

Rayonnement et effet de serre

Cours de sciences physiques - niveau 3e

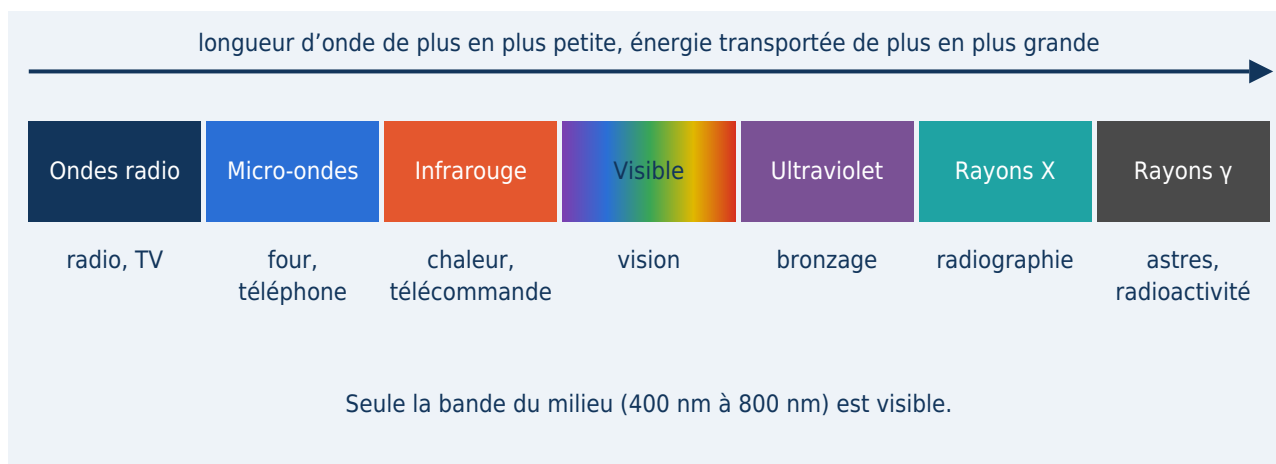
*Une voiture garée en plein soleil, vitres fermées, devient vite brûlante, bien plus chaude que l'air extérieur. Un phénomène voisin, l'**effet de serre**, maintient la Terre à une température où la vie est possible... et son renforcement par l'activité humaine inquiète. Pour le comprendre, il faut d'abord savoir comment l'énergie voyage par rayonnement.*

Ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Le rayonnement transporte de l'énergie

Un **rayonnement** est un transfert d'énergie qui n'a pas besoin de matière : il traverse le vide. C'est ainsi que l'énergie du Soleil arrive jusqu'à la Terre, à travers l'espace. Tout corps émet un rayonnement : plus il est chaud, plus il rayonne d'énergie. On sent le rayonnement d'un feu de cheminée ou d'une plaque chauffante sur la peau, même sans la toucher.

On range les rayonnements d'après leur longueur d'onde, de la plus grande à la plus petite : ondes radio, micro-ondes, **infrarouges**, **lumière visible** (400 nm à 800 nm), **ultraviolets**, rayons X et rayons gamma. Plus la longueur d'onde est petite, plus le rayonnement transporte d'énergie. Seul le visible est perçu par l'œil.

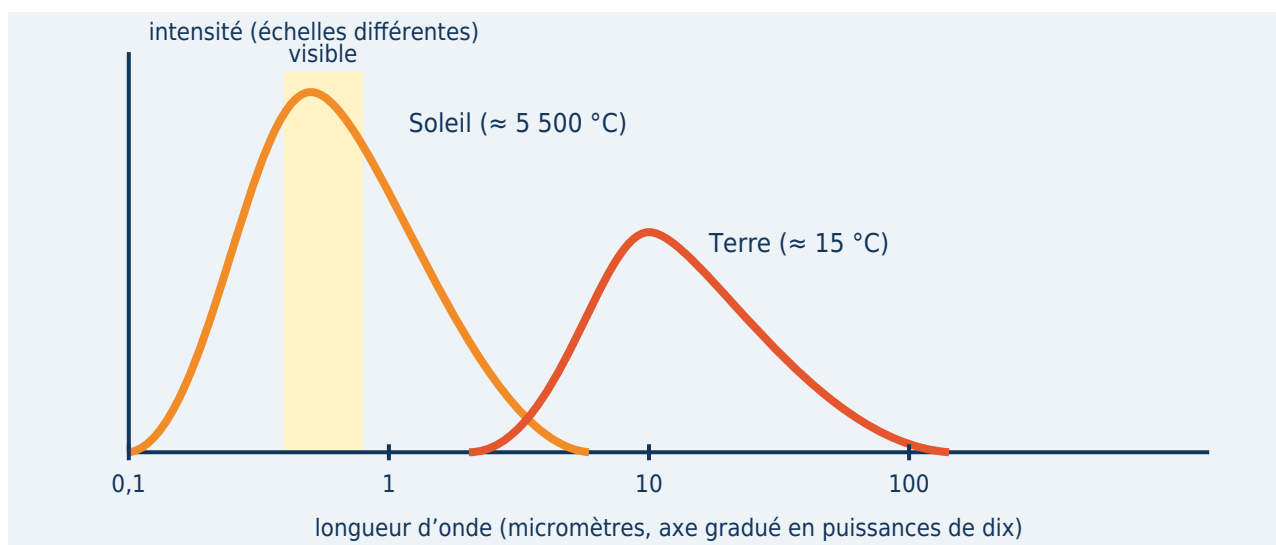


Les grandes familles de rayonnements, classées par longueur d'onde décroissante.

Le Soleil et la Terre rayonnent différemment

La température d'un corps détermine le rayonnement qu'il émet surtout. La surface du Soleil, à environ 5 500 °C, émet principalement de la **lumière visible**, avec un peu

d'ultraviolets et d'infrarouges. La surface de la Terre, à environ 15 °C en moyenne, est bien plus froide : elle émet surtout des **infrarouges**, invisibles mais responsables de la chaleur ressentie.



Le Soleil émet surtout du visible ; la Terre émet surtout des infrarouges (échelles d'intensité différentes pour les deux courbes).

Le bilan énergétique de la Terre

Pour comparer des rayonnements, on utilise l'**éclairement** : la puissance reçue par mètre carré. Au sommet de l'atmosphère, la Terre reçoit en moyenne 1 360 W/m² de face au Soleil, mais comme la Terre est une sphère qui tourne, on obtient en moyenne sur toute sa surface **340 W/m²** (1 360 ÷ 4).

FORMULE À RETENIR

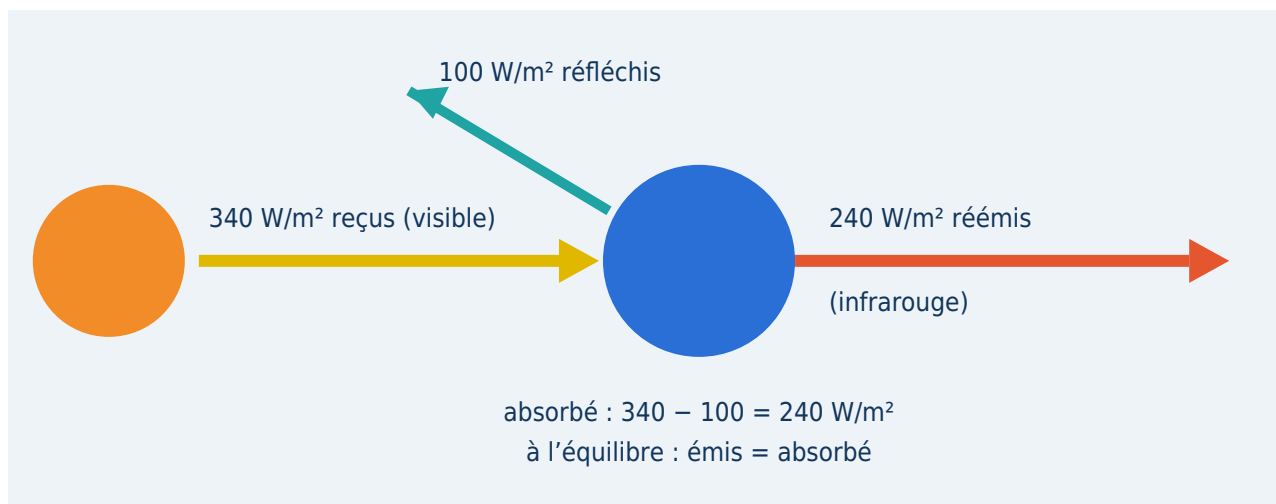
$$E = P \div S \quad \text{soit} \quad P = E \times S$$

E : éclairement en W/m² ; P : puissance en watts (W) ; S : surface en m². L'énergie reçue pendant une durée t vaut $W = P \times t$ (en joules si t est en secondes).

APPLICATION NUMÉRIQUE

Un panneau de surface $S = 2,0 \text{ m}^2$ reçoit un éclairement $E = 1\,000 \text{ W/m}^2$: $P = 1\,000 \times 2,0 = \mathbf{2\,000 \text{ W}}$. En une heure (3 600 s), il reçoit $W = 2\,000 \times 3\,600 = 7,2 \times 10^6 \text{ J}$, soit **2,0 kWh**.

Tout le rayonnement solaire n'est pas absorbé : une part (environ 30 %, c'est l'**albédo** de la Terre, valant 0,30) est renvoyée vers l'espace par les nuages, les glaces et le sol. Il reste environ 240 W/m² absorbés. Pour que la température moyenne reste stable, la Terre doit réémettre autant d'énergie qu'elle en absorbe : c'est l'**équilibre énergétique**.

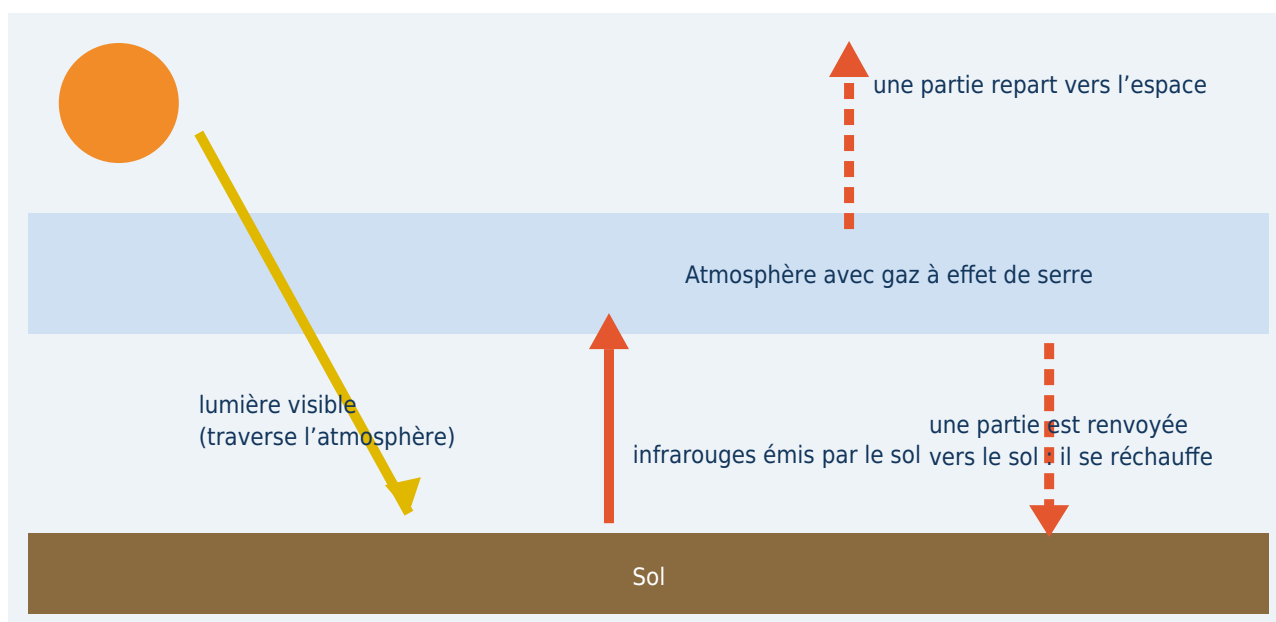


Bilan énergétique moyen de la Terre : l'énergie absorbée est réémise sous forme d'infrarouges.

L'effet de serre : un phénomène naturel

Si l'atmosphère n'existait pas, la température moyenne de la Terre serait d'environ **-18 °C** : les océans seraient gelés. En réalité, elle est d'environ **+15 °C**, soit 33 °C de plus. La différence est due à l'**effet de serre**.

L'atmosphère laisse passer la plus grande partie de la lumière visible du Soleil, qui chauffe le sol. Le sol réémet de l'énergie sous forme d'infrarouges. Certains gaz de l'atmosphère, appelés **gaz à effet de serre** (vapeur d'eau, dioxyde de carbone CO_2 , méthane CH_4 , protoxyde d'azote N_2O), **absorbent** ces infrarouges puis en réémettent une partie vers le sol. Le sol reçoit donc de l'énergie supplémentaire et se réchauffe davantage.



L'effet de serre : les gaz de l'atmosphère absorbent une partie des infrarouges du sol et en renvoient vers lui.

ERREUR FRÉQUENTE

L'effet de serre n'est **pas** le « trou » dans la couche d'ozone : ce sont deux sujets différents. L'effet de serre est d'abord **naturel et indispensable** ; c'est son **renforcement** qui pose problème.

Un effet de serre renforcé par l'activité humaine

Depuis 1750, la combustion du charbon, du pétrole et du gaz, la déforestation et l'agriculture ont fait augmenter la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Celle du CO_2 est passée d'environ 280 ppm (parties par million) avant 1750 à plus de 410 ppm aujourd'hui, soit une hausse de près de 50 %. L'atmosphère retient davantage d'énergie et la température moyenne mondiale a augmenté d'environ **1,2 °C** depuis la fin du XIX^e siècle.

Planète	Atmosphère	Température moyenne de surface
Vénus	très épaisse, 96 % de CO_2	environ 465 °C
Terre	épaisseur modérée, peu de CO_2 (0,04 %)	environ 15 °C
Mars	très ténue	environ –63 °C

La comparaison des planètes montre le rôle de l'atmosphère : sur Vénus, un effet de serre intense porte la surface à plus de 400 °C ; sur Mars, l'atmosphère trop mince n'en produit presque pas. Pour limiter le réchauffement terrestre, on cherche à réduire les émissions de gaz à effet de serre (économiser l'énergie, utiliser des énergies renouvelables, protéger les forêts).

L'essentiel à retenir

- Un rayonnement transfère de l'énergie sans contact, même dans le vide ; on les classe par longueur d'onde (radio, infrarouge, visible, ultraviolet...).
- Le Soleil émet surtout du visible, la Terre surtout des infrarouges.
- $E = P \div S$; la Terre absorbe en moyenne 240 W/m^2 (albédo 0,30) et réémet autant.
- Les gaz à effet de serre absorbent les infrarouges du sol et en renvoient vers lui : la température passe de –18 °C à +15 °C.
- Cet effet est naturel ; l'activité humaine le renforce (CO_2 de 280 à plus de 410 ppm) et réchauffe la planète d'environ 1,2 °C.