

## 1 Le réacteur solaire

### A L'origine de l'énergie solaire

- Le Soleil est le siège de réactions nucléaires de **fusion** entre noyaux d'hydrogène. Ces réactions en chaîne, nécessitant une température minimale de 15 millions de kelvin, peuvent se résumer à l'équation bilan :



- Lors de cette réaction, la somme des masses des produits est très légèrement inférieure à celle des réactifs. Ce défaut de masse  $\Delta m$  est à l'origine de l'énergie dégagée par le Soleil sous forme de **rayonnement**. Elle peut se calculer grâce à la fameuse relation d'Einstein :

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \text{ (avec } \Delta E \text{ en J, } \Delta m \text{ en kg, et } c = 3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\text{)}$$

### B La température de surface du Soleil

- Le corps noir est un corps idéal qui absorbe toutes les radiations électromagnétiques qu'il reçoit (aucune réflexion n'est possible). La loi de Planck indique que lorsque ce type de corps émet un rayonnement, celui-ci ne dépend que de la température du corps.
- Le spectre du Soleil montre qu'il se comporte en première approximation comme un corps noir.
- Loi de Wien (propre aux corps noirs) :  $\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$ . Cette relation permet de déterminer la température de surface  $T$  du Soleil : connaissant grâce à son spectre la longueur d'onde d'émission maximale  $\lambda_{\text{max}}$ , on accède à la valeur de  $T$  par le calcul.

## 2 La réception de l'énergie solaire sur Terre

### A Une répartition variable dans le temps

- En un point donné, le rayonnement solaire reçu par la Terre varie dans le temps : plus grand le jour que la nuit et plus important en été qu'en hiver (dans l'hémisphère nord).
- La puissance radiative reçue du Soleil par une surface plane est proportionnelle à l'aire de la surface et donc dépend de l'angle incident.
- Ces variations temporelles en un même lieu sont dues respectivement :
  - à la rotation de la Terre sur elle-même, ce qui modifie l'angle d'incidence des rayons solaires durant le jour ;
  - à l'inclinaison de l'axe de la Terre par rapport au plan de révolution autour du Soleil, ce qui expose les hémisphères à des angles d'incidence variables suivant le moment de l'année. C'est l'origine des saisons.

### B Une répartition variable dans l'espace

- Les moyennes annuelles de température au sol sont d'autant plus fortes que l'on se rapproche de l'équateur, et d'autant plus basses que l'on va vers les pôles. Ceci explique en grande partie les climats, zonés de façon latitudinale.
- En effet, en raison de la rotondité de la Terre, le rayonnement solaire frappe sa surface de façon oblique d'autant plus que la latitude est élevée, alors que le rayonnement atteignant l'équateur est perpendiculaire à la surface du sol.

#### → Rappels

##### Quelques particules

**Le positron**  ${}^0_1\text{e}$  : charge électrique de +1 charge élémentaire (contre -1 pour l'électron), même masse que l'électron.

**Le neutrino**  $\nu$  : charge nulle et masse très faible.

**Le photon gamma**  $\gamma$  : photon très énergétique.

**Lien entre énergie et puissance :**

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

avec  $P$  en watt (W),  $\Delta E$  en joule (J) et  $\Delta t$  en seconde (s).

#### Mots-clés

Fusion  
Rayonnement

Retrouvez  
les définitions p. 285.

#### Unités-clés

##### Kelvin (K)

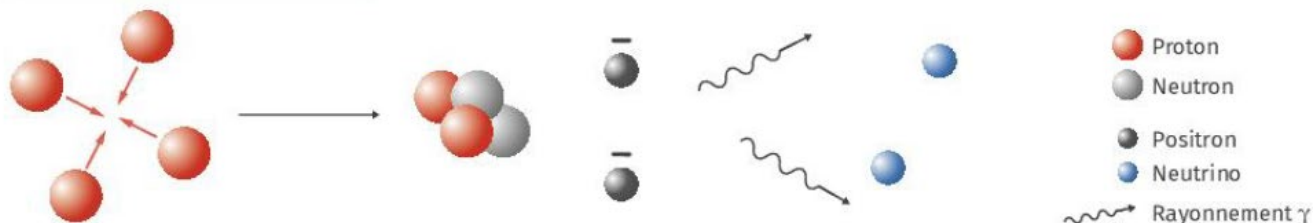
Il s'agit de l'unité de référence pour la mesure de la température en physique. On passe d'une température  $T(^{\circ}\text{C})$  en degré Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) à une température  $T(\text{K})$  en kelvin grâce à la relation :  
 $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15$ .

#### Pas de malentendu

##### Une approximation nécessaire

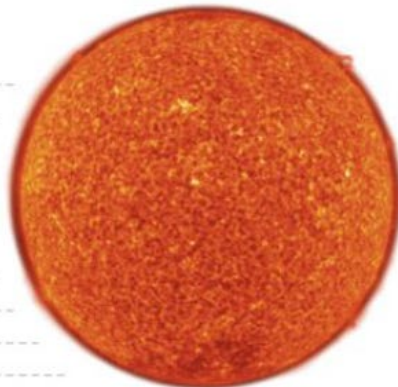
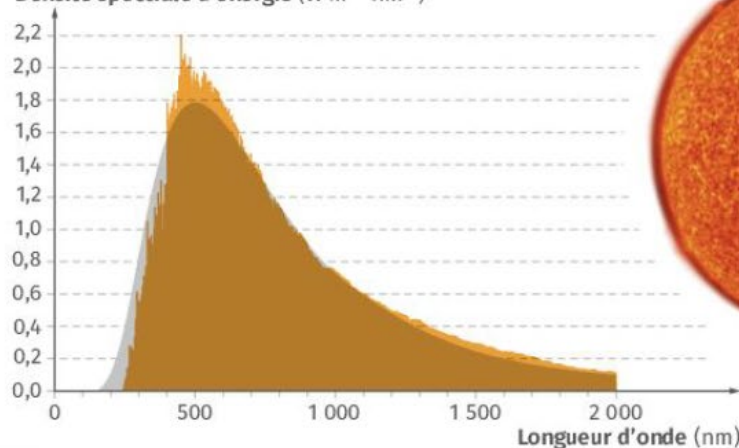
Étant donné la grande distance Terre-Soleil, on peut assimiler les rayons solaires qui atteignent la Terre à un faisceau de rayons parallèles perpendiculaires à la surface du sol au niveau de l'équateur.

## Le réacteur solaire



La fusion de l'hydrogène :  $4 {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^0_1\text{e} + 2\gamma + 2\nu$ .

Densité spectrale d'énergie ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{nm}^{-1}$ )

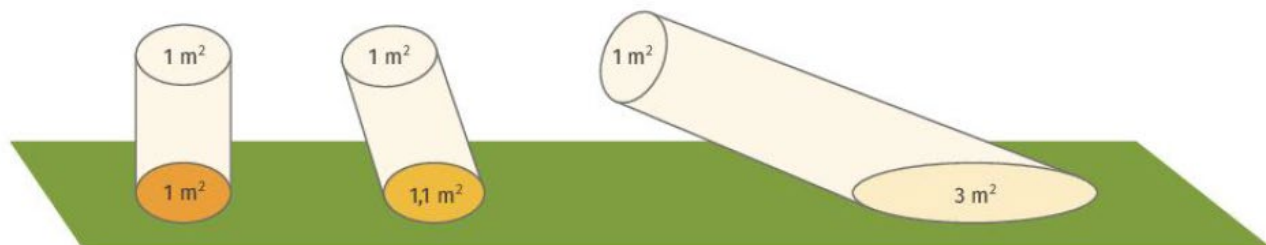


■ Spectre du Soleil

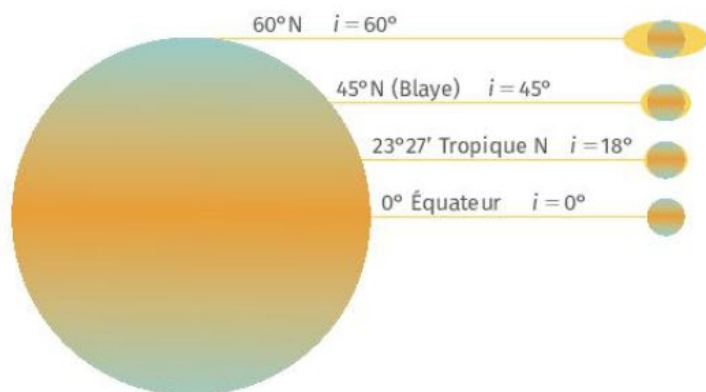
■ Spectre du corps noir à  $T = 5777 \text{ K}$

Spectre d'émission du Soleil d'après la loi de Wien, on détermine la température de surface du Soleil :  $T = 6 \times 10^3 \text{ K}$ .

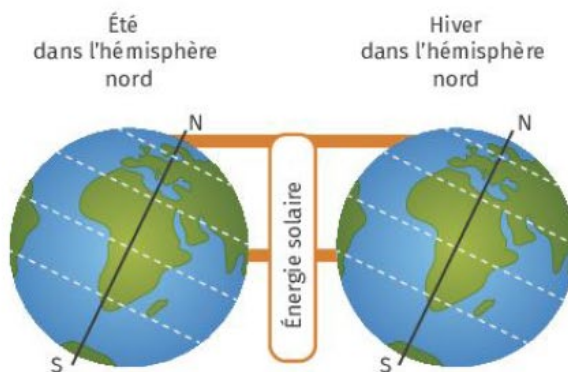
## La réception de l'énergie solaire sur Terre



L'angle d'incidence du faisceau lumineux joue sur la surface éclairée et donc sur l'intensité énergétique reçue.



Surface éclairée par un faisceau lumineux en fonction de la latitude (situation à l'équinoxe). Situation à l'équinoxe (et aussi en moyenne sur une année complète).



Situation aux solstices d'été (à gauche) et d'hiver (à droite).