



# CAUSES & ENJEUX DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

*Ce document contient la transcription textuelle d'une vidéo du MOOC « Causes et enjeux du changement climatique ». Ce n'est donc pas un cours écrit au sens propre du terme ; le choix des mots, l'articulation des idées et l'absence de chapitrage sont propres aux interventions orales des auteurs.*

## *Les projections climatiques : cycle de l'eau, cryosphère, océan et carbone*

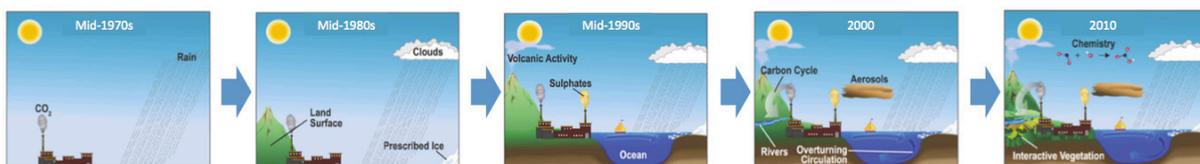
**Laurent BOPP**

*Directeur de recherche – CNRS*

Dans cette vidéo, nous allons nous intéresser à l'évolution du système climatique au cours des prochaines décennies mais au-delà de l'évolution de la température à la surface du globe, nous allons nous intéresser à d'autres aspects du système climatique.

Nous allons discuter du cycle de l'eau, du cycle du carbone, de l'évolution de l'océan et de l'évolution des surfaces englacées.

Alors, sur ce premier transparent, en bas, vous avez la façon dont les modèles de climat ont évolué au cours des dernières décennies.

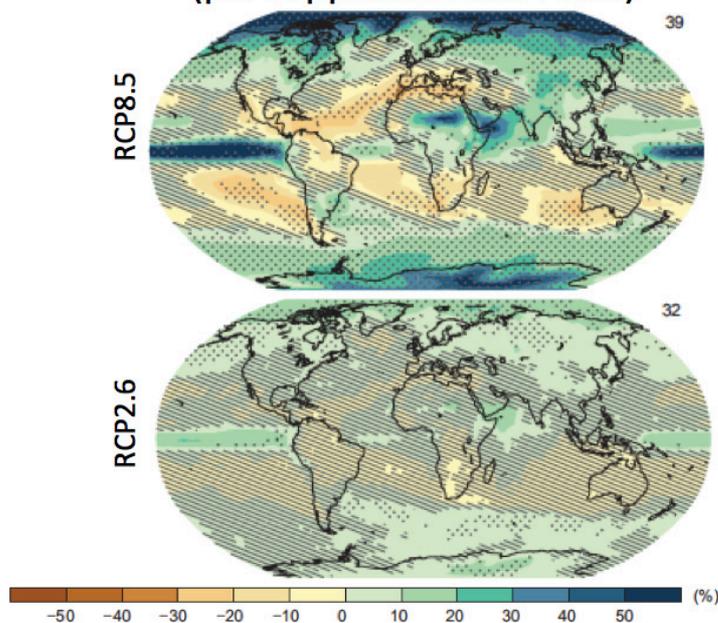


La prise en compte de plus de processus, de plus de composantes du système climatique, permet aujourd'hui de réaliser des projections de l'ensemble de ces composantes du système climatique.

- Le cycle de l'eau est une des composantes essentielles évidemment du système de climat

- ⇒ Ce que montrent les modèles climatiques, c'est une amplification du cycle hydrologique avec le changement climatique.
- Vous avez sur les figures de droite la façon dont les précipitations vont évoluer en réponse aux changements climatiques.
- À la fin du siècle, en 2100, par rapport à la période actuelle, les modèles de climat projettent une amplification des précipitations dans les zones qui sont déjà humides, comme les moyennes et hautes latitudes et comme la bande équatoriale, et une diminution des précipitations dans les zones sèches, comme les bandes subtropicales.
- Vous avez deux cartes, encore une fois, nous représentons ici le scénario RCP 8,5 qui est le scénario où les émissions de gaz à effet de serre sont importantes jusqu'à la fin du siècle et le scénario en bas, RCP 2,6 où les émissions de gaz à effet de serre sont maîtrisées et diminuent fortement d'ici la fin du siècle.

### Modifications des précipitations en 2081-2100 (par rapport à 1986-2005)

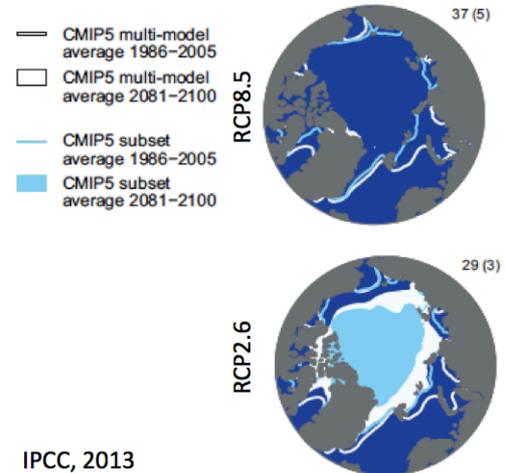
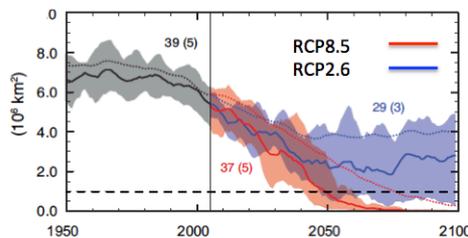


- Et on voit que cette modification de précipitations est évidemment beaucoup plus importante, à la fois du côté de l'amplification et de la réduction et dans le cas du scénario RCP 8,5.
- Deuxième aspect du système climatique, ici, l'évolution de la cryosphère et des surfaces englacées.
- Les modèles climatiques projettent une diminution importante de la couverture de la banquise en Arctique.

- ⇒ C'est le cas ici pour la banquise d'été, où nous regardons en bas l'évolution temporelle entre 1950 et 2100 de cette banquise au mois de septembre, de l'étendue de la banquise au mois de septembre.
- ⇒ Dans le cadre du scénario RCP 8,5, les modèles projettent une disparition quasi totale de la banquise d'été en Arctique d'ici à peu près la moitié du XXIe siècle.

## Les modèles projettent une diminution de l'extension de la banquise et de la couverture neigeuse de l'Hémisphère Nord

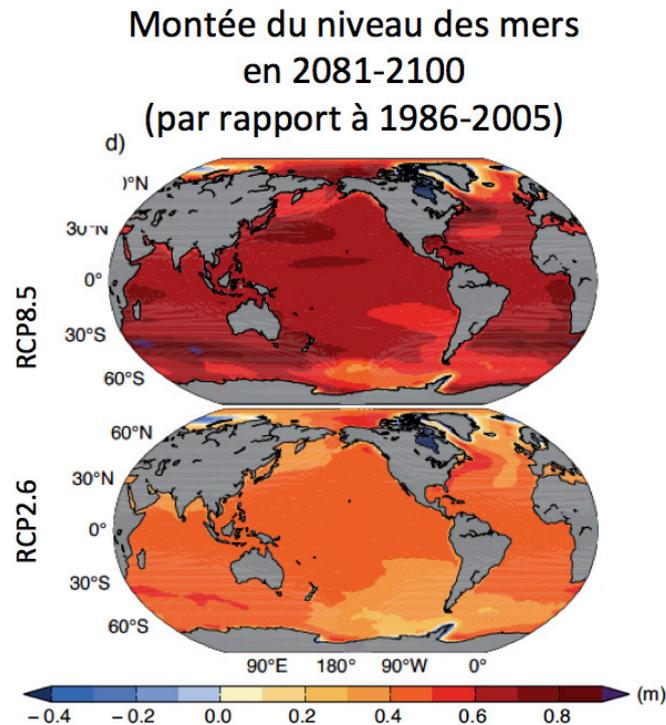
Évolution de l'extension de la banquise d'été (Septembre) en Arctique



IPCC, 2013

- ⇒ Dans le cas du scénario RCP 2,6 par contre, l'évolution du système climatique permet un maintien de la banquise d'été, certes réduite par rapport à l'actuelle mais un maintien jusqu'à la fin du XXIe siècle.
- C'est ce que montrent aussi les deux cartes que vous avez sur la droite de ce transparent.
- ⇒ A la fin du XXIe siècle, plus de banquise d'été en Arctique pour le scénario RCP 8,5 et le maintien d'une banquise pour le scénario RCP 2,6.
- Donc d'autres aspects de la cryosphère sont aussi modélisés par les modèles de systèmes Terre ou les modèles de climat.
- ⇒ C'est le cas de la couverture de neige dans l'hémisphère Nord dont les modèles montrent une diminution avec le changement climatique et c'est le cas aussi dans certains cas de l'évolution des calottes polaires Groenland et Antarctique.
- Autre aspect du système climatique, l'océan qui est une composante évidemment essentielle.
- ⇒ Les modèles projettent une augmentation du contenu thermique de l'océan, l'océan va continuer à absorber la très grande majorité de la chaleur additionnelle générée par l'augmentation de l'effet de serre, plus de 90 % de cette chaleur additionnelle, et l'absorption de cette chaleur additionnelle génère évidemment une augmentation des températures de l'océan.

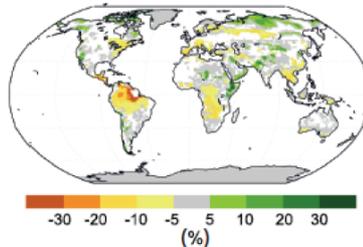
⇒ Donc l'océan de surface va continuer à se réchauffer au cours des prochaines décennies.



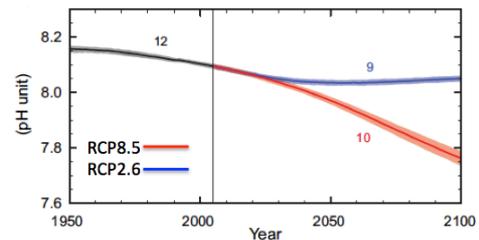
- En parallèle de cette absorption d'énergie par l'océan, les modèles simulent une augmentation de la surface des mers, de l'élévation du niveau des mers.
- Donc cette élévation du niveau des mers, elle est liée en partie à l'absorption d'énergie.
- ⇒ C'est la dilatation thermique mais elle est aussi liée à la fonte des glaciers continentaux et des calottes polaires.
- Donc cette augmentation du niveau des mers à la fin du siècle pourrait atteindre jusqu'à 1 mètre par rapport à l'actuel pour le scénario RCP 8,5.
- ⇒ Pour le scénario RCP 2,6 dont on a déjà parlé, cette augmentation du niveau des mers serait réduite à quelques dizaines de centimètres jusqu'à 40 ou 50 cm à la fin du siècle.
- Enfin, dernière composante du système climatique que les modèles de systèmes Terre simulent ou projettent, ici l'évolution du cycle du carbone, les modèles systèmes Terre représentent de façon explicite les cycles du carbone, le cycle du carbone dans les réservoirs naturels que sont l'océan et la biosphère continentale.
- Vous avez ici deux exemples :
  - En haut à droite, l'évolution du pH de surface de l'océan qui, en fait, répond au fait que l'océan continue à absorber du carbone atmosphérique.

## Changement climatique et augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique modifieront le fonctionnement de l'océan et de la biosphère continentale

IPCC, 2013



## Évolution du pH de l'océan de surface

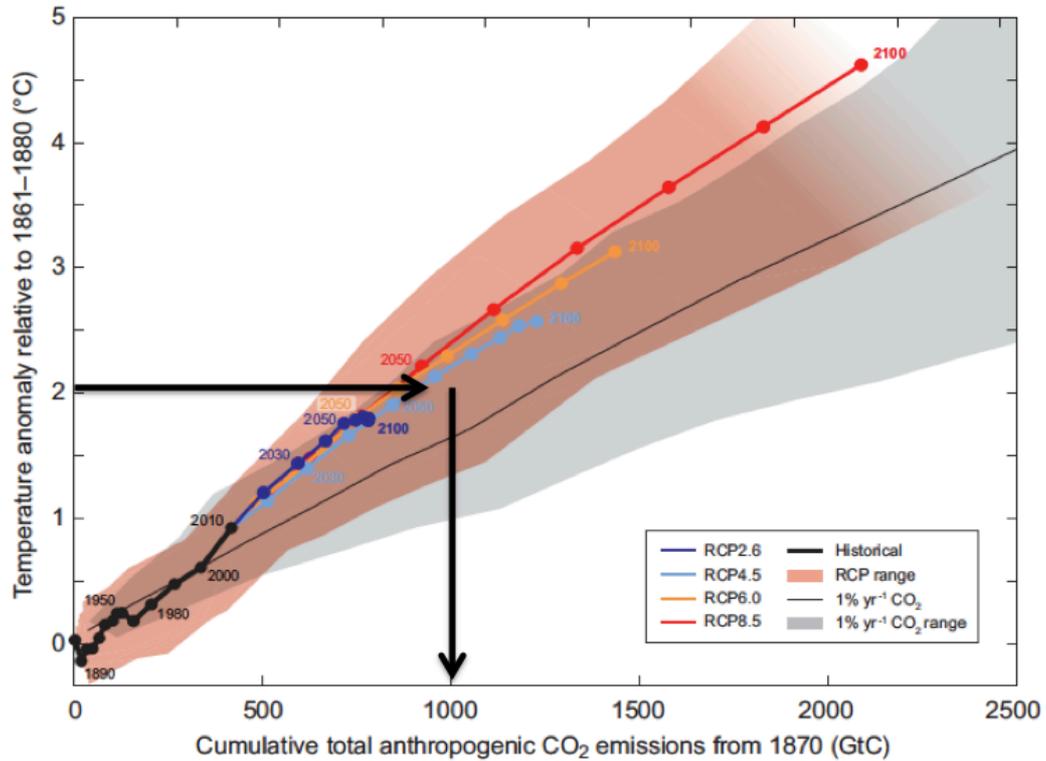


## Modification de la fraction de surfaces arborées entre 2100 et 2300 (RCP8.5)

- ⇒ Le CO<sub>2</sub> étant un acide faible, l'océan continue à s'acidifier en surface et on voit ici que le pH de l'océan pourrait perdre jusqu'à 0,4 unités pH d'ici 2100.
- Et sur la figure du bas, l'évolution des surfaces arborées entre 2100 et 2300 pour le scénario RCP 8,5 avec une diminution importante des surfaces arborées dans certaines régions du globe en réponse aux changements climatiques et la réédification de certaines zones.

Dernier point ici, grâce à la simulation du cycle du carbone et du système climatique couplé, les modèles système Terre en fait permettent d'établir une relation entre l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> anthropiques liées à la combustion des fiouls fossiles et l'augmentation de température.

- ⇒ Cette relation, démontrée par les modèles systèmes Terre est quasi linéaire.
- ⇒ Pour une émission cumulée de CO<sub>2</sub> anthropique depuis le début de la période industrielle, les modèles du système climatique projettent un réchauffement donné (ici en ordonné figure que vous avez sur la droite).
- ⇒ Cette figure assez simple permet de faire quelques constatations également assez simples : si on veut limiter l'augmentation de température à 2°C en moyenne globale, ce graphique nous indique que les émissions cumulées de carbone doivent être inférieures à à peu près 1000 milliards de tonnes de carbone.



⇒ Sachant qu'on a déjà émis à peu près 500 ou 550 milliards de tonnes de carbone, cela indique que pour limiter le réchauffement à 2°C, les modèles climatiques indiquent une limitation des émissions futures de CO<sub>2</sub> à à peu près 400 - 450 milliards de tonnes de carbone.