

Le bilan radiatif terrestre

I Rayonnement solaire et albédo

Comme tous les objets du système solaire, la Terre ne reçoit qu'une infime fraction de la puissance solaire totale.

Propriété

La puissance solaire totale reçue par un astre dépend essentiellement de deux paramètres : son rayon, et la distance entre le Soleil et l'objet éclairé. Plus son rayon est grand, et plus la puissance solaire reçue est élevée. Plus la distance entre le Soleil et l'astre est grande, et plus la puissance solaire reçue par unité de surface est faible.

La puissance solaire moyenne reçue par la Terre en 24 heures, au sommet de son atmosphère, (appelée aussi constante solaire) est d'environ 342 W.m^{-2} .

La proportion de la puissance totale, émise par le Soleil et atteignant la Terre, dépend de son rayon et sa distance au Soleil.

$$\text{Puissance au niveau de la Terre} = \text{Constante solaire terrestre} \times \pi R^2$$

II L'albédo terrestre

Lorsque la lumière solaire pénètre dans l'atmosphère, elle est renvoyée dans différentes directions par ses constituants : c'est le phénomène de diffusion. Une partie de l'énergie solaire reçue repart en direction de l'espace.

La lumière qui atteint la surface subit également une réflexion. La proportion d'énergie lumineuse qui est réfléchie est caractérisée par l'**albédo**. Celui-ci varie de 0 à 1, et est d'autant plus élevé que la surface est réfléchissante.

$$\text{Albédo} = \frac{\text{Rayonnement réfléchi}}{\text{Rayonnement incident}}$$

En tenant compte de la proportion de chaque type de surface et de leurs albedos, on calcule que l'albédo moyen de la Terre est d'environ 30 %.

Propriété

La terre réfléchit vers l'espace 30 % de la puissance solaire qu'elle reçoit.

III L'effet de serre

1 L'absorption de l'énergie solaire reçue

Certains gaz de l'atmosphère absorbent directement le rayonnement solaire incident sur certaines plages de longueurs d'onde. Ces gaz absorbent environ 20 % de l'énergie solaire, soit une puissance de 70 W.m^{-2} .

Propriété

En tenant compte de l'albedo terrestre, on estime que la moitié seulement de la puissance solaire reçue au sommet de l'atmosphère est absorbée par la surface des océans et des continents.

2 L'émission d'un rayonnement infrarouge

L'absorption de l'énergie solaire par l'atmosphère et par la surface de la Terre provoque une augmentation de leur température.

Propriété

L'échauffement de la surface terrestre se traduit par l'émission d'un rayonnement thermique, majoritairement infrarouge (IR). Le maximum d'émission se situe pour des longueurs d'onde proches de $10 \mu\text{m}$.

Plus la température est élevée, plus l'intensité du rayonnement IR est importante. Cette dissipation d'énergie par rayonnement limite ainsi l'élévation de la température terrestre.

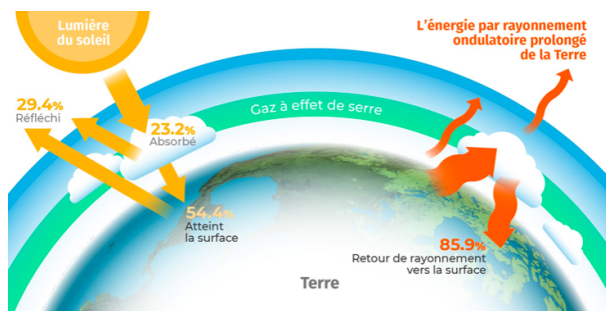
3 L'absorption des IR par l'atmosphère

Propriété

L'atmosphère terrestre piège une fraction du rayonnement IR par la Terre. Ce mécanisme naturel provoque une augmentation de la température de l'atmosphère : c'est l'effet de serre.

Cet échauffement provoque de nouveau l'émission d'un rayonnement IR vers l'espace et vers la surface. Le même processus se répète avec des intensités moindres jusqu'à ce que l'ensemble de l'énergie initialement absorbée soit renvoyée vers l'espace.

Les principaux gaz à effet de serre (GES) sont la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone, respectivement responsables de 50 % et 20 % de l'effet de serre. Sans effet de serre, l'eau sera présente sur Terre qu'à l'état de glace, ce qui serait incompatible avec la présence d'êtres vivants.



IV Bilan radiatif terrestre

1 Une température équilibrée

On dresse le bilan radiatif terrestre en faisant la différence entre l'énergie reçue par la Terre (depuis l'atmosphère et le Soleil) et l'énergie réémise. Cette différence, sur une courte période de temps, est nulle : le bilan est à l'équilibre, ce qui signifie que la température moyenne est constante.

2 Un équilibre dynamique

Une variation de l'activité solaire, une modification de l'intensité de l'effet de serre ou encore un changement d'albédo impactent le bilan radiatif terrestre, et peuvent donc conduire à une variation de la température moyenne.

Propriété

Le bilan radiatif terrestre est en équilibre dynamique, susceptible de varier.