

Le rayonnement solaire – Fiche de cours

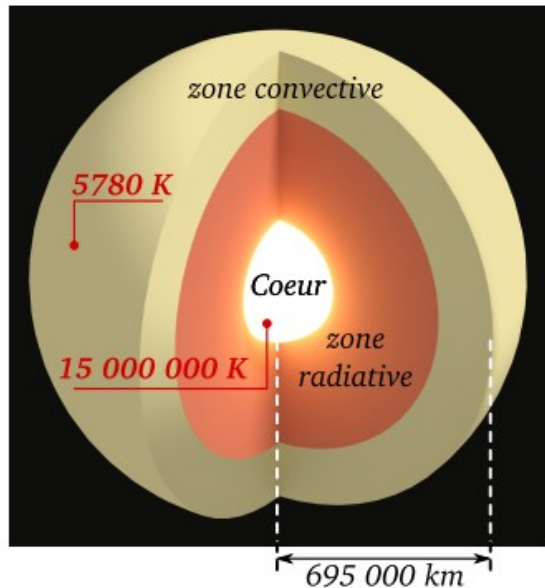
1. Le rayonnement solaire

a. Source de l'énergie du Soleil

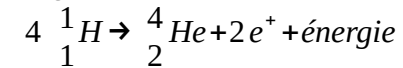
Le soleil est notre principale source d'énergie. Il permet le rythme des saisons, la vie sur Terre, il est nécessaire à la dynamique atmosphérique et océanique. C'est l'étoile la plus proche de la Terre qui permet de comprendre le fonctionnement stellaire et de l'Univers.

Le Soleil est composé de 3 parties :

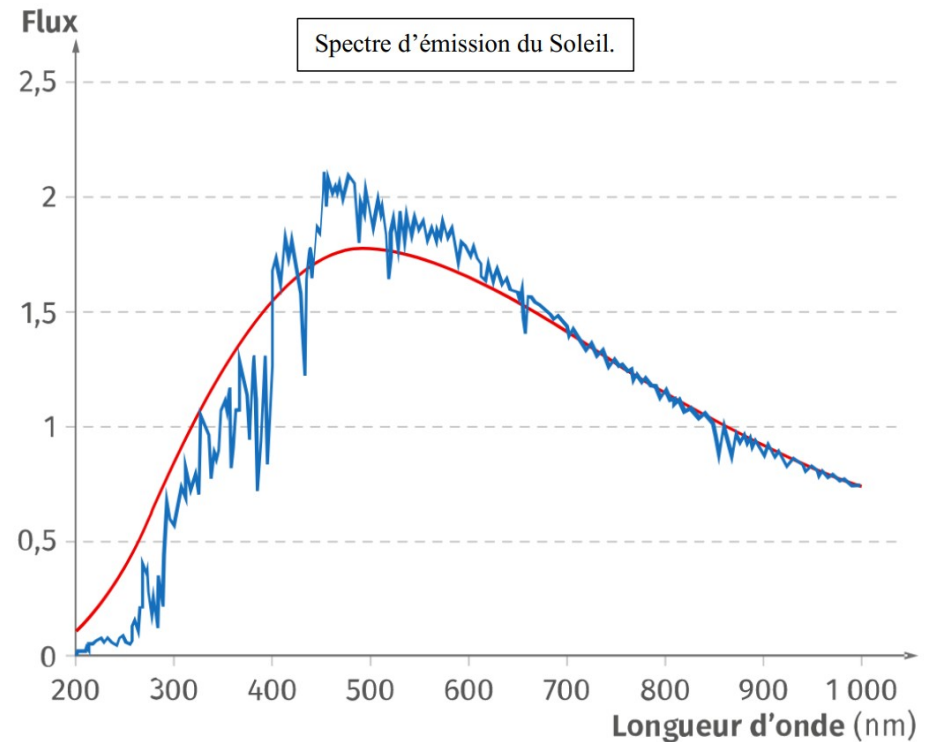
- le coeur : 25 % du volume du Soleil, composé de protons et d'électrons, densité $150\,000\text{ kg.m}^{-3}$, température 15 millions de degrés, lieu de fusion thermonucléaire, libération énorme d'énergie
- la zone radiative : 70 % du volume du Soleil, permet d'évacuer l'énergie du coeur
- la zone convective : 5 % du volume du Soleil, température 5750 K, permet le rayonnement visible



C'est essentiellement la réaction de fusion de l'hydrogène en hélium qui est la cause de la libération de l'énergie du Soleil



b. Spectre de la lumière du Soleil



2. Puissance et énergie

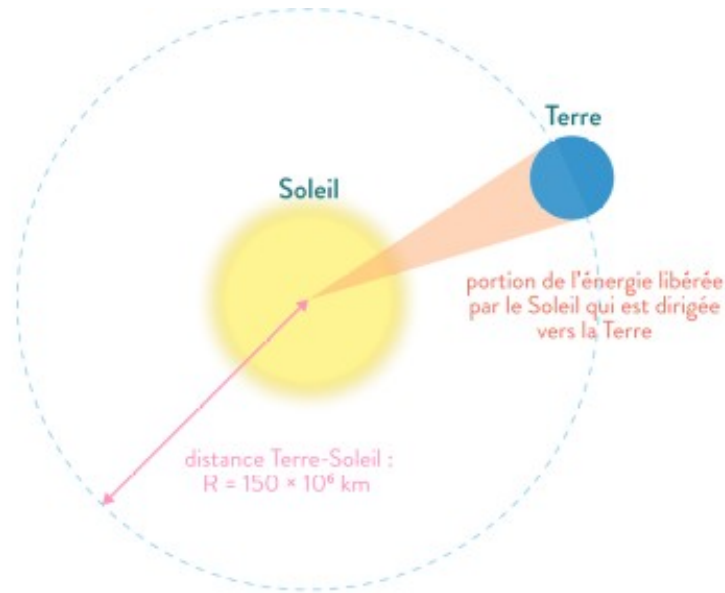
a. Définition

$$E = P \cdot \Delta t$$

E est l'énergie en Joule (J)

P est la puissance en Watt (W)

Δt est la durée en seconde (s)



Constante solaire de la Terre

La constante solaire de la Terre K définit la puissance surfacique rayonnée chaque seconde par le Soleil $K = 1367 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

Puissance totale rayonnée par le Soleil

Dans une sphère de rayon D_{TS} : $P_S = K \cdot S = K \cdot 4 \pi \cdot D_{TS}^2$

Puissance totale reçue sur la Terre

La Terre est assimilée à un disque de rayon R_T :

$$P_T = K \cdot S = K \cdot \pi \cdot R_T^2$$

Rapport P_T/P_S

Le rapport des puissances émise par le Soleil et reçu sur Terre est :

$$\frac{P_T}{P_S} = \left(\frac{R_T}{2 D_{TS}} \right)^2 \approx 4,5 \cdot 10^{-10}$$

b. Equivalence masse-énergie

Pour calculer la masse perdue par le Soleil, on peut utiliser le principe d'équivalence masse-énergie énoncé en 1905 par Albert Einstein :

$$E = m \cdot c^2 \quad \text{ou} \quad \Delta E = \Delta m \cdot c^2 \quad \Delta m = m_{\text{reactifs}} - m_{\text{produits}}$$

E est l'énergie en Joules (J) m est la masse en kilogramme (kg)

c est la vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

c. Loi de Stefan-Boltzmann

La loi de Stefan-Boltzmann permet de calculer la puissance surfacique émise par un astre en fonction de sa température de surface.

$$P = \sigma T^4$$

P puissance en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$$

T est la température en Kelvin

d. Influence de la latitude et de l'inclinaison de la Terre

L'énergie solaire reçue au sol de la Terre selon son inclinaison et sa latitude permet l'explication des saisons

3. Loi de Wien

a. Notion de corps noir

Le corps noir est un objet idéal et théorique qui absorbe toutes les radiations reçues mais sans les réfléchir ni les transmettre. Les étoiles, le Soleil ou le filament d'une lampe à incandescence, sont des corps noirs

b. Loi de Wien

Pour un corps noir de température de surface T et de longueur d'onde d'émission maximale λ_{max} la loi de Wien est :

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = c = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$