

# Analyse spectrale de la lumière

## 1) La lumière : Généralités

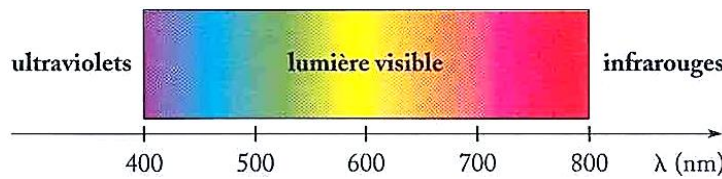
La lumière est une onde de nature électromagnétique (perturbation électro-magnétique qui se propage).

La lumière se propage en ligne droite dans un milieu homogène et transparent, à la célérité (vitesse) :  $C = 299792458,00000 \dots \text{m.s}^{-1}$  (valeur exacte) que l'on peut arrondir à  $3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$  (avec 3 cs)  
Soit  $3,00 \times 10^5 \text{ km.s}^{-1}$ .

Chaque radiation lumineuse est caractérisée par la valeur d'une grandeur appelée longueur d'onde symbolisée par la lettre grecque  $\lambda$  (se lit lambda).

A chaque valeur de longueur d'onde dans le visible est associée une couleur. Les radiations visibles par l'œil ont des longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 800 nm.

Longueurs d'onde visibles, IR et UV



Couleur	Longueurs d'onde en nm
Violet	400 à 430
Indigo	430 à 450
Bleu	450 à 490
Vert	490 à 570
Jaune	570 à 590
Orange	590 à 630
Rouge	630 à 750

## 2) Les sources de lumière

a- Les 2 sortes de sources lumineuses :

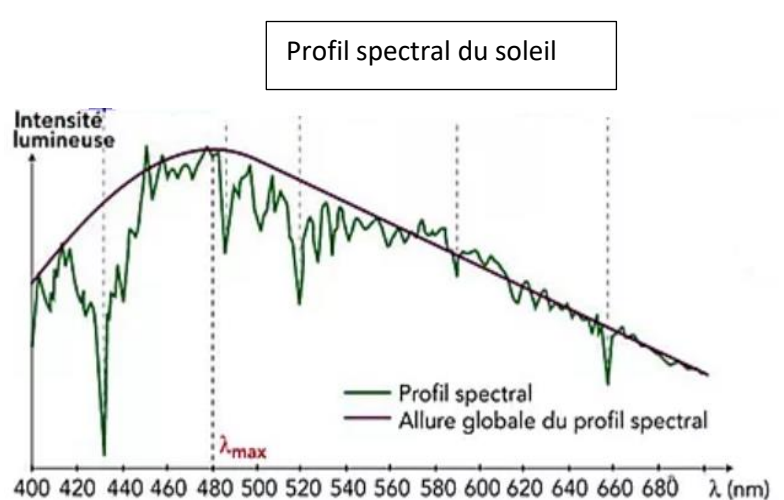
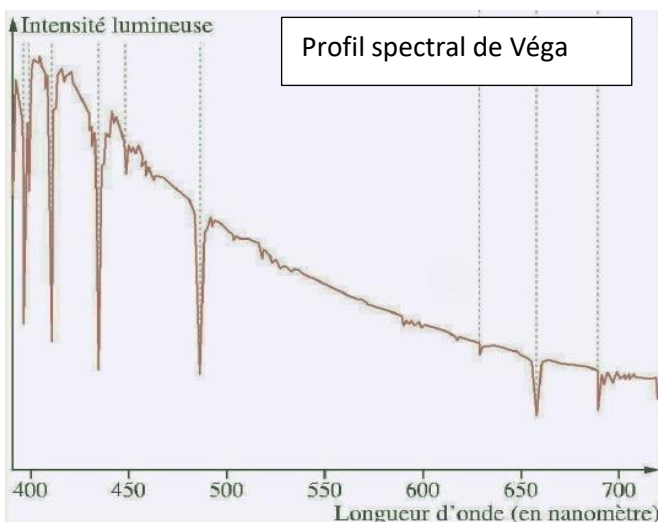
- Les sources primaires produisent la lumière qu'elles diffusent :
  - Les sources dites thermiques émettent un rayonnement visible lorsqu'elles sont portées à hautes températures. Exemples le soleil ; les lampes, le feu, la lave des volcans
  - Les sources dites « froides » : la lumière est produite par un autre effet que thermique. une décharge électrique dans un gaz, laser, DEL, LED
- Les objets diffusants ou sources secondaires, qui renvoient la lumière qu'ils reçoivent d'une autre source dans toutes les directions. Exemples : la lune, écran de cinéma, les murs

b- Les spectres lumineux : Voir activité expérimentale « Les spectres de sources lumineuses »

## 3) La lumière des étoiles :

a- Estimation de la température de surface d'une étoile : Loi de Wien

Les étoiles émettent de la lumière grâce aux réactions nucéaires qui se produisent dans leur cœur. Elles sont classées suivant leur température de surface  $T$  :  $3000 \text{ K} < T \text{ (surface étoile)} < 30000 \text{ K}$ .  
L'unité de température du système international est le kelvin (symbole K)  $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15$   
Le profil spectral d'une étoile montre l'évolution de l'intensité lumineuse émise par une étoile en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  (en nm) des radiations émises.



Pour connaître la température T de surface d'une étoile on lit la valeur de la longueur d'onde la plus intense émise par l'étoile notée  $\lambda_{max}$  sur le spectre de l'étoile.

Puis on estime la température de surface en utilisant le graphique qui lie la température de surface d'un corps chaud en fonction de sa longueur d'onde : c'est la loi de Wien  $\lambda_{max}T = \sigma$  avec  $\sigma =$  constante égale à  $2,90 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

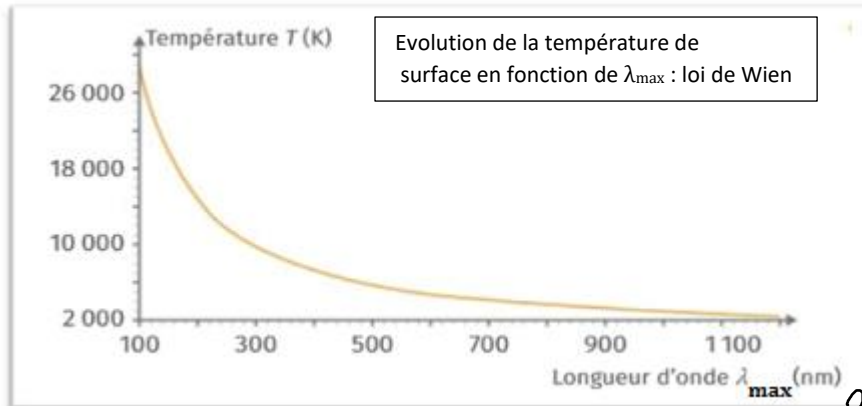
**Applications :**

① Estimer les valeurs des longueurs d'onde des radiations les plus intenses émises par Véga et le soleil :

Pour Véga,  $\lambda_{max} \approx 400 \text{ nm}$  et pour le Soleil,  $\lambda_{max} = 480 \text{ nm}$

② A quoi correspondent les minimas d'intensité lumineuse sur un profil spectral d'étoile ?

Les minimas d'intensité correspondent à l'absorption de la lumière par les atomes de l'atmosphère de l'étoile.



③ Le graphique ci-contre traduit la loi de Wien  $\lambda_{max}T = \sigma$  ou  $T = \frac{\sigma}{\lambda_{max}}$

Quel type de relation existe-t-il entre T et  $\lambda_{max}$  (longueur d'onde du maximum d'intensité émise) :

$T = \frac{\sigma}{\lambda_{max}} \rightarrow T$  inversement proportionnel à  $\lambda_{max}$

Estimer la température de surface de Véga :  $T = \frac{\sigma}{\lambda_{max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{400 \cdot 10^{-9}} = 725 \cdot 10^1 \text{ K} = 7250 \text{ K}$

Estimer la température de surface du soleil :  $T = \frac{\sigma}{\lambda_{max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{480 \cdot 10^{-9}} = 604 \cdot 10^1 \text{ K} = 6040 \text{ K}$

Comparer la température de surface d'une étoile bleue et d'une étoile rouge :

Une étoile bleue est plus chaude qu'une étoile rouge.

**b- Composition chimique de l'atmosphère d'une étoile :**

Les raies noires du spectre d'absorption d'une étoile ont des valeurs de longueurs d'onde caractéristiques des entités qui constituent l'atmosphère de l'étoile, ce qui nous permet de connaître la composition chimique de l'atmosphère de l'étoile.

**Activité expérimentale : le spectre du soleil (page 273)** Lire les documents.

On mesure pour chaque longueur d'onde connue de l'hydrogène H la distance x entre le bord gauche du spectre et la raie qui nous intéresse

Raie noire (valeur de $\lambda$ en nm ou lettre)	410,2	434,0	486,1	656,3	K: 394	H: 399	G: 432	E: 526	D <sub>1</sub> 588	D <sub>2</sub> 590
X (en cm)	1,05	2,0	4,05	10,8	0,4	0,6	1,9	5,65	8,1	8,2
Identification de l'entité	H	H	H	H	Ca <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Fe	Ca	Na	Na

On trace la courbe qui montre l'évolution de la longueur d'onde  $\lambda$  (en nm) en fonction de la distance x avec un logiciel tableur-grapheur (utiliser la fiche pratique pour les fonctionnalités du logiciel): on obtient une courbe de fonction affine d'équation  $\lambda = 25,2x + 384$  (avec (a) : coefficient directeur de la droite en nm/cm et b : ordonné à l'origine en nm)

- La modélisation réalisée avec un tableur pour une fonction affine donne a = 25,2 et b = 384
- Utiliser cette courbe dite d'étalonnage pour trouver les valeurs des longueurs d'onde des raies K, H, G, E, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>.
- Identifier les entités de l'atmosphère du soleil en comparant les valeurs des longueurs d'onde des raies noires trouvées avec celles répertoriées dans le tableau de données (compléter la 3<sup>ème</sup> ligne du tableau).