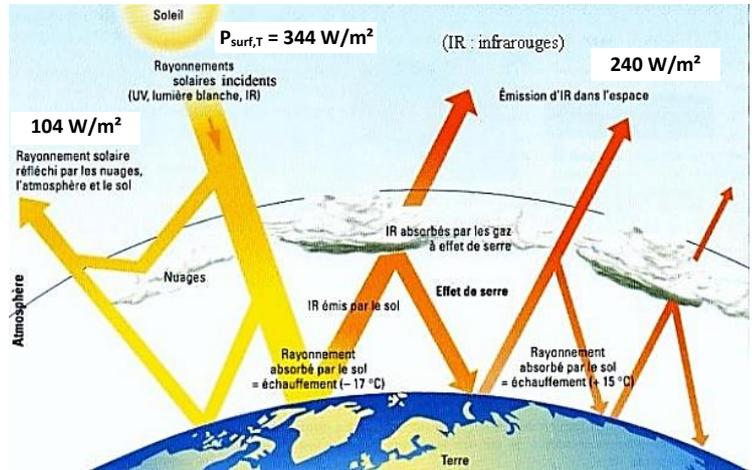


LES TRANSFERTS THERMIQUES : L'effet de serre

La température moyenne de la Terre (environ 16 °C) reste constante s'il y a autant de puissance thermique reçue que de puissance perdue.

C'est pourquoi les scientifiques s'intéressent à l'effet de serre : phénomène de réchauffement dû à l'absorption par l'atmosphère d'une partie du rayonnement IR émis par le sol. Pour quantifier les échanges, ils s'appuient sur le modèle du corps noir pour étudier les astres de l'Univers.



Document 1 : Le modèle du corps noir

Un **corps noir** désigne un objet idéal introduit par G. Kirchhoff en 1862. Ce corps absorbe parfaitement toute l'énergie d'un rayonnement électromagnétique qu'il reçoit, et ce quelle que soit la longueur d'onde du rayonnement.

Cette absorption se traduit par une agitation thermique des entités constituant le corps noir qui, à son tour, émet un rayonnement thermique.

Un corps noir suit plusieurs lois :

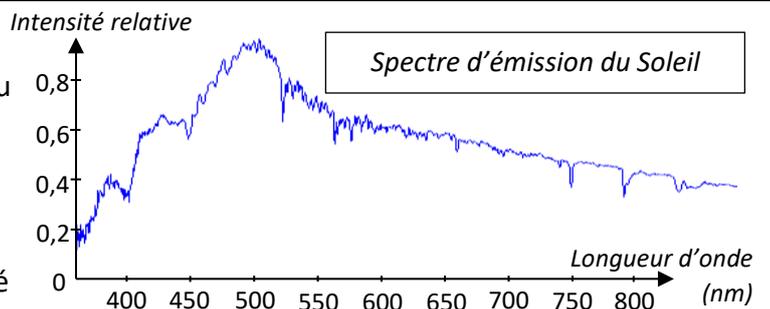
- la loi du déplacement de Wien qui permet de déterminer la longueur d'onde pour laquelle le corps noir émet avec un maximum d'intensité :

$$\lambda_{max} = \frac{2,898.10^{-3} \text{ m.K}}{T}$$

- la loi de Stefan-Boltzmann qui relie la puissance émise par unité de surface P_{surf} (en W.m^{-2}) du corps noir à sa température :

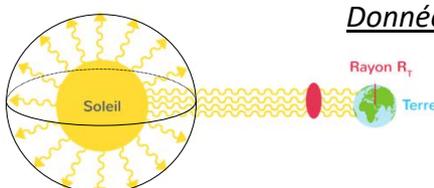
$$P_{surf} = \sigma.T^4 \quad \text{avec } \sigma \text{ la constante de Stefan-Boltzmann}$$

1. a. Evaluer la température de surface T_s du Soleil.
b. En déduire la puissance surfacique émise au niveau de sa surface $P_{surf,S}$.
2. Déterminer la puissance solaire par unité de surface au niveau de la Terre



$P_{sur,S'}$ et montrer alors que la puissance solaire interceptée par la Terre vaut : $P_T = 1,76.10^{17} \text{ W}$.

3. Retrouver la puissance solaire incidente surfacique $P_{surf,T}$ reçue en moyenne par toute notre planète et son atmosphère puis en déduire la température moyenne T' qu'il y aurait sur Terre en l'absence d'effet de serre. Commenter votre résultat.



Données :

- Rayon du Soleil : $R_{Soleil} = 6,96.10^8 \text{ m}$
- Rayon de la Terre : $R_{Terre} = 6,37.10^6 \text{ m}$
- Distance moyenne Terre-Soleil : $D_{T-S} = 1,50.10^8 \text{ km}$
- Constante de Stefan-Boltzmann : $\sigma = 5,67.10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$

LES TRANSFERTS THERMIQUES :

L'effet de serre

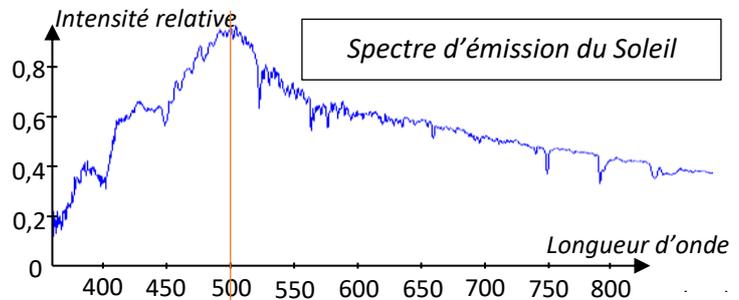
(30 min)

1a. Le Soleil émet une lumière blanche avec une intensité maximale pour $\lambda_{\max} = 500 \text{ nm}$.

D'après la **loi de déplacement de Wien** :

$$T_s = 2,898 \cdot 10^{-3} / \lambda_{\max}$$

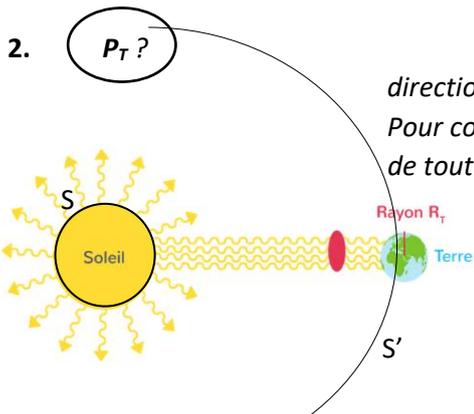
$$T_s = 2,898 \cdot 10^{-3} / 500 \cdot 10^{-9} = 5,80 \cdot 10^3 \text{ K} \\ (= 5,52 \cdot 10^3 \text{ } ^\circ\text{C})$$



1b. En utilisant le modèle du corps noir et la loi de Stefan-Boltzmann :

$$P_{\text{surf},s} = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \times (5,80 \cdot 10^3)^4 = 64,0 \cdot 10^6 \text{ W.m}^{-2}$$

2. P_T ?



Le Soleil envoie son rayonnement électromagnétique dans toutes les directions de l'espace donc dans une sphère de diffusion.

Pour connaître la puissance au niveau de la Terre, il faut considérer la surface de toute la sphère comparée à celle du Soleil.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Au niveau de la surface du Soleil : } P_S = P_{\text{surf},s} \times [4 \cdot \pi \cdot (R_{\text{Soleil}})^2] \\ \text{Au niveau de la surface de la Terre : } P_{S'} = P_{\text{surf},s'} \times [4 \cdot \pi \cdot (D_{T-s})^2] \end{array} \right\}$$

Par **conservation de la puissance** (cf bilan de puissance en élec.) :

$$P_{\text{surf},s'} = P_{\text{surf},s} \times (R_{\text{Soleil}} / D_{T-s})^2$$

$$P_{\text{surf},s'} = 64,0 \cdot 10^6 \times (6,96 \cdot 10^8 / 1,50 \cdot 10^{11}) = 1,38 \cdot 10^3 \text{ W.m}^{-2}$$

On vient de déterminer la puissance surfacique solaire au niveau de la Terre. Pour connaître la puissance, il suffit de multiplier par la surface qui capte la puissance. On voit avec le schéma précédent que cette surface est un disque de rayon R_{Terre} .

$$P_T = P_{\text{surf},s'} \times (\pi \cdot R_{\text{Terre}}^2) = 1,38 \cdot 10^3 \times (\pi \times (6,37 \cdot 10^6)^2) = 1,76 \cdot 10^{17} \text{ W}$$

3. Toute la puissance reçue par la Terre, est captée par toute la sphère terrestre. Donc pour déterminer la puissance surfacique, il faut diviser par la surface de la Terre :

$$P_{\text{surf},T} = P_T / (4 \cdot \pi \cdot R_{\text{Terre}}^2) = 1,36 \cdot 10^3 / (4 \times \pi \times (6,37 \cdot 10^6)^2) = 344 \text{ W.m}^{-2}$$

T' ?

On connaît la puissance solaire surfacique de la Terre et on cherche la température : on utilise de nouveau la loi de Stefan-Boltzmann qui nous est donnée.

A faire !

Sans effet de serre la température de la Terre serait de A comparer avec nos connaissances