

A savoir.

Le rayonnement électromagnétique du Soleil

L'énergie solaire reçue par la Terre provient de la photosphère (surface du Soleil), qui émet dans toutes les directions de l'espace un rayonnement électromagnétique d'origine thermique. Son spectre présente un maximum d'intensité vers 480 nm. Puisque le Soleil émet dans toutes les directions, seule une infime partie de ce rayonnement atteint la Terre.

■ Rayons gamma, rayons X, ultraviolets
■ Visible
■ Infrarouge



La puissance* du rayonnement solaire atteignant la Terre

La surface du Soleil émet un rayonnement de puissance totale $P_{\text{Soleil}} = 3,87 \times 10^{26}$ W.

La puissance reçue par la Terre P_{Terre} dépend de deux paramètres : la distance Terre-Soleil et le rayon de la Terre.

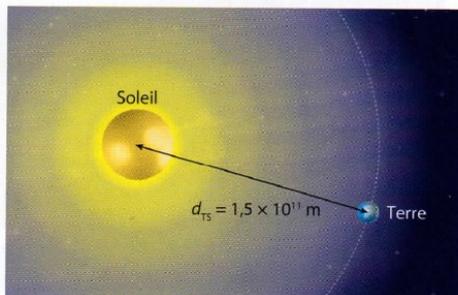
• Influence de la distance Terre-Soleil

Le rayonnement solaire est émis uniformément à partir de la surface du Soleil : il se propage dans toutes les directions de l'espace et se répartit sur la sphère de rayon d_{TS} , c'est-à-dire la distance Terre-Soleil.

La puissance surfacique* P_S est donnée par la formule :

$$P_S = \frac{P_{\text{Soleil}}}{S_{\text{sphère}}} = \frac{3,87 \times 10^{26}}{4 \times \pi \times d_{\text{TS}}^2}$$

où $S_{\text{sphère}}$ est la surface de la sphère de rayon d_{TS} .



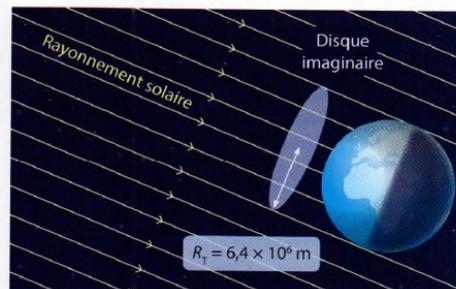
La puissance surfacique P_S diminue lorsque la distance au Soleil augmente.

• Influence du rayon de la Terre

Connaissant la puissance surfacique P_S du Soleil à une distance d_{TS} , il est alors possible de déterminer la puissance du rayonnement solaire reçu effectivement par la Terre : P_{Terre} . Seuls les rayons qui traversent le disque imaginaire de rayon égal à celui de la Terre (R_T) atteignent la Terre. La puissance P_{Terre} est donc proportionnelle à la surface de ce disque imaginaire.

$$P_{\text{Terre}} = P_S \times S_{\text{disque}} = P_S \times \pi \times R_T^2 = 9,68 \times 10^{25} \times \left(\frac{R_T}{d_{\text{TS}}}\right)^2$$

avec P_S la puissance surfacique précédemment déterminée.



La puissance P_{Terre} dépend du rayon terrestre.

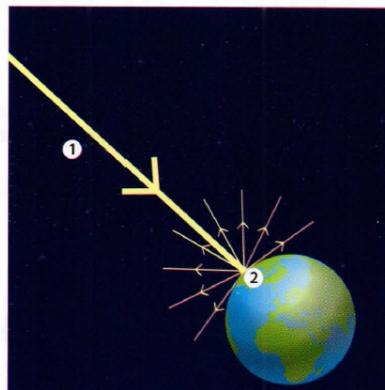
L'albédo* terrestre moyen

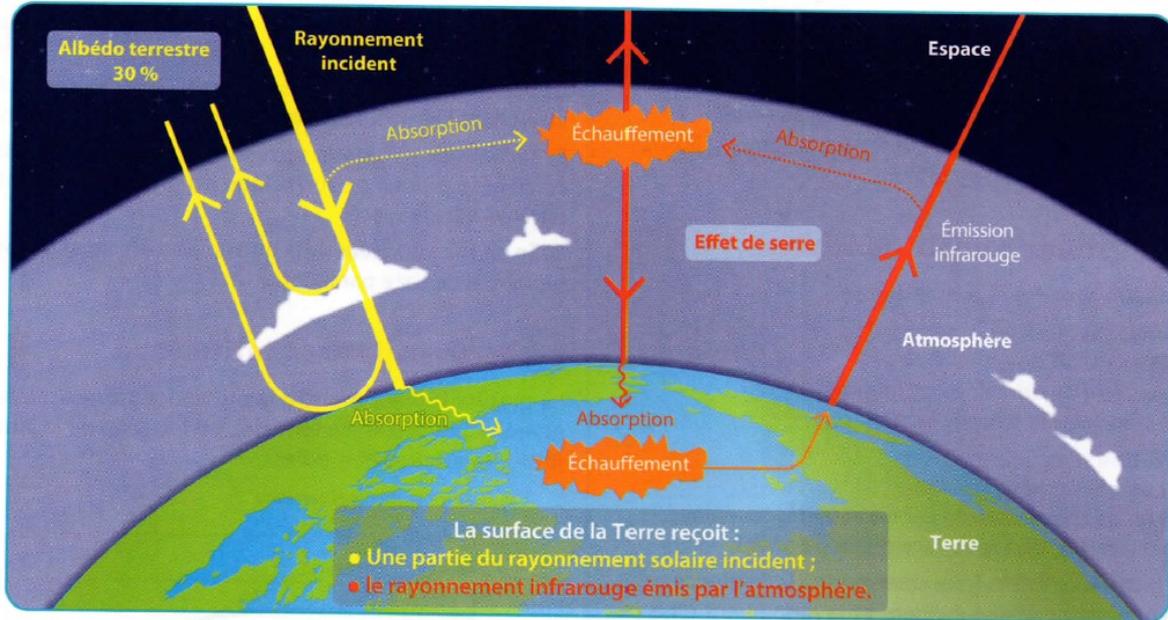
À l'échelle de la planète Terre, une partie du rayonnement solaire reçu ① est renvoyée vers l'espace lors de la diffusion par l'atmosphère, les continents et les océans ②. L'autre partie est absorbée par la Terre.

L'albédo terrestre moyen permet de quantifier ce phénomène. Il est égal au rapport entre la puissance du rayonnement solaire diffusé vers l'espace $P_{\text{diffusée}}$ et la puissance P_{Terre} reçue :

$$A = \frac{P_{\text{diffusée}}}{P_{\text{Terre}}}$$

Au sommet de l'atmosphère terrestre, les satellites en orbite mesurent le rayonnement diffusé vers l'espace. Ces mesures permettent d'estimer la valeur moyenne de l'albédo terrestre à 0,3 soit 30 %.





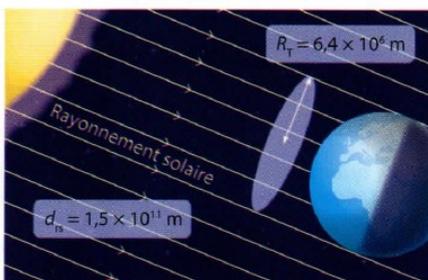
Questions.

1. De quoi dépend la proportion de puissance solaire reçue par la Terre ?
2. Qu'est-ce que l'albédo ?
3. Pourquoi la Terre émet-elle un rayonnement infrarouge ?
4. Qu'est-ce que l'effet de serre ?
5. Qu'est-ce que le bilan radiatif de la Terre ?

Exercice N°1

Puissance reçue par la Terre

La puissance totale du rayonnement émis par le Soleil dans toutes les directions est égale à $P_{\text{Soleil}} = 3,87 \times 10^{26} \text{ W}$.



1. Calculer la surface de la sphère de rayon d_{TS} .
2. En déduire la puissance surfacique P_s du rayonnement solaire lorsque ce dernier atteint la Terre.
3. Calculer alors la puissance P_{Terre} reçue par la Terre.

Exercice N°2

Albédo terrestre

La puissance surfacique moyenne du rayonnement solaire atteignant l'atmosphère terrestre est égale à $342 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

1. Sachant que l'albédo terrestre moyen est égal à 30 %, calculer la puissance surfacique du rayonnement solaire renvoyé vers l'espace.

2. En déduire la valeur de la puissance surfacique du rayonnement absorbée par la Terre.

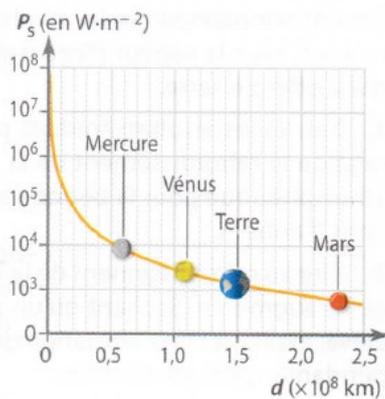
Exercice N°3

Puissance surfacique solaire

L'évolution de la puissance surfacique (P_s) du rayonnement solaire en fonction de la distance (d) au Soleil est représentée sur la courbe ci-contre.

1. À partir du graphique, déterminer approximativement la puissance surfacique du rayonnement solaire sur Mercure.

2. Sachant que la puissance surfacique est donnée par la relation $P_s = \frac{3,1 \times 10^{25}}{d^2}$, calculer sa valeur sur Mars en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.

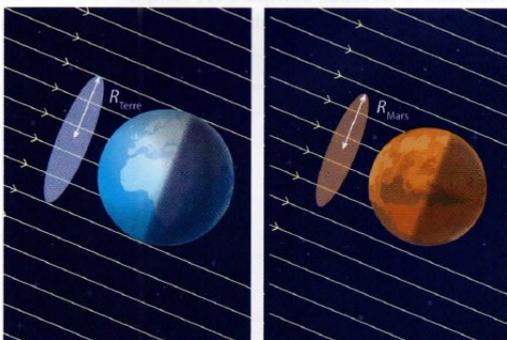


Exercice N°4

Rayonnement solaire

Seule une partie de la puissance émise par le Soleil atteint chaque planète du système solaire.

► Montrer que la puissance du rayonnement solaire reçu sur Terre est 8 fois plus grande que celle reçue sur Mars.



DONNÉES

- Puissance du rayonnement solaire : $P_{\text{Soleil}} = 3,87 \times 10^{26} \text{ W}$
- Distance Soleil-Terre : $1,5 \times 10^{11} \text{ m}$
- Distance Soleil-Mars : $2,3 \times 10^{11} \text{ m}$
- $R_{\text{Terre}} = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$
- $R_{\text{Mars}} = 3,4 \times 10^6 \text{ m}$
- Surface d'un disque de rayon r : $S_{\text{disque}} = \pi \times r^2$