

Thème : Effectuer des bilans d'énergie sur un système
 Cours 22-3 : Bilan thermique de la Terre
 (version professeur)

B.O. Bilan thermique de la Terre

I. Bilan thermique du système Terre-atmosphère. Effet de serre. (DM)

Effectuer un bilan quantitatif d'énergie pour estimer la température terrestre moyenne, la loi de Stefan-Boltzmann étant donnée. Comparer à la valeur réelle de la température terrestre : 15°C. Discuter qualitativement de l'influence de l'albédo et de l'effet de serre sur la température terrestre moyenne.

Sources ENS LYON

- <https://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/Images/td-effet-de-serre/td-effet-de-serre-doc01.pdf>
- <https://planet-terre.ens-lyon.fr/article/bilan-radiatif-terre1.xml#corps-noir>
- http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/CorpsNoir_Climat.xml

Document 1 : Loi de Stephan.

La loi de Stefan le flux thermique émis par un corps à la température T de ce corps : $F_{\text{émis}} = \sigma \cdot T^4$

Le flux s'exprime en $W.m^2$

σ est la constante de Stephan $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} W.m^{-2}.K^{-4}$

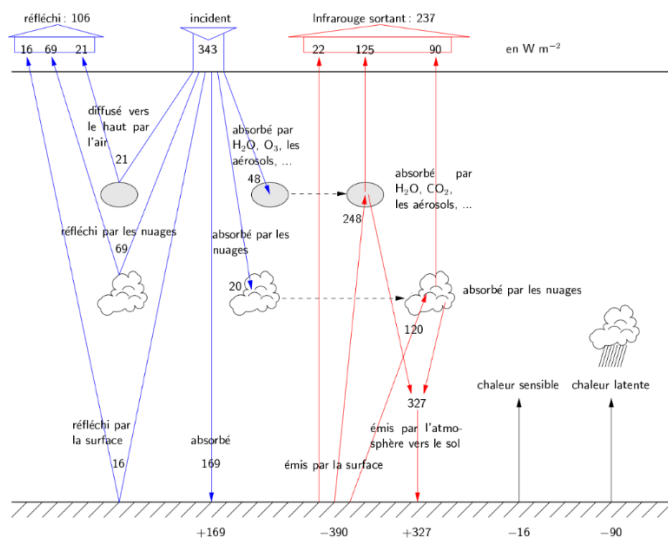
La température s'exprime en Kelvin

Document 2 : Définition d'un corps noir.

Un corps noir est un corps qui absorbe, sans la réfléchir ni la diffuser, toute l'énergie électromagnétique qu'il reçoit. Ainsi, une boîte avec une toute petite ouverture est généralement une bonne approximation d'un corps noir. Un tel "corps noir" reçoit de l'énergie, s'il n'en émettait pas, sa température augmenterait indéfiniment... Ceci est irréaliste, un corps noir réémet donc l'énergie qu'il a absorbée sous forme de rayonnements électromagnétiques. La quantité d'énergie réémise dépend de sa température. Ainsi, on a une "loi de rayonnement du corps noir" qui donne la valeur de l'énergie émise en fonction de la température du corps noir.

Document 3 : Bilan énergétique sur système Terre-Atmosphère

Le raisonnement du schéma suivant s'effectue sur une puissance radiative reçue sur la haute atmosphère de 343 W

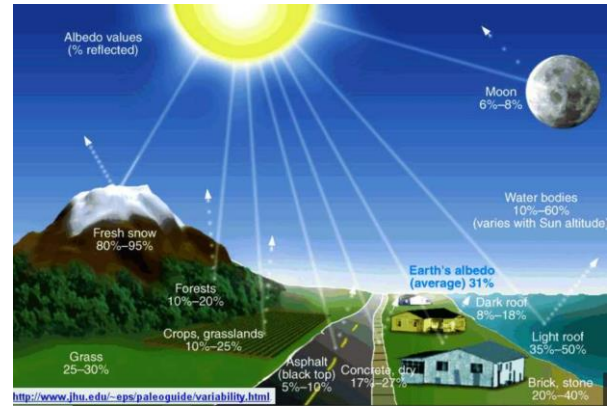


Document 4 : Définition de l'albédo

L'albédo du système Terre-atmosphère est la fraction de l'énergie solaire qui est réfléchie vers l'espace. Sa valeur est comprise entre 0 et 1. Plus une surface est réfléchissante, plus son albédo est élevé. Les éléments qui contribuent le plus à l'albédo de la Terre sont les nuages, les surfaces de neige et de glace.

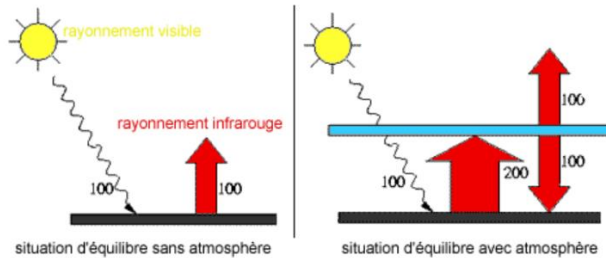
Document 5 : Définition de l'effet de serre.

Alors que la majorité de l'énergie solaire incidente est véhiculée dans les longueurs d'ondes visibles, la Terre émet essentiellement dans l'infrarouge. C'est ce rayonnement qui est absorbé par certains gaz de l'atmosphère, dit gaz à effet de serre. Une partie de cette énergie absorbée par l'atmosphère est renvoyée vers la surface de la Terre, ce qui augmente ainsi sa température.



Le terme d'« effet de serre » est employé par analogie avec ce qui se passe dans les serres des agriculteurs. L'atmosphère piège les infrarouges thermiques rayonnés par le sol de la même façon qu'une plaque de verre piège le rayonnement infrarouge émis par le sol et les plantes, augmentant ainsi la température du sol.

Malheureusement, l'analogie est trompeuse. Dans une serre, le réchauffement s'explique essentiellement par l'absence de convection (l'air chaud ne peut pas sortir) et non par l'absorption des radiations infrarouges.



Question sur le Soleil et la Terre : Comparer le flux thermique émis par le Soleil et celui émis par la Terre.

La température à la surface du Soleil est environ égale à $T = 6\,000\text{ K}$
 La température moyenne terrestre est environ égale à $T = 288\text{ K}$ soit environ 27°C
 Calculer les flux thermiques respectifs du Soleil et de la Terre. Interpréter.

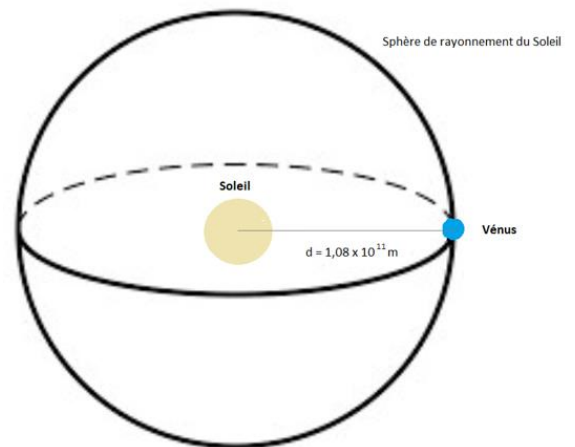
Questions sur le Soleil et Vénus : L'albédo de Vénus

Source : Belin Terminale (adapté).

L'albédo n'est pas identique pour toutes les planètes du système solaire. Alors que celui de la Terre vaut 0,3, celui de Mercure vaut 0,12. On cherche à déterminer l'albédo de Vénus.

La distance entre le Soleil et Vénus est égale à $d = 1,08 \times 10^{11}\text{ m}$
 Le rayon de la planète Vénus est égal à $R_V = 6\,052\text{ km}$.

Expression de l'albédo : $\frac{\text{Puissance diffusée}}{\text{Puissance totale reçue}}$
 Sa valeur est comprise entre 0 et 1.



Formules géométriques du cercle et de la sphère

Rappels mathématiques :

