

RAYONNEMENT SOLAIRE

On considère que Soleil et Terre rayonnent comme des corps noirs de températures T_s et T_t .

Données : rayon terrestre $R_T = 6370$ km; rayon solaire $R_s = 697\,000$ km; distance Terre-Soleil $d = 150 \times 10^6$ km et constante de Stefan $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$

On rappelle que le rayonnement d'un corps noir de température T en fonction de la longueur d'onde λ admet un maximum en (loi de Wien) :

$$\lambda_m = \frac{2,898 \times 10^{-3} \text{ K} \cdot \text{m}}{T}$$

1) Déterminer la température à la surface du Soleil en considérant que son maximum d'émission est pour 520 nm. En déduire est la puissance totale émise par le Soleil. Cela correspond à combien de réacteurs nucléaires (de puissance typique 1 GW) ?

Correction

La loi de Wien donne immédiatement :

$$T_s = \frac{2,898 \times 10^{-3} \text{ K} \cdot \text{m}}{520 \text{ nm}} = 5573 \text{ K}$$

Le soleil émet donc une puissance totale :

$$\mathcal{P}_s = \sigma T_s^4 \times 4\pi R_s^2 = 3,34 \times 10^{26} \text{ W}$$

Cela correspond à 10^{17} réacteurs nucléaires.

2) Déterminer la puissance reçue par la terre en provenance du soleil.

Correction

Cette puissance se retrouve sur une sphère de rayon d donc de surface $4\pi d^2$. La Terre étant située très loin du soleil, elle intercepte une partie de cette puissance, correspondant à un disque de rayon R_t donc de surface πR_t^2 .

On en déduit la puissance reçue par la terre en provenance du soleil :

$$\mathcal{P}_t = \mathcal{P}_s \times \frac{\pi R_t^2}{4\pi d^2} = 1,51 \times 10^{17} \text{ W}$$

3) Avec ces hypothèses, quelle serait la température d'équilibre de la Terre ?

Correction

En régime stationnaire, la puissance \mathcal{P}_t reçue est égale à la puissance thermique émise. En supposant que la Terre est un corps noir, cela correspond à une température :

$$T_t = \left(\frac{\mathcal{P}_t}{\sigma \times 4\pi R_t^2} \right)^{1/4} = 268 \text{ K}$$

4) Ce modèle est-il réaliste? Quel est le principal phénomène dont il faudrait tenir compte?

Correction

Ce modèle n'est pas réaliste, il faudrait tenir compte de l'effet de serre.