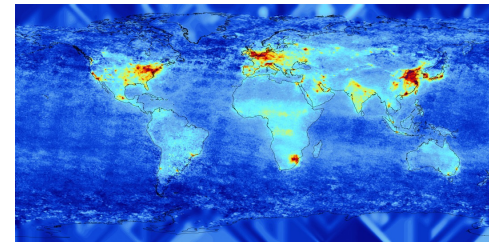
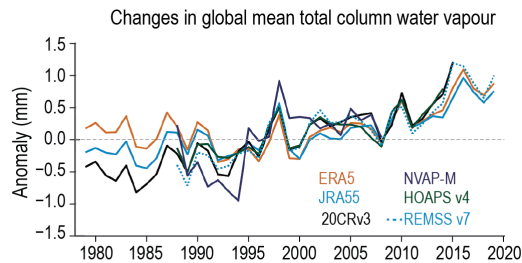
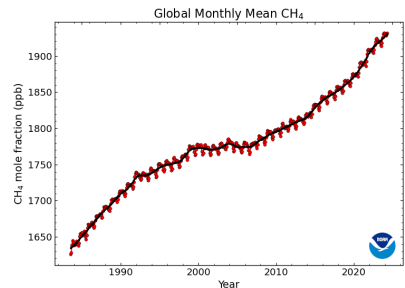


# Le CO<sub>2</sub> dans le cycle naturel du Carbone

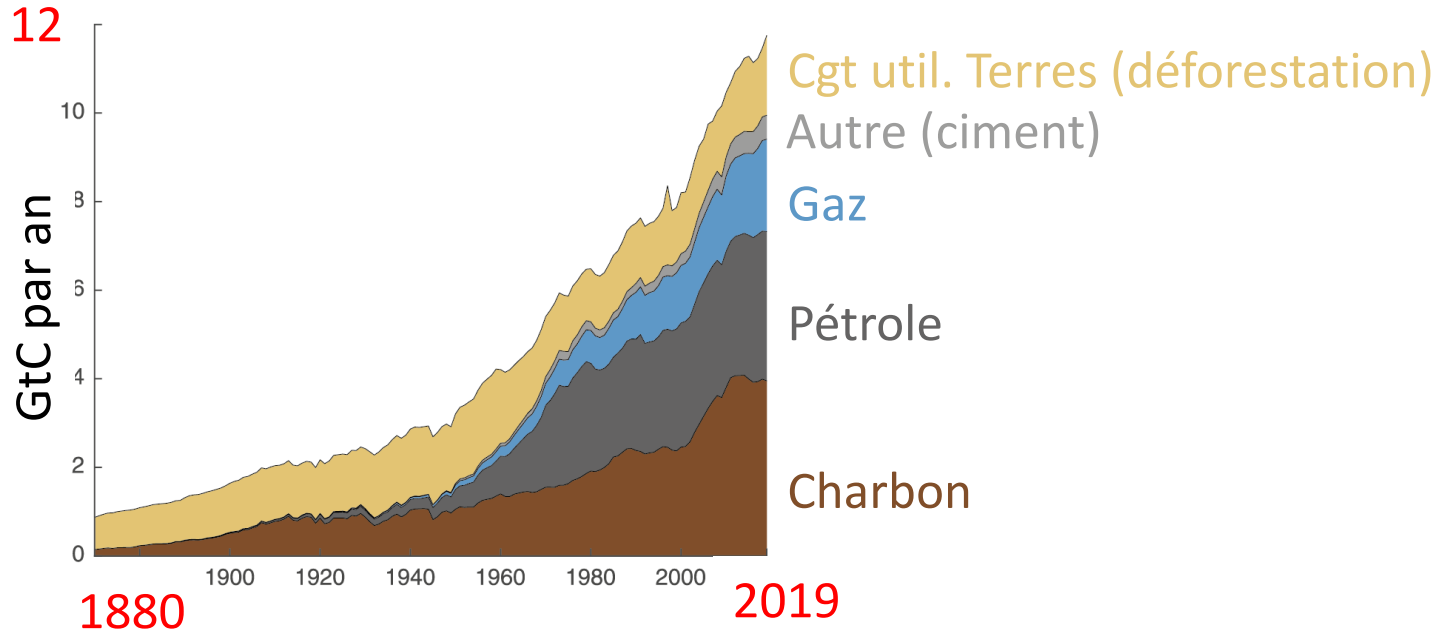


François-Marie Bréon



Unité GtC : Milliards  
de tonnes de Carbone

1 GtC = 3,7 GtCO<sub>2</sub>



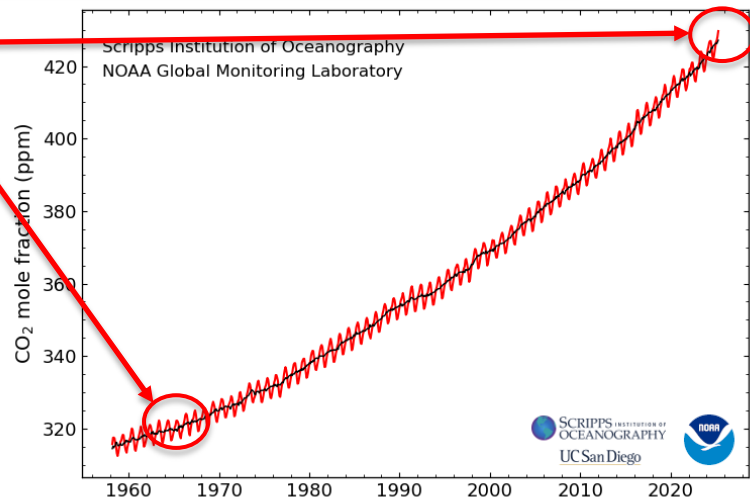
Besoin en surfaces agricoles => Déforestation

Besoin en énergie => Utilisation croissante des énergies fossiles au 20<sup>ème</sup> siècle

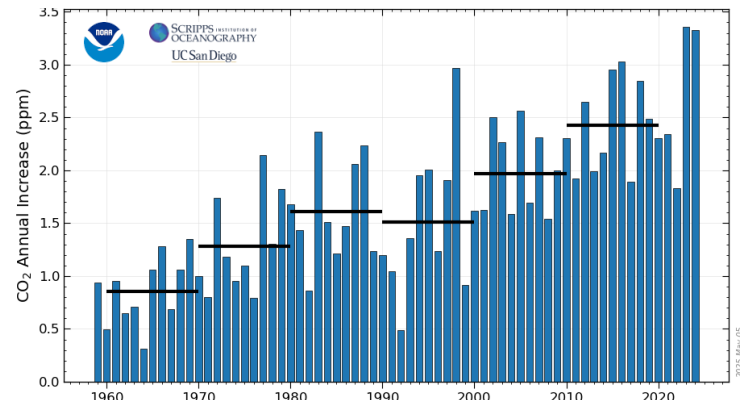
=> Emissions de CO<sub>2</sub>

Concentration atmosphérique  
du CO<sub>2</sub> [ppm]

Aujourd'hui : 428  
Né à 320

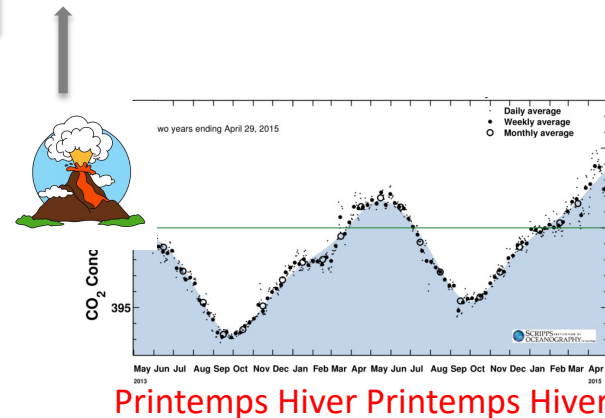
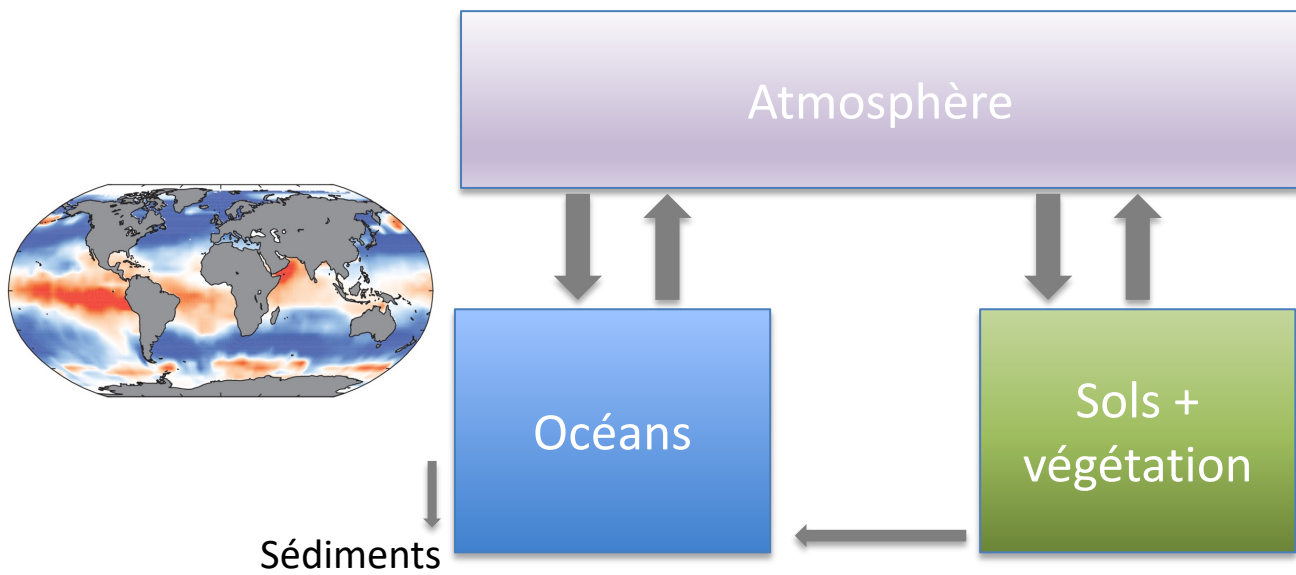
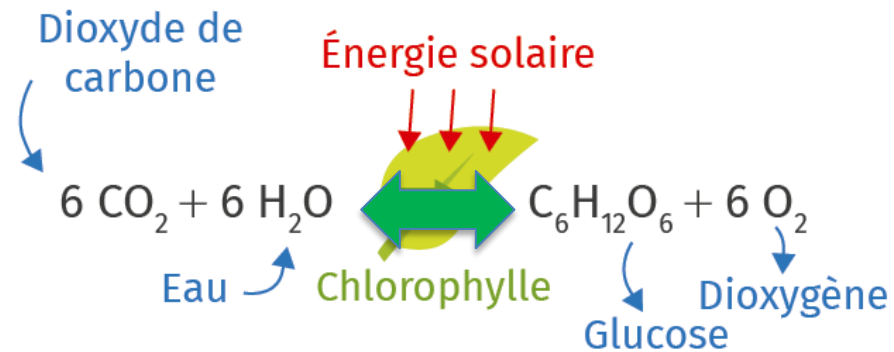
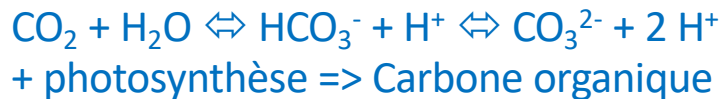


Taux de croissance [ppm par an]  
+ de 3 sur 2023 et 2024



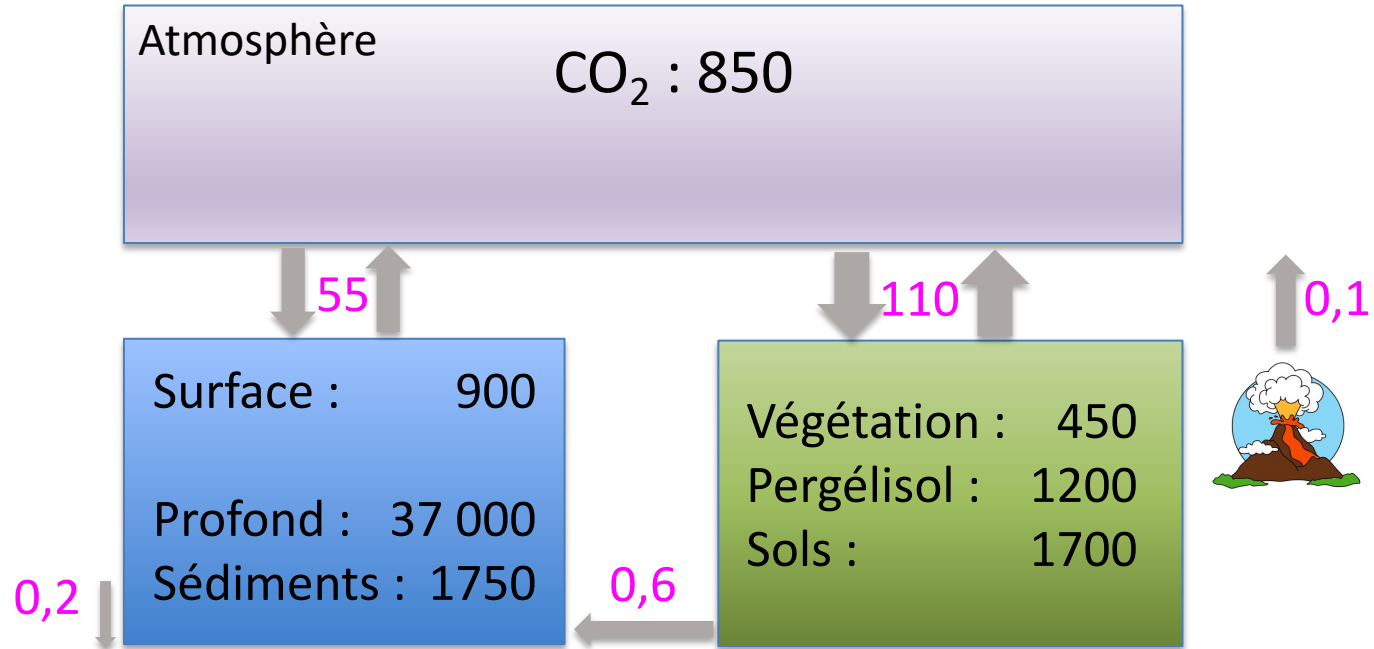
1959

2024



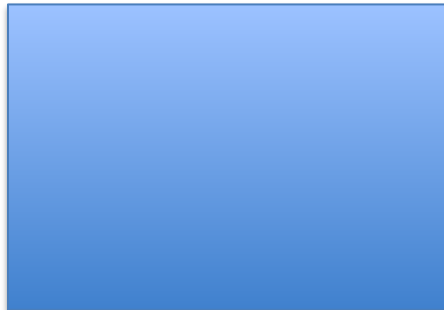
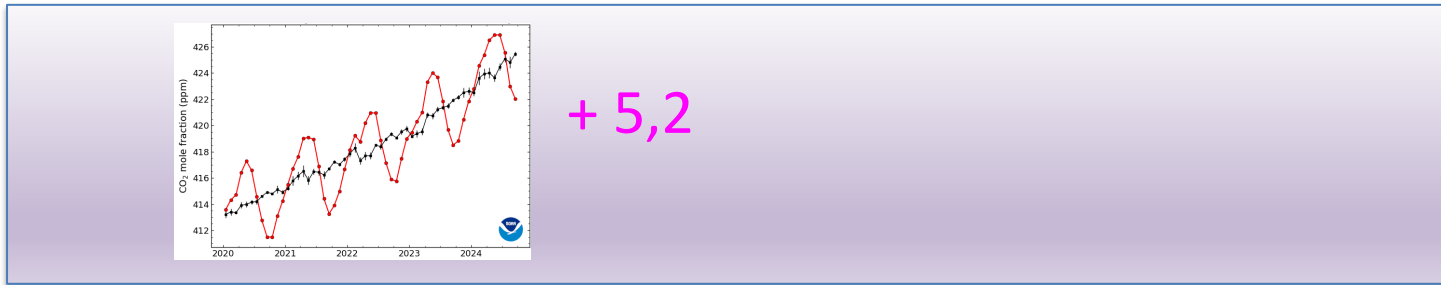
Stocks en GtC. 1 GtC = 1 milliard de tonnes de Carbone (Masse d'1 km<sup>3</sup> d'eau)

Flux en GtC/an.



Flux ou variation de stock en GtC par an

(2012-2022)



Déséquilibre des pression  
partielles de  $\text{CO}_2$

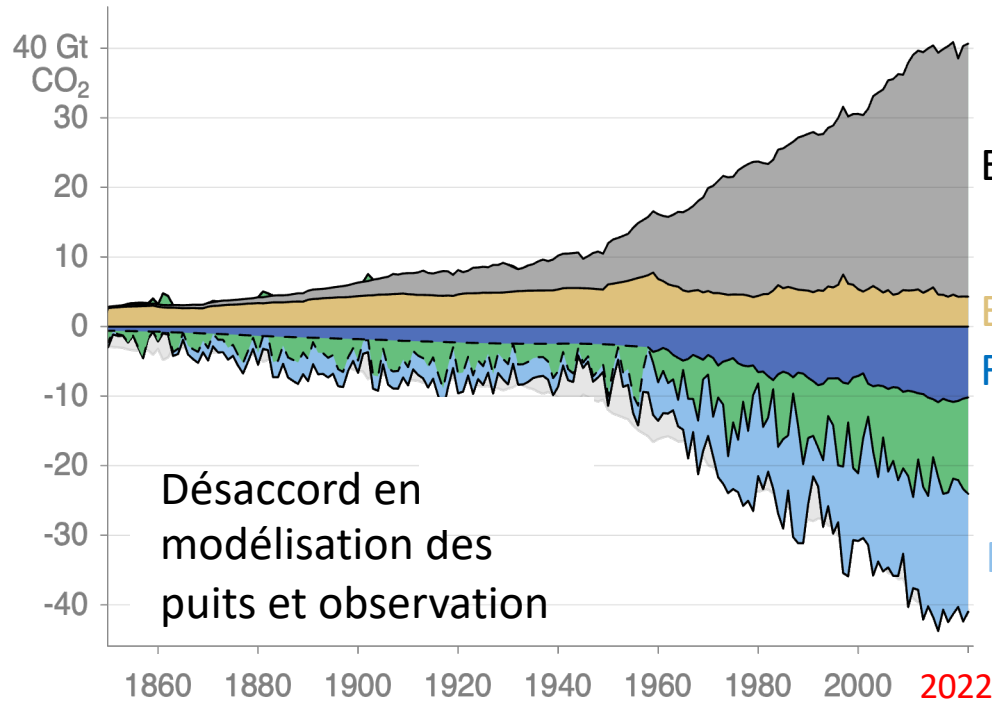


La végétation apprécie  
l'augmentation du  $[\text{CO}_2]$

9,6	5,2
+1,3	+2,8
<u>=10,9</u>	<u>+3,4</u>
	=11,4

0,5 ? Ecart entre sources  
et estimations des puits





© Global Carbon Project

Croissance du CO<sub>2</sub> atmosphérique faible dans les années 40-50, pour des raisons aujourd'hui inexplicables

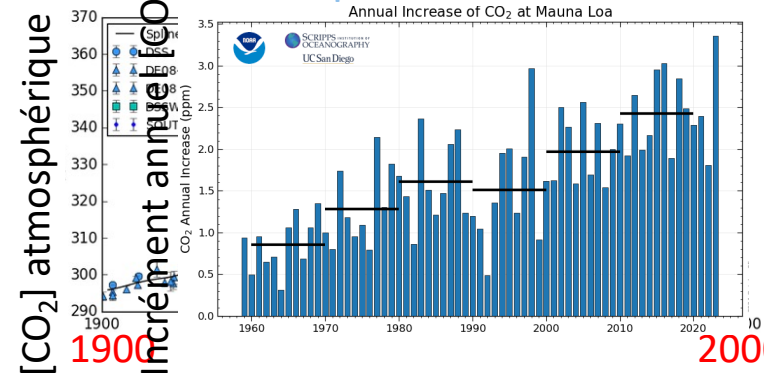
Emissions Fossiles

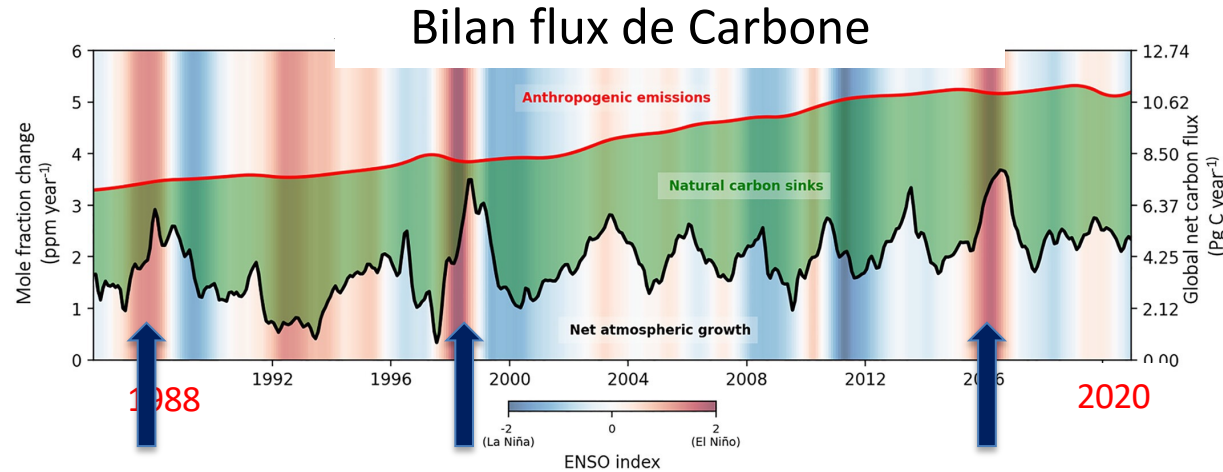
Emissions Cgt util. terres

Flux vers l'océan

Flux vers les terres/veget

Reste dans l'atmosphère



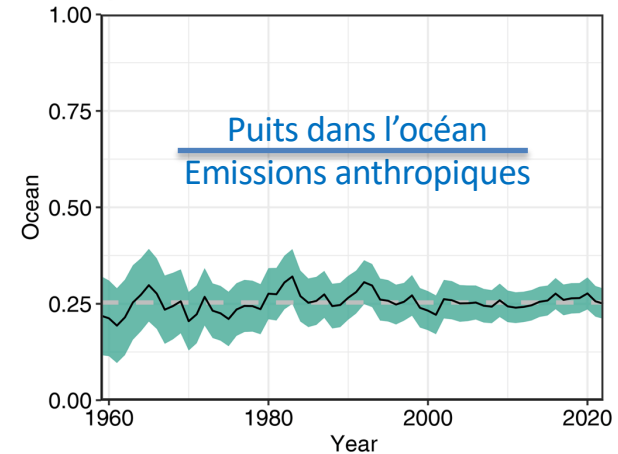


Emissions  
Puits (océans+ terres)  
Croissance dans l'atmosphère

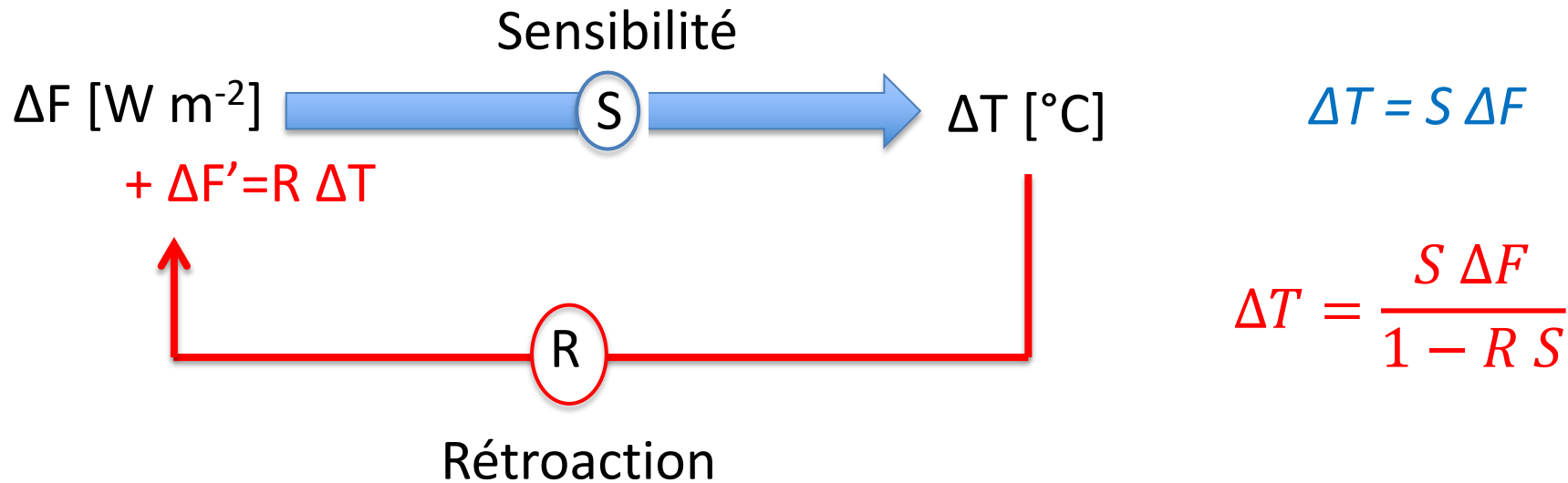
Le reste dans l'atmosphère est particulièrement important pendant les périodes de fort El Niño

Les flux terrestres sont variables d'une année sur l'autre.  
Le flux net vers l'océan est plus stable.

Le flux net vers l'océan reste à  $\approx 25\%$  des émissions sur 60 ans alors que les émissions ont plus que doublé !







La rétroaction peut être positive ou négative. Elle va amplifier, ou limiter l'effet initial

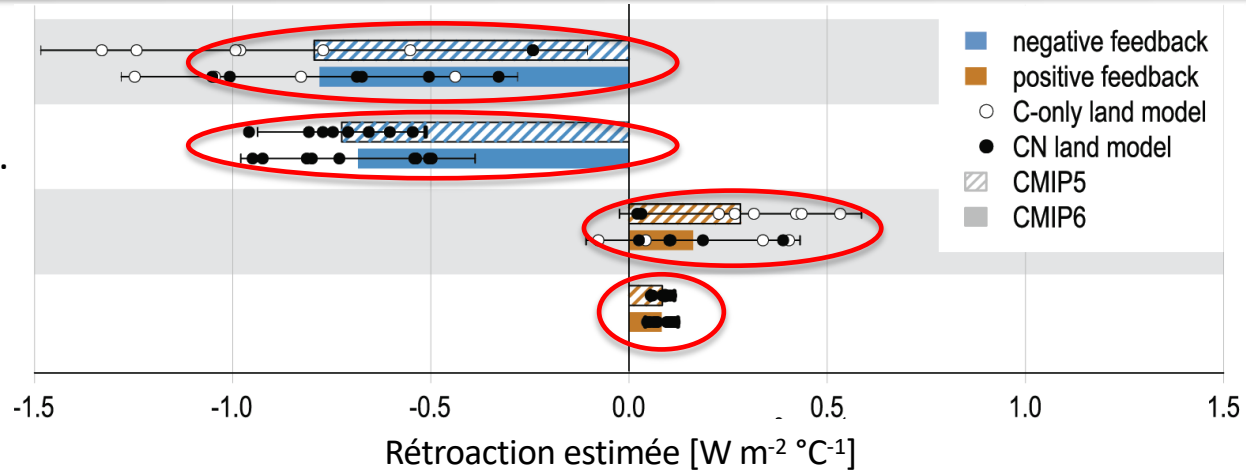
Exemple : Rétroaction Climat-neige, vapeur d'eau, nuages

Rétro. Terre-CO<sub>2</sub> atmosph.

Rétro. Océan- CO<sub>2</sub> atmosph.

Rétro. Terre - Climat

Rétro. Océan - Climat



L'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique conduit à un puits de CO<sub>2</sub> dans l'océan.

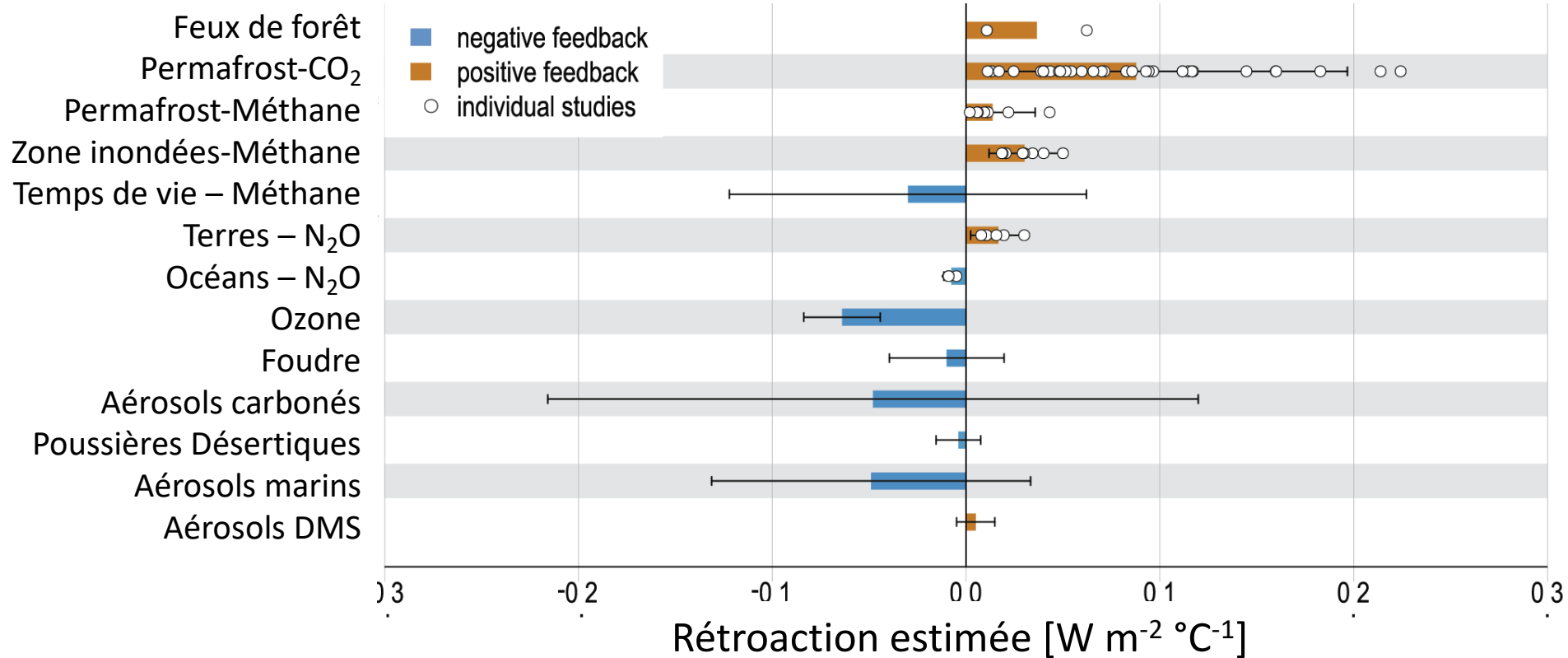
Dispersion modérée entre les différentes estimations

L'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique conduit à un puits de CO<sub>2</sub> sur les terres.

Grosse dispersion entre les différentes estimations

Le changement climatique diminue la capacité de l'océan à absorber le CO<sub>2</sub>. Effet faible et relativement bien contraint

Le changement climatique diminue la capacité des terres à absorber le CO<sub>2</sub>. Effet significatif et très mal contraint



Nombreuses études aux résultats rarement convergents...

Chaque année, des centaines de milliards de tonnes de  $\text{CO}_2$  sont échangées entre atmosphère, océan et végétation

Les émissions anthropiques sont  $\approx 10\%$  de ces échanges. Mais seulement vers l'atmosphère

Ces émissions perturbent le cycle naturel et induisent un flux net vers l'océan et les surfaces terrestres, équivalent à la moitié des émissions en moyenne

Le réchauffement climatique apporte une perturbation supplémentaire au cycle naturel

Le cycle naturel perturbé permet d'atténuer la hausse du  $\text{CO}_2$  atmosphérique, et donc le réchauffement climatique