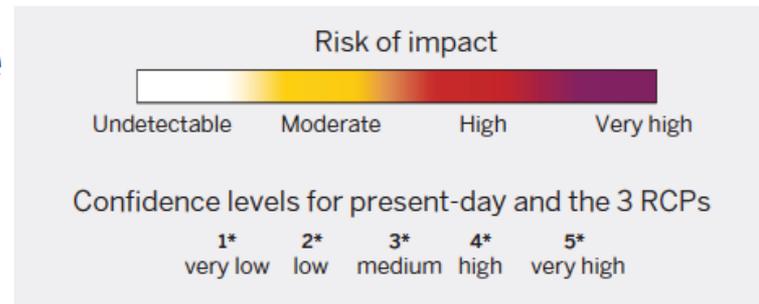
- ❖ 50% de la population mondiale à + 2°C
- ❖ 50% de la surface terrestre à + 3°C



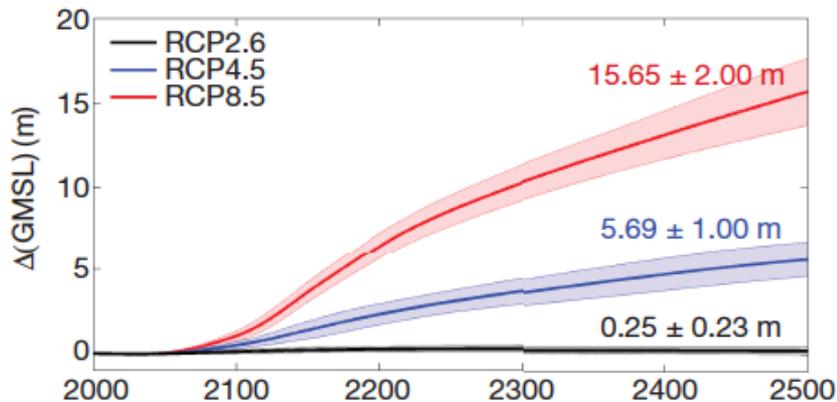
Risques supplémentaires en fonction de l'amplitude du réchauffement



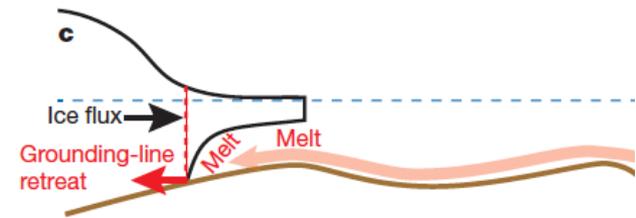
Risques revus à la hausse pour les océans



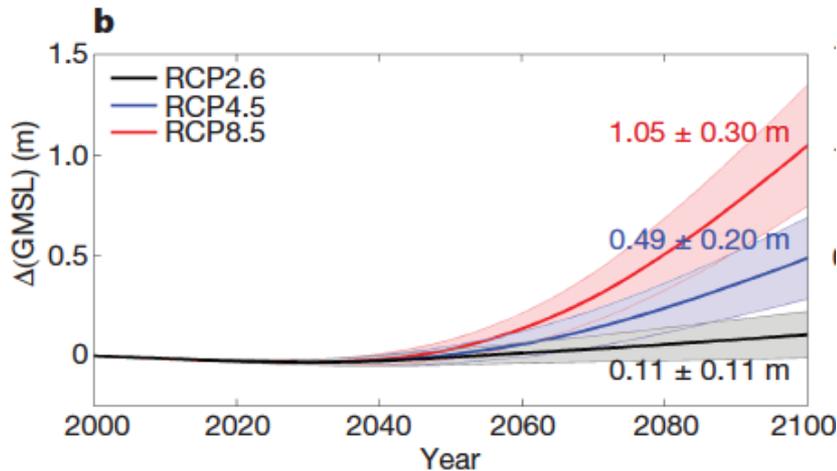
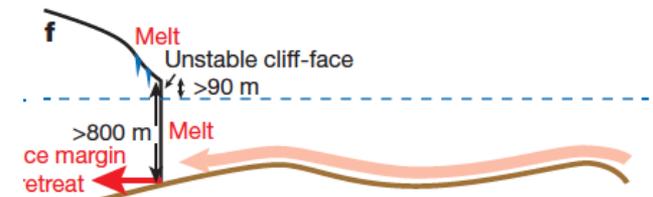
Risques revus à la hausse pour la calotte antarctique et le niveau des mers (>2°C)



Retrait de la ligne d'échouage



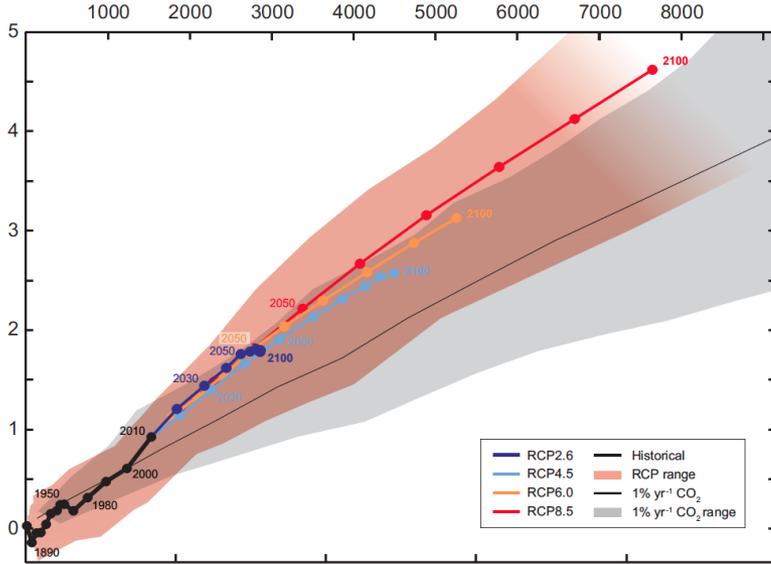
Effondrement de falaise



3°C de réchauffement : risque niveau des mers de l'ordre de 1 m à horizon 2100, plusieurs mètres sur les siècles suivants

Budget carbone

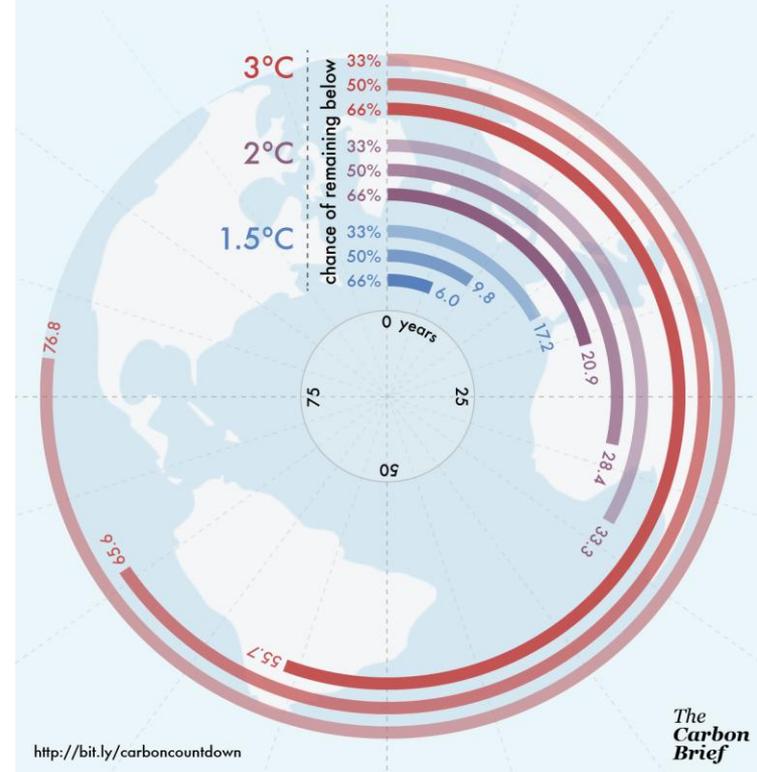
Changement de température par rapport à 1861-1880 (°C)



Emissions cumulées de CO₂ (Gt CO₂)

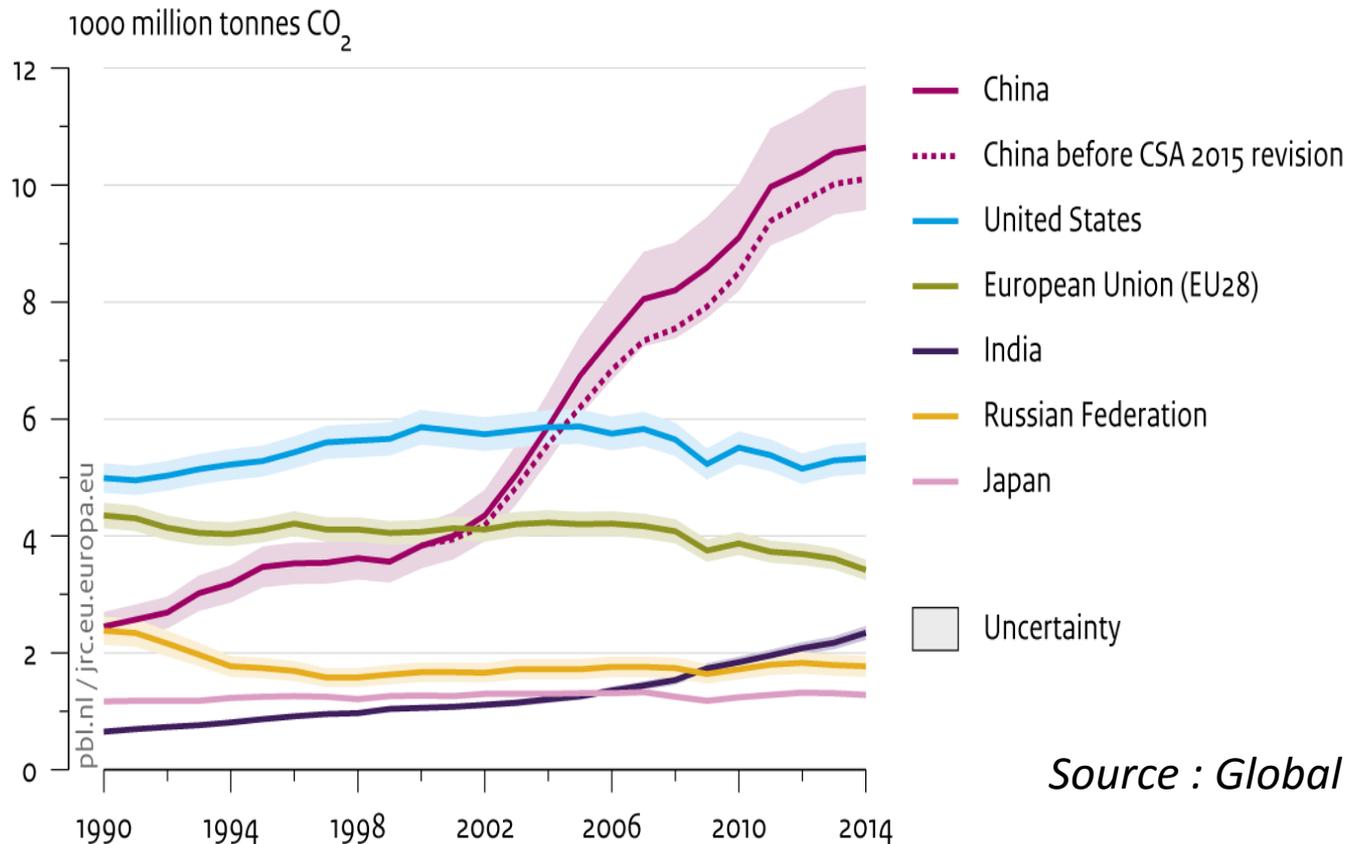
Carbon Countdown

How many years of current emissions would use up the IPCC's carbon budgets for different levels of warming?



Structure des émissions nationales de gaz à effet de serre

CO₂ emissions from fossil-fuel use and cement production in the top 5 emitting countries and the EU



Source : Global Carbon Project, 2016



OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

1 PAS DE PAUVRETÉ



2 FAIM «ZÉRO»



3 BONNE SANTÉ ET BIEN-ÊTRE



4 ÉDUCATION DE QUALITÉ



5 ÉGALITÉ ENTRE LES SEXES



6 EAU PROPRE ET ASSAINISSEMENT



7 ÉNERGIE PROPRE ET D'UN COÛT ABORDABLE



8 TRAVAIL DÉCENT ET CROISSANCE ÉCONOMIQUE



9 INDUSTRIE, INNOVATION ET INFRASTRUCTURE



10 INÉGALITÉS RÉDUITES



11 VILLES ET COMMUNAUTÉS DURABLES



12 CONSOMMATION ET PRODUCTION RESPONSABLES



13 MESURES RELATIVES À LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES



14 VIE AQUATIQUE



15 VIE TERRESTRE



16 PAIX, JUSTICE ET INSTITUTIONS EFFICACES



17 PARTENARIATS POUR LA RÉALISATION DES OBJECTIFS



OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Accord de Paris



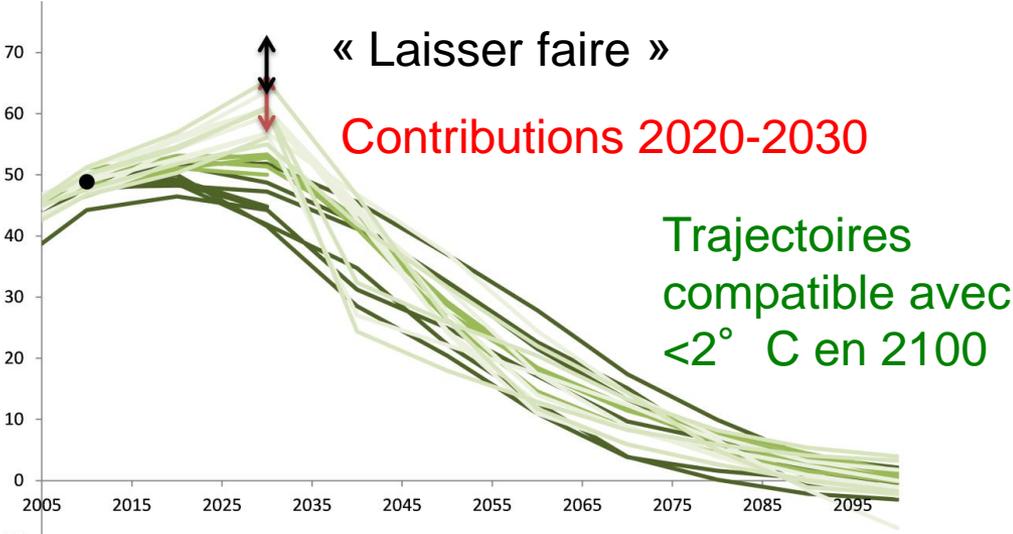
United Nations
Framework Convention on
Climate Change



- ❖ Universel, ambitieux, agile, avec un plan d'action visant à limiter le réchauffement largement en-dessous de 2°C
- ❖ Cycle de 5 ans pour les contributions nationales et l'inventaire global
Préliminaire 2018
Premier inventaire 2023
- ❖ Systèmes de mesure, vérification et suivi
- ❖ Politiques d'adaptation, coopération et financement
- ❖ Agenda des solutions
- ❖ Entrée en vigueur : > 55 pays (> 55% des émissions)

Contributions volontaires : quelle trajectoire?

CO₂ émissions annuelles (GtCO₂-eq par an)



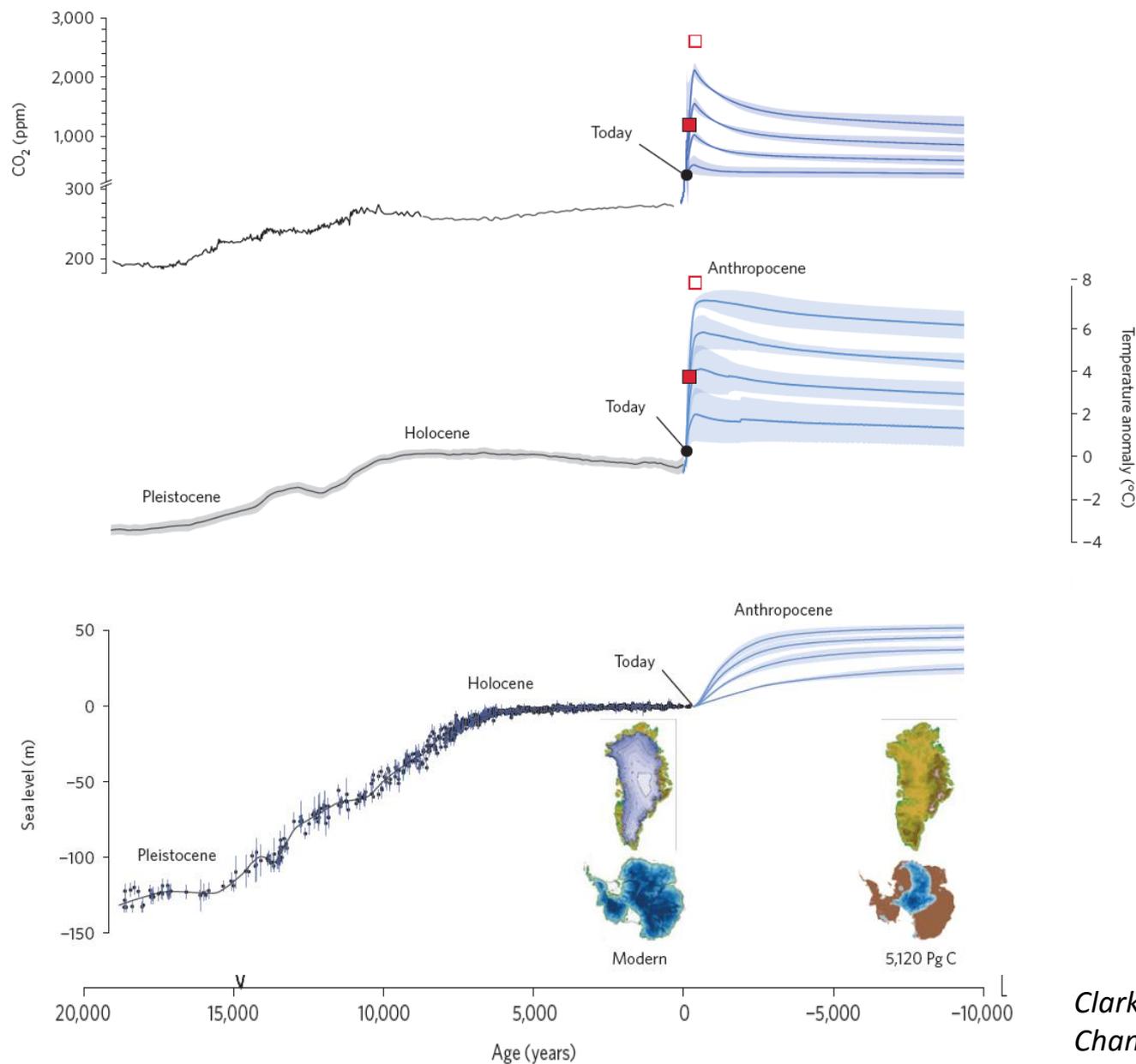
Prochains rapports du GIEC

- ❖ **2018** : rapport spécial sur les impacts d'un réchauffement de 1,5°C au-dessus du niveau pré-industriel et trajectoires de gaz à effet de serre associées (développement durable et action pour éradiquer la pauvreté)
- ❖ **2019** : rapport spécial sur changement climatique, océans et glaces
- ❖ **2019** : rapport spécial sur changement climatique et usage des sols
- ❖ **2019** : rapport méthodologique sur les inventaires d'émissions de gaz à effet de serre
- ❖ **2021-2022** : rapport complet de chaque groupe de travail et synthèse (AR6)

Enjeux pour la recherche

- Progrès : climats passés, observations actuelles, études de processus, modélisation théorique et numérique
- Echelle régionale : circulation atmosphérique et océanique de grande échelle / processus locaux
- Prévisions / projections : futurs possibles à court et long terme, évaluation et propagation des incertitudes vers les études d'impacts et d'atténuation
- Approche intégrée entre disciplines

Du passé aux futurs possibles

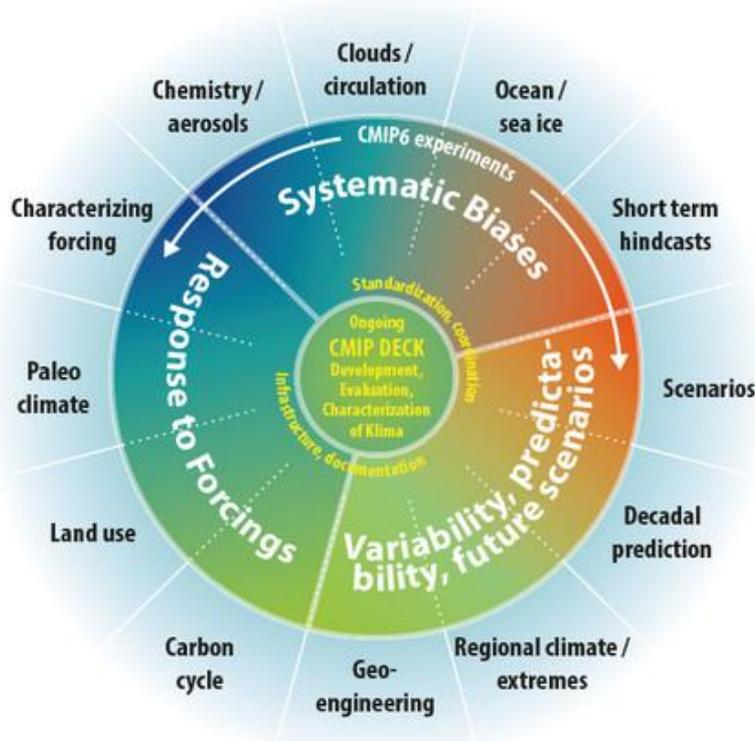
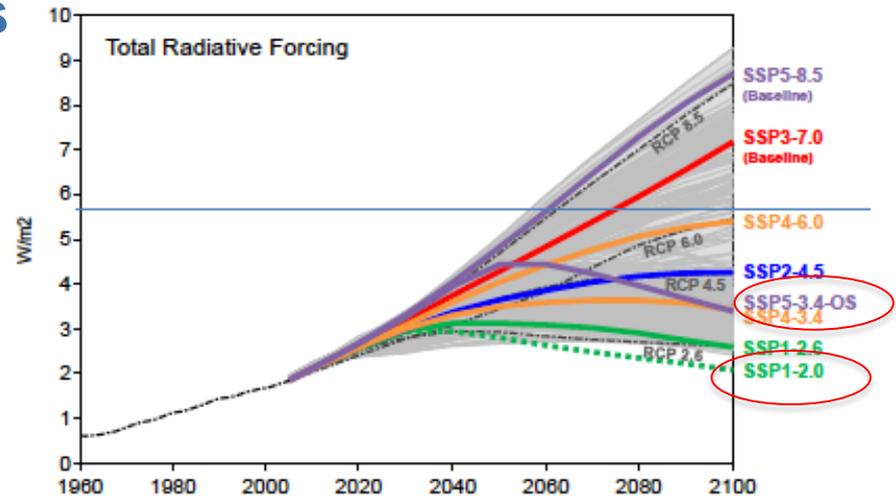


Clark et al, Nature Climate Change, 2016

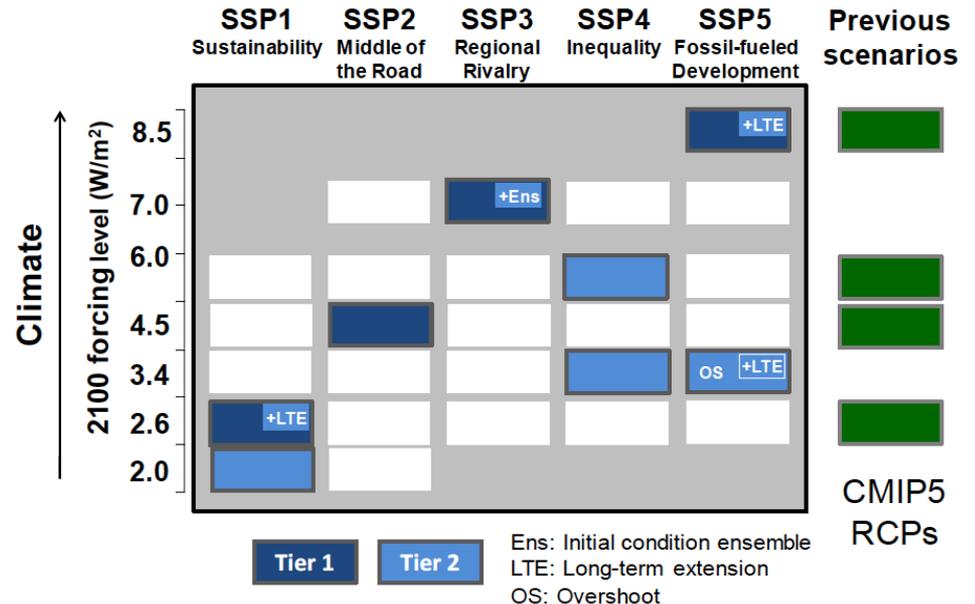
Families of new scenarios : Shared socio-economic pathways

new framework to facilitate integrated analysis of future climate change impacts, vulnerability, adaptation and mitigation

ScenarioMIP for CMIP6, O'Neil et al, GMD Discussion 2016

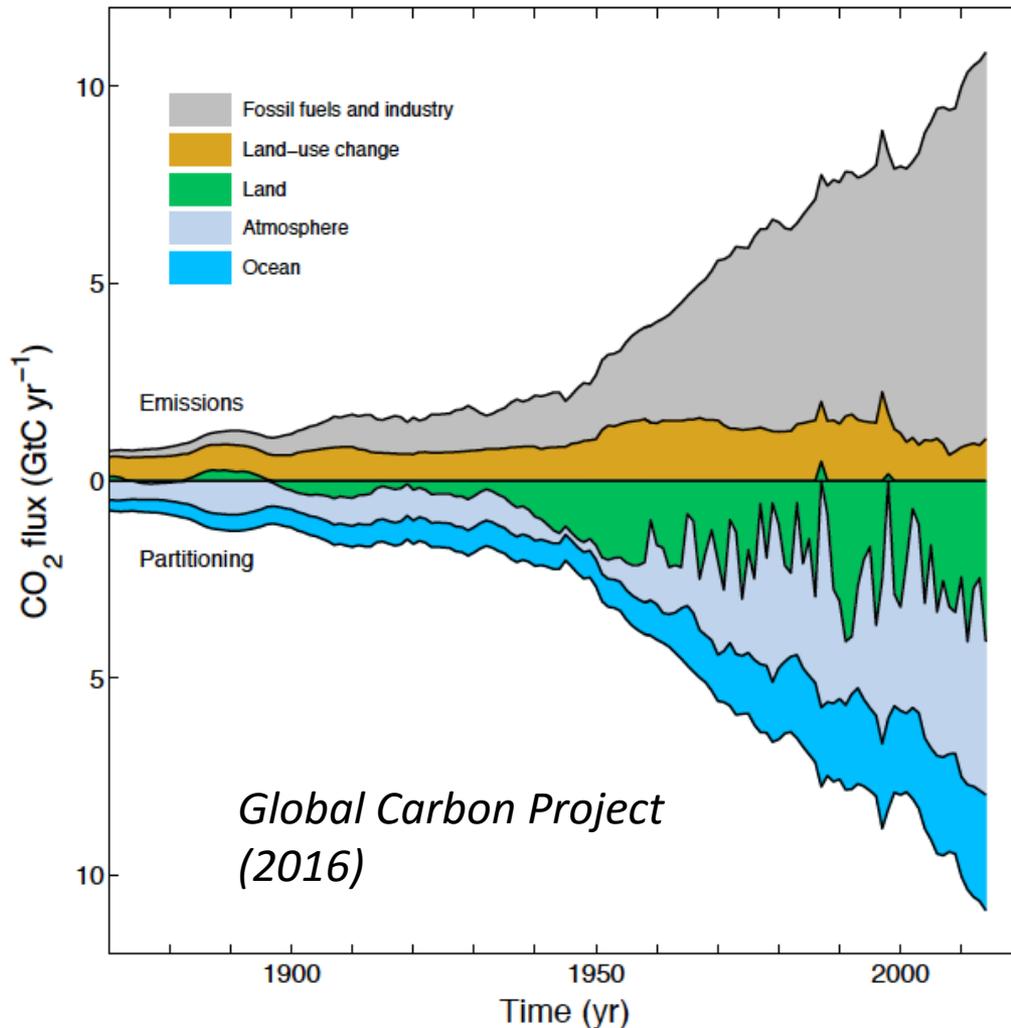


Shared Socioeconomic Pathways



Where do we stand?

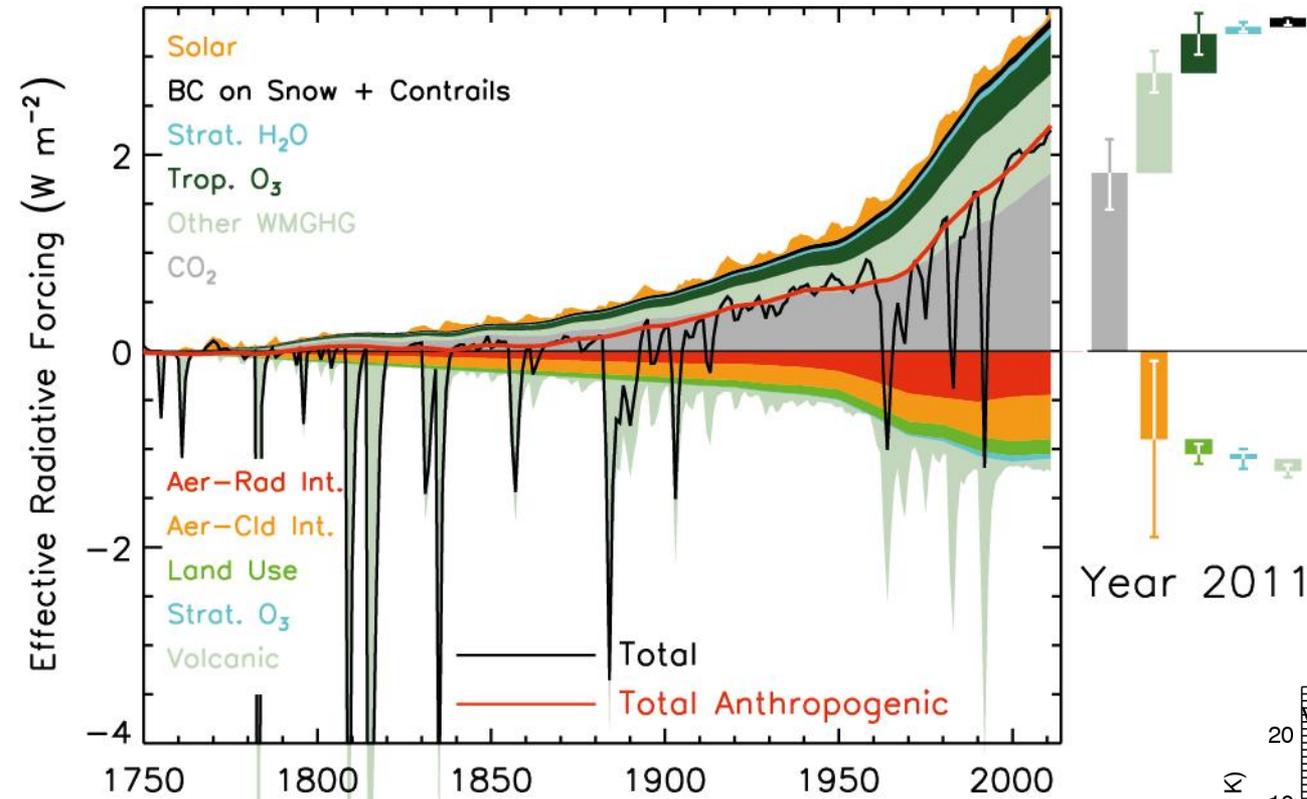
Global carbon cycle



- Stalling global CO₂ emission (2014-2015)
- Atmospheric CO₂ concentration increasing faster (+4 ppm in 2015) due to reduced uptake by vegetation (forest fires, drought) (2015)

Where do we stand?

Radiative forcing



Short-lived versus CO_2 as cumulative driver

Different climate impacts for different drivers

