

I L'interaction entre la Terre et le rayonnement solaire

L'essentiel de la puissance reçue par la Terre provient d'une partie des rayonnements émis par le Soleil. Une partie de ces rayonnements est réfléchiée par la surface de la Terre, on appelle ce phénomène l'albédo terrestre.

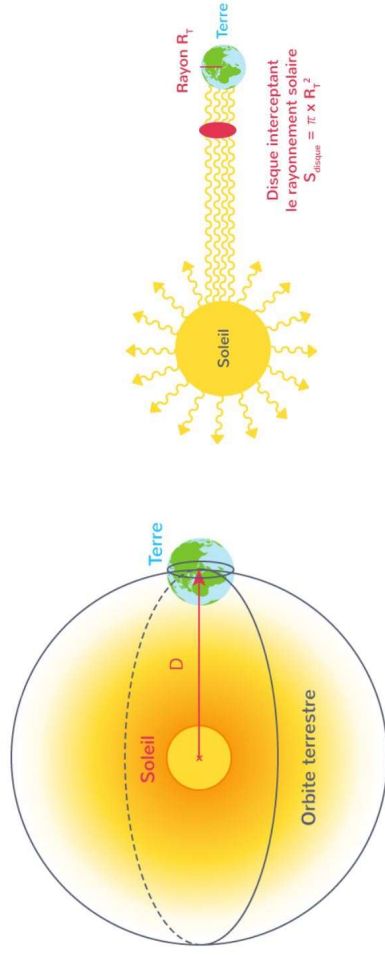
A Le rayonnement solaire reçu sur Terre activité ils p85

L'essentiel de la puissance reçue par la Terre provient du Soleil. Celui-ci émet son rayonnement dans toutes les directions et une infime partie atteint la Terre.

PROPRIÉTÉ

La proportion de la puissance totale émise par le Soleil et atteignant la Terre est déterminée par le rayon de celle-ci et sa distance au Soleil. En tenant compte de ces paramètres, on peut montrer que la puissance surfacique du rayonnement solaire au niveau du sol terrestre est en moyenne de $341 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Démonstration : calculer la proportion de la puissance émise par le Soleil qui atteint la Terre :



Sphère sur laquelle la puissance solaire est répartie
 $S_{\text{sphère}} = 4 \times \pi \times D^2$



Dans la relation $P_{\text{reçue}} = \frac{R_T^2}{4 \times D^2} \times P_{\text{totale}}$, le rapport $\frac{R_T^2}{4 \times D^2}$ est égal à $\frac{(6\,370 \times 10^3)^2}{4 \times (150 \times 10^9)^2} = 4,5 \times 10^{-10}$: la Terre reçoit donc moins de 0,000000005 % du rayonnement qu'émet le Soleil.

B L'albédo terrestre : la réflexion du rayonnement solaire activité p80 (didier)

Lorsque la surface d'un corps reçoit un rayonnement, une partie de celui-ci est réfléchie et l'autre partie est absorbée. Ainsi, lorsque la Terre reçoit la puissance solaire :

- une fraction est absorbée par l'atmosphère, les continents et les océans ;
- une fraction est réfléchie et diffusée vers l'espace.

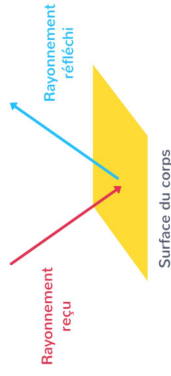
L'albédo désigne ce phénomène de réflexion du rayonnement solaire.

DÉFINITION Albédo

L'albédo A est le rapport de la puissance de rayonnement réfléchie $P_{\text{réfléchi}}$ par une surface par la puissance de rayonnement reçue $P_{\text{reçue}}$:

$$A = \frac{P_{\text{réfléchi}}}{P_{\text{reçue}}}$$

L'albédo est un nombre sans unité, compris entre 0 et 1, qui peut être exprimé en pourcentage.



EXEMPLE

- Un corps qui serait d'un blanc absolu aurait un albédo de % (toute l'énergie reçue serait diffusée).
- Inversement, un corps d'un noir absolu aurait un albédo de % (toute l'énergie serait absorbée et rien ne serait diffusé).

<https://www.youtube.com/watch?v=n33JLc6W4wQ>

PROPRIÉTÉ

L'albédo terrestre dépend de la nature de la surface qui réfléchit le rayonnement (océan, glace, forêt, roches, etc.) et de la couverture nuageuse. L'albédo terrestre moyen est $A = 30\%$.



Influence du sol sur l'albédo

EXEMPLE	Nature du sol	Albédo
	Neige fraîche	0,87
	Glace	0,4
	Sol cultivé avec végétation	0,2
	Surface de l'océan	0,1
	Forêt dense	0,1

La puissance totale du rayonnement solaire reçu par le sol est la différence entre la puissance du rayonnement reçu et la puissance de rayonnement réfléchi. Elle peut être déterminée à partir de l'albédo terrestre moyen et de la puissance solaire qui atteint la Terre.

FORMULE Puissance solaire reçue par le sol compte tenu de l'albédo

La puissance solaire reçue par le sol compte tenu de l'albédo A est donnée par la relation :

$$P_{\text{sol}} = P_{\text{reçue}} - P_{\text{réfléchi}}$$

Avec :

$$P_{\text{réfléchi}} = A \times P_{\text{reçue}}$$

Soit :

$$P_{\text{sol}} =$$

$$P_{\text{sol}} =$$

EXEMPLE

En moyenne, l'albédo terrestre est de 30 %. La puissance solaire atteignant le sol est donc :

$$P_{\text{sol}} = (1 - A) \times P_{\text{reçue}}$$

$$P_{\text{sol}} = (1 - 0,30) \times 1,74 \times 10^{17}$$

$$P_{\text{sol}} = 1,22 \times 10^{17} \text{ W}$$

II Le rôle de l'atmosphère dans l'absorption de l'énergie solaire

L'atmosphère joue un rôle dans l'absorption du rayonnement terrestre sur Terre et donc sur la température à la surface de la planète.

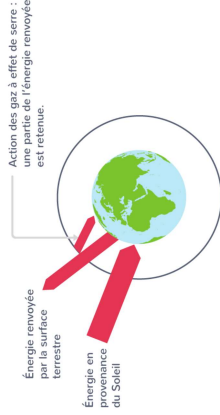
A L'effet de serre

Activité Ils p88-89

Le rayonnement solaire réfléchi par la Terre parvient en petite partie à l'espace : en effet, l'essentiel de l'énergie est piégé dans l'atmosphère à cause de l'effet de serre.

DÉFINITION Effet de serre

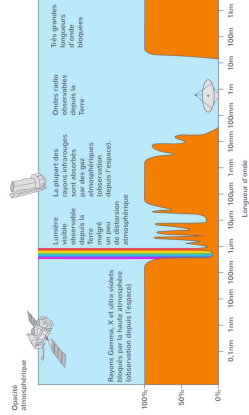
L'effet de serre est un phénomène naturel de réchauffement de la surface terrestre. Des gaz à effet de serre (dioxyde de carbone, méthane, vapeur d'eau, etc.) se trouvent dans l'atmosphère et capturent les rayons infrarouges : le sol terrestre et l'atmosphère échangent continuellement de l'énergie sous forme de rayonnement infrarouge.



Effet de serre

PROPRIÉTÉ

La courbe d'absorption de l'atmosphère terrestre en fonction de la longueur d'onde du rayonnement montre que l'atmosphère absorbe une certaine proportion du rayonnement infrarouge émis par le sol.

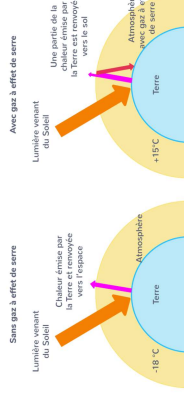


PROPRIÉTÉ

Le sol émet un rayonnement électromagnétique dans le domaine infrarouge de longueur d'onde $\lambda \approx 10 \mu\text{m}$ provoqué par les rayonnements qu'il absorbe. La puissance par unité de surface de ce rayonnement augmente avec la température.

B L'équilibre dynamique

Sans effet de serre, la température moyenne à la surface de la Terre serait de -18°C au lieu des $+15^\circ\text{C}$ actuels. La température moyenne du sol est constante, car la puissance totale qu'il reçoit, provenant du Soleil et de l'atmosphère, est égale à la puissance moyenne qu'il émet. On parle alors d'équilibre dynamique.



III La répartition de la puissance solaire reçue

activité didier p84-85

La répartition de la puissance solaire reçue sur Terre correspond au bilan radiatif terrestre.

DÉFINITION Bilan radiatif

Le bilan radiatif est la comparaison entre l'énergie parvenant au sol terrestre et l'énergie qui en part.

La surface de la Terre reçoit :

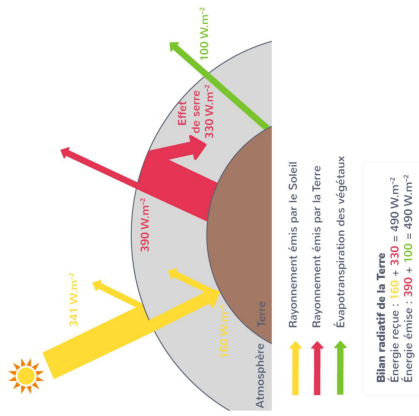
- le rayonnement solaire incident, environ $160 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ ($341 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ moins ce qui est réfléchi ou diffusé par l'atmosphère) ;
- ce que l'atmosphère envoie sous forme de rayonnement infrarouge du fait de l'effet de serre (environ $330 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$).

Au total des entrées :

Les rayonnements qui sortent sont :

- le rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre ($390 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) qui traverse l'atmosphère sans être piégé par les gaz à effet de serre (environ $30 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) ;
- le rayonnement infrarouge émis par la Terre qui est piégé dans cette atmosphère (environ $360 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) ;
- l'évapotranspiration des végétaux, phénomène lié à la photosynthèse et à la circulation des sèves, (environ $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$).

Au total des sorties :



La Terre reçoit sensiblement autant d'énergie qu'elle en perd, le bilan est équilibré, et la température sur Terre est théoriquement stable.



REMARQUE

Cependant, l'intensification de l'effet de serre due aux activités humaines entraîne un déplacement de cet équilibre et une augmentation de cette température moyenne.