LSSE2. Le bilan radiatif terrestre.

La puissance solaire.

- La **puissance solaire** reçue par une planète **dépend du type d'étoile**, mais aussi de sa **distance à cette dernière** : pour notre système solaire, **plus les planètes sont éloignées du Soleil, moins elles reçoivent d'énergie solaire**.
- La Terre reçoit ainsi environ **1 360 W.m^{-2}** du Soleil. C'est la **constante solaire** (= flux solaire reçu sur une surface de 1 m^2 et exposée perpendiculairement aux rayons solaires, sans tenir compte de l'atmosphère).
- La puissance moyenne reçue sur une surface d'un mètre carré de la Terre **dépend aussi de la surface de la sphère terrestre** (**et donc de son rayon**).
- La puissance moyenne reçue par 1 m^2 de la sphère terrestre est donc de 1360/4 = **341 W.m^{-2}**.

L'albédo.

- L'**albédo** est le **quotient de la puissance solaire diffusée et réfléchie par une surface par la puissance solaire reçue par cette surface**.
- $A = \frac{puissance\ solaire\ diffusée\ et\ réfléchie}{puissance\ solaire\ reçue}$
- C'est un **nombre sans unité compris entre 0 et 1** (ou entre 0 et 100 %).
- L'**albédo terrestre moyen est *A* = 0,3** (ou 30 %). Cela signifie que 70 % du rayonnement solaire est absorbé par la Terre (**sol**, **océans** et **atmosphère**), le reste étant réfléchi.

- L'albédo dépend de la **couleur des surfaces** : **l'albédo est fort sur les surfaces claires** (= beaucoup d'énergie réfléchie, peu d'énergie absorbée) et **faible sur les surfaces sombres** (beaucoup d'énergie absorbée, peu d'énergie réfléchie).
- L'albédo est **très fort vers les pôles** (présence de glace et de neige) et est **faible dans les océans** (plutôt sombres, et qui absorbent donc beaucoup d'énergie).

Rayonnement solaire et le rayonnement terrestre.

- D'après la **loi des corps noirs**, **le Soleil** (température de surface de 6 000 K) **émet principalement dans le visible** (c'est-à-dire entre 400 et 800 nm), avec une longueur d'onde maximale d'émission **(λmax) de 480 nm**. De part et d'autre de ce λmax, la puissance spectrale diminue rapidement.
- D'après cette même loi, **la Terre** (température de surface de 300 K) **n'émet que dans les IR (infrarouges)** avec un **λmax de 9 660 nm**.

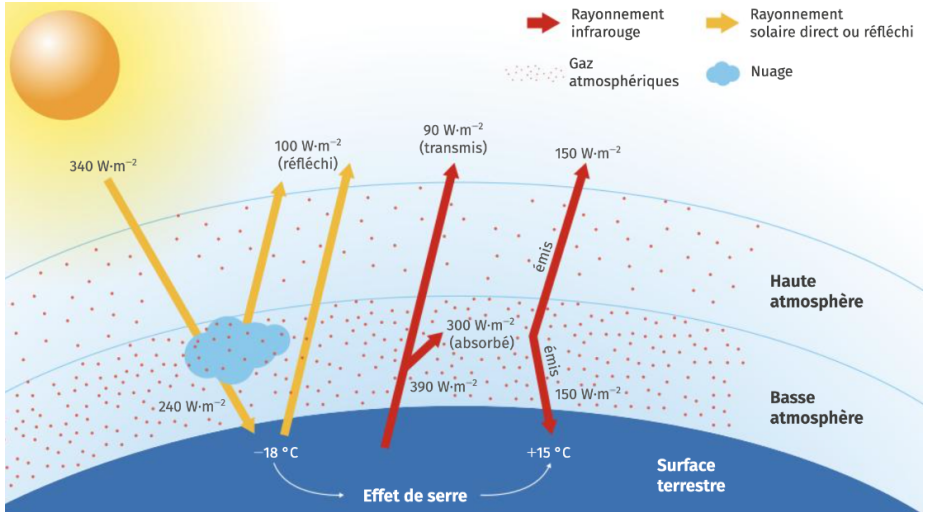
L'effet de serre.

- L'atmosphère terrestre contient environ **78 % de N_2, 21 % de O_2 et 1 % d'Ar**. Les **autres gaz sont peu abondants** : 0,0415 % de **CO_2** (soit 415 ppm ou parties par million) et 0,0002 % de **CH_4** (soit 2 000 ppb ou parties par milliard).
- On trouve aussi de la **vapeur d'eau, mais en proportion très variable**.
- L'atmosphère est essentiellement concentrée entre **0 et 30 km d'épaisseur**. Sa **limite supérieure est d'environ 100 km**.

- Lorsque le rayonnement solaire traverse l'atmosphère, **une partie des photons incidents est absorbée les molécules de gaz** qui y sont présentes **réchauffant l'atmosphère**.
- Ainsi, **certaines molécules atmosphériques présentent la capacité d'absorber les rayonnements de différentes longueurs d'ondes**. Parmi celles-ci, on trouve **H_2O, CO_2, O_3, CH_4, N_2O qui sont des molécules qui absorbent les IR émis par la Terre**. Ces gaz sont qualifiés de **gaz à effet de serre ou GES**.
- H_2O est le premier GES atmosphérique.

Puissance solaire reçue et effet de serre.

D'après Enseignement scientifique Première, Le Livre Scolaire 2019



- La Terre reçoit 340 $W.m^{-2}$ du soleil.
- Suite à l'albédo de 0,3, 100 $W.m^{-2}$ sont réfléchis par l'atmosphère, le sol, les océans… : il n'en arrive donc que 240 $W.m^{-2}$ qui réchauffent le sol (= qui sont absorbés).
- La Terre émet alors un rayonnement dans les IR, dont une partie est absorbée par l'atmosphère (les GES), et une partie s'échappe. Sur ces 300 $W.m^{-2}$, 150 sont réémis vers le sol, qui reçoit donc 240 + 150 $W.m^{-2}$. C'est l'effet de serre qui permet d'avoir une température moyenne terrestre de 15 °C et non de -18°C.
- **Le bilan énergétique est équilibré à l'échelle du globe** : la Terre reçoit 240 + 150 $W.m^{-2}$ et en émet 390 $W.m^{-2}$.
- **Le bilan n'est toutefois pas équilibré selon les latitudes** :

  * le **bilan radiatif terrestre est positif dans la zone intertropicale** : énergie solaire incidente élevée, albédo assez faible et émission d'IR plus faible que l'énergie incidente ;

  * **Il est négatif aux pôles** : énergie incidente faible et fort albédo et émission d'IR plus forte que l'énergie incidente

- Le **bilan thermique terrestre n'est pas toujours équilibré au cours du temps** :

  * si l'énergie reçue est supérieure à l'énergie perdue, la Terre se réchauffe ;

  * si l'énergie reçue est inférieure à l'énergie perdue, la Terre se refroidit.

- On observe une **hausse récente de la température moyenne sur Terre depuis 1850 environ** (révolution industrielle) : la Terre se réchauffe, et **nous ne sommes plus à l'équilibre thermique**. La hausse constatée est d'environ 1 °C.
- On observe une **forte hausse de la teneur en CO_2** depuis le début de l'ère industrielle. La concentration en CO_2 est passée de 290 ppm à 420 ppm en 2023. Elle est en forte hausse actuellement.
- Or **le CO_2 est un GES** : **une hausse de sa concentration augmente l'effet de serre**. Il y a donc un **lien de cause à effet entre concentration en CO_2 et température**.
- Par ailleurs **la surface des glaces (banquise et glaces continentales) est en diminution constante**. La diminution de cette surface provoque une **baisse de l'albédo, et donc davantage d'énergie est absorbée par la Terre**, d'où également une hausse des températures.