

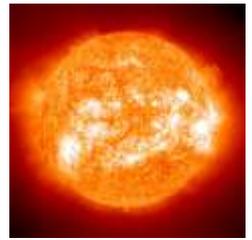
I – Les différentes sources

1) Les sources à haute température

Tout corps chaud émet des rayonnements. Au début, ces derniers appartiennent aux infrarouges (non visibles) puis, lorsque le corps arrive à une température de 600°C, il se met à émettre dans le visible. Au fur et à mesure que sa température continue d'augmenter, son spectre s'enrichit de nouvelles couleurs et la lumière émise, d'abord rouge, devient orange puis jaune. Enfin, quand le spectre est complet, vers 1500°C, il émet de la lumière blanche.

Ex : soleil, lampes à incandescence, lave, flamme, braise,...

Incandescence



2) Les corps à basse température

Certains gaz, sous l'effet d'une décharge électrique, émettent de la lumière. Ce processus est utilisé dans les lampes à vapeur (hélium, mercure, sodium, etc...), les tubes fluorescents et les lampes fluocompactes. Les DEL (diodes électroluminescentes) émettent de la lumière quand elles sont traversées par un courant.

Ex : laser, luciole, éclairs (orage),...

Luminescence



3) Mono ou polychromatique

Une source de lumière monochromatique émet de la lumière qui ne peut être décomposée par un système dispersif (prisme). Elle est caractérisée par sa longueur d'onde notée λ , exprimée en m. Ex : laser

Une lumière polychromatique est composée par un ensemble plus ou moins important de radiations de longueurs d'onde différentes. Ex : lumière blanche, lampe à vapeurs de mercure



Le spectre du visible est limité par deux lumières non visibles :

- les infrarouges ($\lambda > 780$ nm) ;
- les ultraviolets ($\lambda < 380$ nm).

4) Composition colorée d'une source

La couleur d'une lumière polychromatique résulte de la superposition (**synthèse additive**) de l'ensemble des lumières monochromatiques qui la composent. Elle est indifféremment perçue d'une lumière monochromatique de même couleur.



II – La loi de Wien

1) Le corps noir

Un corps noir est un objet théorique qui a la capacité d'absorber toutes les ondes qu'il reçoit avant de les réémettre lorsqu'il est chauffé sous la forme d'un spectre continu qui ne dépend que de sa température.

Toutes les radiations du spectre ne sont pas émises avec la même intensité. Parmi elles, il en existe une de longueur d'onde λ_{\max} qui est celle pour laquelle **l'intensité d'émission est maximum.**

2) Loi de Wien

Elle lie λ_{\max} et la température T du corps :
 $\lambda_{\max} \times T = A$ avec $A = 2,90 \cdot 10^{-3}$ m.K

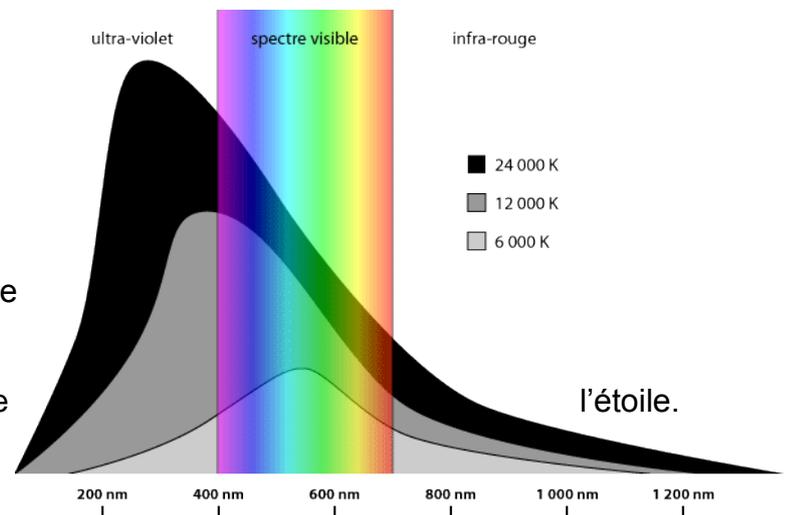
λ_{\max} en m

T en K, unité légale de température

Relation de conversion : $T(K) = T(^{\circ}C) + 273$

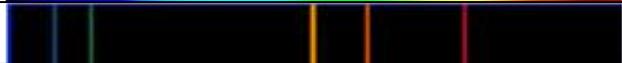
3) Exploiter cette loi

Un profil spectral donne l'intensité lumineuse de chaque radiation lumineuse constituant le spectre d'une lumière et permet de déterminer λ_{\max} et donc de calculer la température de



III – Lumières mono et polychromatiques

1) Identifiez pour chaque spectre suivant sa source de lumière parmi les suivantes :
lampe à incandescence, lampe à vapeurs de mercure, laser

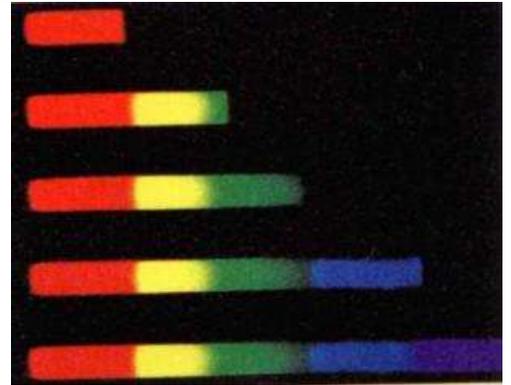
| Spectre | Source |
|---|--------|
|  | |
|  | |
|  | |

2) Précisez pour chacune d'elle si :

- c'est un spectre de raies ou continu ;
- si la lumière est mono ou polychromatique ;

3) La deuxième photo représente l'allure d'un spectre au fur et à mesure que la température d'un corps augmente.

- Le spectre est-il plus riche pour des températures faibles ou élevées ?
- De quelle façon s'enrichit un spectre au fur et à mesure que la température du corps augmente ?



IV – Comprendre le fonctionnement du corps noir

1) Un peu d'histoire

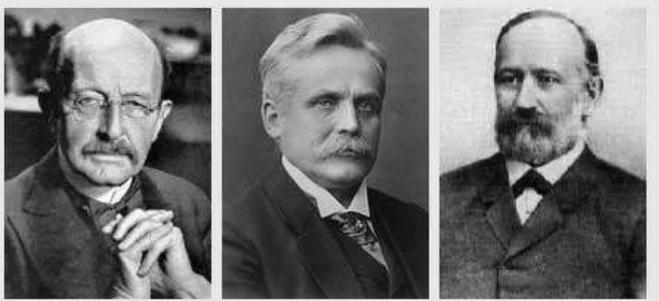
Les caractéristiques d'un rayonnement sont liées aux conditions physico-chimiques de la matière : composition, pression, température...

La température est la mesure de l'agitation (l'énergie cinétique) des constituants d'un milieu. Elle se mesure en température absolue sur l'échelle Kelvin (K), le point zéro y désignant une agitation cinétique nulle. [...] $T(K) = T(^{\circ}C) + 273,15$

Dans le cas d'un corps absolument opaque, parfaitement isolé et à température constante, la distribution spectrale est strictement liée à la seule température. Ce cas théorique est appelé « corps noir ». En première approximation, une étoile peut être assimilée à un corps noir (presque) parfait ; la perte en énergie rayonnée restant négligeable devant celle contenue à l'intérieur de l'étoile. Les lois déterminant l'état de la matière dans un corps noir s'appuient sur des études théoriques et expérimentales. Elles définissent :

- la distribution de la luminance en fonction de la longueur d'onde (**loi de Planck**) ;
- la longueur d'onde à laquelle la luminance est maximale (**loi de Wien**) ;
- l'énergie totale du rayonnement (**loi de Stefan**).

http://www.astro-rennes.com/initiation/corps_noir.php



- Quelle relation permet de passer d'une température en °C à une température en K ?
- Pourquoi pouvez-vous assimiler une étoile à un corps noir (presque) parfait ?
- De quel facteur unique va dépendre la distribution spectrale d'une étoile ?

Portraits de Max PLANCK (1858 - 1947), Wilhelm WIEN (1864 - 1928) et Josef STEFAN (1838 - 1893)

2) Déplacement du pic d'intensité maximale selon la température du corps

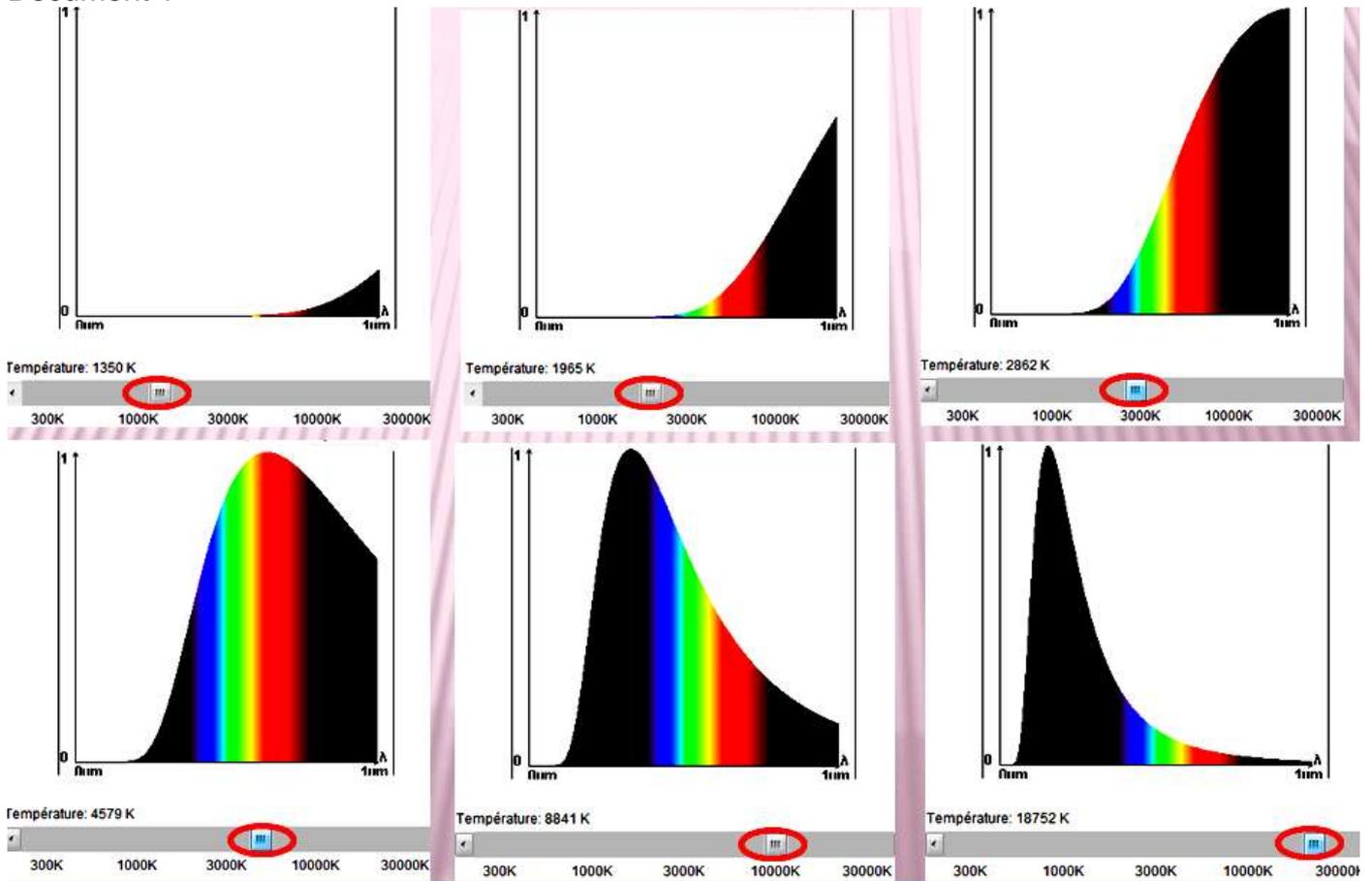
Simulation : http://media4.obspm.fr/public/FSU/pages_corps-noir/spectre-corps-noir-simuler.html

Les différentes courbes de la page suivante représentent l'intensité lumineuse des radiations en fonction de la température de surface de l'étoile. Elle présente pour chaque température une longueur d'onde dont l'intensité lumineuse est maximale.

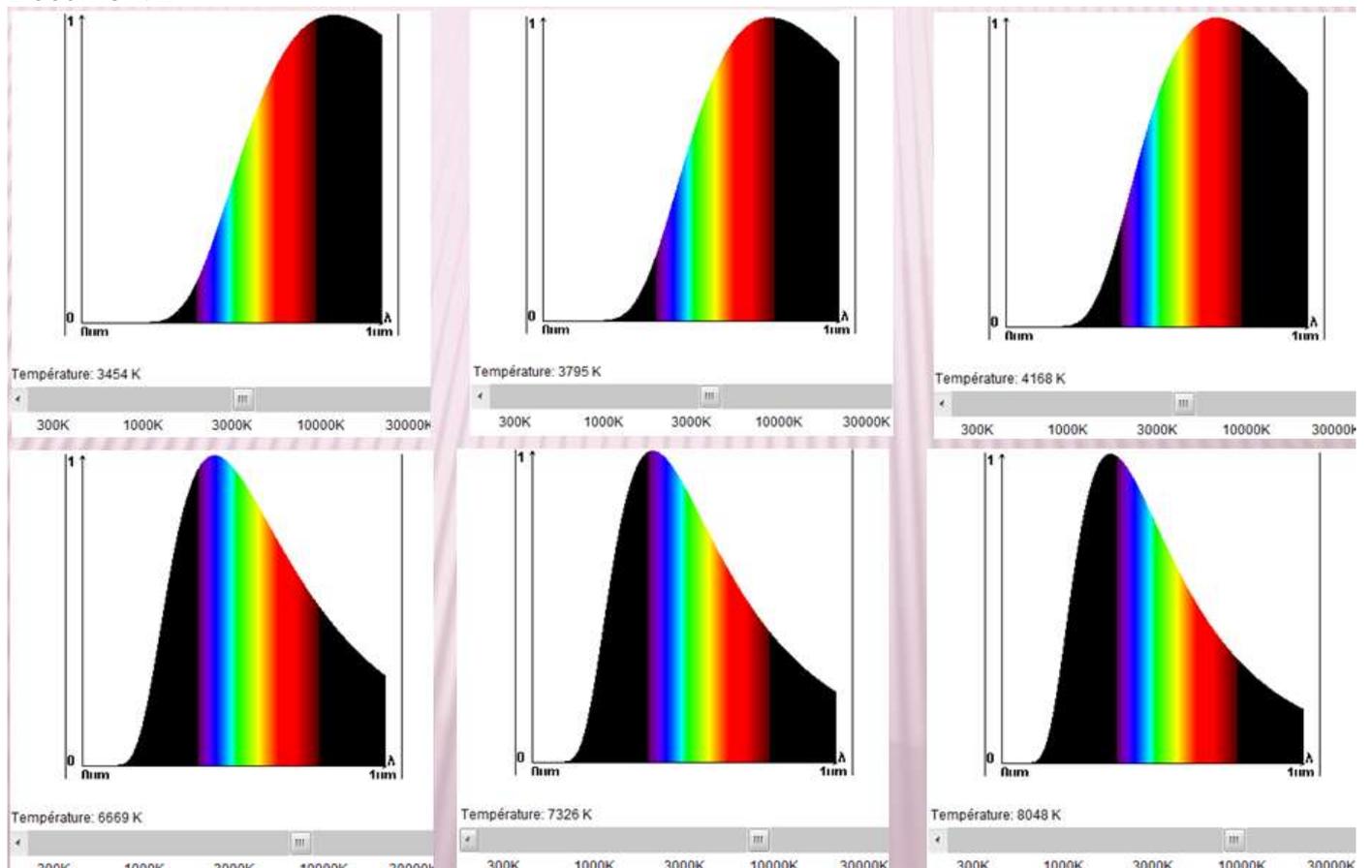
- Expliquez comment se déplace le pic d'intensité maximale lorsque que vous augmentez la température (document 1).
- Donnez un encadrement de température pour lequel les pics d'intensité maximale se situent dans le spectre du visible (document 2).
- Quelle est la nature des ondes d'intensité maximale pour une température d'environ 20 000 K ?

d. Un corps à température ambiante émet-ils des ondes ? De quelle nature ? Sont-elles visible par votre œil ?

Document 1



Document 2



V – Appliquer la loi de Wien

Cette loi met en relation la température d'une étoile et la longueur d'onde λ_{\max} de la radiation qui est émise avec un maximum d'intensité dans le spectre de la lumière de l'étoile.

2 objectifs : elle permet

- soit de déterminer la **température de l'étoile T** connaissant la longueur d'onde λ_{\max} (cette longueur d'onde pouvant être déterminée à partir d'un graphique) ;
- soit de déterminer la **longueur d'onde λ_{\max}** à partir de la température et ainsi de retrouver (ou d'estimer) la couleur de lumière émise par l'étoile.

1) Exercice I

Une étoile de température θ (en °C) émet une lumière dont le spectre présente un maximum d'intensité pour la longueur d'onde λ_{\max} (en nm). Ces deux grandeurs sont liées par la relation :

$$\theta = \frac{2,89 \times 10^6}{\lambda_{\max}} - 273$$

Les astrophysiciens répartissent les étoiles en sept classes spectrales selon la température de leur surface.

| Classe | Température de surface en °C | Couleur de l'étoile |
|--------|------------------------------|---------------------|
| O | > 24700 | Bleue |
| B | 9700 – 24700 | Bleue blanche |
| A | 7200 – 9700 | Bleue blanche |
| F | 5700 – 7200 | Blanche |
| G | 4700 – 5700 | Jaune |
| K | 3200 – 4700 | Orange |
| M | < 3200 | Rouge |

a. Donner un encadrement des λ_{\max} des étoiles de chaque catégorie.

b. Parmi ces longueurs d'onde, quelles sont celles qui appartiennent à la lumière visible ?

c. Compléter le tableau suivant :

| Étoile | Classe | λ_{\max} (en nm) | Température de surface en °C |
|------------------|--------|--------------------------|------------------------------|
| Véga | | 300 | |
| Capella | | | ≈ 5400 |
| Proxima centauri | | 959 | |

2) Exercice II

La thermographie opérée sur la peau permet d'apprécier l'état physiologique de celle-ci ainsi que celui des tissus sous-jacents. Elle présente un intérêt dans le diagnostic des pathologies (traumatisme, tumeur) ou dans le suivi d'actes thérapeutiques (greffe, brûlure, angioplastie). Le rayonnement de la peau peut être assimilé à celui d'un corps noir.

1) a. Exprimez et calculez la longueur d'onde λ_{\max} correspondant au maximum d'émission de l'épiderme pour une température de 30,0°C.

b. Donnez l'intervalle des longueurs d'onde λ_{\max} pour une température cutanée évoluant entre 20,8 °C et 31,4 °C.

2) a. Justifiez le fait que cette imagerie nécessite une caméra infrarouge.

b. Cette technique présente-t-elle des dangers pour la santé du corps humain ?

