

Le rayonnement solaire

1^{re}

Programme d'enseignement scientifique de première générale — BO 2023 n°25 — MENE2312806A

Si le **Soleil** brûlait, au sens chimique, il se serait éteint depuis longtemps — aucune combustion ne tiendrait des milliards d'années à cette **puissance**. Ce qu'il fait est autre chose : il assemble des noyaux légers, et une partie de leur masse disparaît en devenant de l'énergie.

1 La source : la fusion

RÈGLE

Le **Soleil** ne brûle pas : il réalise la **fusion** de noyaux d'hydrogène en noyaux d'hélium. Le noyau produit est très légèrement **moins massif** que la somme des noyaux de départ, et c'est cette masse manquante qui est rayonnée sous forme d'énergie. La source est nucléaire, jamais chimique.

$$E = mc^2$$

PROPRIÉTÉ

L'énergie ainsi libérée quitte le Soleil sous forme de rayonnement électromagnétique, dans toutes les directions. La **puissance** totale rayonnée est colossale et constante à notre échelle de temps ; ce qui nous parvient n'en est qu'une fraction infime, celle qui traverse la petite portion de sphère occupée par la Terre.

2 Le flux reçu dépend de la distance

DÉFINITION

Le **flux** surfacique est la **puissance** reçue par unité de surface, en watts par mètre carré. Le rayonnement émis par une source ponctuelle se répartit sur une sphère dont l'aire croît comme le carré du rayon : le flux **décroît donc comme l'inverse du carré de la distance**. Une planète deux fois plus éloignée reçoit quatre fois moins, jamais deux fois moins.

$$\text{flux} = \frac{P}{4\pi d^2}$$

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Parler de combustion du Soleil, ou raisonner comme si le flux reçu ne dépendait pas de la distance. — Aucune combustion chimique ne fournirait une telle **puissance** pendant des milliards d'années : la source est nucléaire, et l'énergie provient d'une **perte de masse**. Quant au flux, il se répartit sur une sphère de plus en plus grande : il décroît comme l'inverse du **carré** de la distance, ce qui change tout dès qu'on compare deux planètes.

Le réflexe : Nommer la **fusion** plutôt que la combustion, et diviser par le **carré** de la distance.

3 Le spectre et la température de surface

PROPRIÉTÉ

Un corps chaud n'émet pas à une seule **longueur d'onde** mais sur tout un **spectre**, avec un maximum dont la position dépend de sa température : plus il est chaud, plus ce maximum se déplace vers les courtes longueurs d'onde. C'est la loi de Wien. Elle permet de déterminer la température de surface d'une étoile **sans s'en approcher** — le spectre reçu suffit.

$$\lambda_{max} \times T = 2,90 \times 10^{-3}$$

La même loi explique pourquoi le Soleil émet surtout dans le visible tandis que la Terre, beaucoup plus froide, émet dans l'**infrarouge**. Ce n'est pas une coïncidence pédagogique : c'est ce décalage entre les deux **spectres** qui rend possible l'effet de serre, puisque les gaz concernés sont transparents à l'un et absorbants pour l'autre.

CALCULER UN FLUX OU UNE LONGUEUR D'ONDE

- ① Repérer si la grandeur cherchée est une **puissance** totale ou un **flux** par unité de surface.
- ② **Diviser** la puissance par l'**aire de la sphère** correspondante pour obtenir le **flux** à cette distance.
- ③ Comparer deux distances en passant par le **rapport des carrés**.
Une planète deux fois plus loin reçoit quatre fois moins, pas deux fois moins.
- ④ **Appliquer** la loi de Wien avec des unités cohérentes pour la **longueur d'onde** du maximum.
- ⑤ Contrôler que le résultat tombe dans le domaine attendu du **spectre**.

À VÉRIFIER

- Ai-je parlé de **fusion** et non de combustion ?
- Ai-je relié l'énergie libérée à une **perte de masse** ?
- Ai-je divisé par le **carré** de la distance pour le **flux** ?
- Ai-je utilisé la loi de Wien avec des unités cohérentes ?
- Ai-je vérifié le domaine du **spectre** obtenu ?

À RETENIR

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Le Soleil ne brûle pas : il réalise la fusion hydrogène → hélium.• L'énergie vient d'une perte de masse : $E = mc^2$.• Flux = puissance par unité de surface, en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$.• Le flux décroît comme l'inverse du carré de la distance.• Deux fois plus loin → quatre fois moins. | <ul style="list-style-type: none">• Flux solaire au niveau de la Terre $\approx 1361 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.• Loi de Wien : maximum d'émission d'autant plus court que c'est chaud.• Soleil $\approx 5800 \text{ K}$ → maximum $\approx 500 \text{ nm}$, dans le visible.• La Terre, plus froide, émet dans l'infrarouge. |
|---|--|