

Le rayonnement solaire

D'où vient l'énergie du Soleil, ce que son spectre dit de sa température, et pourquoi la puissance reçue au sol change avec l'heure, la saison et la latitude : à la fin, tu sais **lire un spectre, appliquer la loi de Wien et expliquer les saisons**.



1 Quatre parties, une vraie progression

Cours, repères à retenir, méthodes pas à pas, QCM de tête, exercices corrigés. On part de la fusion au cœur du Soleil, on termine sur les températures relevées au sol et deux sujets complets.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les confusions à éviter dans le chapitre, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté sur un exemple.

3 Rien que le programme officiel

Les cinq savoir-faire exigibles, recopiés en page 2 dans les termes du programme. **Des données publiées : normales de Météo-France, températures d'étoiles, distances Terre-Soleil.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire du chapitre, où chaque repère dit s'il est à savoir par cœur, à retrouver ou fourni par l'énoncé, et la page « ce que la question demande, ce que tu écris ».

4

parties
progressives

14

exercices corrigés
pas à pas

16

repères
à retenir

10

méthodes
pas à pas

Conforme au programme d'enseignement scientifique de première générale - B.O. n° 25 du 22 juin 2023, thème 2 « Le Soleil, notre source d'énergie », partie **2.1 « Le rayonnement solaire »**. Un test de positionnement en page 4 t'indique par quelle partie commencer.

« *Le spectre d'une étoile donne sa température.
L'angle des rayons donne la puissance reçue.* »

Génies des Sciences

Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com



3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions sur les quatre parties. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer**.

01 L'énergie rayonnée par le Soleil provient :

- ☐ a de la fusion de l'hydrogène ☐ b d'une combustion
☐ c de la désintégration de l'uranium

02 La relation $E = mc^2$ relie :

- ☐ a la masse et l'énergie ☐ b la vitesse et la durée
☐ c la force et la distance

03 Le Soleil perd de la masse au cours du temps.

☐ VRAI ☐ FAUX

04 Une table à 20 °C émet un rayonnement électromagnétique.

☐ VRAI ☐ FAUX

05 Le spectre d'un corps noir dépend seulement de sa température de surface.

☐ VRAI ☐ FAUX

06 D'après la loi de Wien, λ_{max} est :

- ☐ a proportionnelle à T ☐ b inversement proportionnelle à T
☐ c indépendante de T

07 Une longueur d'onde de 1 000 nm appartient au domaine :

- ☐ a ultraviolet ☐ b visible ☐ c infrarouge

08 D'après la loi de Stefan, la puissance émise par unité de surface est proportionnelle à :

- ☐ a T ☐ b T^2 ☐ c T^4

09 La puissance reçue par une surface est maximale quand l'angle entre la normale à la surface et la direction du Soleil vaut :

- ☐ a 0° ☐ b 45° ☐ c 90°

10 La puissance reçue par une surface plane est proportionnelle à son aire.

☐ VRAI ☐ FAUX

11 Si un même faisceau s'étale sur une aire deux fois plus grande, la puissance reçue par mètre carré est divisée par deux.

☐ VRAI ☐ FAUX

12 Les saisons s'expliquent par la variation de la distance entre la Terre et le Soleil.

☐ VRAI ☐ FAUX

13 La moyenne de 10 °C, 14 °C et 18 °C vaut :

- ☐ a 14 °C ☐ b 42 °C ☐ c 21 °C

14 La moyenne de -4 °C et de 6 °C vaut 1 °C.

☐ VRAI ☐ FAUX

15 Un indice UV de 8 correspond à un risque :

- ☐ a faible ☐ b modéré ☐ c très élevé

16 Les UV du Soleil permettent à la peau de fabriquer de la vitamine D, mais leur excès provoque des coups de soleil.

☐ VRAI ☐ FAUX

QUESTIONS PARTIE SI TU EN RATES UNE...

1 à 4	1	la fusion, $E = mc^2$ et le rayonnement de tout corps
5 à 8	2	le spectre du corps noir, les lois de Wien et de Stefan
9 à 12	3	la puissance reçue : angle, aire, saisons, latitude
13 à 16	4	les moyennes de températures et l'exposition au Soleil

✓ Où sont les réponses

Elles ne sont pas sur cette page, pour que tu répondes sans les voir : tu les trouveras **en tête des corrigés**, page 30.

★ Comment lire ton résultat

14 à 16 : enchaîne les quatre parties dans l'ordre.

9 à 13 : commence par les parties où tu as raté une question, puis reprends les autres.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre. Le pack est construit pour ce parcours complet.

? D'où viennent ces questions

Chaque question correspond à un **savoir** ou à une **capacité exigible** du programme.



3 Tout corps émet un rayonnement

COURS

Le rayonnement du Soleil n'a rien d'exceptionnel dans son principe. Une table, le sol, ton propre corps émettent eux aussi un rayonnement électromagnétique ; à température ambiante, il se situe dans l'**infrarouge** et reste invisible à l'œil. C'est ce rayonnement que détecte une caméra thermique (exercice 7). Ce qui distingue le Soleil, c'est sa température : elle fixe le domaine où il émet le plus et la puissance qu'il rayonne (partie 2).

R4 TOUT CORPS RAYONNE

PAR CŒUR

Comme tous les corps matériels, les étoiles et le Soleil **émettent des ondes électromagnétiques** et perdent donc de l'énergie par rayonnement.

C'est la phrase du programme. Le Soleil perd cette énergie en permanence, ce qui explique, avec R1 et R2, la diminution de sa masse.

4 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Calculer une énergie avec $E = mc^2$

1 Je convertis la masse en kilogrammes

car la relation ne donne des joules qu'avec des kilogrammes.

2 Je calcule c^2 avec son unité

en élevant au carré le nombre et l'unité.

3 Je multiplie par la masse

puis je conclus par une phrase, en joules.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Pour $m = 1,0 \text{ kg}$:

$$c^2 = (3,00 \times 10^8 \text{ m/s})^2 = 9,00 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$E = 1,0 \text{ kg} \times 9,00 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$$

$$E = 9,0 \times 10^{16} \text{ J.}$$

Une masse de 1,0 kg correspond à une énergie de $9,0 \times 10^{16} \text{ J}$.

2 Calculer la masse perdue par une étoile

1 Je calcule l'énergie rayonnée

pendant la durée choisie, avec $E = P \times \Delta t$.

2 J'isole la masse

dans la relation d'Einstein, ce qui donne $m = E/c^2$.

3 Je conclus en kilogrammes

et je compare, si on me le demande, à la masse de l'étoile.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

L'étoile Véga rayonne une puissance d'environ $1,5 \times 10^{28} \text{ W}$. En $\Delta t = 1,0 \text{ s}$:

$$E = 1,5 \times 10^{28} \text{ W} \times 1,0 \text{ s} = 1,5 \times 10^{28} \text{ J}$$

$$m = \frac{1,5 \times 10^{28} \text{ J}}{9,00 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2} \approx 1,7 \times 10^{11} \text{ kg}$$

Véga perd **environ $1,7 \times 10^{11} \text{ kg}$** chaque seconde.

5 Les erreurs qui coûtent des points

LES PIÈGES DU CHAPITRE

1 Confondre fusion et combustion

X « Le Soleil brûle comme un feu de bois. » · ✓ Son énergie vient de la **fusion** de noyaux d'hydrogène : c'est une réaction nucléaire, sans flamme ni dioxygène.

Le réflexe : au cœur du Soleil, ce sont des noyaux qui réagissent, pas des molécules qui brûlent.

2 Oublier le carré, ou garder des grammes

X Écrire $E = mc$, ou remplacer m par 1 pour une masse de 1 g. · ✓ La relation est $E = mc^2$, avec la masse en kilogrammes : $1 \text{ g} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ kg}$. Une masse laissée en grammes donne une énergie 1 000 fois trop grande.

Le réflexe : masse en kilogrammes, c au carré, résultat en joules.



3 Croire que seuls les corps chauds rayonnent

✗ « Un objet froid n'émet aucun rayonnement. » · ✓ Tous les corps matériels émettent un rayonnement électromagnétique ; à température ambiante, il se situe dans l'infrarouge, donc il est invisible.

Le réflexe : tout corps rayonne ; sa température fixe le domaine où il émet le plus et la puissance qu'il rayonne.

6 Le QCM express

DE TÊTE, SANS CALCULATRICE

1. D'où vient l'énergie du Soleil ?
2. Quelle relation lie masse et énergie ?
3. Que vaut c , avec son unité ?
4. Combien vaut 1 g en kilogrammes ?
5. Combien de joules par seconde dans 1 W ?
6. Le Soleil gagne-t-il ou perd-il de la masse ?
7. Avec $c^2 = 9,0 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$, que vaut E pour $m = 2,0 \text{ kg}$?
8. Une table à 20°C émet-elle un rayonnement ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. **Réponses :** 1. de la fusion de l'hydrogène en hélium - 2. $E = mc^2$ - 3. $3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ - 4. $1,0 \times 10^{-3} \text{ kg}$ - 5. 1 J/s - 6. il en perd - 7. $2,0 \text{ kg} \times 9,0 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1,8 \times 10^{17} \text{ J}$ - 8. oui, dans l'infrarouge.

7 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 L'énergie du Soleil

★★★ ☐

Les questions portent sur le cours de cette partie (repères R1 à R4).

1. Quelle réaction est à l'origine de l'énergie du Soleil ? Où se produit-elle ?
2. Pourquoi le Soleil émet-il un rayonnement électromagnétique ? Un caillou à 15°C en émet-il un ?
3. Écrire la relation d'équivalence masse-énergie, en nommant chaque grandeur et son unité.
4. Le Soleil gagne-t-il ou perd-il de la masse au cours du temps ? Justifier en une phrase.

Exercice 2 L'énergie d'un gramme de matière

★★★ ☐

Données : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$. Les besoins en énergie d'un adolescent, apportés par son alimentation, sont de l'ordre de $1 \times 10^7 \text{ J}$ par jour. Une année compte 365 jours.

1. Convertir une masse de 1,0 g en kilogrammes.
2. Calculer c^2 , avec son unité.
3. Calculer l'énergie E qui correspond à la disparition d'une masse de 1,0 g.
4. Combien de jours d'alimentation d'un adolescent cette énergie représente-t-elle ? Convertir ce nombre de jours en années.
5. Que peut-on conclure sur l'énergie qui correspond à une très petite masse ?

Le conseil du prof

Dans un calcul avec $E = mc^2$, écris l'unité à chaque ligne : des kg multipliés par des m^2/s^2 donnent des joules, et des joules divisés par des m^2/s^2 redonnent des kilogrammes. Puis vérifie l'ordre de grandeur : comme c^2 vaut environ $10^{17} \text{ m}^2/\text{s}^2$, l'énergie en joules a environ 17 de plus dans sa puissance de 10 que la masse en kilogrammes. Ainsi 1 kg correspond à environ 10^{17} J , et 10^{20} J à environ 10^3 kg .



La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Lis-les seulement après avoir cherché : c'est l'effort de recherche qui fixe la méthode.

✓ **Les réponses du test de positionnement**

1. a - 2. a - 3. Vrai - 4. Vrai (tout corps rayonne) - 5. Vrai - 6. b - 7. c - 8. c - 9. a - 10. Vrai - 11. Vrai - 12. Faux (c'est l'inclinaison de l'axe) - 13. a - 14. Vrai - 15. c - 16. Vrai

Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la donnée utilisée, la relation, le calcul avec l'unité à chaque ligne, puis une phrase qui répond à la question.

Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche d'abord **où** les deux chemins se séparent : une conversion, une lecture, un signe. C'est ce point qu'il faut reprendre, pas l'exercice entier. La page 41 donne, pour chaque type de question, le plan attendu.



Exercice 1 ★ **L'énergie du Soleil**

1. L'énergie du Soleil provient des **réactions de fusion de l'hydrogène** en hélium, qui se produisent au cœur du Soleil (R1).
2. Comme tous les corps matériels, le Soleil émet des ondes électromagnétiques (R4). Un caillou à 15 °C en émet aussi : son rayonnement se situe dans l'infrarouge, il est donc invisible.
3. $E = mc^2$, avec **E** l'énergie en joules (J), **m** la masse disparue en kilogrammes (kg) et **c** la vitesse de la lumière dans le vide en mètres par seconde (m/s).
4. Le Soleil **perd** de la masse : dans les réactions de fusion, une petite partie de la masse disparaît et correspond à l'énergie qu'il rayonne (R1, R2).

Fusion, pas combustion

La fusion fait réagir des noyaux ; une combustion fait réagir des molécules avec le dioxygène. Le verbe « brûler » ne convient donc pas pour le Soleil.

Exercice 2 ★★ **L'énergie d'un gramme de matière**

1. $m = 1,0 \text{ g} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ kg}$.
2. $c^2 = (3,00 \times 10^8 \text{ m/s})^2 = 9,00 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$.
3. $E = mc^2 = 1,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 9,00 \times 10^{16} \text{ m}^2/\text{s}^2$, soit $E = 9,0 \times 10^{13} \text{ J}$.
4. Nombre de jours d'alimentation :

$$\frac{9,0 \times 10^{13} \text{ J}}{1 \times 10^7 \text{ J/jour}} = 9 \times 10^6 \text{ jours}$$

En années :

$$\frac{9 \times 10^6 \text{ jours}}{365 \text{ jours/an}} \approx 2,5 \times 10^4 \text{ ans}$$

Cette énergie couvrirait l'alimentation d'un adolescent pendant

environ 25 000 ans.

5. Une très petite masse correspond à une énergie considérable, parce que c^2 est un très grand nombre. C'est pourquoi le Soleil peut rayonner autant en perdant une masse très faible devant la sienne.

La conversion d'abord

Avec 1,0 au lieu de $1,0 \times 10^{-3} \text{ kg}$, on trouverait $9,0 \times 10^{16} \text{ J}$, une énergie 1 000 fois trop grande. La conversion est la première ligne de la réponse.

