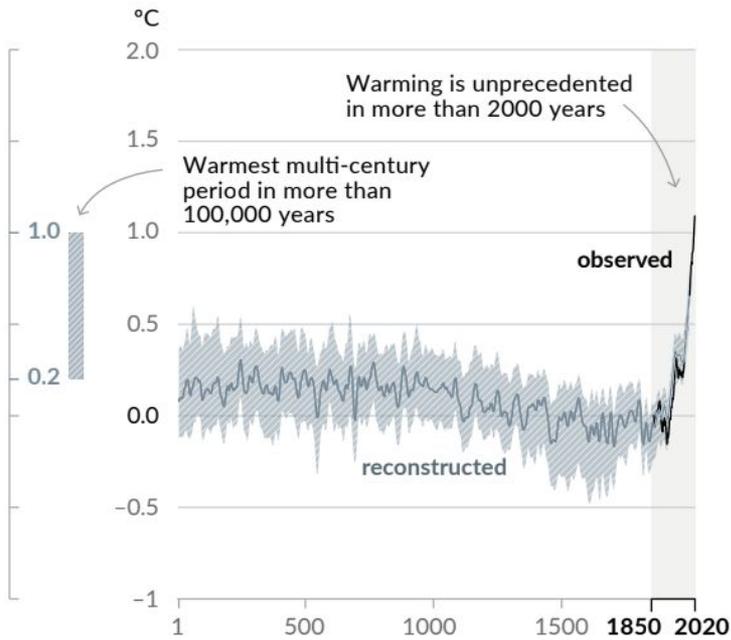


Effet de serre

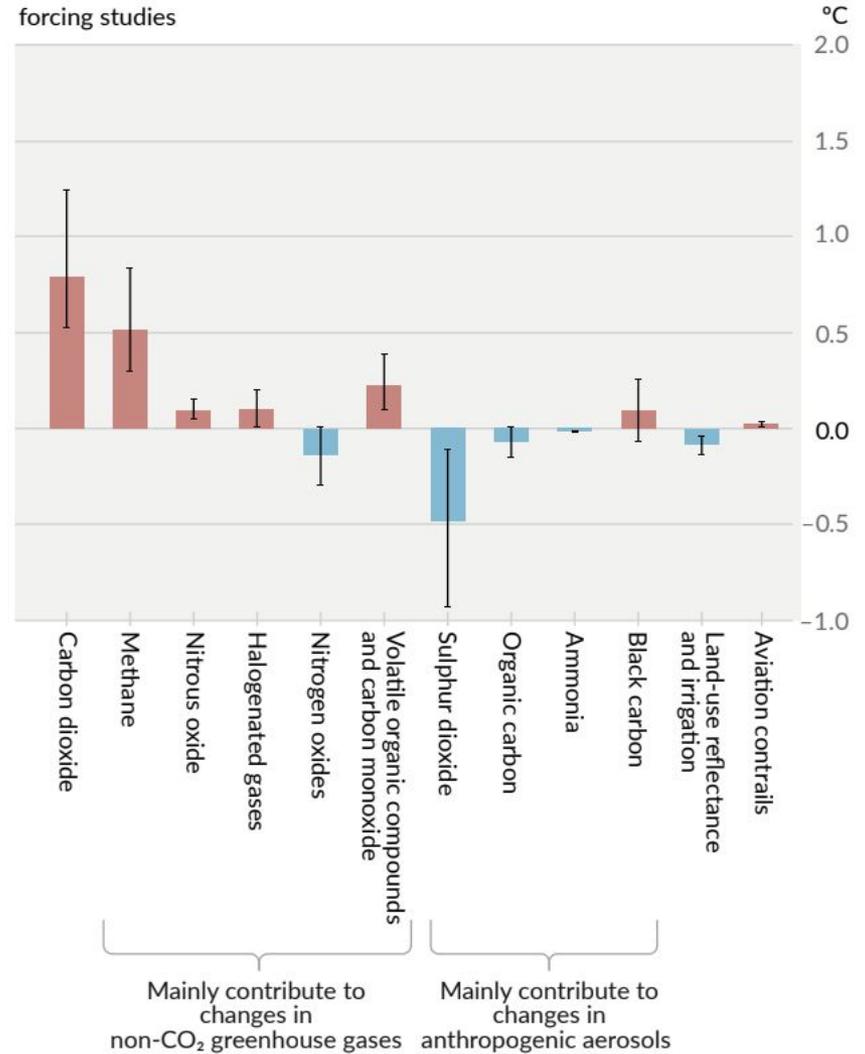
Niveau : L2

Prérequis

(a) Change in global surface temperature (decadal average) as **reconstructed** (1–2000) and **observed** (1850–2020)



(c) Contributions to 2010–2019 warming relative to 1850–1900, assessed from radiative forcing studies



Effet de serre :

Phénomène de réchauffement des basses couches de l'atmosphère terrestre induit par des gaz (Larousse)

Corps noir :

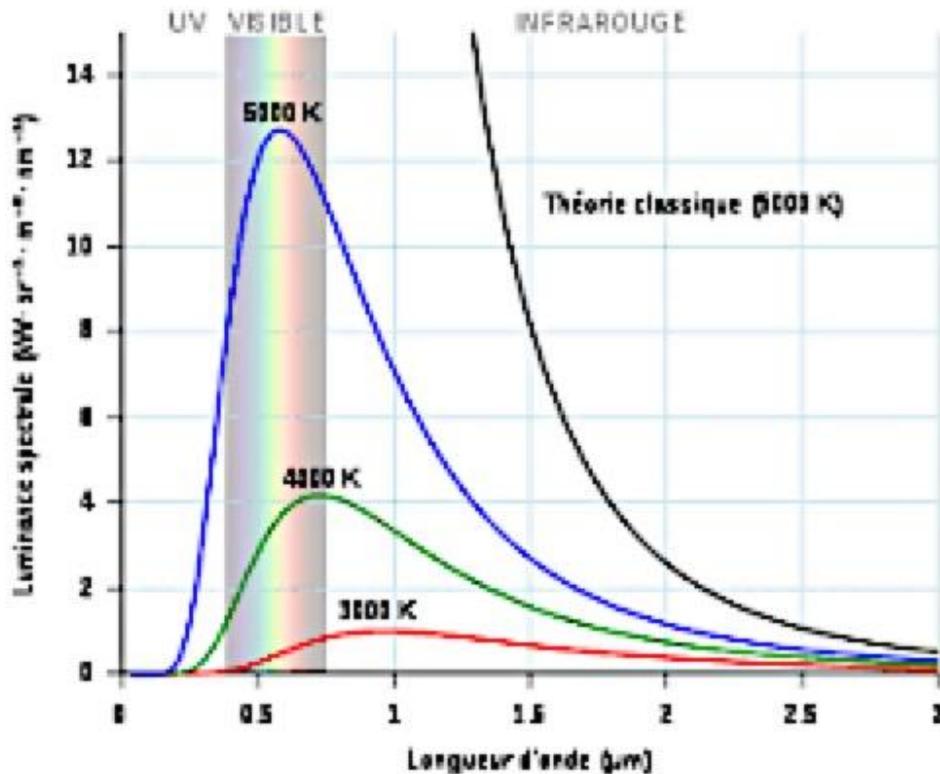
Un corps noir est défini comme un absorbeur intégral sur la totalité du spectre : tout rayonnement thermique incident est absorbé, quel que soit sa longueur d'onde et quelle que soit sa direction incidente.

Remarques :

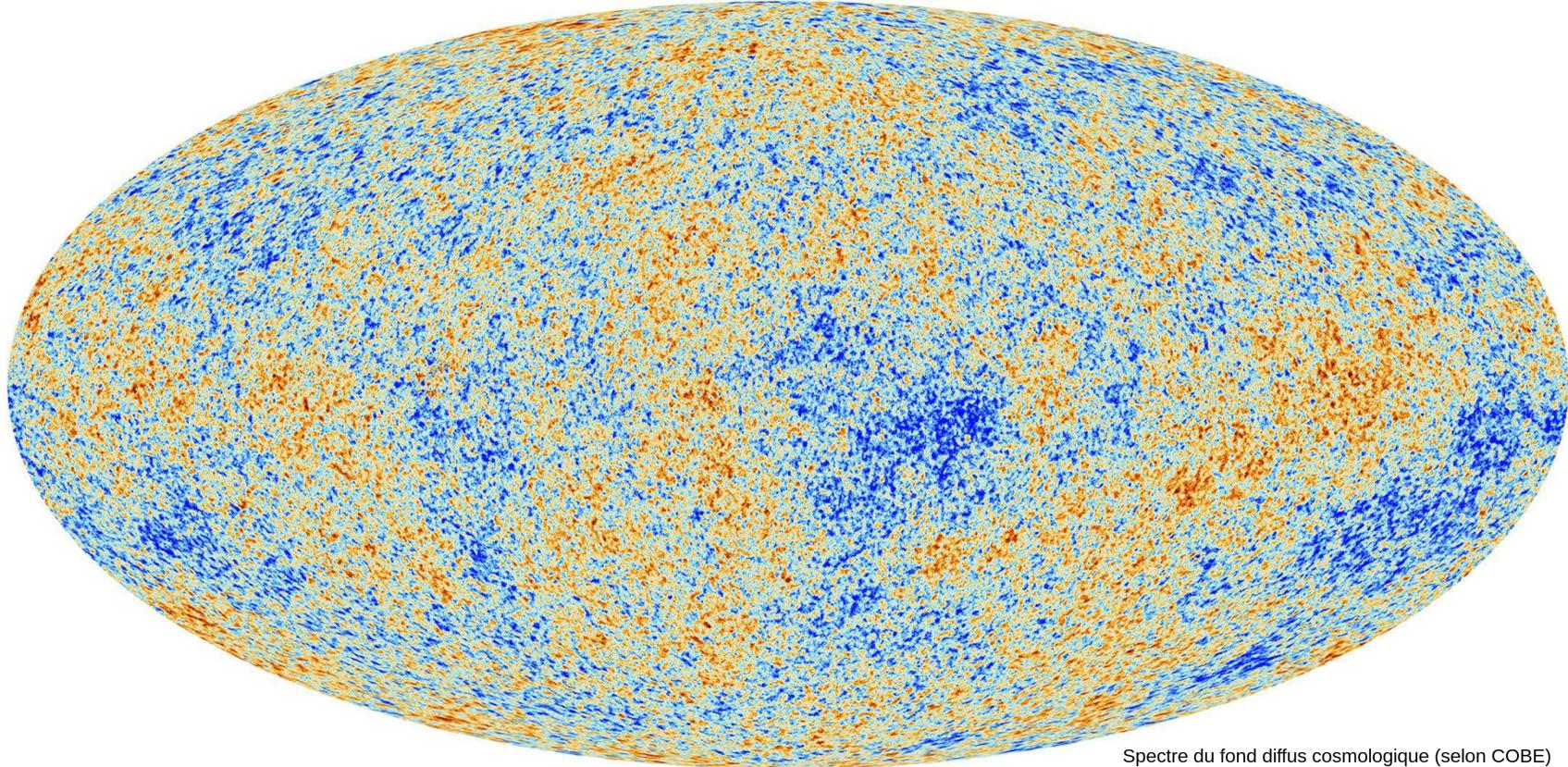
- Dans la pratique il n'existe aucun matériau se comportant comme un corps noir sur la totalité du spectre
- La meilleure réalisation pratique d'un corps noir est constituée par une enceinte dont les parois sont maintenues à une température T fixe et dans laquelle a été pratiquée une ouverture de faible dimension : les parois chauffées émettent un rayonnement à toutes les longueurs d'onde, celui-ci subit de multiples diffusions sur les parois internes, maximisant la probabilité d'absorption
- En fonction de sa température, il est tout à fait possible que le corps noir émette un rayonnement thermique, ce dernier est issu d'un processus de la forme : absorption \rightarrow échauffement \rightarrow émission

La loi de Planck

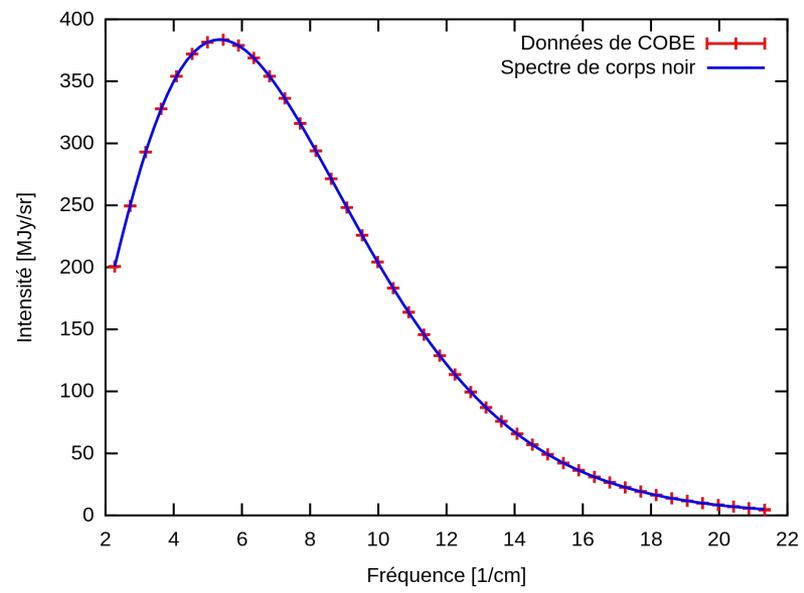
La loi de Planck donne le lien entre la densité spectrale de flux radiatif et la longueur d'onde du rayonnement émis par un corps noir en fonction de sa température :



$$F_{\lambda}(\lambda, T) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\exp\left(\frac{hc}{k_B \lambda T}\right) - 1}$$



Spectre du fond diffus cosmologique (selon COBE)



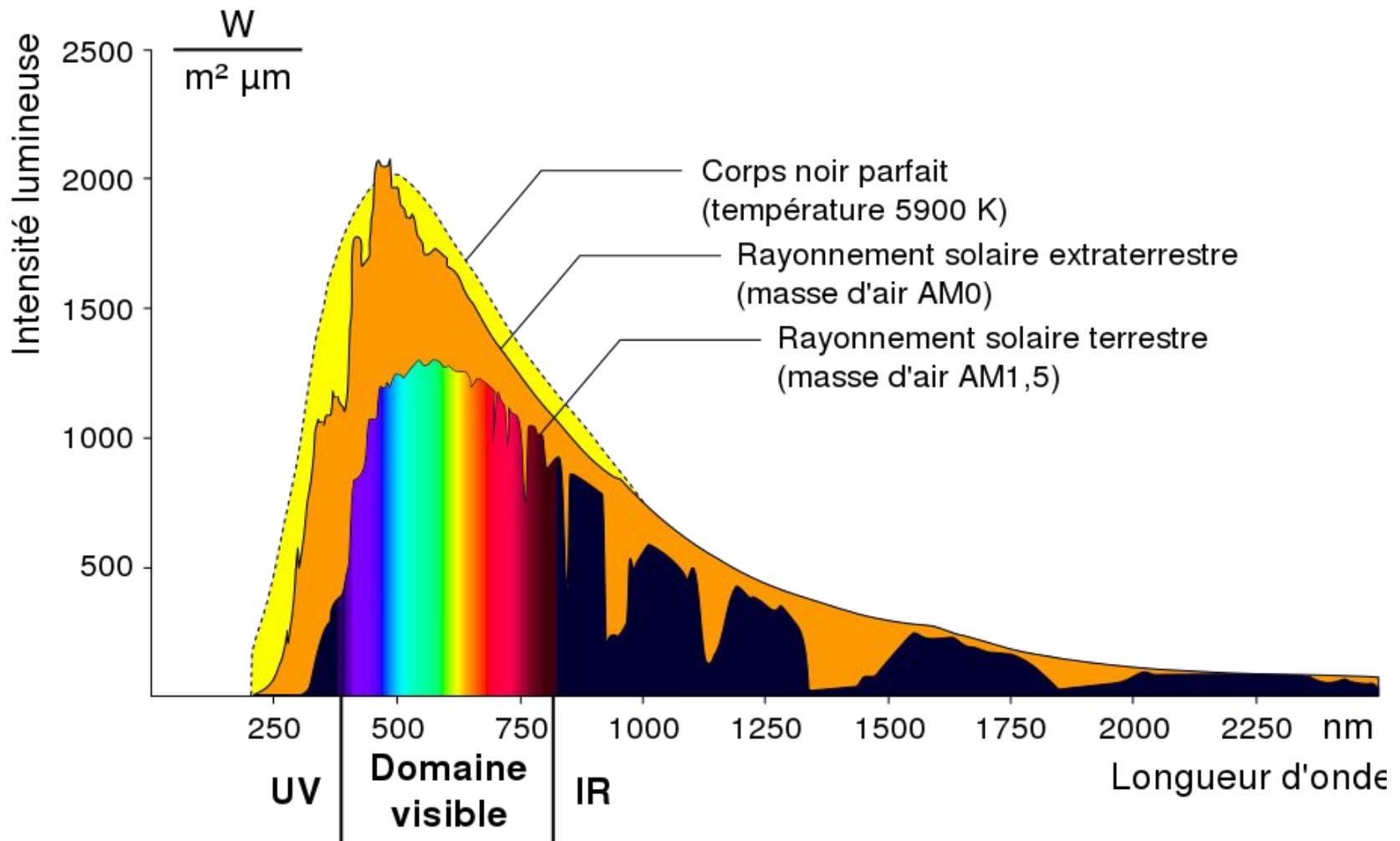
Loi de Stefan :

La loi de Stefan donne la relation entre le rayonnement thermique émis par un corps noir et sa température :

$$\varphi(T) = \sigma T^4$$

Où σ est la constante de Stefan :

$$\sigma \approx 5,67 * 10^{(-8)} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$$



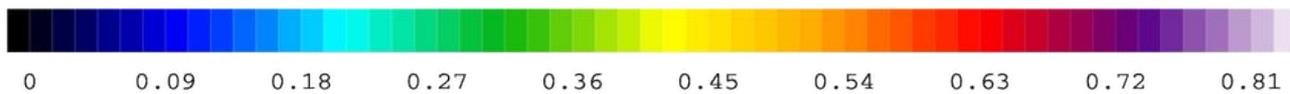
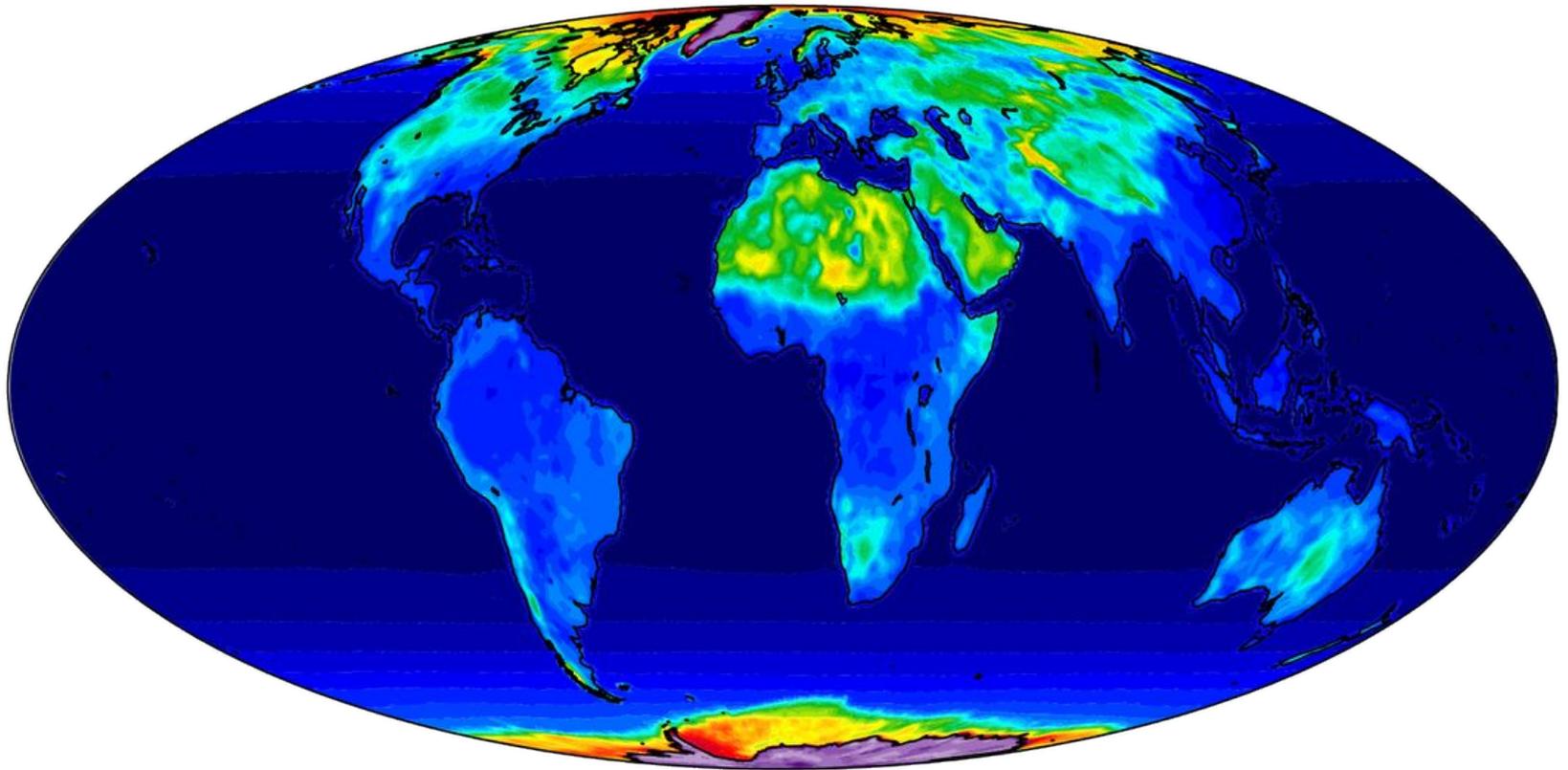
Spectre du rayonnement solaire

AM0 : au sommet de l'atmosphère

AM1,5 : au niveau de la mer

Bandes d'absorption dans l'IR : vapeur d'eau et dioxyde de carbone, dans

l'ultraviolet : ozone



Variation de l'albedo par ciel clair à la surface de la Terre

Type de surface	Albedo
Corps noir parfait	0
lac	0,02 à 0,04
Nuage	0,5 à 0,8

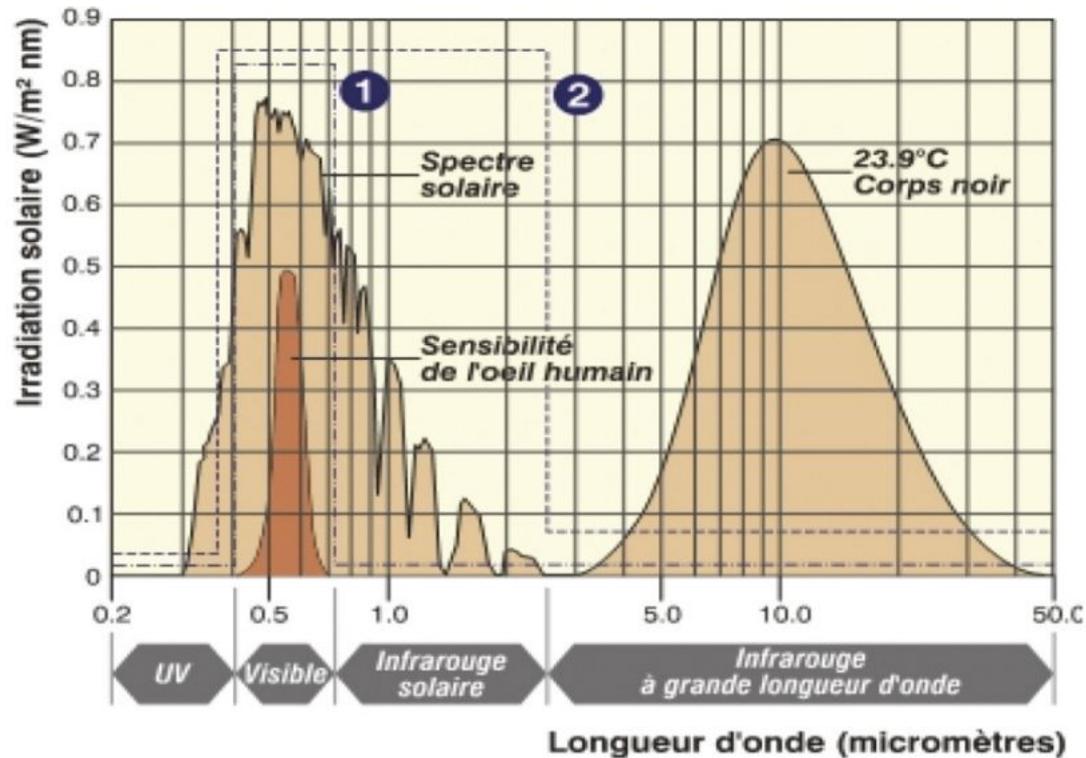


Figure 3 : À gauche : puissance reçue du Soleil par mètre carré de surface terrestre, compte tenu de l'absorption atmosphérique ; à droite : puissance émise par mètre carré de sol.

Gaz à effet de serre :

Un gaz à effet de serre est un gaz dont les molécules sont susceptibles d'absorber une partie du rayonnement infrarouge qu'il reçoit de la Terre.

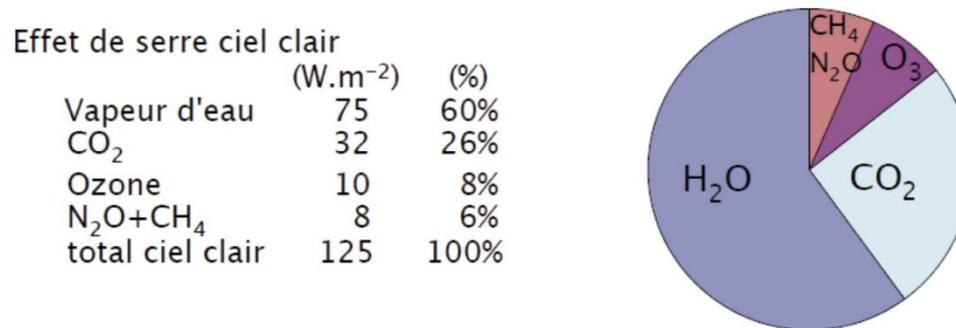


Figure 1 : Dans les conditions atmosphériques actuelles, contributions des principaux gaz absorbants à l'effet de serre pour une atmosphère sans nuages.

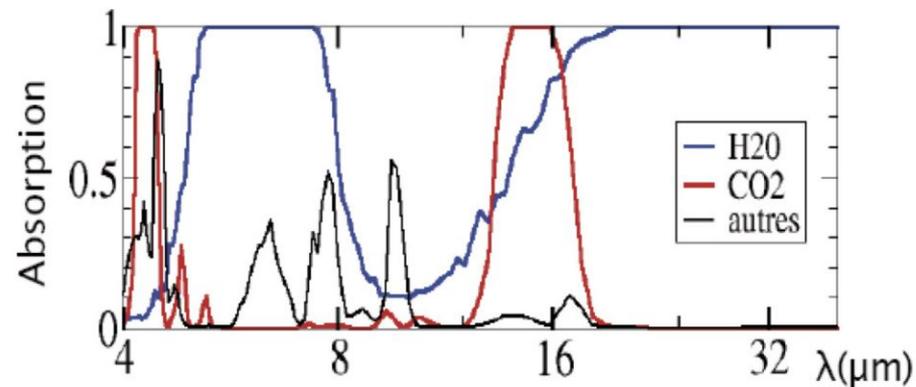


Figure 5 : Dépendance spectrale de l'absorptivité des principaux gaz à effet de serre de l'atmosphère terrestre dans la gamme de longueurs d'onde dans laquelle se situe l'essentiel du rayonnement émis par la surface de la Terre. L'absorptivité est calculée sur des intervalles spectraux de 10 cm⁻¹ et les raies d'absorption ne sont donc pas individuellement visibles.

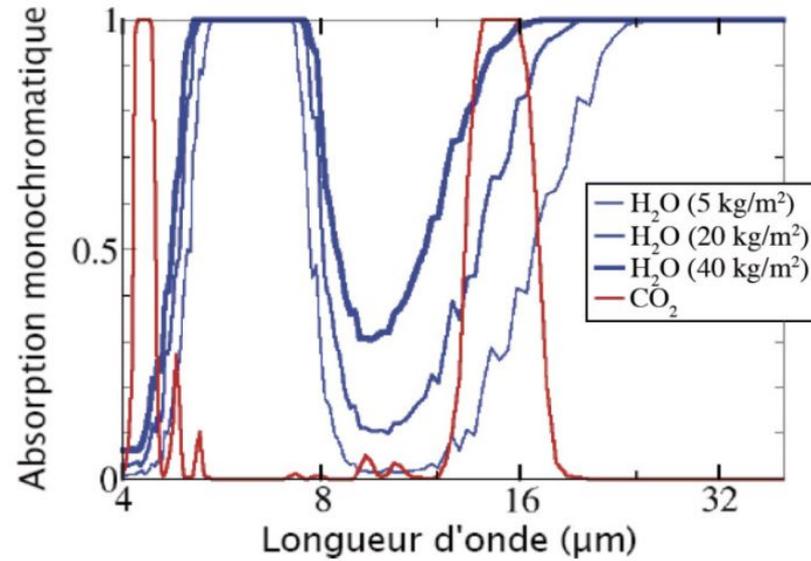


Figure 7 : Dépendance spectrale du coefficient d'absorptivité pour trois valeurs du contenu de l'atmosphère en vapeur d'eau, ici exprimé en kg/m². La courbe relative au dioxyde de carbone est reproduite pour comparaison.

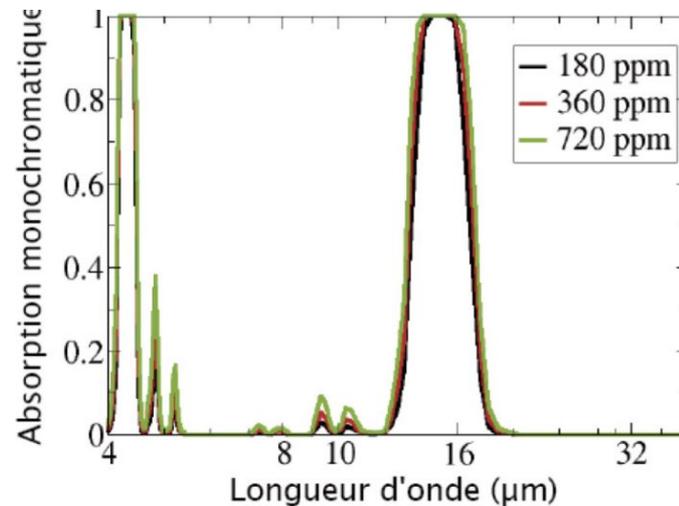


Figure 6 : Dépendance spectrale de l'absorptivité de l'atmosphère terrestre pour trois valeurs de la concentration de l'atmosphère en CO₂, si ce gaz était le seul gaz absorbant.

Altitude d'émission

Ici on ne considère que le rayonnement émis dans la direction de l'espace, bien entendu il y a émission dans toutes les directions de l'espace

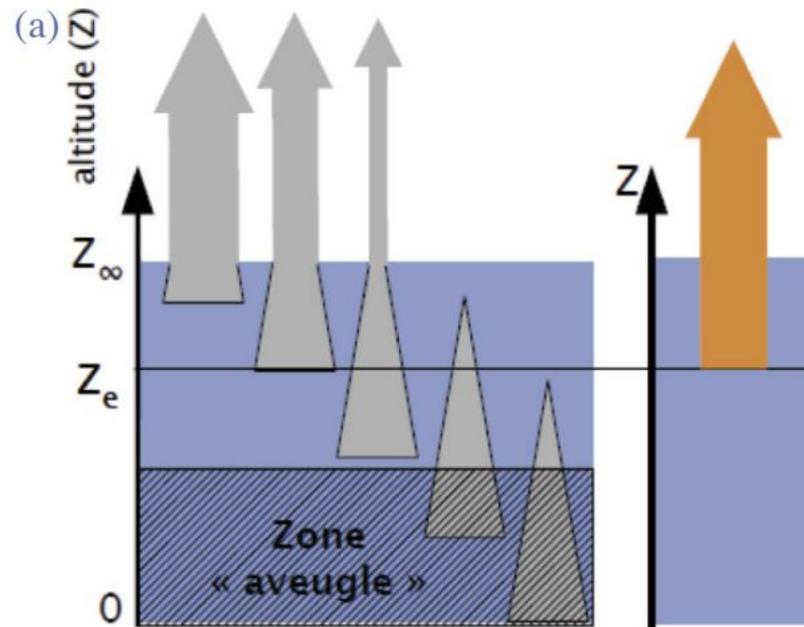


Figure 9 : À gauche, représentation schématique de l'évolution du rayonnement émis vers le haut par la surface et par l'atmosphère pour quatre altitudes particulières. La surface est à l'altitude 0 et le sommet de l'atmosphère à l'altitude Z_∞ . Les formes en triangle schématisent la diminution progressive de l'intensité du rayonnement avec l'altitude, du fait de l'absorption par l'atmosphère, pour un rayonnement émis à la base du triangle. À droite, représentation de l'altitude d'émission correspondante. En (a) le schéma correspond à une atmosphère de référence et en (b) une atmosphère pour laquelle la quantité d'absorbant a augmenté.

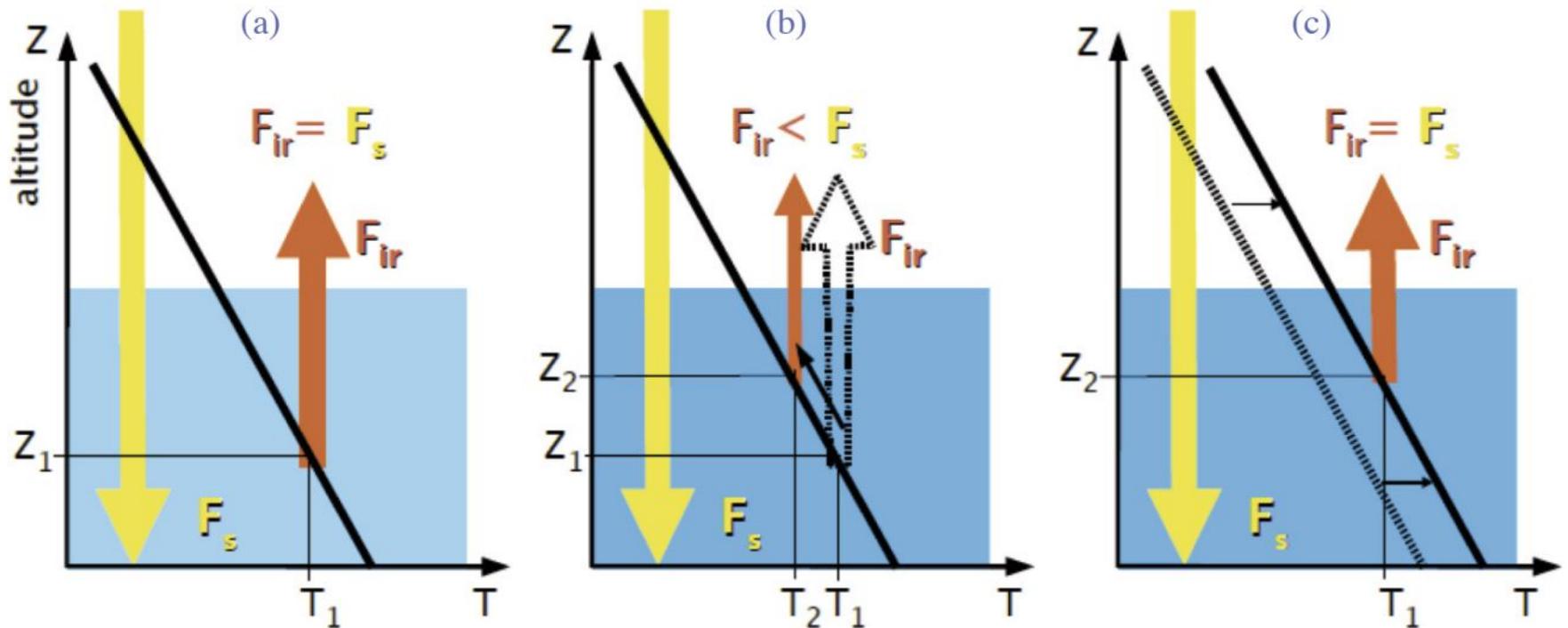


Figure 10 : Schémas illustrant la variation de l'effet de serre et de la température consécutifs à une augmentation de la concentration d'un gaz à effet de serre pour lequel l'absorptivité est déjà saturée ; (a) atmosphère de référence, à l'équilibre ; (b) l'altitude d'émission augmente, le rayonnement infrarouge émis vers l'espace diminue, il y a déséquilibre ; (c) un nouvel équilibre est atteint avec une température plus élevée de l'atmosphère et de la surface. Ce schéma contient la clef de la compréhension de l'effet de serre pour une atmosphère dont l'absorptivité est saturée.

Bibliographie

- Introduction : ipcc
- Spectre du fond diffus cosmologique : wikipédia
- Fond diffus cosmologique : wikipédia
- Loi de Planck : wikipédia
- Spectre rayonnement solaire : wikipédia
- Carte albedo : wikipédia
- Rayonnement solaire + terre : article de Jean-Louis Dufresne et Jacques Treiner
- Proportions gaz à effet de serre : article de Jean-Louis Dufresne et Jacques Treiner