

Le rayonnement solaire – Fiche de cours

1. Le rayonnement solaire

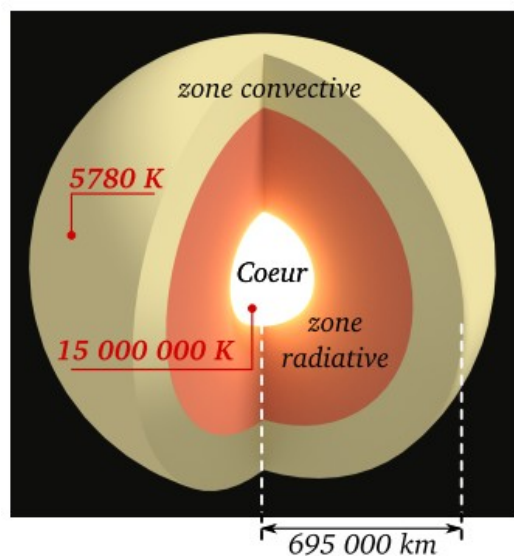
a. Source de l'énergie du Soleil

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.

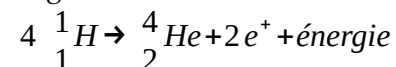
C'est l'étoile la plus proche de la Terre qui permet de comprendre le fonctionnement stellaire et de l'Univers.

Le Soleil est composé de 3 parties :

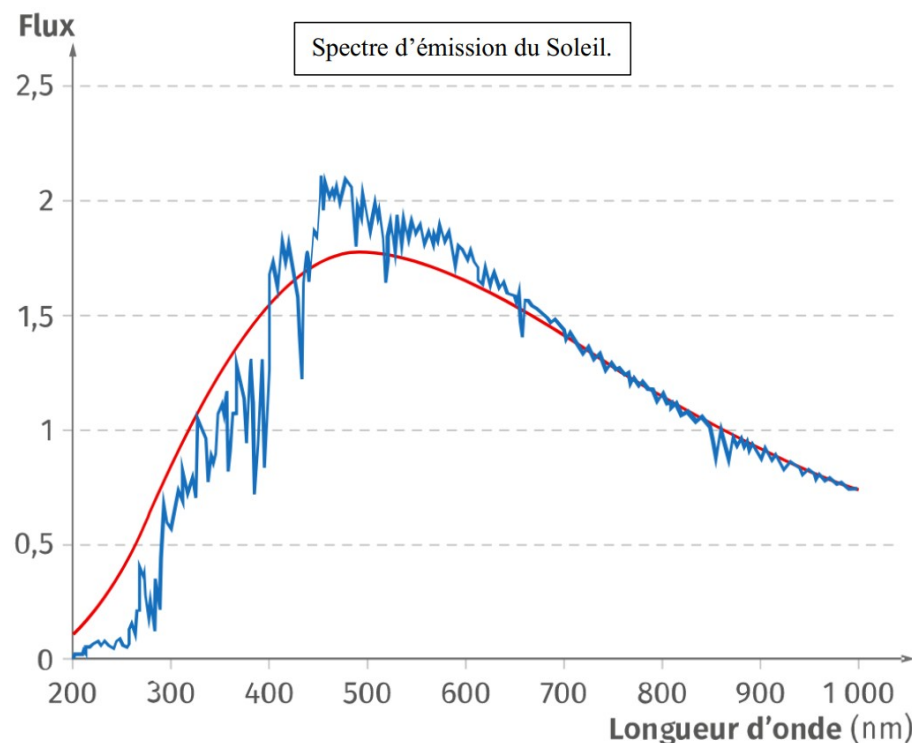
- le coeur : 25 % du volume du Soleil, composé de protons et d'électrons, densité $150\,000\text{ kg.m}^{-3}$, température 15 millions de degrés, lieu de fusion thermonucléaire, libération énorme d'énergie
- la zone radiative : 70 % du volume du Soleil, permet d'évacuer l'énergie du coeur et de lui donner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



Le maximum d'absorption est estimé pour $\lambda_{\max} = 470\text{ nm}$

2. Puissance et énergie

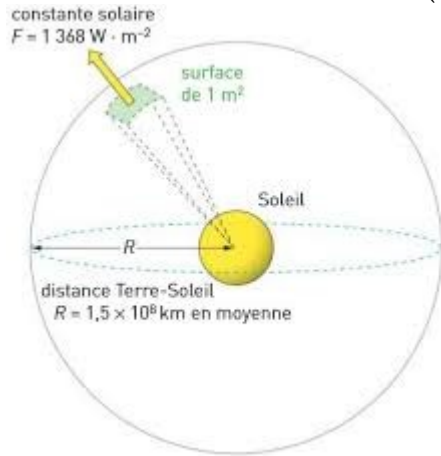
a. Définition

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

E est l'énergie en Joule (J)

P est la puissance en Watt (W)

Δt est la durée en seconde (s)



Puissance totale rayonnée par le Soleil

On considère que le Soleil émet une puissance constante

$P_s = 3,87 \cdot 10^{26} \text{ W}$ dans toutes les directions de l'espace

Puissance totale reçue à la distance R

La puissance du Soleil se distribue uniformément à sa surface d'une sphère de rayon R: $P_s = K \cdot S = K \cdot 4 \pi \cdot R^2$ où K est appelée constante solaire

Constante solaire de la Terre

La constante solaire K_T ou puissance surfacique de la Terre située à

$1 \text{ ua} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ du Soleil est définie par $K_T = 1368 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

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 Stephan-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

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 :

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