

Activité documentaire n°4 : « La lumière des étoiles »

Compétences exigibles	A	B	C	D
Caractériser le spectre du rayonnement émis par un corps chaud.				



Les astrophysiciens étudient les étoiles grâce à la spectroscopie.

Tous les corps chauds émettent de la lumière visible lorsqu'ils atteignent une température de surface suffisamment importante. Les étoiles en sont un parfait exemple : certaines apparaissent rouges, d'autres jaunes, voire bleues.

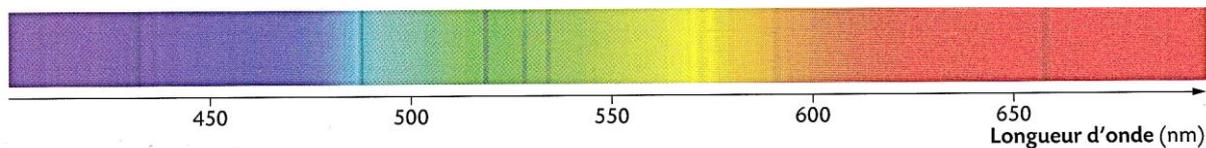
Problématiques : Comment la lumière d'une étoile peut-elle être analysée ?

Quelles informations peut-on en obtenir ?

Document 1 : Le spectre du Soleil vu par Joseph Fraunhofer (1814)

En 1814, Joseph Fraunhofer, physicien allemand, invente un **spectroscope** très dispersif qui lui permet d'observer le spectre de la lumière solaire avec une très grande précision. Ce **spectre** se compose d'un **fond continu**, entrecoupé d'un grand nombre de **raies noires**.

Au moment de leur découverte, personne ne sait expliquer l'origine de ces raies...



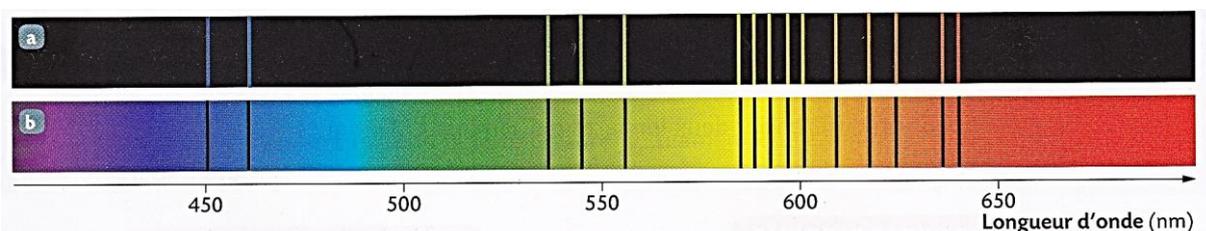
Document 2 : L'analyse de la lumière par Gustave Kirchhoff et Robert Bunsen (1861)

En 1861, Gustave Kirchhoff et Robert Bunsen, scientifiques allemands, décrivent comment obtenir des **raies noires** dans un **spectre continu** :

« [...] Le **spectre [d'émission] d'un gaz** en combustion se trouve renversé, c'est-à-dire que les raies brillantes deviennent obscures, lorsqu'un foyer lumineux [...] se trouve placé en arrière de la flamme de ce gaz. »

Ils expliquent ainsi comment en déduire la nature des entités chimiques présentes dans l'atmosphère solaire : « On peut conclure de ce fait que le spectre solaire avec ses raies obscures n'est autre que le **spectre renversé de l'atmosphère du Soleil**. Par conséquent, pour analyser l'atmosphère solaire, il suffit de rechercher quels sont les corps, introduits dans une flamme, donnent des raies brillantes coïncidant avec les raies obscures du spectre solaire. »

Extraits de « Analyse chimique fondée sur les observations du spectre », G.Kirchhoff et R. Bunsen, 1861.



Spectre a : Spectre de la lumière émise par un gaz en combustion

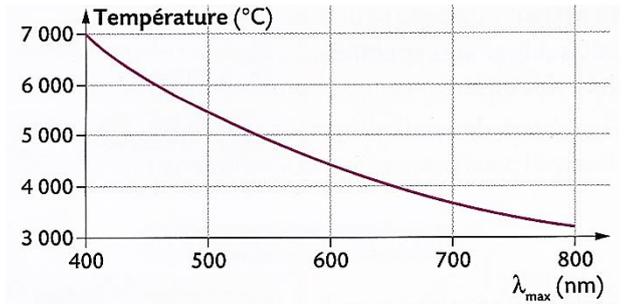
Spectre b : Spectre de la lumière blanche après traversée de ce gaz

Document 3 : La découverte de W. Wien (1893)

En 1893, Wilhelm Wien, physicien autrichien, montre que la radiation lumineuse émise avec la plus grande intensité par un corps chauffé dépend de la température de ce corps.

La longueur d'onde λ_{\max} de cette radiation augmente quand la température diminue.

Pour une étoile très chaude, le maximum d'intensité lumineuse émise est dans le bleu ; il peut-être dans le vert ou le rouge pour une étoile moins chaude.



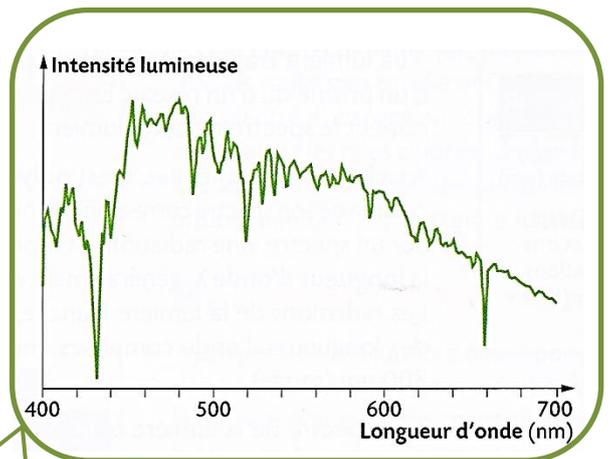
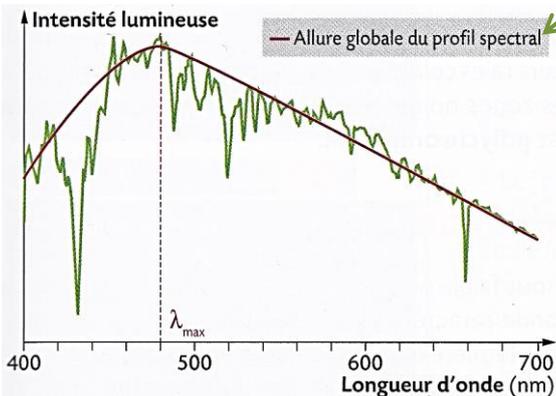
Animation : <https://sciencesphysiques.pagesperso-orange.fr/1s-ch08-2-activite%20experimentale%20-loi%20de%20wien3.swf>

Document 4 : L'analyse de la lumière des étoiles

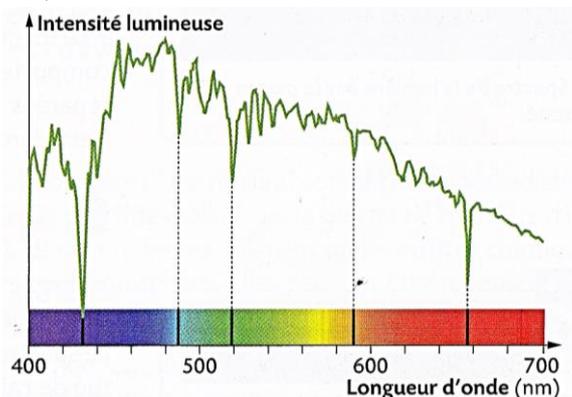
Les premiers spectres de la lumière du Soleil ont été observés sur un écran. Les astrophysiciens utilisent aujourd'hui des caméras reliées à des systèmes informatiques qui déterminent l'intensité lumineuse correspondant à chaque radiation.

La courbe représentant l'intensité lumineuse des radiations émises par une étoile en fonction des longueurs d'onde de ces mêmes radiations est appelée le **profil spectral de l'étoile**. Le profil spectral du Soleil est représenté ci-contre.

L'allure globale du profil spectral permet de connaître la longueur d'onde de la radiation émise avec une intensité maximale.



Le spectre de la lumière émise peut être reconstruit en faisant correspondre des bandes sombres aux minima d'intensité lumineuse.

**Questions :**

- 1) Pourquoi les raies noires du spectre solaire n'avaient-elles pas pu être observées avant J. Fraunhofer ? (doc.1)
- 2) Quelle comparaison proposent G. Kirchhoff et R. Bunsen pour identifier les entités chimiques présentes dans l'atmosphère du Soleil ? (doc.2)
- 3) Lorsque la température d'une source augmente, comment évolue la longueur d'onde de la radiation correspondant à la plus grande intensité lumineuse émise ? (doc.3)
- 4) Comment sont traduites les raies noires du spectre du Soleil sur son profil spectral ? (doc.4)

Bilan : En quelques lignes, expliquer comment la température de surface et la composition chimique de l'atmosphère d'une étoile peuvent être connus.

Pour les plus curieux : Vidéo sur les différents types d'étoiles : <https://www.youtube.com/watch?v=BvRcvG8yyQE>