

L'effet de serre

un processus mal nommé

Jean Poitou

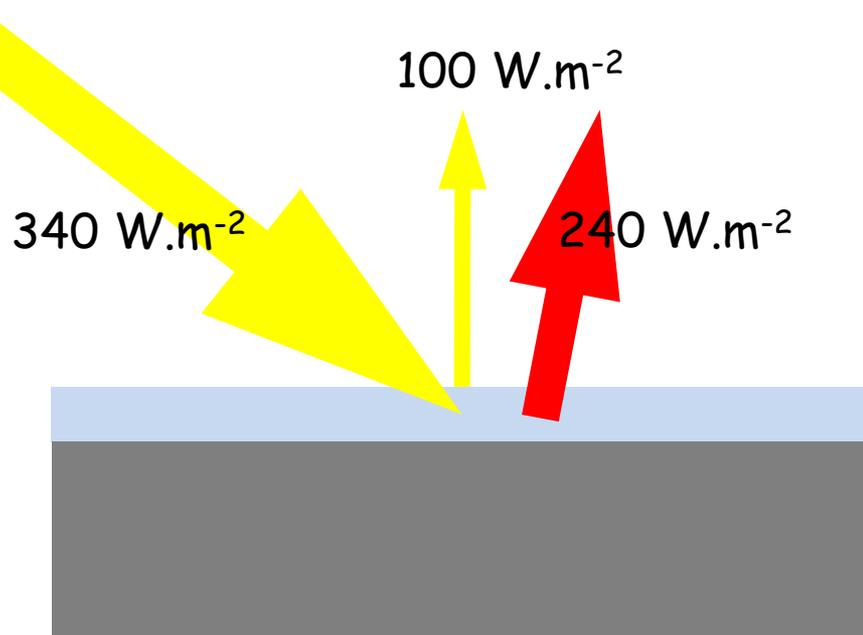
Ancien adjoint au directeur du LSCE

Secrétaire de l'association Sauvons Le Climat

Température radiative de la Terre

flux d'énergie incidente = flux d'énergie sortante
albédo $\sim 30\%$

→ les $240 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ infrarouges



$$E = \sigma \cdot T^4 \quad (\text{Stefan Boltzmann})$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$$

→ $T = 255 \text{ K}$

T à la surface = 288 K

cet écart est dû à l'effet de serre

Historique de l'effet de serre

Jean-Baptiste Joseph Fourier

Compréhension du climat



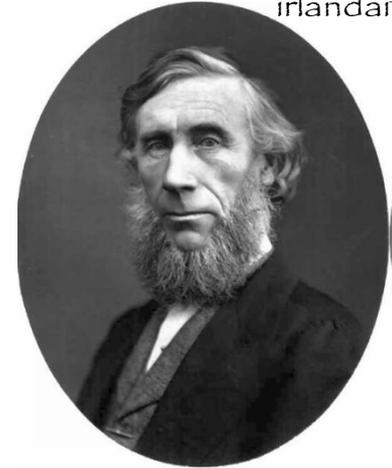
« La Terre est ainsi plongée dans la température du ciel planétaire mais elle est échauffée par les rayons solaires dont l'inégale distribution produit la diversité des climats. Tous les effets terrestres de la chaleur du Soleil sont modifiés par l'interposition de l'atmosphère et la présence de l'océan. Les grands mouvements de ces fluides rendent la distribution des températures plus uniforme. »

Identification de l'effet de serre.

« La température de la surface terrestre est augmentée par l'interposition de l'atmosphère, parce que la chaleur trouve moins d'obstacles pour pénétrer l'air, étant à l'état de lumière, qu'elle n'en trouve pour repasser dans l'air, lorsqu'elle est convertie en chaleur obscure. (1824) »

John Tyndall

physicien
irlandais



- 1859 ... Mesure l'absorption des IR par le CO_2 , la *vapeur d'eau*, les hydrocarbures à l'aide d'un spectrophotomètre différentiel.

- Rôle climatique des gaz à effet de serre.
 - Perte radiative de chaleur nocturne responsable de la formation de la rosée et de la gelée blanche.
 - Importance de la vapeur d'eau

"...this aqueous vapour is a blanket more necessary to the vegetable life of England than clothing is to man. Remove for a single summer night the aqueous vapour from the air that overspreads this country, and you would assuredly destroy every plant capable of being destroyed by a freezing temperature. The warmth of our fields and gardens would pour itself unrequited into space, and the sun would rise upon an island held fast in the iron grip of frost ... its presence would check the earth's loss; its absence without sensibly altering the transparency of the air, would open wide a door for the escape of the earth's heat into infinitude."

Svante Arrhenius



XXXI. *On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground.* By Prof. SVANTE ARRHENIUS *.

prix Nobel de
Chimie en 1903
pour ses travaux sur
les électrolytes

Phil. Mag. S. 5. Vol. 41. No. 251. April 1896.

I should certainly not have undertaken these tedious calculations if an extraordinary interest had not been connected with them [...] : the probable causes of the Ice Age. [...] A variation of the atmospheric carbonic acid [might explain] temperature variations of 5° — 10° C.

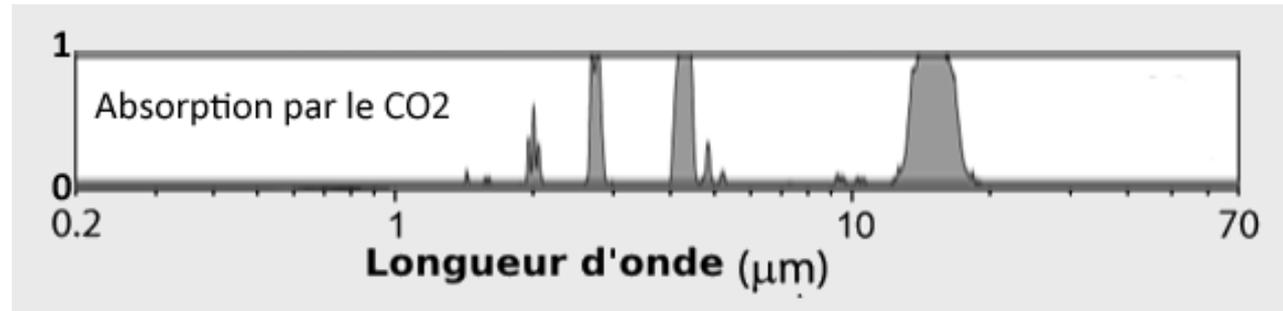
L'effet de serre contesté

Knut Angström (1902)

Mesure de l'absorption des IR à travers un tube rempli de CO₂

- même quantité que dans la colonne atmosphérique
- quantité moitié
- quantité double

→ variation minime



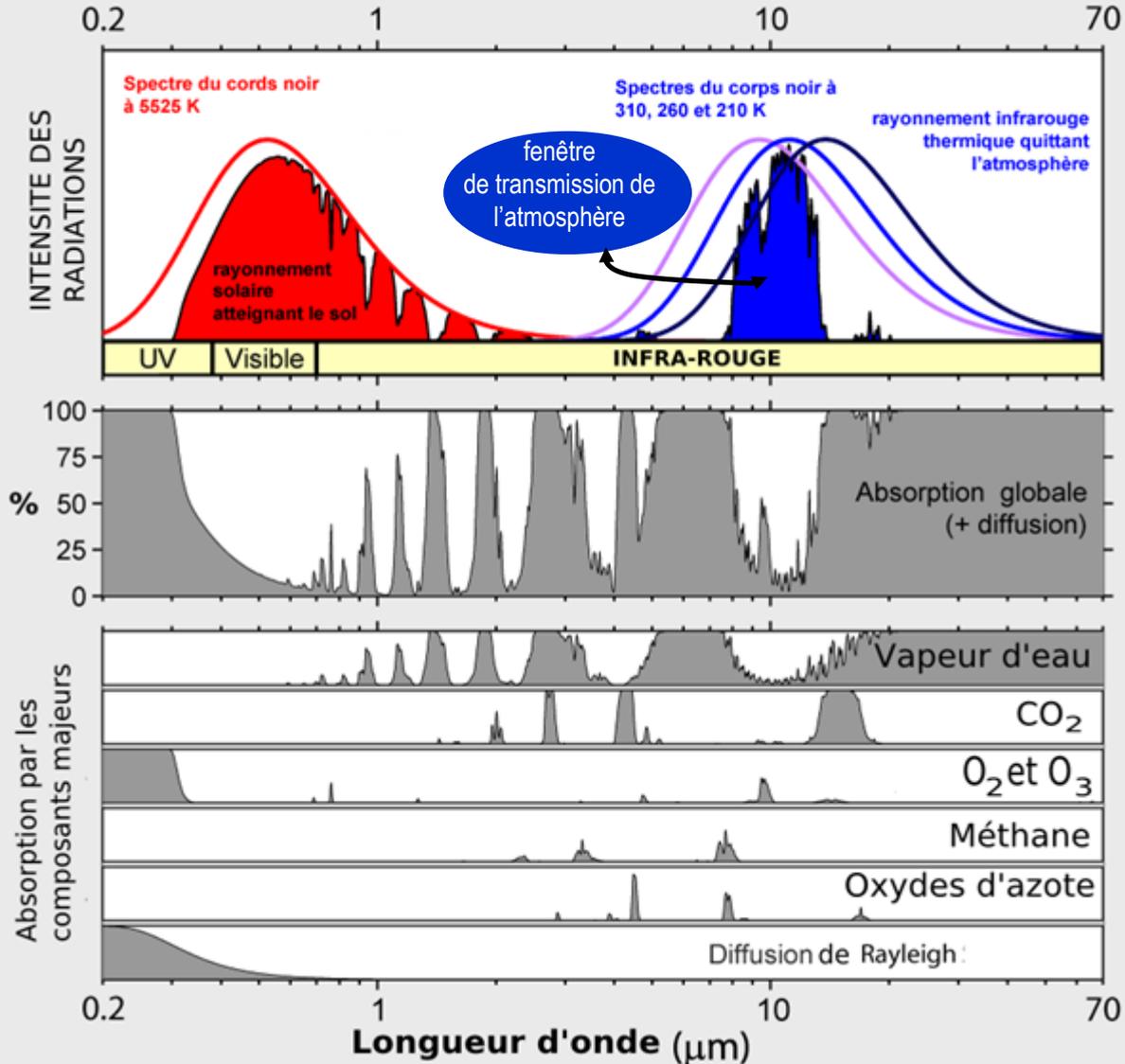
Robert W. Wood (1909)

Une serre fermée par une plaque de verre n'est pas sensiblement plus chaude qu'une serre fermée par une plaque de sel (transparent aux IR)

L'effet de serre ?

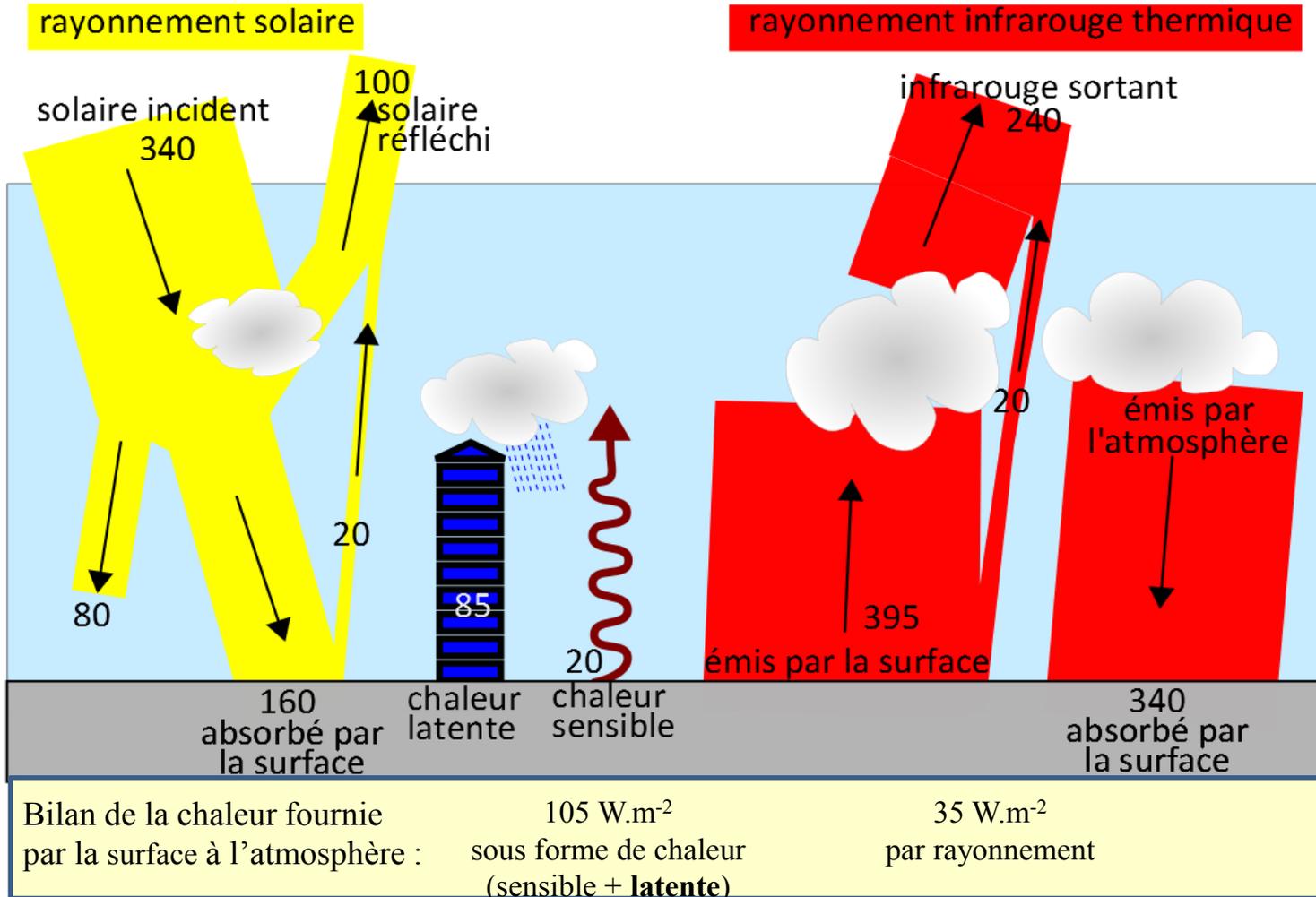
Absorption par l'atmosphère

Rayonnement transmis par l'atmosphère



- ✓ IR émis par la surface : absorption quasi-totale hors de la fenêtre de transmission de l'atmosphère

Les composantes du bilan radiatif



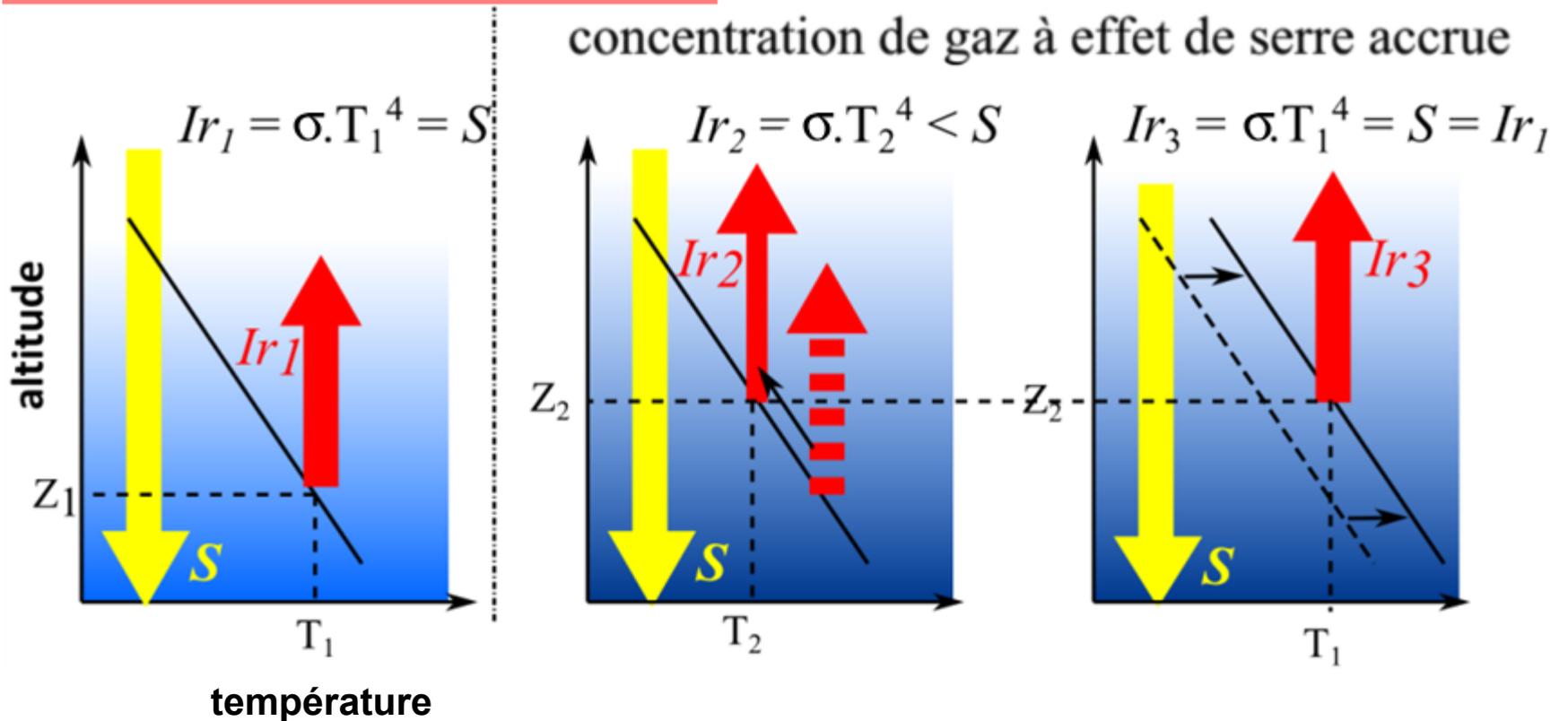
Les gaz absorbants émettent des IR :
50% vers le haut;
50% vers le bas

- Le rayonnement émis vers le haut ne peut sortir de l'atmosphère que quand les gaz au-dessus du point d'émission ne suffisent plus à l'absorber → altitude effective d'émission du rayonnement sortant Z_e

Influence de la concentration des gaz à effet de serre 1/2

S = flux solaire net absorbé = flux entrant - flux réfléchi

Ir = flux infrarouge thermique sortant

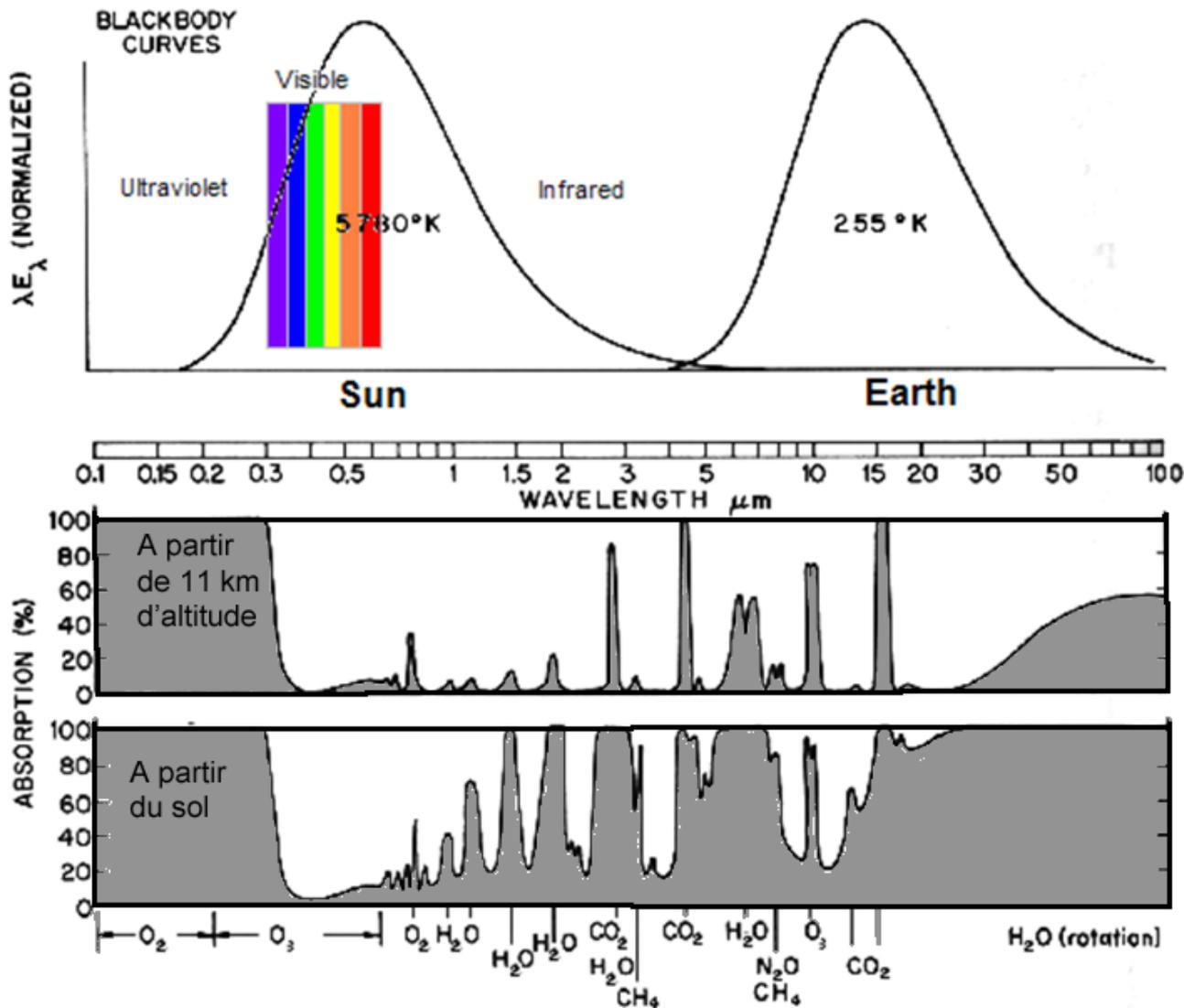


Z augmente
 T diminue
 Ir plus faible

T augmente
 \Rightarrow Retour à l'équilibre

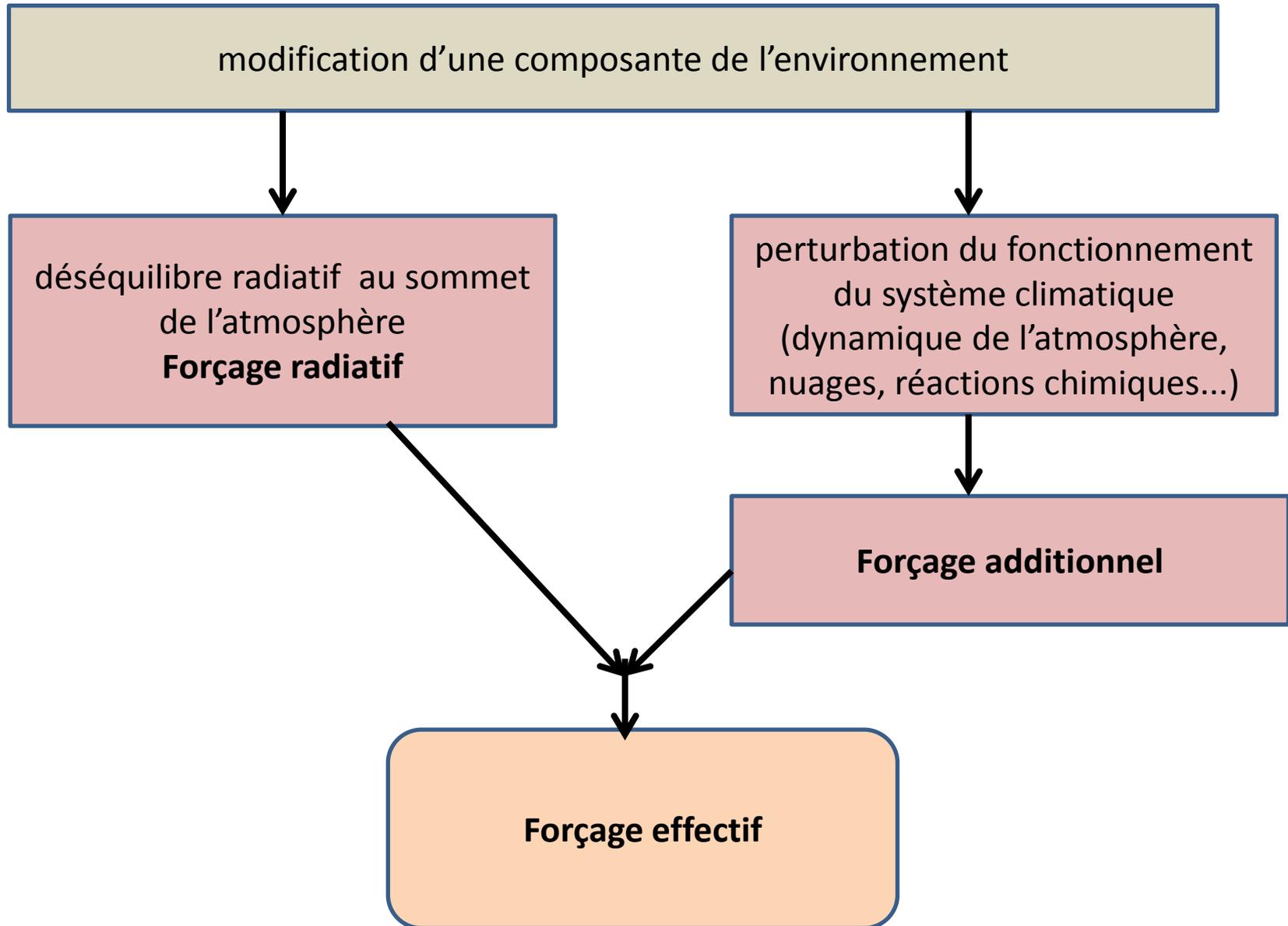
déséquilibre = $S - Ir_2$ = forçage radiatif du gaz à effet de serre ajouté

Influence de la concentration des gaz à effet de serre 2/2

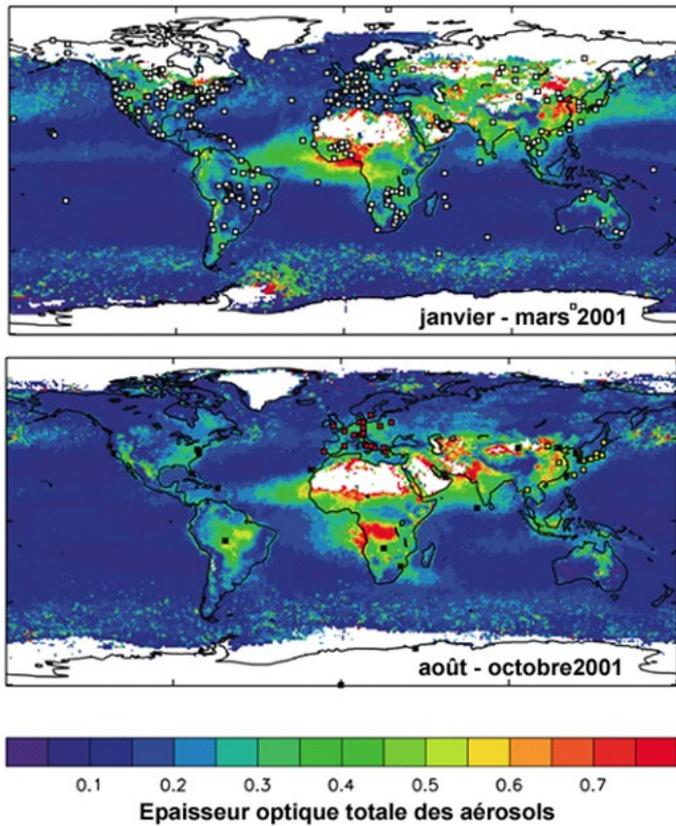


A haute altitude, il n'y a plus que le CO_2 qui ait des bandes d'absorption totale

Forçage radiatif et forçage effectif



Forçage dû aux aérosols



Effet radiatif direct :

réflexion

absorption

Effet indirect :

noyaux de condensation
des nuages

dynamique
de
l'atmosphère

propriétés
optiques
des nuages

temps de
résidence
des nuages

forçage radiatif

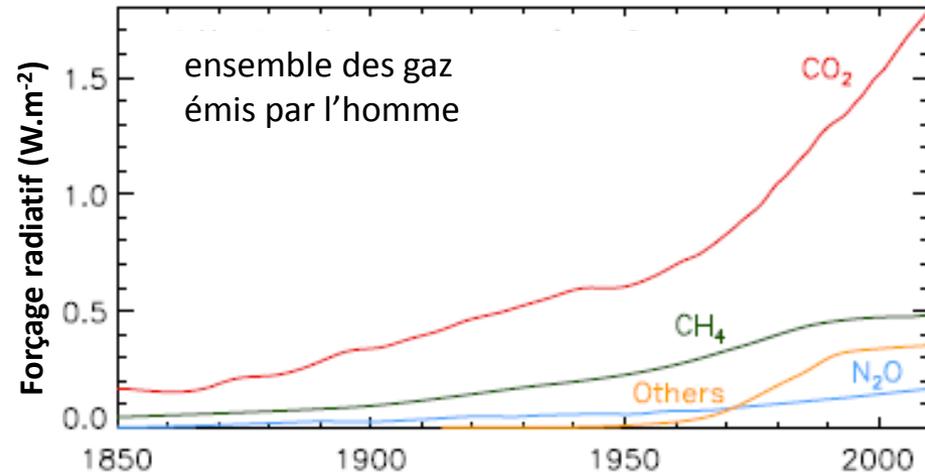
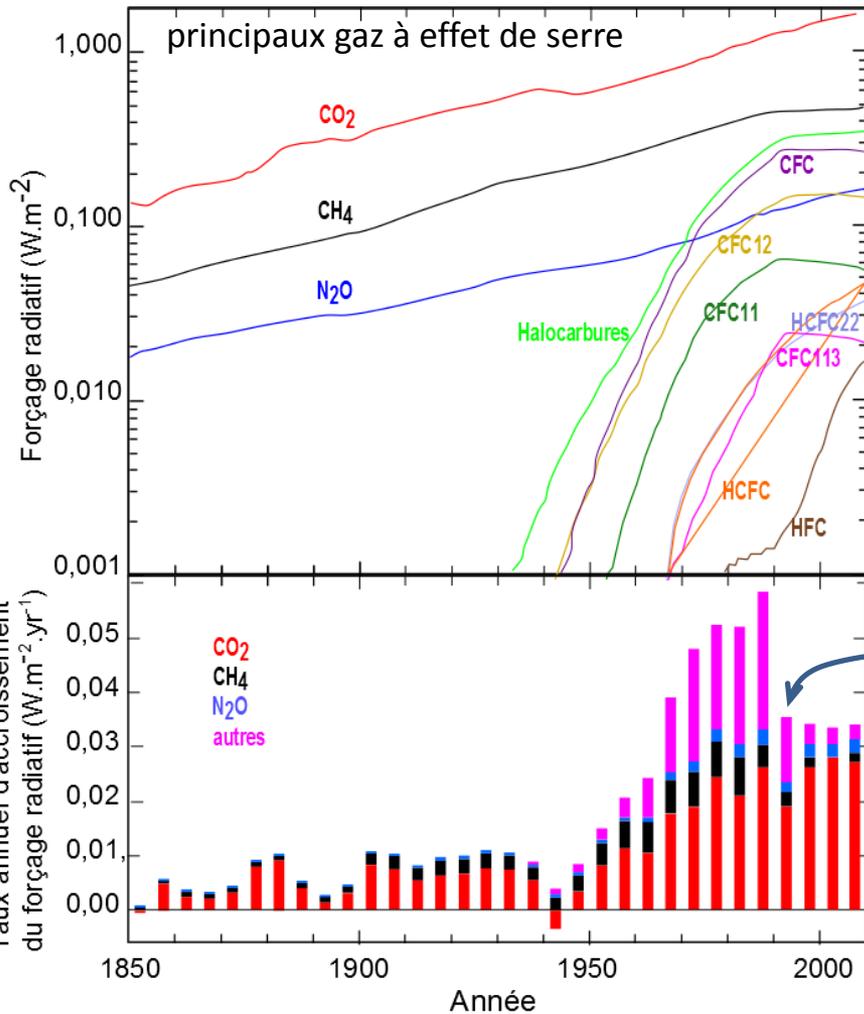
— Forçage radiatif

— + — Forçage effectif

+ vieillissement de l'aérosol

Action de l'homme

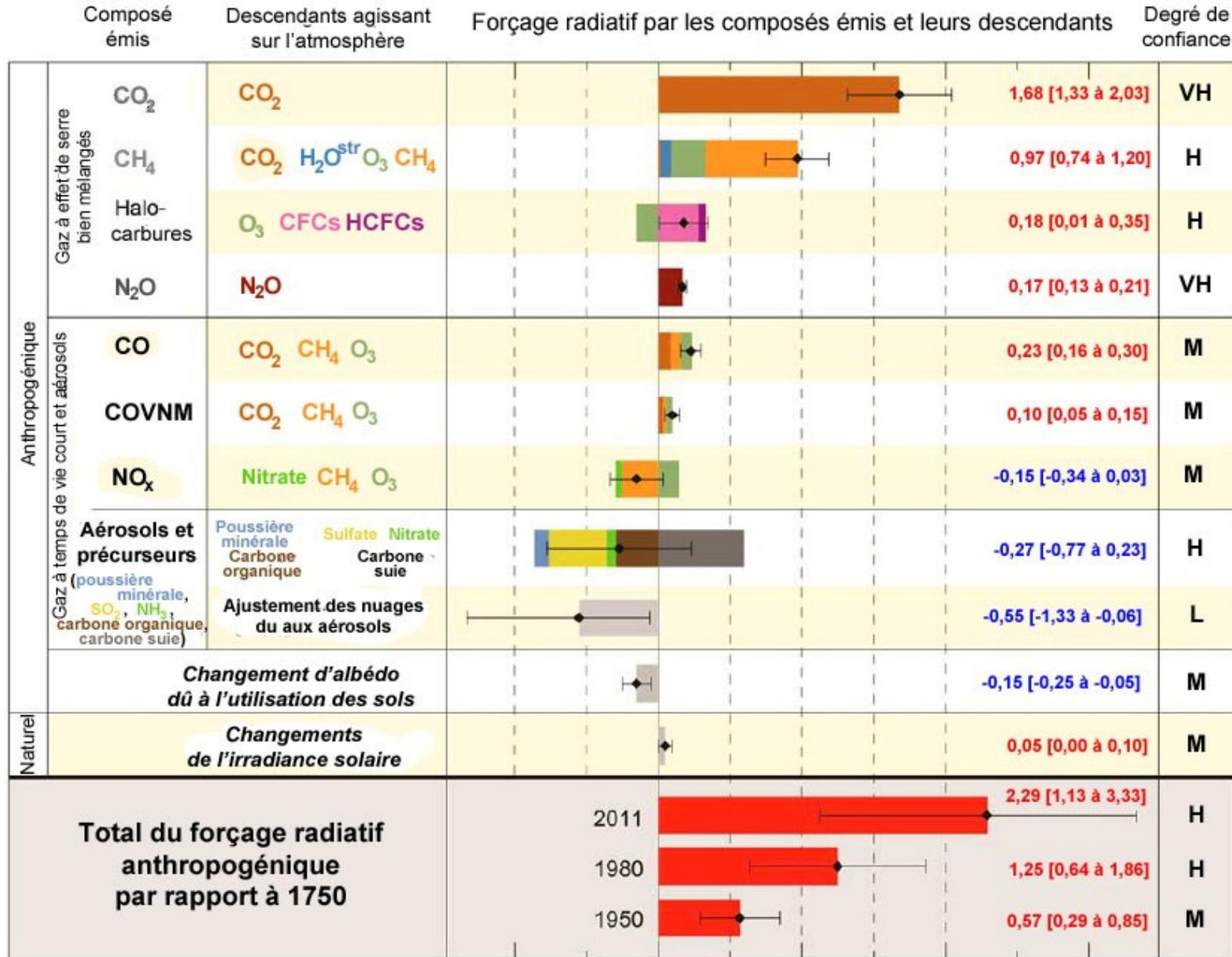
Evolution de la composition atmosphérique



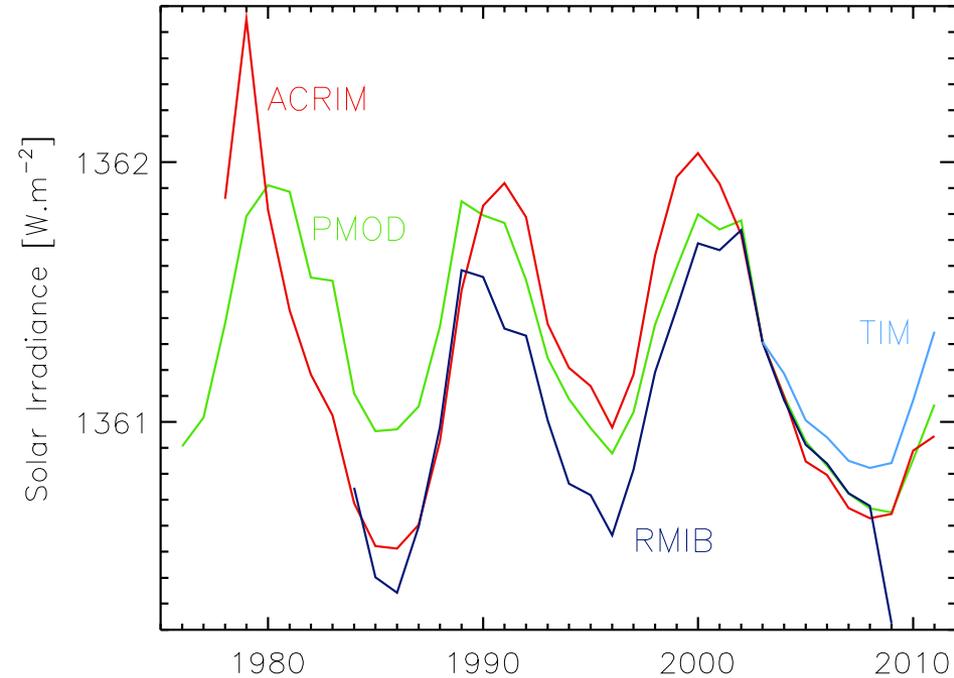
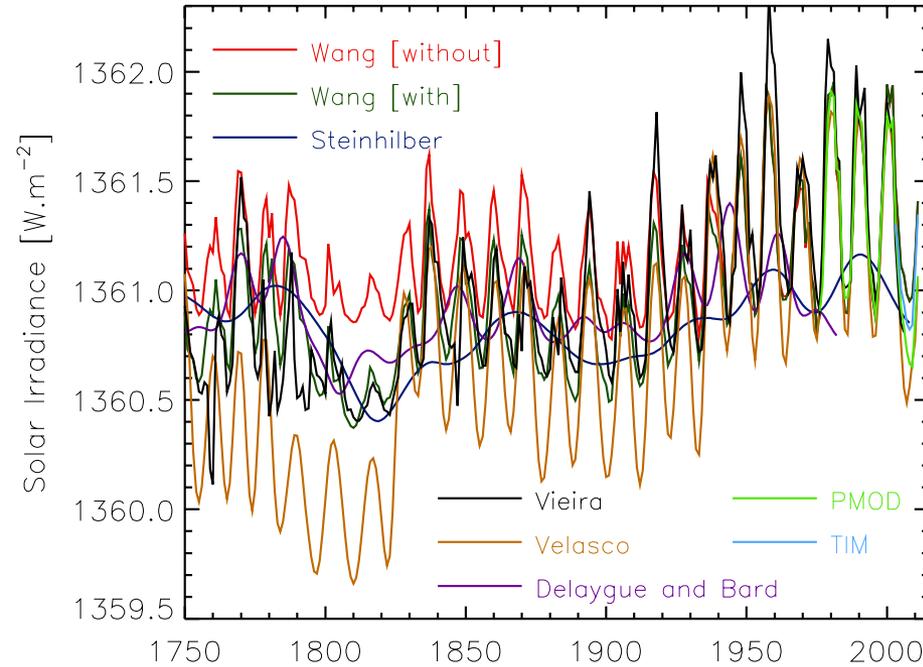
Coup de frein sur les gaz industriels (protocole de Montréal)

Kyoto prévoyait des émissions réduites de 5,2% fin 2012, par rapport à 1990

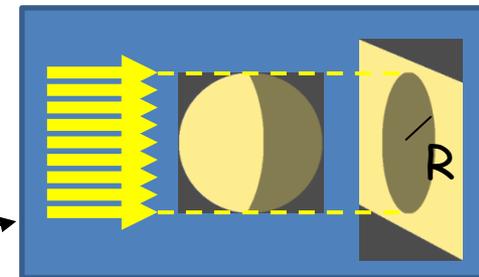
Forçage radiatif effectif en 2011 par rapport à 1750



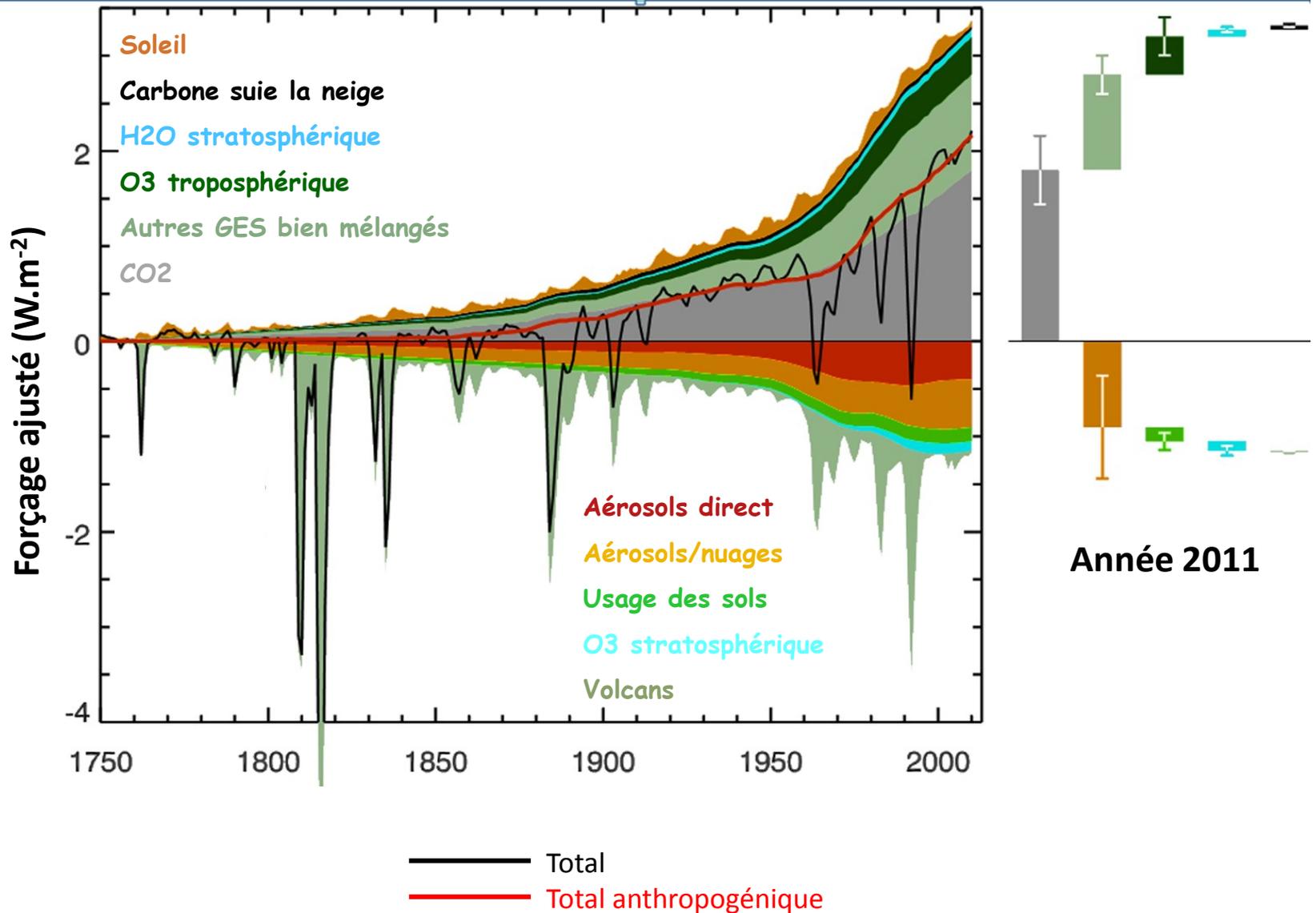
Variation de l'irradiance solaire



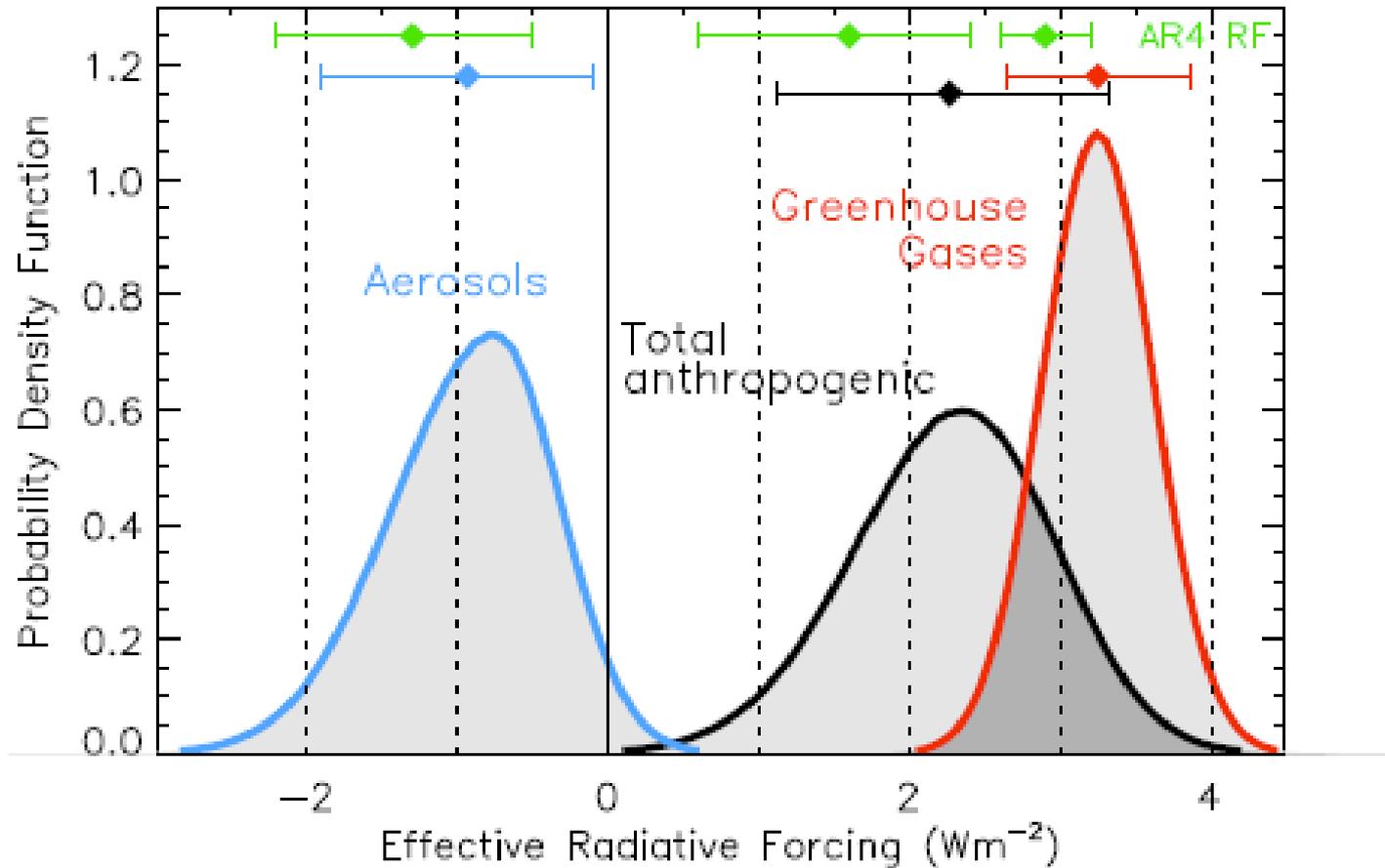
Variation de l'irradiance solaire moyennée sur le cycle de 11 ans :
~ $0,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (hors de l'atmosphère)
- en moyenne sur la surface de la terre : ~ $0,0175 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
(facteur 0,25 pour la géométrie ; facteur 0,7 pour l'albédo)



Evolution des différents forçages depuis 1750



Effet refroidissant des aérosols

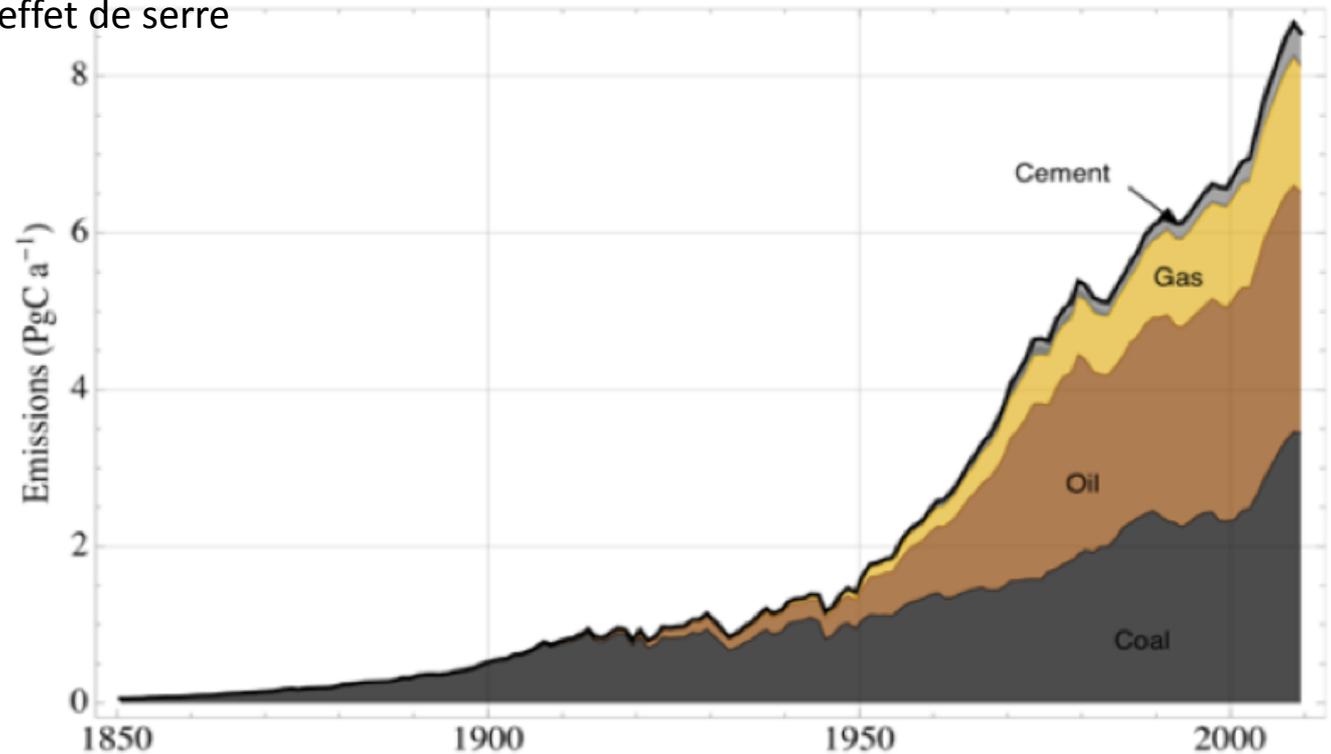


Conclusions

Forçage naturel petit devant le forçage anthropique

Effet refroidissant des aérosols

Incertitude principale sur aérosols/nuages, mais terme petit par rapport aux Gaz à effet de serre

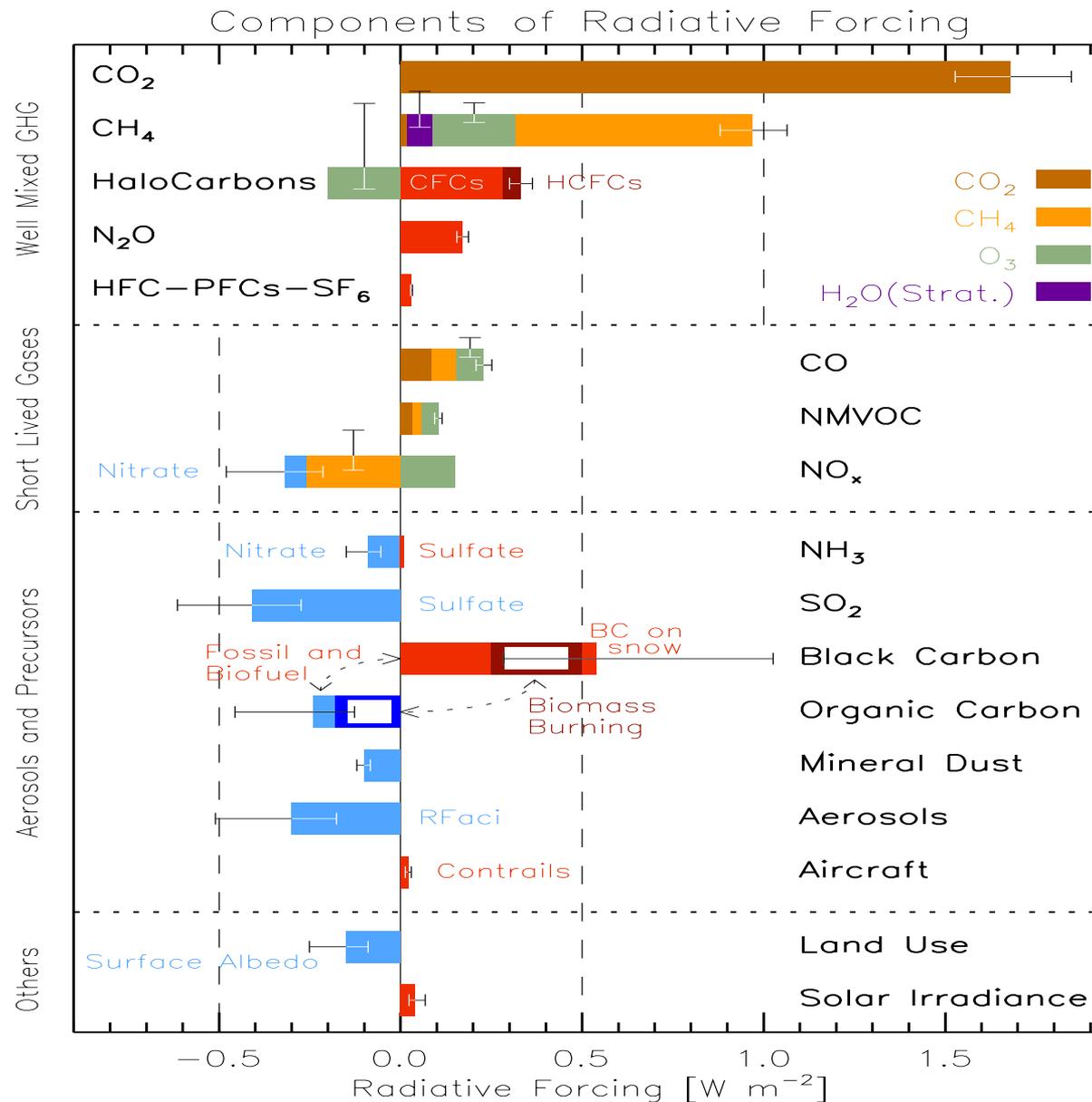


- ✓ Les émissions de CO₂ augmentent
- ✓ chaque nouvelle source s'ajoute aux précédentes sans les remplacer

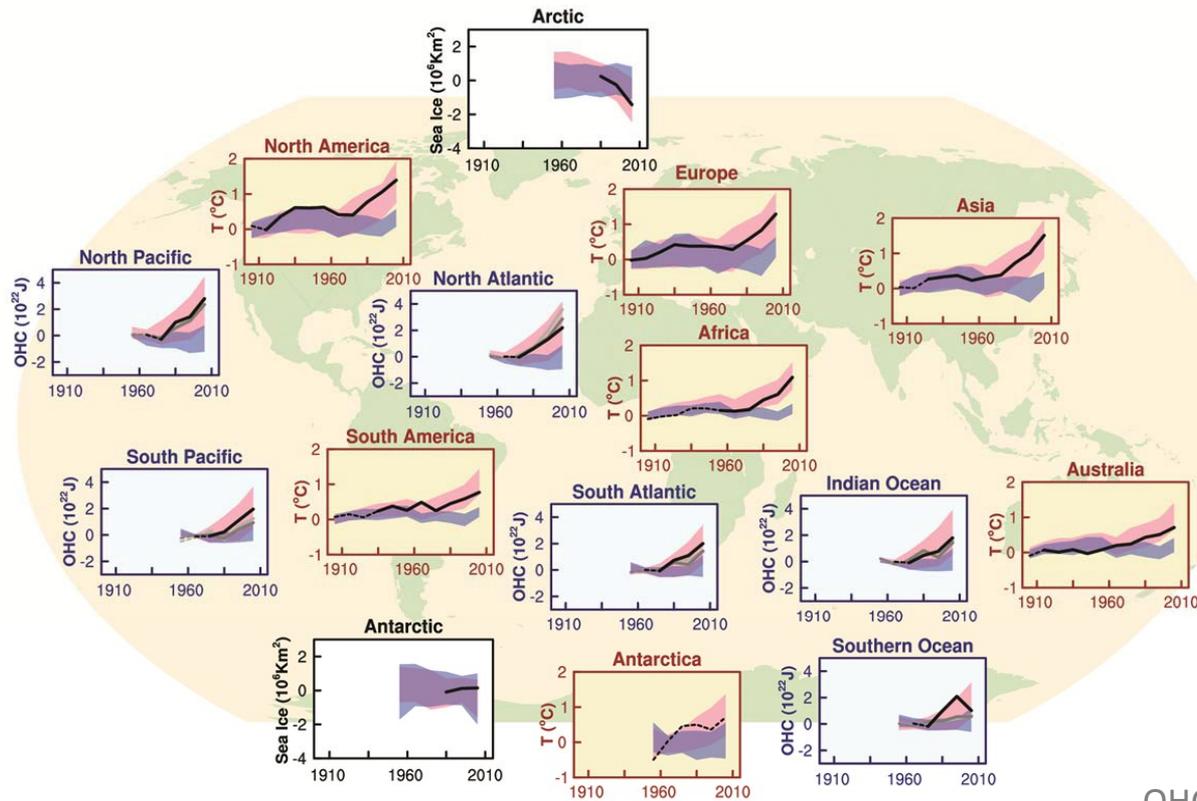


merci de votre attention

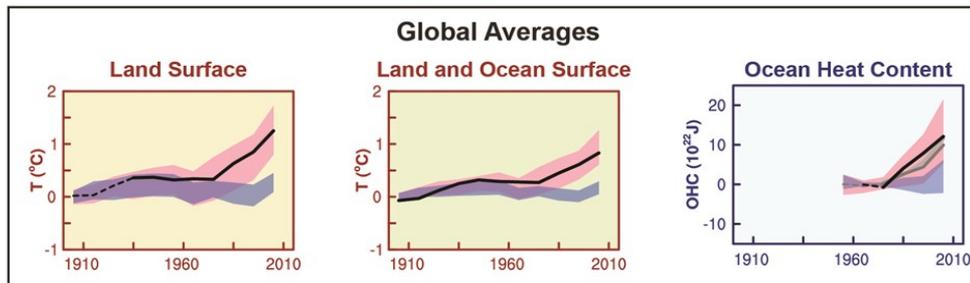
Composantes des forçages selon leur source



Résultats des simulations comparés aux observations



OHC = upper ocean heat content



— Observations

■ Models using only natural forcings

■ Models using both natural and anthropogenic forcings