

# - Le rayonnement solaire : (chapitre 1 le soleil notre source d'énergie ou chapitre 3 de l'année) -

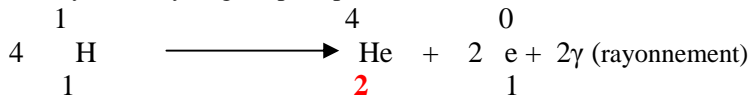
(Durée : 1 h 30 avec résumé audio prof et résumé écrit élève )

**Introduction** : Le soleil transmet à la Terre de l'énergie par rayonnement. Cette énergie a des conséquences importantes pour notre planète car elle explique les saisons et les climats suivant l'endroit et la date à laquelle on se trouve à la surface de la Terre.

## I°) Le soleil source d'énergie :

a°) Le soleil, siège de la fusion nucléaire : [https://www.youtube.com/watch?v=bAEZ\\_NQ15JI](https://www.youtube.com/watch?v=bAEZ_NQ15JI)

Soit la réaction de fusion nucléaire se produisant au sein du soleil, celle-ci consomme comme combustible des noyaux d'hydrogène pour produire de l'hélium :



**Données** : (en unités de masse atomique u) : Masse d'un noyau de  $^1\text{H}$  : 1,00784 u  $^4\text{He}$  = 4,001 5 u  $\text{e} = 5,489 \times 10^{-4}$  u en unités de masse atomique u . Aux échelles atomique et nucléaire, on préfère utiliser l'unité de masse atomique notée u, dont la valeur correspond au 1/12 de la masse d'un atome de carbone 12 (Z=6) :  $1\text{u} = 1,66054 \cdot 10^{-27}$  kg

**Questions** :

1°) Complète l'équation-bilan ci-dessus en justifiant.

2°) Calculer  $m_{\text{avant}} - m_{\text{après}}$  pour les noyaux lors de la réaction :  $m_{\text{avant}} - m_{\text{après}} = 4 \times 1,00784 - 4,001 5 - 2 \times 5,489 \times 10^{-4} = +0,028762 \text{ u}$

**Conclusion** : Au cours de nombreuses **réactions nucléaires** (dont celle de fusion au sein du soleil), il y a **perte** de masse : la masse des noyaux après réaction est **inférieure** à la masse des noyaux **avant** : **perte de masse** =  $m_{\text{av}} - m_{\text{ap}} > 0$

**Relation d'Einstein** : Pour expliquer ce défaut de masse, Albert EINSTEIN (physicien d'origine Allemande, prix Nobel en 1921 pour la théorie de la relativité) postule en 1905 qu'une particule au repos recèle de l'énergie du seul fait de sa masse.

**Définition** : Toute particule de masse m même au repos, possède du seul fait de sa masse une énergie  $E_0$  donnée par :

$$E_0 = m \times c^2 \quad E_0 \text{ s'exprime en joule et } m \text{ en kilogramme (kg) } c \text{ est la vitesse de la lumière}$$

dans le vide qui vaut :  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m/s .

L'énergie libérée  $\Delta E$  par les réactions de fusion nucléaire s'accompagne d'une perte de masse selon l'égalité :

$$\Delta E = \Delta m \times c^2 = (m_{\text{avant}} - m_{\text{après}}) \times c^2$$

**Question** :

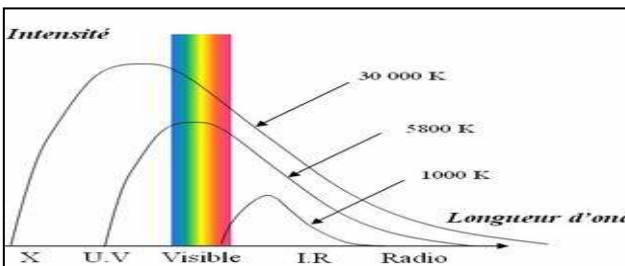
En déduire l'expression de l'énergie libérée lors de la réaction de fusion au sein du soleil puis donner sa valeur :

$$\Delta E = \Delta m \times c^2 = (m_{\text{avant}} - m_{\text{après}}) \times c^2 = +0,028762 \times 1,66054 \cdot 10^{-27} \times (3,00 \times 10^8)^2 = +4,30 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

## b°) Le soleil : source d'ondes électromagnétiques :

Le soleil émet des rayonnements sur la totalité du spectre électromagnétique. L'analyse de ces profils spectraux est réalisée dans le cadre du modèle du corps noir (corps qui absorbe toutes les radiation électromagnétiques qu'il reçoit).

Dans le cadre du modèle du corps noir , le spectre du rayonnement émis par le soleil dépend uniquement de la valeur de la température du surface (voir courbe ci-dessous) .



[https://media4.obspm.fr/public/ressources\\_lu/pages\\_corps-noir/spectre-corps-noir-simuler.html](https://media4.obspm.fr/public/ressources_lu/pages_corps-noir/spectre-corps-noir-simuler.html)



<https://phet.colorado.edu/fr/simulation/blackbody-spectrum>

Les spectres présentent un maximum d'énergie rayonnée pour une certaine valeur  $\lambda_{\text{max}}$  de la longueur d'onde. A la fin du XIX<sup>ième</sup> siècle le physicien allemand Wilhem Wien montre la relation suivante :

Loi de Wien :  $\lambda_{\text{max}} \times T = \text{constante} = 2,9 \times 10^{-3} \text{ m.K}$  où T est la température de surface du soleil exprimée en Kelvin.

<https://www.youtube.com/watch?v=kG3sfSOKZUs>

Cette formule permet de calculer la température de surface du soleil sachant que le  $\lambda_{\text{max}} = 500 \text{ nm}$  .

Question : calculer la température de surface du soleil avec la loi de

$$\text{Wein et vérifier avec la courbe ci-dessus : } T = \frac{2,9 \times 10^{-3}}{500 \cdot 10^{-9}} = 5,8 \cdot 10^3 \text{ K soit } 5,5 \times 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$$



## II°) L'énergie solaire reçue sur Terre (Voir avec SVT) :

L'énergie reçue du soleil sur terre dépend du moment de la journée (variation diurne), du jour de l'année (saisons) et de l'emplacement sur Terre (zone climatique)