

Optique géométrique, chapitre 1

La lumière

S. FRANCO - CPES 1 - 2024/2025

C'est quoi la lumière au
juste ?



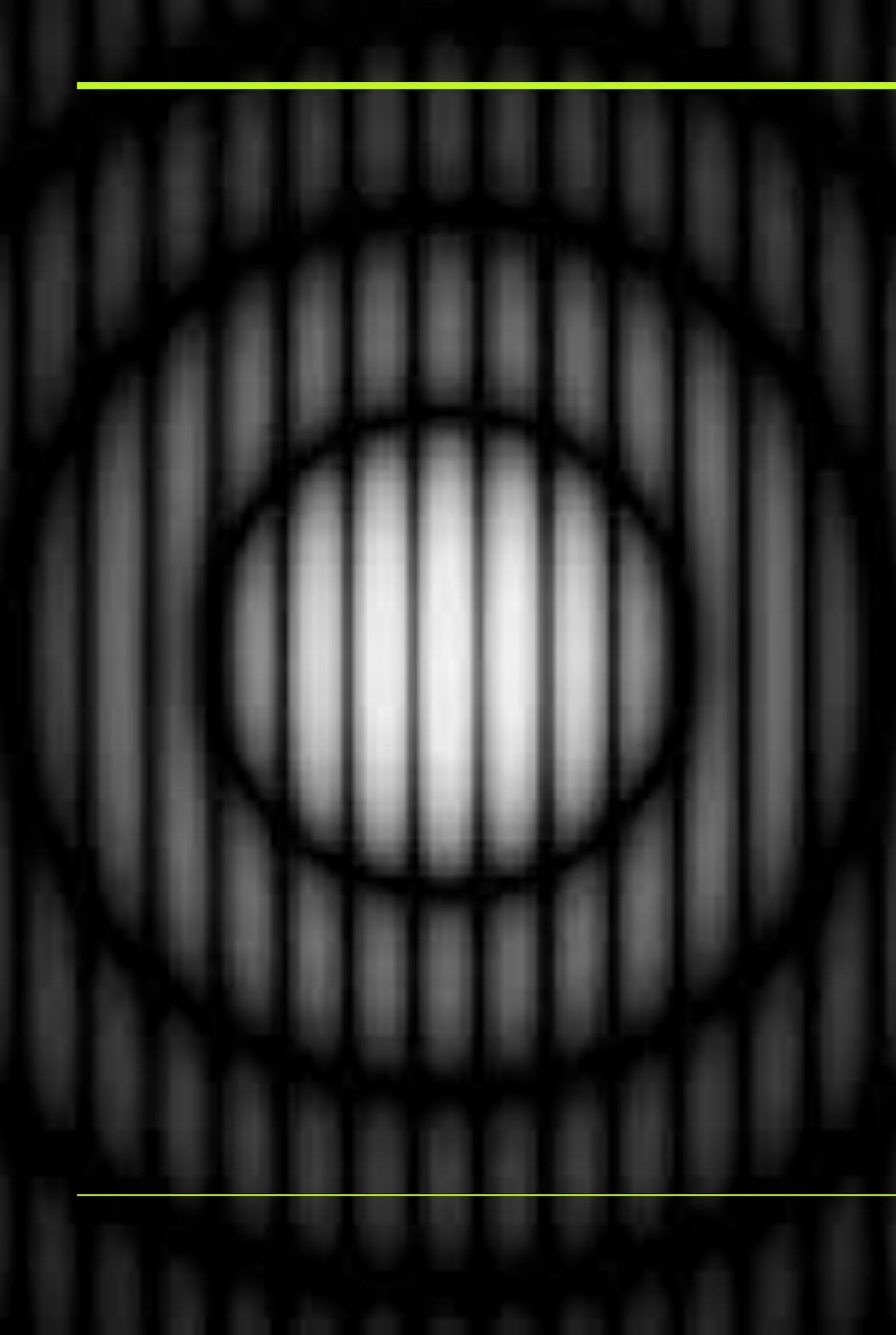
Onde ou corpuscule Huygens vs Newton

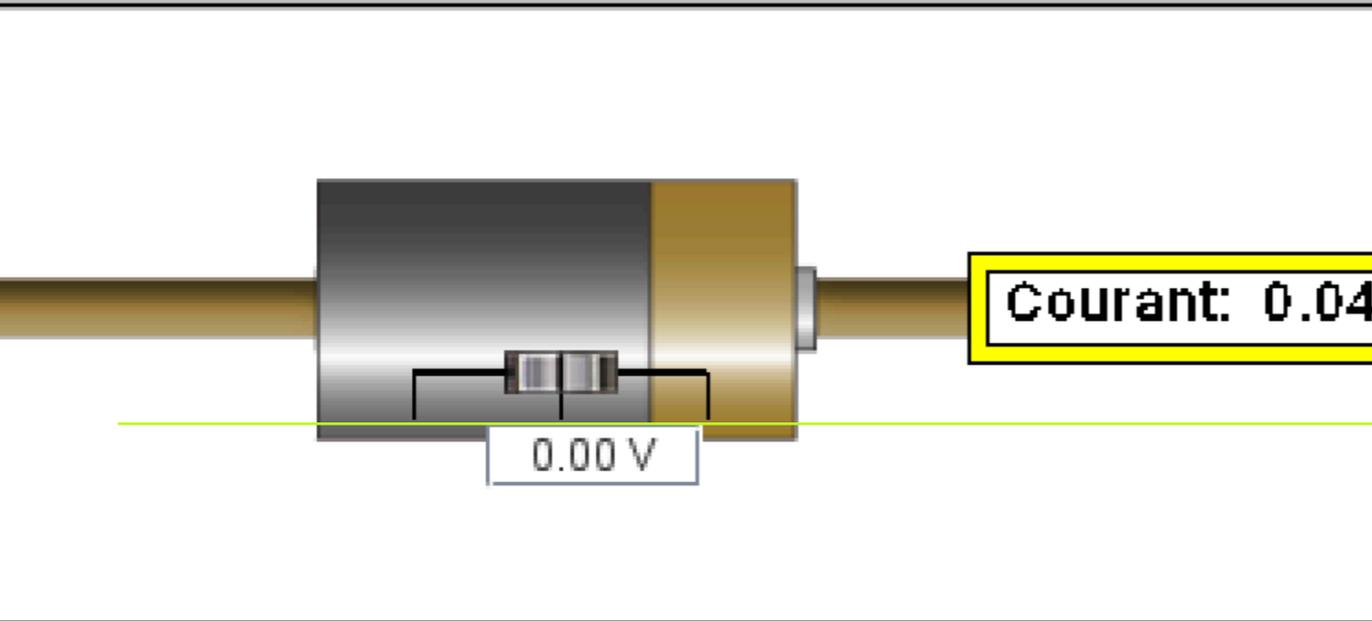
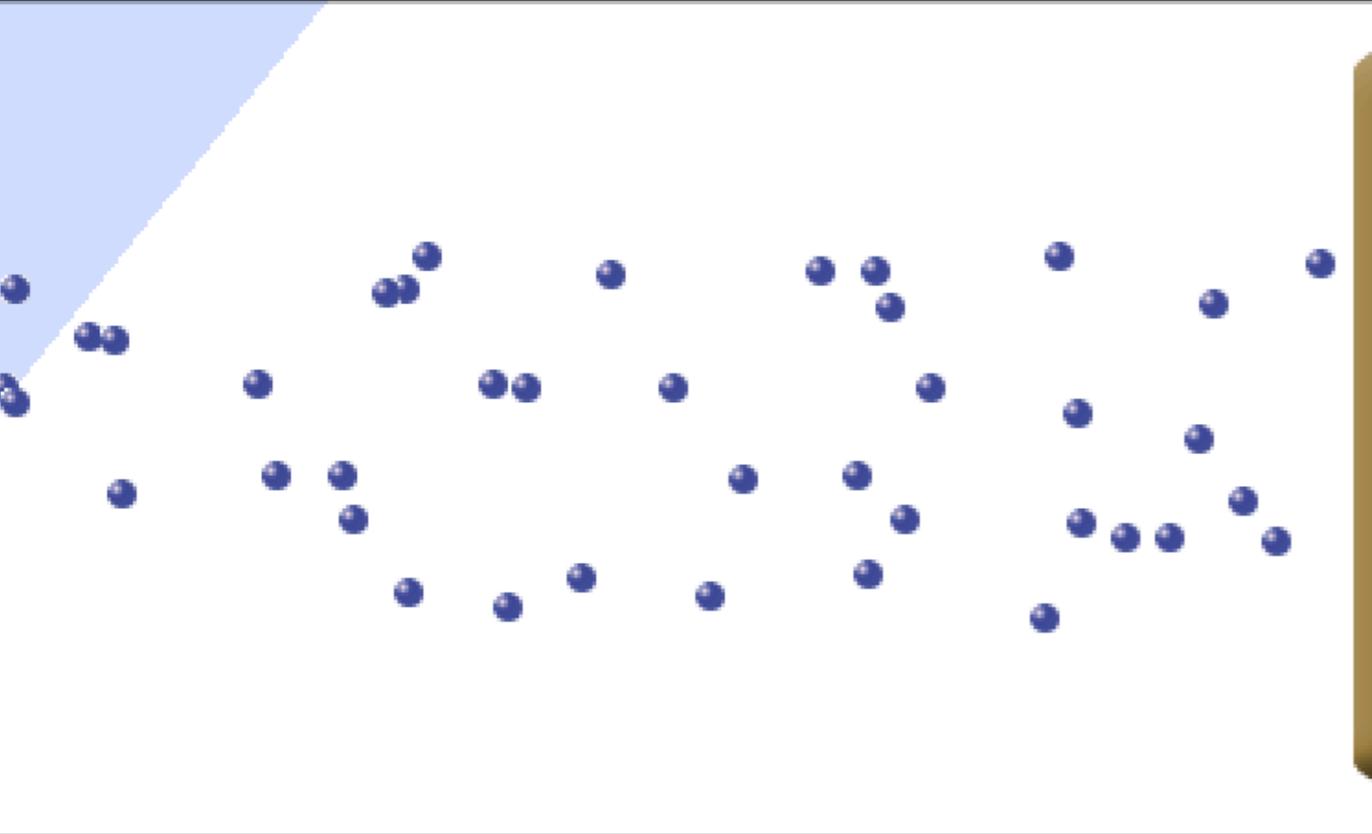
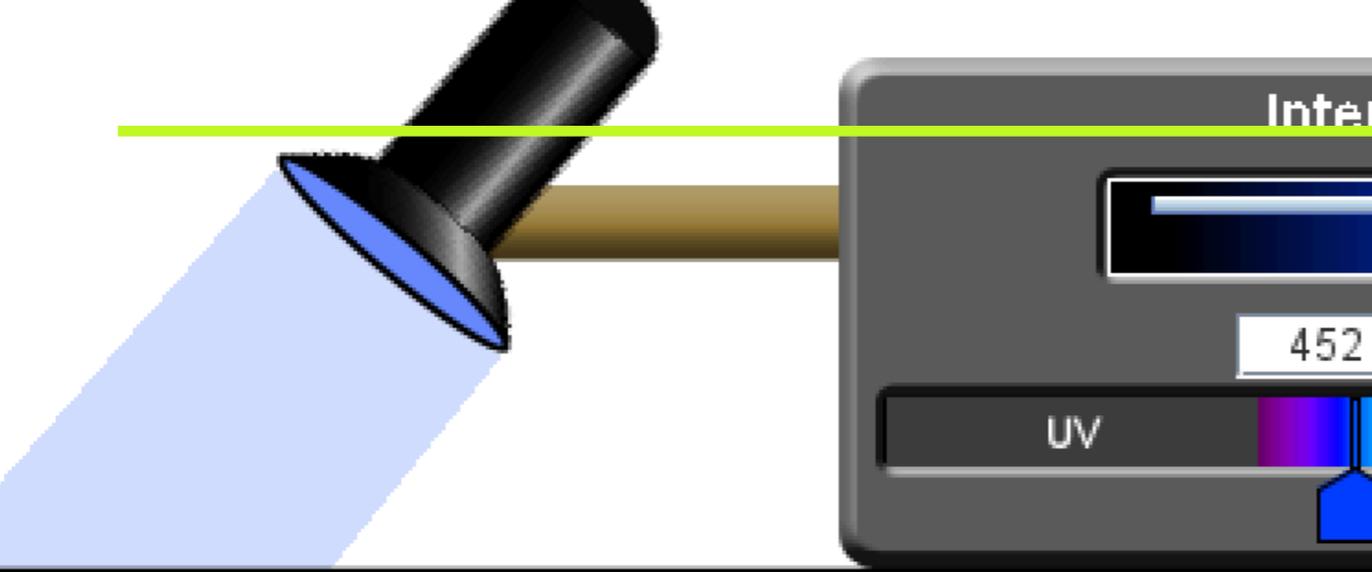
- Premières hypothèses scientifiques sur la nature de la lumière, XVII^e siècle.
- **Newton (1704)** : corpuscule massif, attirés par la matière.
- **Huygens (1690)** : ondes, perturbations d'un milieu inconnu, freinées par la matière.

La preuve expérimentale

L'expérience d'Young

- **1801** : Young réalise expérimentalement les interférences lumineuses.
- Preuve de la nature ondulatoire.
- **1865** : Unification de l'électromagnétisme par Maxwell.
La lumière est une onde électromagnétique !





L'effet photoélectrique

Et tout est à refaire

- L'effet photoélectrique : émission d'électrons depuis un métal exposé à de la lumière
- Résultats expérimentaux inexplicables : l'émission dépend de la couleur de la lumière.
- Explication : Einstein (1905), la lumière est une particule !

La lumière est corpusculaire

- Chaque particule est chargée d'énergie.
- L'énergie dépend de la fréquence de la lumière :

- $$E = h \cdot f$$

J (Joules)

6,64.10⁻³⁴ J.s

Hz (Hertz)

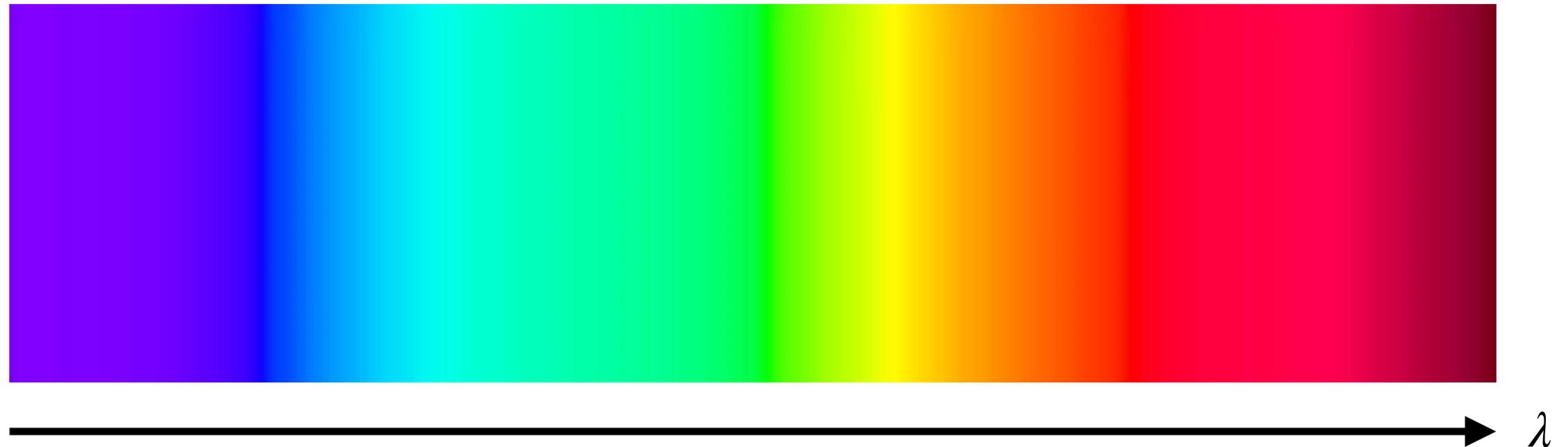
Exercice 1

- On cherche à déterminer l'énergie seuil du sodium, énergie à partir de laquelle l'effet photoélectrique se manifeste. Expérimentalement, on constate que l'effet apparaît pour une longueur d'onde de 544 nm
1. L'effet photoélectrique disparaît-il si la longueur d'onde lumineuse diminue ? Augmente ?
 2. Calculer la fréquence à laquelle la longueur d'onde seuil correspond. On rappelle la formule : $\lambda = c/f$ avec c la vitesse de la lumière dans le vide.
 3. En déduire l'énergie seuil demandée, exprimée en Joules.
-

La lumière est une onde et
un corpuscule.

Les ondes lumineuses

- **Milieu de propagation** : le vide
- **Nature** : onde électromagnétique
- **Vitesse dans le vide** : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- **Spectre visible** : 400 nm (bleu sombre, violet) à 750 nm (rouge sombre).





Et dans la matière ?

- Propagation dans les milieux transparents.
- **Vitesse :** $v = c/n$
- **n : indice optique du milieu**
 - Air : 1 (presque)
 - Eau : 1,33
 - Diamant : 2,4
- N est strictement plus grand que 1
- n dépend de la longueur d'onde.
Milieux matériels dispersifs.

Exercice 2

- La dépendance en longueur d'onde de l'indice optique est modélisée par loi dite de Cauchy :

- $$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

- Avec $A = 1,5046$ SI et $B = 0,00420$ SI

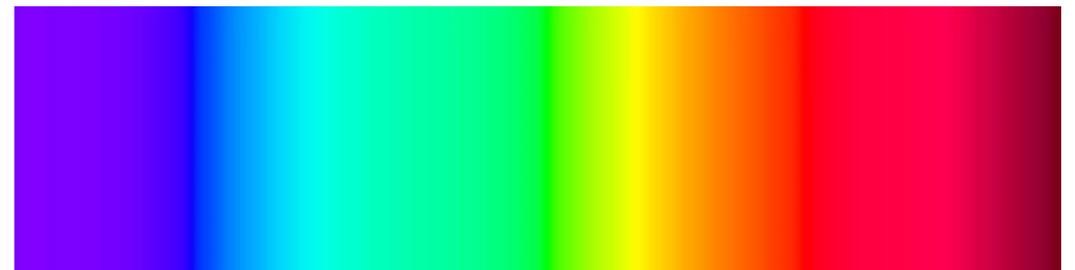
1. Unités de A et B si λ s'exprime en μm ?
 2. Faire le calcul pour $\lambda = 400$ nm et pour $\lambda = 700$ nm.
 3. Commenter les valeurs numériques obtenues.
-



Les sources lumineuses

Lumière blanche

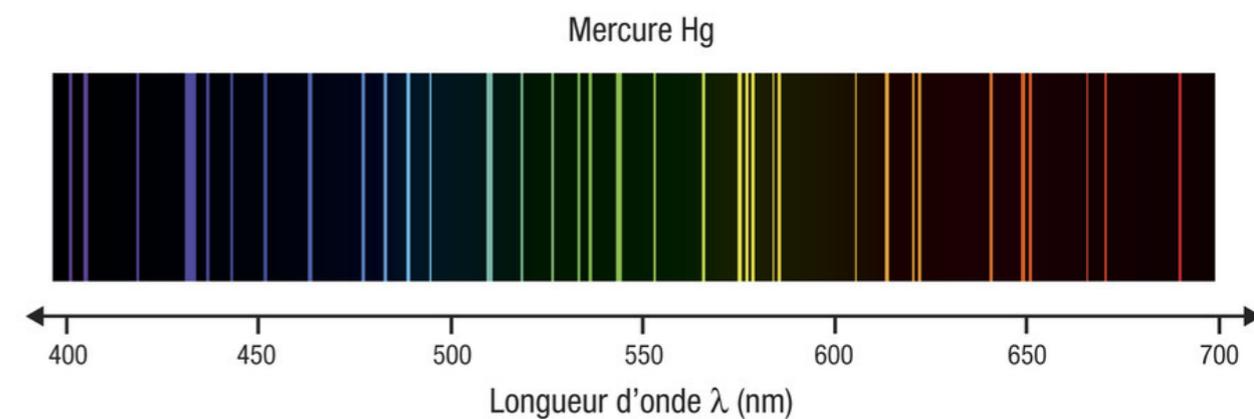
- Tout corps chauffé rayonne dans toutes les longueurs d'ondes.
- Spectre continu.
- Pic d'émission dépend de la température (loi du corps noir).



Les sources lumineuses

Sources à spectre discret

- Emission lumineuse par désexcitation des électrons des atomes.
- Longueurs d'ondes spécifiques.
- Spectre discret.
- LED, lampes à décharge (néons)

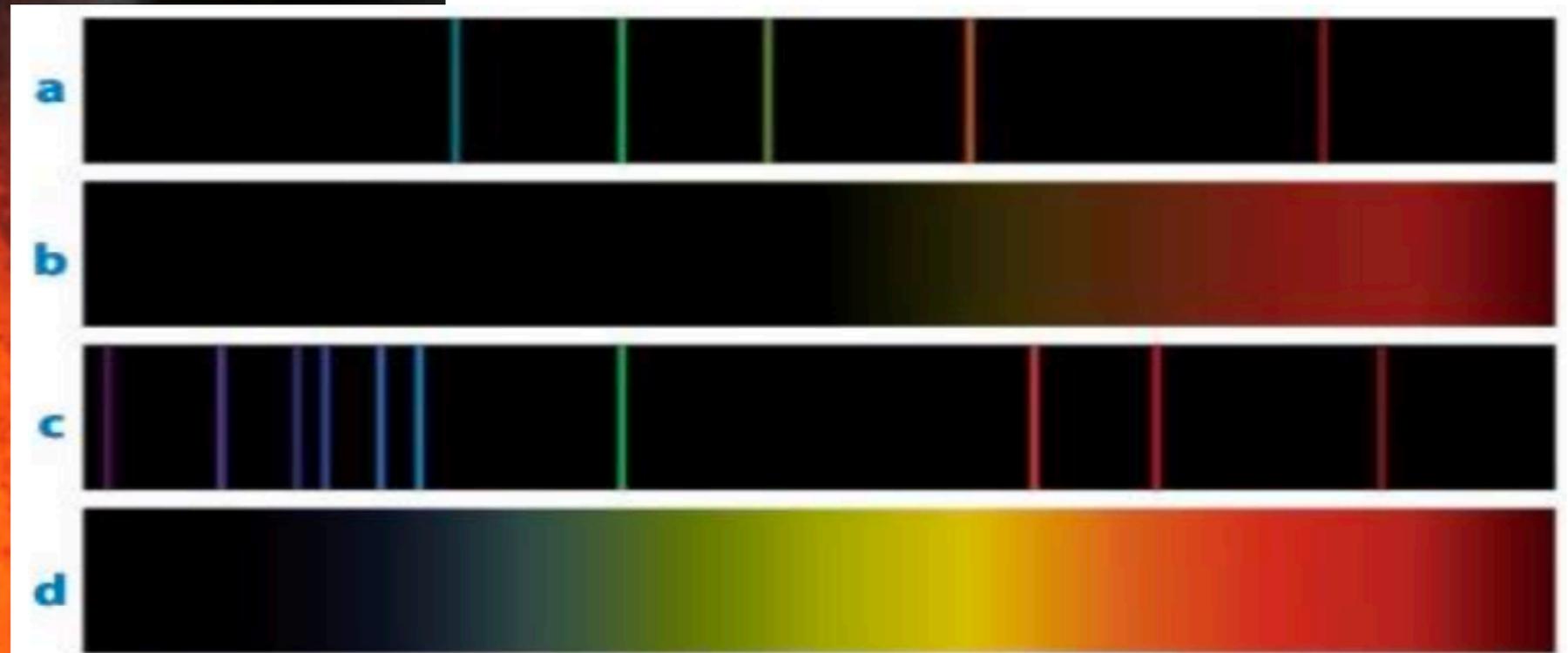




Les sources lumineuses LASER

- Emission lumineuse par désexcitation des électrons des atomes sur un niveau spécifique.
- Longueur d'onde **unique**.
- **Source monochromatique**.

Exercice 3



1. Quel spectre correspond à la partie jaune du fer chauffé ? A la partie orange ?
2. Quelle est la partie la plus chaude ?
3. Les spectres restant peuvent-ils provenir d'un corps chauffé ?

Modèle de source lumineuse

- Dans la suite : onde électromagnétique, modélisée par des **rayons lumineux**.
 - **La lumière se propage en ligne droite dans un milieu homogène et isotrope**.
 - Source **ponctuelle** (monochromatique), qui émet des rayons lumineux de **manière isotrope**.
 - **Approximation de l'optique géométrique** : on néglige les effets de diffraction et d'interférences.
-