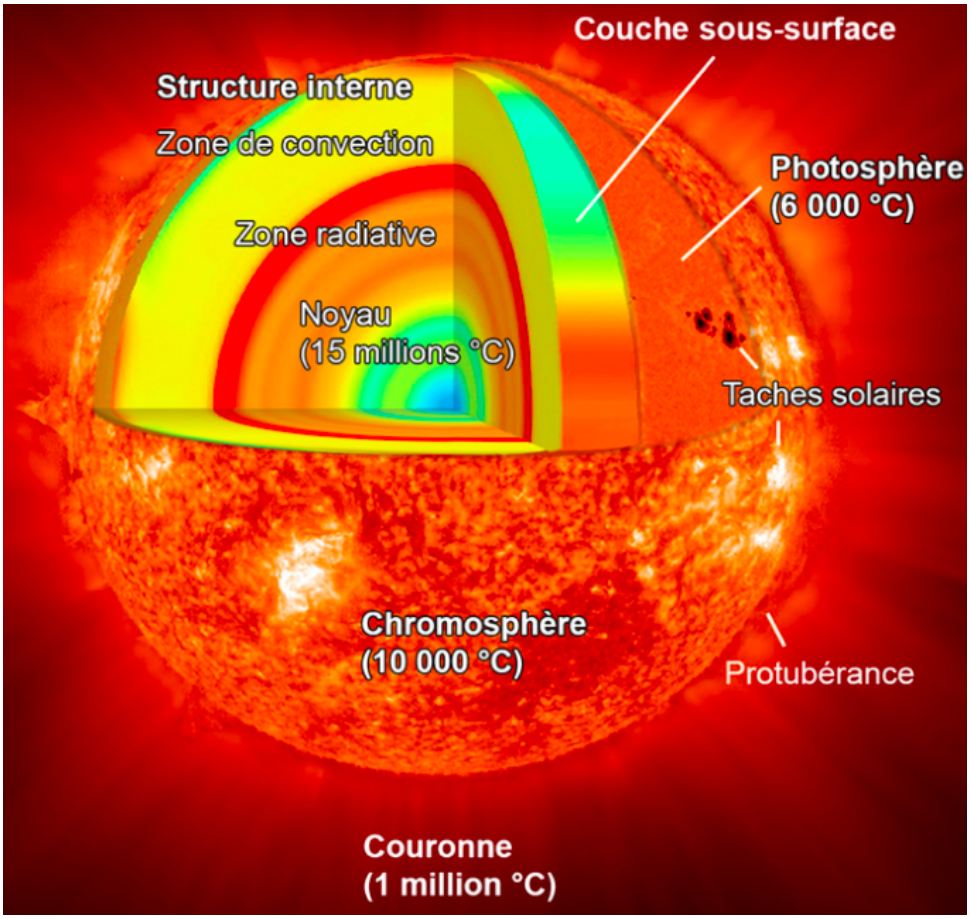
Le soleil - Source d'énergie
Le rayonnement solaire

I Origine de l'énergie dégagée par les étoiles

Le Soleil est le siège de réactions de fusion nucléaire qui consomme deux noyaux d'hydrogène pour produire un noyau d'helium. Cette réaction s'accompagne de la libération d'une très grande quantité d'énergie. Elle permet au Soleil de conserver des températures très élevées.



Ainsi, la température à la surface du Soeil peut atteindre 5700 °C mais elle peut atteindre plusieurs millions de degrés au centre de l'étoile ou dans les couches les plus hautes de la couronne solaire.
Pour des étoiles de faible masse comme le Soleil, l'ensemble des réactions de fusion se déroule dans le noyau de l'étoile.
Pour calculer, l'énergie libérée lors d'une fusion thermonucléaire, on utilise la relation :

$$E = |\Delta m| c^2$$

Energie (J)

Célérité de la lumière ($m.s^{-1}$)

Perte de masse (kg)

Lors de la réaction de fusion nucléaire dans le Soleil, il y a émission positons et de rayonnement gamma.

$$4\,{}^{1}_{1}\mathrm{H} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + 2\,{}^{0}_{1}\mathrm{e}$$

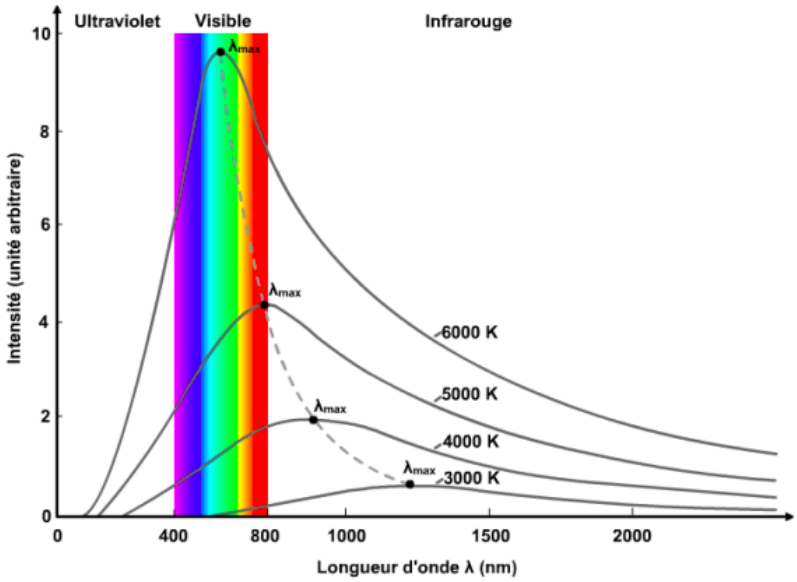
L'énergie E libérée par cette réaction est :

$$E = [4 \times m_H - (m_{He} + 2 \times m_{positon})] \times c^2$$

L'énergie libérée par les réactions de fusion nucléaire s'accompagne donc d'une diminution de la masse du Soleil au cours du temps.

II Le soleil, source d'ondes électromagnétiques

Le Soleil émet des rayonnements sur la totalité du spectre électromagnétique. Les rayonnements sont étudiés à partir de spectres représentant l'énergie rayonnée par le Soleil en fonction de la longueur d'onde.



L'analyse de ces profils spectraux est réalisée dans le cadre du modèle du corps noir qui indique que l'allure des spectres ne dépend que la température.

Propriété

Dans le cadre du modèle du corps noir, le spectre du rayonnement émis par le Soleil dépend uniquement de la valeur de la température à sa surface.

Tous les spectres présentent un maximum d'énergie rayonnée pour une certaine valeur λ_{max} de la longueur d'onde. A la fin du XIXé siècle, le physicien allemand Wilhelm Wien montra la relation suivante.

$$\lambda_{max} \times T = 2,9 \times 10^{-3}\ \mathrm{K.m}$$

Propriété

Dans le cadre du modèle du corps noir, la température de la surface du Soleil est inversement proportionnelle à la longueur d'onde d'émission maximale λ_{max}.

III Energie solaire reçue par la Terre

1 Constante solaire

L'énergie solaire reçue par la Terre est évaluée par la constante solaire. La constante solaire est la puissance que reçoit une surface plane de la Terre perpendiculaire aux rayons du Soleil et de la surface de 1 m^2. Elle s'exprime en watt par mètre carré ($W.m^{-2}$) et vaut

$$\text{constante solaire} = 342\ W.m^{-2}$$

Propriété

Pour une surface plane perpendiculaire aux rayons du Soleil, la puissance solaire reçue est proportionnelle à l'aire de la surface.

2 Mouvements de la Terre et inégale répartition de l'énergie

La Terre est animée de deux mouvements appelés révolution et rotation.

- La **révolution** correspond au déplacement de la Terre autour du Soleil. Ce mouvement de fait dans un plan appelé plan de l'écliptique.
- La **rotation** de la Terre sur elle-même se fait autour d'un axe qui joindrait les pôles Nord et Sud. Cet axe est incliné par rapport au plan de l'écliptique.

Ces deux mouvements modifient l'angle avec lequel le rayonnement solaire atteint la surface de la Terre et donc la quantité d'énergie qu'elle reçoit.

Propriété

La puissance reçue du Soleil dépend de l'angle entre la normale à la surface et la direction du Soleil.

Cette configuration explique les variations de température de température, de saisons et de climat que l'on observe sur Terre.

3 Conséquences de l'inégale répartition de l'énergie

Propriété

La puissance reçue du Soleil par unité de surface dépend du moment de la journée, du jour de l'année (saisons) et de l'emplacement sur Terre (latitude).