

Activité - Température et couleur du Soleil

Le Soleil étant très chaud, aucune sonde ne peut s'approcher suffisamment de lui pour mesurer sa température. Pour la connaître, les scientifiques sont donc passés par l'étude du rayonnement solaire.

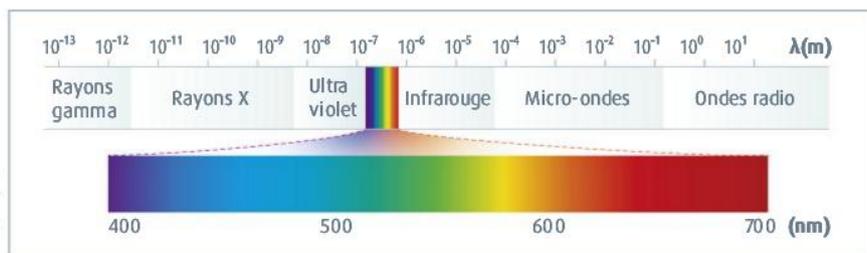
Comment détermine-t-on la température et la couleur de la lumière du Soleil ?

DOC 1 Expérience introductive

- Allumer l'ampoule et placer le spectrophotomètre devant. Observer le spectre sur l'ordinateur.
- Faire varier la tension d'alimentation et observer l'évolution du spectre sur l'ordinateur.

DOC 2 Les domaines du spectre électromagnétique.

La lumière se propage sous forme d'ondes électromagnétiques. Le spectre de la lumière visible se limite, pour les humains, aux longueurs d'onde comprises entre 400 et 700 nm.



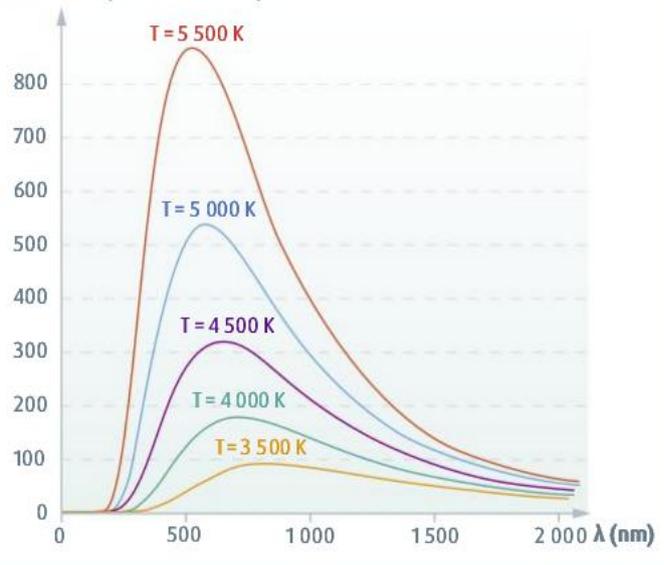
Histoire des sciences



À la fin du XIX^e siècle, la communauté scientifique ne parvient pas à expliquer le spectre du rayonnement solaire (l'intensité de la lumière émise par le Soleil en fonction de la longueur d'onde). Max Planck, physicien allemand, propose alors les éléments théoriques qui permettent de résoudre ce problème. Il travaille sur un modèle physique: le corps noir, un objet qui absorbe toute la lumière qu'il reçoit. Planck énonce la loi qui porte son nom: le spectre du rayonnement d'un corps noir dépend uniquement de sa température de surface. Il obtient le prix Nobel de physique en 1918.

DOC 3 La loi de Planck.

Intensité (unité arbitraire)



DOC 4 Spectres de rayonnements de corps noirs à différentes températures. Ce graphe illustre la loi de Planck.



Au cours du XIX^e siècle, les progrès scientifiques et l'étude de la thermodynamique permettent la fabrication de machines à vapeur qui modifient les conditions de transport et de production industrielle. Le développement de la métallurgie permet aussi d'observer la couleur des métaux, passant de rouge à blanc, à haute température. Wilhelm Wien, physicien allemand, énonce la loi portant son nom, qui stipule que la longueur d'onde du maximum d'émission du rayonnement

d'un corps noir est inversement proportionnelle à la température absolue de sa surface. Wien obtient le prix Nobel de physique en 1911.

$$\lambda_{\max} = \frac{2,8989 \cdot 10^{-3}}{T}$$

avec λ_{\max} = longueur d'onde du maximum d'émission en mètres (m)

et T = température absolue de surface en kelvin (K)

DOC 5 La loi de Wien.

rappel

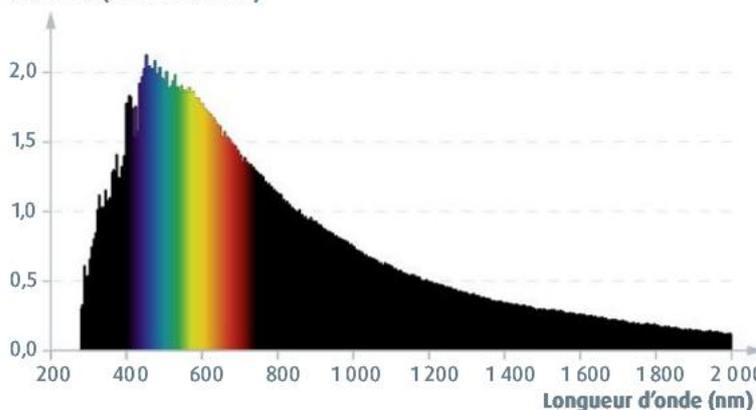
Lien entre degrés Celsius et kelvin

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$$

La température en kelvin est dite température absolue.

DOC 6 Le spectre du rayonnement solaire. Le Soleil peut être assimilé à un corps noir.

Intensité (unité arbitraire)



QUESTIONS :

- 1) A l'aide de l'expérience introductive (doc1), décrire l'allure du spectre obtenu sur l'écran. Comment évolue ce spectre quand la température diminue ?
- 2) Sur le document 4, trouver graphiquement les longueurs d'onde du maximum d'émission pour toutes les températures. Détailler les calculs pour une valeur et présenter les résultats sous forme d'un tableau.
- 3) A l'aide de la loi de Wien (doc5), calculer les longueurs d'onde du maximum d'émission pour toutes les températures. Comparer avec celles de la question précédente et conclure.
- 4) A l'aide de la loi de Wien, calculer la température du Soleil (doc 5 et 6).
- 5) Proposez alors une explication au fait que le soleil émet une lumière qualifiée de blanche.

CORRECTION

1. Le spectre d'émission passe par un maximum (λ_{MAX})

Plus la température diminue, plus λ_{MAX} se décale vers le rouge.

Plus la température augmente, plus λ_{MAX} se décale vers le bleu.

2. Pour $T=3500K$, λ_{MAX} est situé à 2,6cm du zéro.

Echelle : 1,6cm \rightarrow 500nm

2,6cm \rightarrow ? nm

$$\text{Donc : } \lambda_{MAX} = \frac{2,6 \times 500}{1,6} = 813 \text{ nm}$$

| T(K) | $\lambda_{MAX}(nm)$ |
|------|---------------------|
| 3500 | 813 |
| 4000 | 719 |
| 4500 | 656 |
| 5000 | 594 |
| 5500 | 531 |

3. Pour $T=3500K$: $\lambda_{MAX} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{T} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{3500} = 829 \text{ nm}$

Valeurs proches de celles mesurées sur le graphique avec l'échelle : la loi de Wien est vérifiée.

| T(K) | $\lambda_{MAX}(nm)$ |
|------|---------------------|
| 3500 | 829 |
| 4000 | 725 |
| 4500 | 644 |
| 5000 | 580 |
| 5500 | 527 |

4. Pour le soleil (doc 6), λ_{MAX} est situé à 1,3cm de 200nm.

Echelle : 1,0cm \rightarrow 200nm

1,3cm \rightarrow ? nm

$$\text{Donc : } ? = \frac{1,3 \times 200}{1,0} = 260 \text{ nm}$$

$$\text{Donc : } \lambda_{MAX} = 200 + 260 = 460 \text{ nm}$$

$$\text{Loi de Wien : } T = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{\lambda_{MAX}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{460 \cdot 10^{-9}} = 6304 \text{ K}$$

5. Pour le soleil, le maximum est situé dans le bleu violet mais les autres longueurs d'onde sont aussi présentes en quantité non négligeable. La lumière provenant du Soleil est donc blanche.