

Lumière et spectres

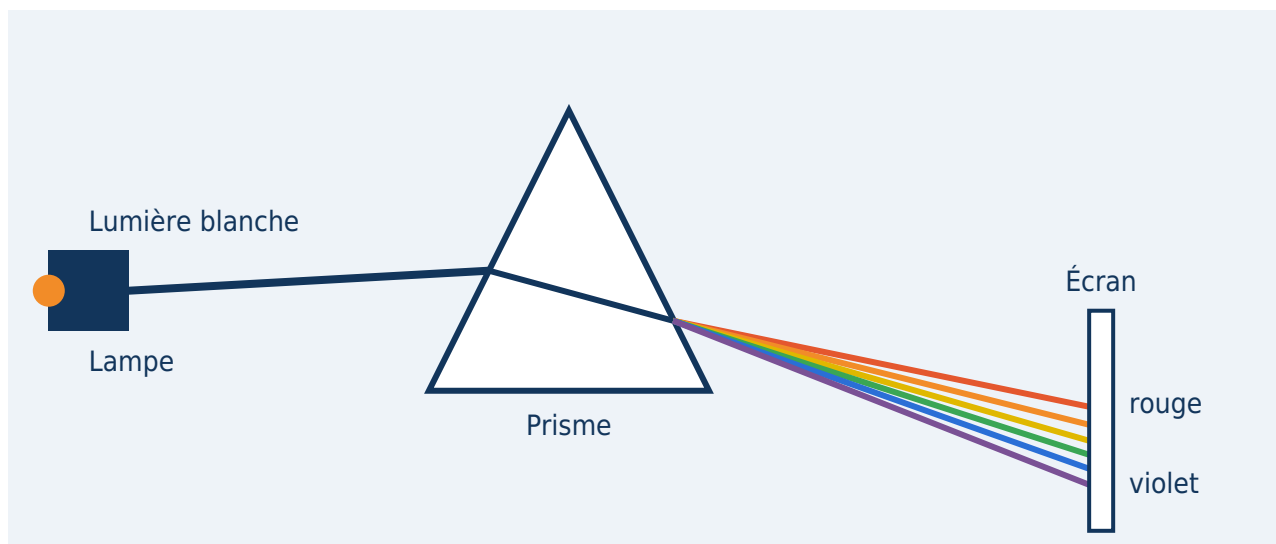
Cours de sciences physiques - niveau 3e

Après la pluie, le Soleil dessine un arc-en-ciel : la lumière qui nous paraît blanche cache toutes les couleurs de l'arc. En 3e, on apprend à lire cette lumière comme un message : **la lumière et ses spectres** permettent même de savoir de quoi est faite une étoile située à des millions de milliards de kilomètres.

Ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

La lumière blanche se décompose

Avec un **prisme** (un bloc de verre triangulaire), un faisceau de lumière blanche est dévié, puis étalé en une bande colorée allant du violet au rouge. Cette bande s'appelle un **spectre**. La lumière blanche est donc un mélange de lumières colorées. Le prisme les sépare parce qu'il ne dévie pas toutes les couleurs de la même façon : le violet est le plus dévié, le rouge le moins dévié.



Un prisme décompose la lumière blanche : le rouge est le moins dévié, le violet le plus dévié.

DÉFINITION

Un **spectre** est la figure obtenue en décomposant une lumière. Une lumière formée d'une seule couleur est dite **monochromatique** ; elle ne se décompose pas avec un prisme.

La longueur d'onde caractérise une couleur

Chaque lumière colorée est caractérisée par une grandeur appelée **longueur d'onde**, notée λ (lambda). Elle se mesure en mètres, mais comme elle est très petite, on utilise le **nanomètre** : $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.

PROPRIÉTÉ

Le domaine visible s'étend d'environ **400 nm (violet) à 800 nm (rouge)**. Au-delà de 800 nm, ce sont les **infrarouges** ; en dessous de 400 nm, ce sont les **ultraviolets**. Ces deux rayonnements sont invisibles pour l'œil.

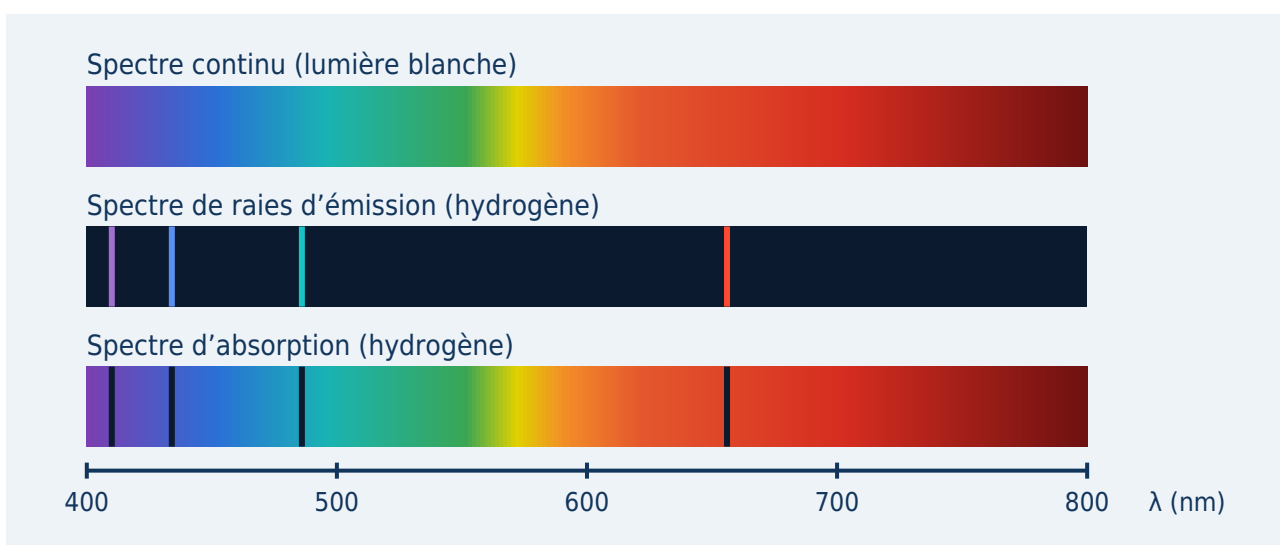
EXEMPLE

Une lumière verte a une longueur d'onde $\lambda = 550 \text{ nm}$. En mètres : $550 \times 10^{-9} \text{ m} = \mathbf{5,50 \times 10^{-7} \text{ m}}$.

Les différents spectres de la lumière

Selon la source, le spectre n'a pas le même aspect. On distingue trois cas.

- **Le spectre continu d'émission** : toutes les couleurs, sans interruption, du violet au rouge. Il est produit par les corps chauds et denses : le Soleil, le filament d'une lampe à incandescence.
- **Le spectre de raies d'émission** : quelques raies colorées fines sur un fond noir. Il est produit par un gaz chauffé ou excité sous basse pression (lampe à vapeur de sodium, lampe à hydrogène, tube néon).
- **Le spectre d'absorption** : un fond continu coloré traversé de raies noires. Il apparaît lorsque la lumière blanche traverse un gaz froid.



Les raies noires d'absorption se trouvent exactement aux mêmes longueurs d'onde que les raies colorées d'émission du même gaz.

Chaque élément chimique a ses raies

Un gaz ne peut émettre (ou absorber) que certaines longueurs d'onde, toujours les mêmes pour un même élément chimique. Les raies de l'hydrogène, par exemple, se situent à 410 nm, 434 nm, 486 nm et 656 nm. Le sodium émet une raie jaune intense vers 589 nm, celle des anciens lampadaires de rue.

PROPRIÉTÉ

Les raies d'un spectre forment une **carte d'identité** de l'élément chimique : en comparant les raies d'un spectre inconnu avec des spectres de référence, on identifie les éléments présents dans la source.

Que nous apprend la lumière des étoiles ?

Le spectre d'une étoile est un fond continu (émis par sa surface très chaude) marqué de **raies noires d'absorption** : elles proviennent des gaz plus froids de son atmosphère, qui absorbent certaines longueurs d'onde. En repérant ces raies, on connaît les éléments qui composent l'étoile. La couleur d'une étoile renseigne aussi sur sa température de surface : une étoile rouge est plus froide qu'une étoile jaune comme le Soleil (environ 5 500 °C en surface), elle-même plus froide qu'une étoile bleue.

EXEMPLE

Le spectre d'une étoile présente des raies noires à 410, 434, 486 et 656 nm. Ce sont exactement les raies de l'hydrogène : l'atmosphère de cette étoile contient de l'**hydrogène**.

La vitesse de la lumière et l'année-lumière

La lumière se propage dans le vide et dans l'air à la vitesse **$c \approx 300\,000\text{ km/s}$** , soit $3,0 \times 10^8\text{ m/s}$. C'est la vitesse maximale connue : rien ne va plus vite. Comme elle n'est pas infinie, la lumière met du temps à parcourir les distances astronomiques.

FORMULE À RETENIR

$$d = c \times t \quad \text{soit} \quad t = d \div c$$

d en mètres (m), t en secondes (s), $c = 3,0 \times 10^8\text{ m/s}$.

APPLICATION NUMÉRIQUE

La distance Terre-Soleil est $d = 1,5 \times 10^{11}\text{ m}$. Durée du trajet de la lumière : $t = d \div c =$

$1,5 \times 10^{11} \div 3,0 \times 10^8 = \mathbf{500\ s}$, soit 8 min 20 s. On voit donc le Soleil tel qu'il était il y a plus de 8 minutes.

DÉFINITION

Une **année-lumière** (al) est la **distance** parcourue par la lumière dans le vide en une année. $1\text{ al} \approx 9,46 \times 10^{12}\text{ km} \approx 9,46 \times 10^{15}\text{ m}$.

EXEMPLE

L'étoile la plus proche du Soleil est à environ 4,2 al. Sa distance vaut : $4,2 \times 9,46 \times 10^{12}\text{ km} \approx \mathbf{4,0 \times 10^{13}\text{ km}}$. Sa lumière a quitté l'étoile il y a 4,2 ans.

ERREUR FRÉQUENTE

L'année-lumière est une unité de **distance**, pas de durée. Autre confusion : un spectre de raies d'émission (raies colorées sur fond noir) n'est pas un spectre d'absorption (raies noires sur fond coloré).

L'essentiel à retenir

- La lumière blanche est un mélange de couleurs : un prisme la décompose en un spectre.
- Une couleur est caractérisée par sa longueur d'onde λ ; le visible va de 400 nm à 800 nm.
- Spectre continu : corps chauds ; spectre de raies : gaz excité ; raies noires : absorption par un gaz froid.
- Les raies identifient les éléments chimiques, y compris dans les étoiles.
- La lumière se propage à $c \approx 3,0 \times 10^8\text{ m/s}$ dans le vide ; $d = c \times t$.
- Une année-lumière est une distance : environ $9,46 \times 10^{12}\text{ km}$.