

# Sources de lumières colorées

Quelles sont les différentes sources de lumière et comment fonctionnent-elles ?

## 1) Différencier les sources lumineuses

→ Activité : Des sources lumineuses différentes

Les sources de lumière peuvent être des **sources chaudes** dont l'émission est d'origine thermique (lampes à incandescences, Soleil) ou des **sources froides** dont l'émission a lieu sans échauffement particulier (DEL, lasers ...).

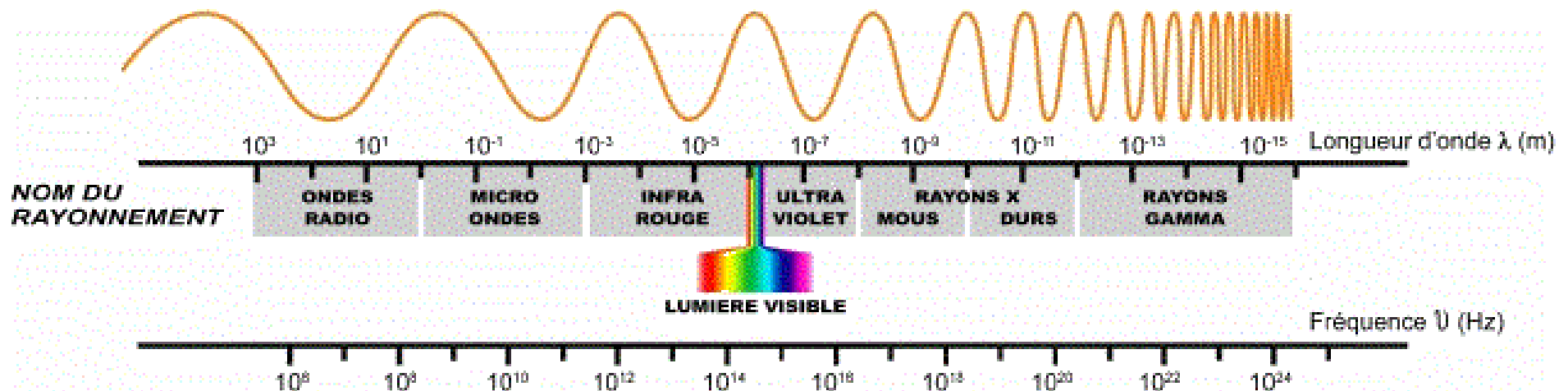
Le spectre de la lumière émise par une source peut être constitué d'une seule raie ou de plusieurs raies.

**Une source monochromatique émet une seule radiation.**

**Une source polychromatique émet plusieurs radiations.**

Une radiation est caractérisée par sa longueur d'onde  $\lambda$  (lambda) dans le vide ou par sa fréquence  $\nu$  (nu). Certaines radiations ne sont pas visibles par l'œil humain (**activité 1** et **doc. 3**).

- La longueur d'onde  $\lambda$ , dans le vide, et la fréquence  $\nu$  d'une radiation lumineuse sont liées par la relation  $\lambda = \frac{c}{\nu}$ .  
 $\lambda$  s'exprime en mètre (m) et  $\nu$  en hertz (Hz) ;  $c$  est la vitesse de la lumière dans le vide :  $c \approx 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- Dans le vide ou dans l'air, les **radiations visibles** ont des longueurs d'onde comprises **entre 400 nm et 800 nm** environ. Elles sont limitées par les **ultraviolets** ( $\lambda < 400 \text{ nm}$ ) et par les **infrarouges** ( $\lambda > 800 \text{ nm}$ ).



## 2) La lumière émise par une source chaude dépend-elle de sa température ?

→ activité 2 : La loi de Wien

La température  $\theta$  de la surface d'un corps chaud est reliée à la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  de la radiation émise par ce corps avec le maximum d'intensité. C'est la loi de Wien :

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

$\lambda_{\max}$  est en nanomètre (nm) et  $\theta$  en °C.

La loi de Wien permet d'évaluer la T° de surface  $\theta$  d'un corps chaud à partir de la longueur d'onde  $\lambda_{\max}$  de la radiation émise par ce corps avec le maximum d'intensité.

La couleur d'une source est liée à l'allure globale de son profil spectral. Une source de couleur bleue est plus chaude qu'une source de couleur rouge.

### 3) Quelle est l'origine de l'émission de lumière par une source froide ?

#### 1) Le photon

Depuis les travaux d'EINSTEIN en 1905, on considère que la lumière est constituée de **corpuscules** (= particule de très petite dimension), les **photons**. On parle de **modèle corpusculaire**.

**L'énergie de la lumière est transportée par des photons.**

Pour une radiation de longueur d'onde  $\lambda$  (m) dans le vide et de fréquence  $\nu$  (Hz), chaque photon transporte un **quantum** (= plus petite quantité d'une grandeur pouvant être échangée) d'énergie :

$$\mathcal{E} = h \cdot \frac{c}{\lambda} = h \cdot \nu$$

Cette énergie s'exprime en joule (J) ;  $h$  est la constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  ;  $c$  est la vitesse de la lumière dans le vide :  $c \approx 3,00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . On parlera par la suite d'un photon de longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide et de fréquence  $\nu$ .

Les valeurs des énergies des atomes exprimées en joule (J) étant extrêmement faibles, on utilisera souvent comme unité d'énergie l'électron-volt (eV) :  $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

## 2) Quantification de l'énergie des atomes

→ activité 3 : La lumière d'un atome

L'énergie d'un atome ne peut prendre que certaines valeurs. Un atome ne peut exister que dans des états bien définis, chaque état étant caractérisé par un niveau d'énergie. L'énergie d'un atome est **quantifiée**.

Le **diagramme de niveaux d'énergie d'un atome** représente les niveaux d'énergie possibles de cet atome. L'état de plus basse énergie correspond à l'**état fondamental** : c'est l'état stable de l'atome. Les autres états, d'énergie supérieure, sont qualifiés d'**états excités**. Il en existe une infinité. Dans l'état d'énergie nulle, l'atome est **ionisé**.

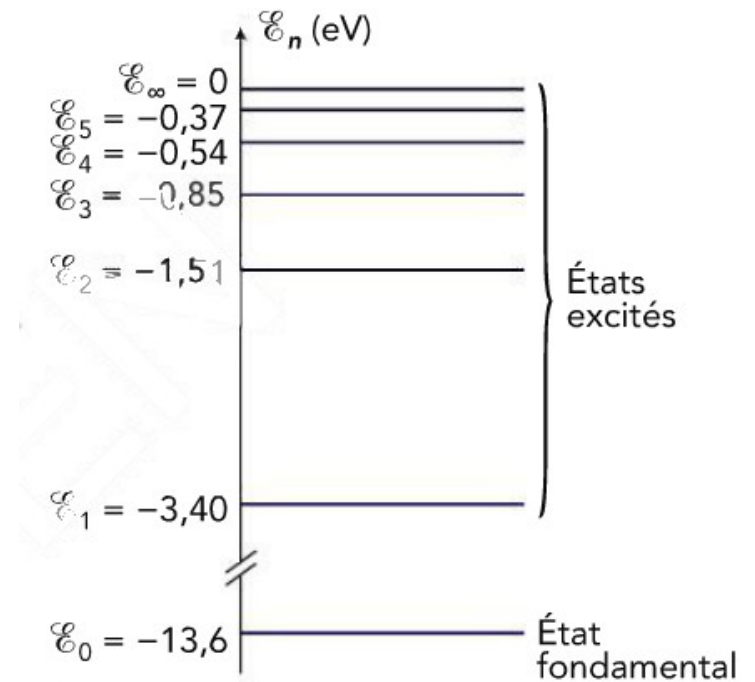
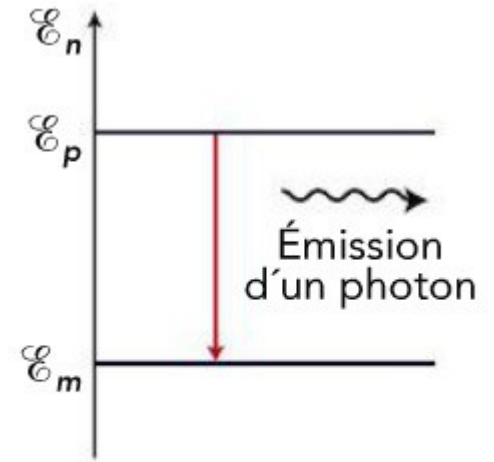


Diagramme de niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

### 3) Emission de lumière

Lors de l'activité 3, nous avons observé 4 raies sur le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène. Chaque raie correspond à une transition au cours de laquelle l'énergie de l'atome diminue de  $|\Delta E| = |E_p - E_m|$ .



Transition énergétique avec émission d'un photon.

Au cours d'une transition d'un niveau à un niveau inférieur, l'énergie de l'atome diminue de  $|\Delta \mathcal{E}|$ . L'atome émet alors un photon de même énergie. Cela se traduit par l'émission d'une radiation de longueur d'onde dans le vide  $\lambda$  telle que :

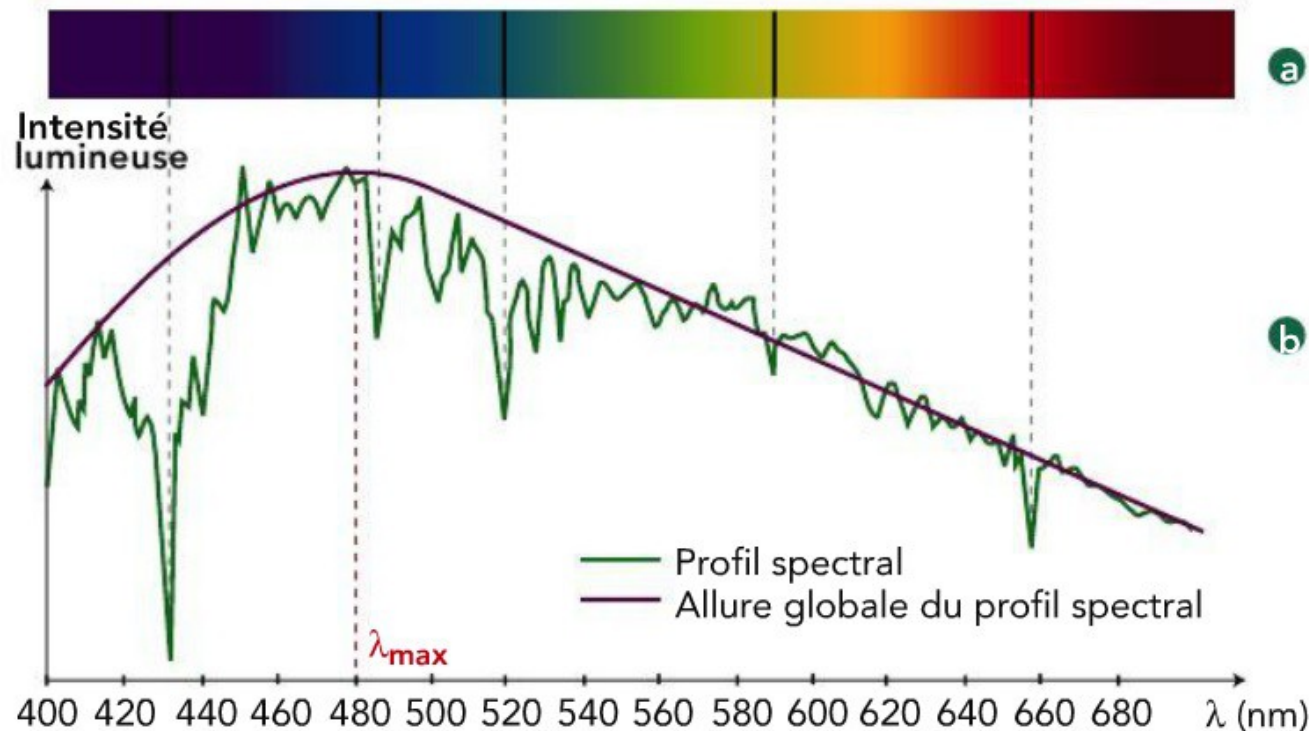
$$|\Delta \mathcal{E}| = h \cdot \frac{c}{\lambda} = h \cdot \nu$$

$|\Delta \mathcal{E}|$  s'exprime en joule (J),  $\lambda$  en mètre (m) et  $\nu$  en hertz (Hz).

Par exemple, au cours de la transition du niveau 4 au niveau 1, l'énergie de l'atome de lithium diminue de  $|\mathcal{E}_4 - \mathcal{E}_1|$ . Cela correspond à une raie d'émission de couleur rouge et de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 612 \text{ nm}$

## 4) Exemple avec le spectre de la lumière du Soleil

L'étude du spectre solaire nous renseigne sur sa  $T^\circ$  de surface et sur la composition chimique de son atmosphère.



### 1) Température de surface du Soleil

Grâce au profil spectral de la lumière du Soleil, nous identifions  $\lambda_{\max} = 480$  nm

D'après la loi de Wien,  $\theta = \frac{2,89 * 10^6}{\lambda_{max}} - 273$

$$\theta = \frac{2,89 * 10^6}{480} - 273$$

$$\theta = 5750 \text{ } ^\circ \text{C}$$

La température de surface du Soleil est de 5 750 °C.

## 1) Composition chimique de l'atmosphère du Soleil

Un atome émet un photon quand il passe d'un niveau d'énergie  $E_p$  à un niveau d'énergie  $E_m$ . Mais il peut également absorber un photon de même énergie lorsqu'il passe du niveau inférieur  $E_m$  au niveau supérieur  $E_p$ .

Cela explique la présence de raies noires dans les spectres d'absorptions et pourquoi, pour une même entité chimique, les raies noires du spectre d'absorption ont les mêmes longueurs d'onde dans le vide que les raies colorées du spectre d'émission.



Les raies noires du spectre de la lumière provenant du Soleil ou les minima d'intensité lumineuse de son profil spectral permettent d'identifier les entités chimiques présentes dans son atmosphère. En effet, les longueurs d'onde des radiations absorbées sont caractéristiques de chaque entité chimique.

Ainsi l'étude du profil spectral du Soleil montre la présence d'hydrogène de magnésium et de sodium dans son atmosphère.

Par exemple, les longueurs d'onde dans le vide caractéristiques de l'hydrogène (434 nanomètre, 486 nanomètre, 656 nanomètre) correspondent à des minima d'intensité lumineuse du profil spectral du Soleil.

