



Sources de lumière

Primaire

secondaire

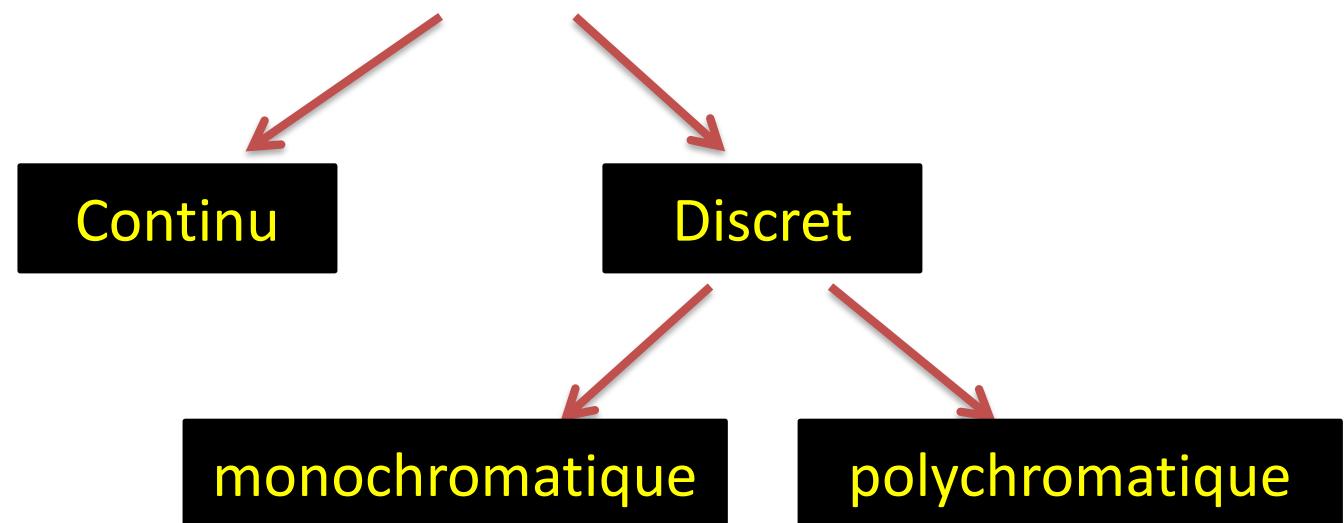
Qui produit de la
lumière (soleil)

Qui reflète la
lumière



Notion de spectre

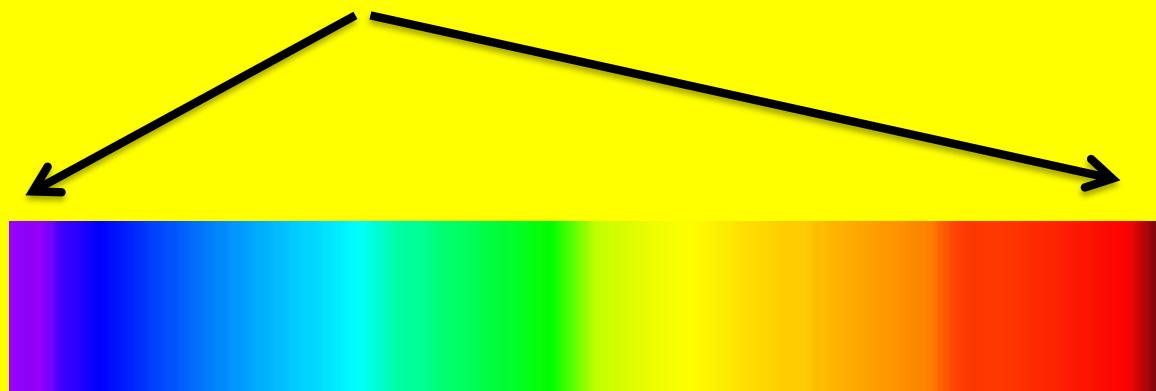
Ensemble des radiations émises, absorbées ou diffusées par une espèce chimique résultant de la décomposition d'un rayonnement complexe





Exemple de spectre continu

Le Soleil est une source lumineuse d'origine naturelle. Le spectre de la lumière solaire est continu car il présente toutes les radiations qui existent entre les deux radiations extrêmes



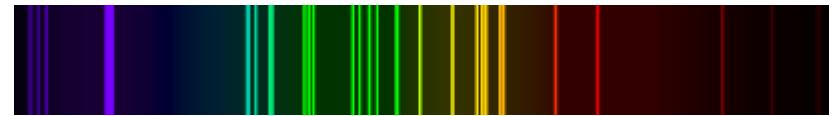
Exemple de spectres discrets

Source monochromatique



Une seule radiation (fréquence)
Qui correspond à la couleur
jaune

Source polychromatique



Plusieurs radiations
(fréquences) on les appelle
des **raies spectrales**



La lumière est une onde électromagnétique

L'un des aspect qu'on attribue à la lumière est l'onde électromagnétique

Elle résulte de la propagation d'une vibration d'un champs magnétique et un champs électrique.

Cette onde est caractérisée par sa fréquence, sa longueur d'onde et sa vitesse



Analogie onde électromagnétique - vague

on jette Régulièrement à intervalles de temps égaux des cailloux sur une surface d'eau.

Il se forment donc des vagues avec des crêtes et des creux qui se propagent dans toutes les directions.

Mettant un morceau de liège su un endroit, son mouvement est **vertical et périodique de Haut en bas et inversement**

La fréquence c'est le nombre de fois que le morceau de liège fait son mouvement de haut en bas et de bas en haut en une seconde.

La longueur d'onde est la distance entre deux crêtes successives.
Ou entre deux fonds successifs.



La fréquence d'une onde électromagnétique

une onde électromagnétique et une variation alternative d'un champ électromagnétique qui se propage, à partir d'une source donnée, dans toutes les directions de l'espace environnant

Sa **FRÉQUENCE**, c'est le nombre d'oscillations du champ électromagnétique par seconde, (elle est mesurée en Hertz)

Sa **période** , est liée à la fréquence par la relation

$$c = \lambda \times v$$

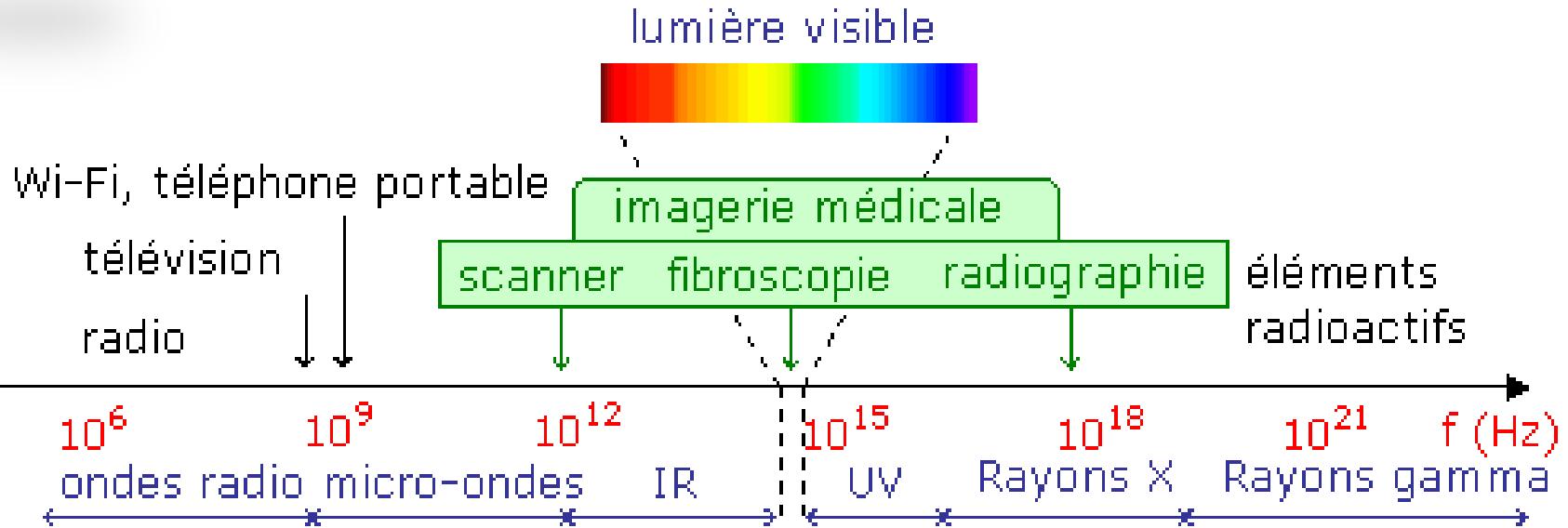
Vitesse de l'onde
dans le milieu de
propagation

Longueur d'onde en
mètres

Fréquence en hertz



L'œil humain peut percevoir uniquement les ondes électromagnétiques lumineuses



Selon la fréquence, l'onde électromagnétique change d'aspect physique.



Couleurs des corps chauffés

Un corps dense chauffé émet un rayonnement électromagnétique appelé rayonnement thermique qui dépend de la température, et dont le spectre est continu

La couleur du corps passe du **rouge sombre** au blanc si la température augmente

Le spectre présente un maximum d'intensité pour une valeur λ_{max}



Loi de Wien



Le spectre continu du rayonnement thermique émis par un corps à la température T a une intensité maximale pour une longueur d'onde λ_{\max} donnée par la relation

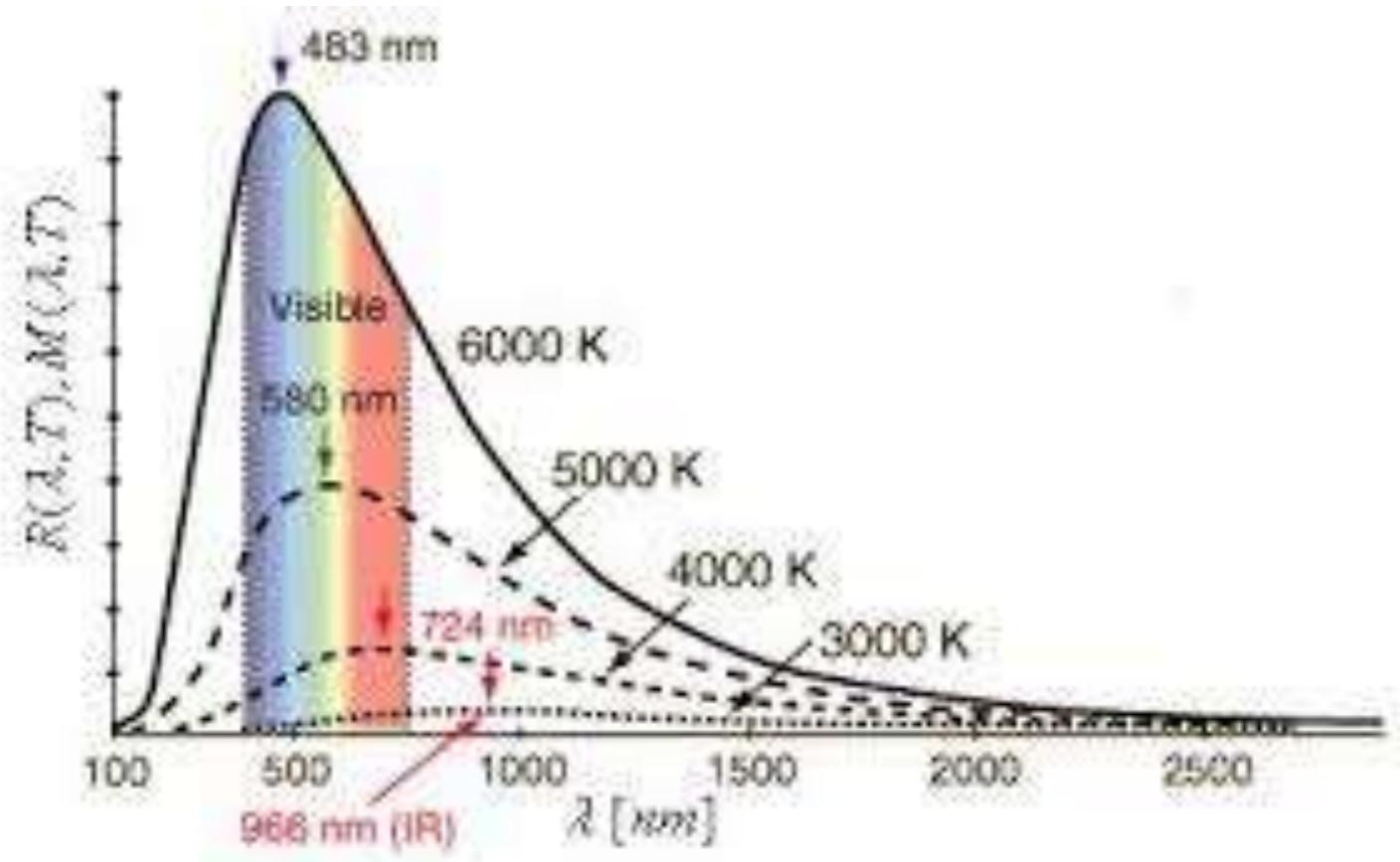
$$\lambda_{\max} = \frac{2,898 \cdot 10^{-3}}{T}$$

$T=273+\theta$ °C



Longueur d'onde en (m)

Température en kelvin

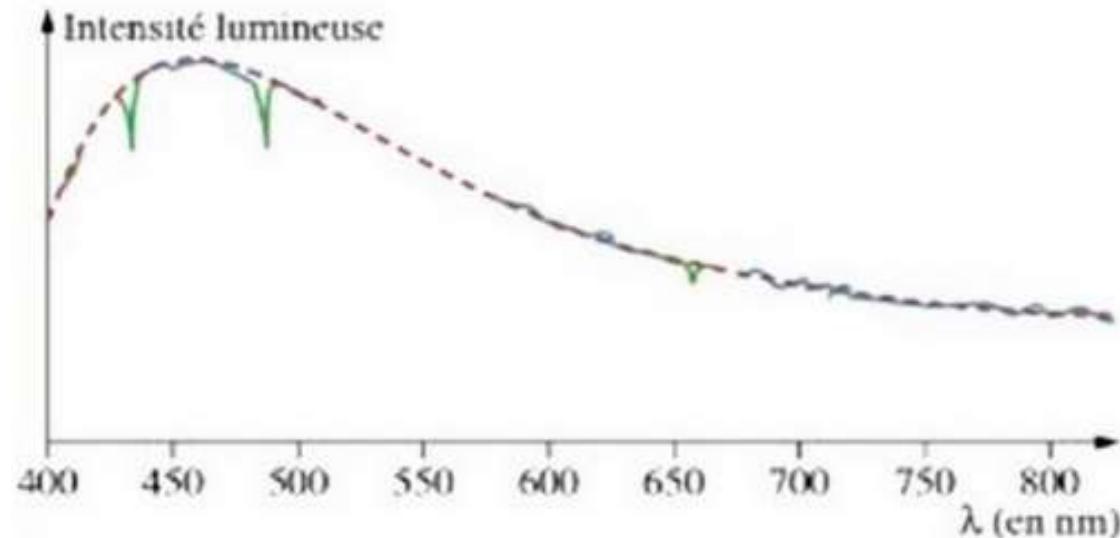


NB

Plus la température de chauffage augmente plus
la longueur d'onde λ_{\max} est petite

Application 1

L'allure du profil spectral d'une étoile a été tracée en pointillé (voir schéma ci-dessous).



- 1) a) Déterminer λ_{\max} la longueur d'onde correspondant au maximum d'intensité. Correspond-elle à une radiation visible ? Justifier.

- b) Donner la loi de Wien, en déduire la température de surface de l'étoile.



Application 1

- c) Indiquer, en justifiant, pourquoi la couleur de cette étoile est jaune-blanche.
- 2) Indiquer les couleurs obtenues par synthèse additive des lumières de couleurs primaires.
- 4) Un élan patriotique nous amène à nous demander comment percevrait-on le drapeau français à travers un filtre rouge.
Indiquer, en justifiant brièvement, les couleurs perçues par l'œil des 3 parties du drapeau français (bleu/blanc/rouge) lorsqu'il est éclairé par la lumière blanche, et observé à travers un filtre rouge.

Solution



Application 1

1a	$\lambda_{\text{max}} = 460 \text{ nm}$ (455 et 465 nm acceptés ; 450 et 470 nm : moitié des pts). Domaine visible car $400 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$.
1b	$\theta = 2,9 \times 10^6 / 460 - 273 = 6,01 \times 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$
1c	D'après le profil spectral, les principales radiations émises avec une grande intensité lumineuse sont bleues et vertes, les autres le sont avec une plus faible intensité : l'étoile ne paraît pas tout à fait blanche mais jaune-blanche.
2	Réponse acceptées : - cyan, magenta, jaune (avec ou sans précision des synthèses)
3	Chaque pixel est formé de 3 luminophores (sous-pixels) qui transmettent des lumières R, V et B avec des intensités lumineuses différentes, ce qui permet de créer toutes les couleurs ; les luminophores sont trop proches pour que l'œil les distingue : le cerveau fait donc, pour chaque pixel, la superposition des lumières colorées émises.
4	La partie bleue diffuse les lumières bleues qui sont absorbées par la filtre rouge : elle paraîtra noire. La partie blanche diffuse toutes les lumières, le filtre ne transmettant que le rouge : elle paraîtra rouge. La partie rouge diffuse les lumières rouges qui sont transmises par la filtre rouge : elle paraîtra rouge.

Application 2

Données : constante de Planck : $h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; 1eV correspond à $1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $c=3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;

Loi de Wien : $\theta = \frac{2,89 \cdot 10^6}{\lambda_{\max}} - 273$ avec θ en $^{\circ}\text{C}$ et λ_{\max} en nm.

Les ondes lumineuses visibles par notre œil ne représentent qu'une petite partie du vaste domaine des ondes électromagnétiques.

1.1. Indiquer sur le schéma ci-après les domaines des radiations de la lumière visible, des UV et des IR.



Une onde électromagnétique a une longueur d'onde dans le vide $\lambda=1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$.

1.2. A quel domaine appartient cette radiation ? Justifier.

1.3. Calculer la fréquence de l'onde associée à cette longueur d'onde.

1.4. Ecrire la relation qui lie l'énergie d'un photon à la fréquence des radiations.

Comment varie cette énergie quand la fréquence des radiations diminue ? Justifier la réponse.

1.5. Calculer la valeur de l'énergie associée au photon de longueur d'onde $\lambda=1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$.

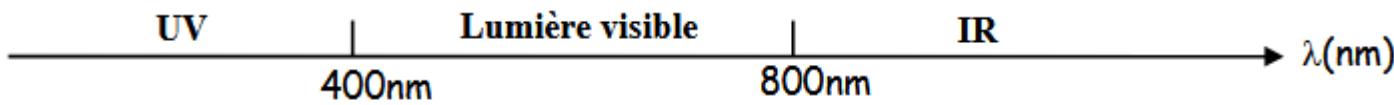
1.6. Convertir cette énergie en eV.

Solution



Application 2

1.1. Radiations de la lumière visible, des UV et des IR.



1.2. Pour savoir à quel domaine appartient cette radiation, il faut la convertir en nm :

$$\lambda = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 1,5 \cdot 10^4 \text{ nm} = 15 \cdot 10^3 \text{ nm} \quad \lambda > 800 \text{ nm donc} \quad \text{Cette radiation appartient à l'IR.}$$

1.3. Calcul de la fréquence ν de l'onde associée à cette longueur d'onde :

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \quad \text{d'où} \quad \nu \cong \frac{3,00 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^{-5}} \quad \underline{\text{AN: }} \nu \cong 2,0 \cdot 10^{13} \text{ Hz}$$

1.4. Relation qui lie l'énergie d'un photon à la fréquence des radiations : $|\Delta \mathcal{E}| = h \times \nu$

L'énergie et la fréquence étant proportionnelles, lorsque la fréquence diminue, l'énergie diminue également.

1.5. Calcul de l'énergie associée au photon de longueur d'onde $\lambda = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$:

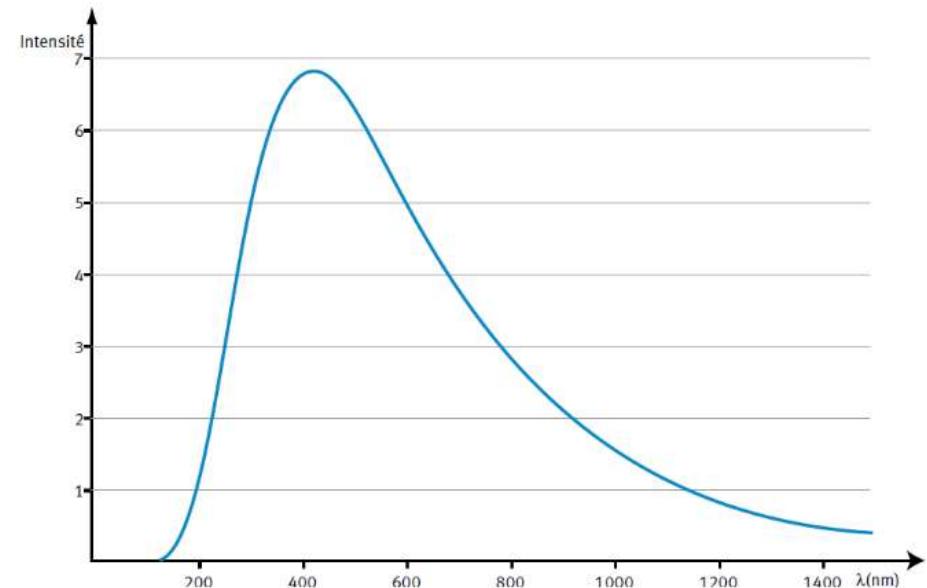
$$|\Delta \mathcal{E}| = h \cdot \nu \quad |\Delta \mathcal{E}| \cong 6,63 \cdot 10^{-34} \times 2,0 \cdot 10^{13} \quad \underline{\text{AN: }} |\Delta \mathcal{E}| \cong 1,3 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

1.6. Conversion de l'énergie en eV :

$$|\Delta \mathcal{E}| \cong \frac{1,3 \cdot 10^{-20}}{1,60 \cdot 10^{-19}} \quad \underline{\text{AN: }} \quad |\Delta \mathcal{E}| \cong 8,1 \cdot 10^{-2} \text{ eV}$$

Application 3

La courbe du rayonnement d'un corps est représentée ci-dessous :

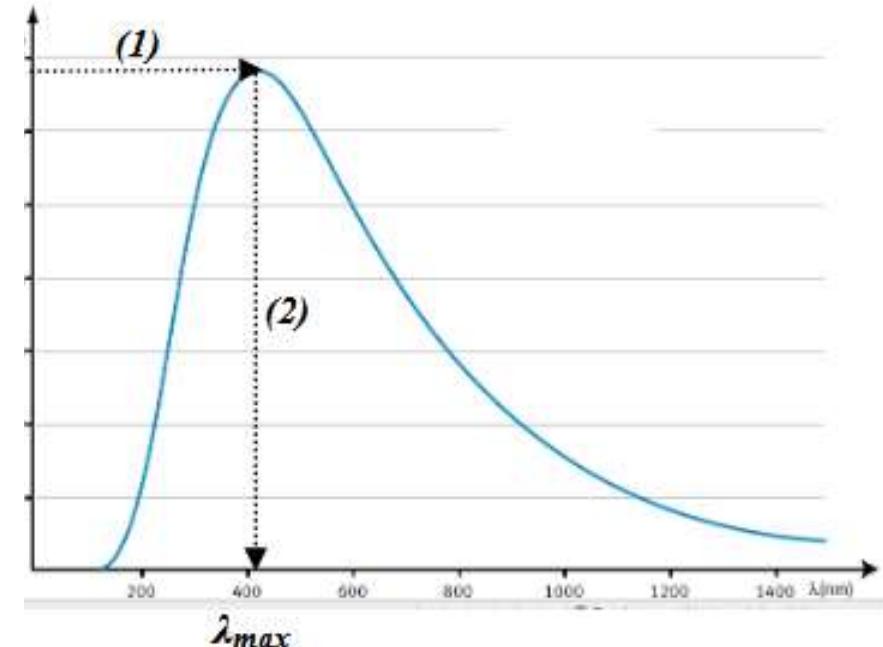


- 3.1. Utiliser la courbe ci-dessus pour déterminer la longueur d'onde correspondant au maximum de rayonnement du corps ?
- 3.2. A quel domaine d'ondes électromagnétiques correspond cette longueur d'onde maximale ? Justifier.
- 3.3. En déduire la température du corps.

Application 3

3.1. Pour déterminer la longueur d'onde correspondant au maximum de rayonnement du corps, on se place au maximum d'intensité de la courbe (1), on lit ensuite sur l'axe des abscisses la valeur de la longueur d'onde (λ_{max}) correspondante (2).

λ_{max} est l'abscisse du point de la courbe correspondant à l'intensité maximale de rayonnement.



On en déduit $\lambda_{max} \approx 420\text{nm}$

3.2. Cette longueur d'onde appartient au domaine du visible car sa longueur d'onde est comprise entre 400nm et 800nm.

3.3. Calcul de la température du corps :

Pour calculer la température de ce corps, on applique la loi de Wien

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

avec θ en $^{\circ}\text{C}$ et λ_{max} en nm.

$$\theta = \frac{2,89 \cdot 10^6}{420} - 273$$

$$\theta \approx 6,61 \cdot 10^3 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

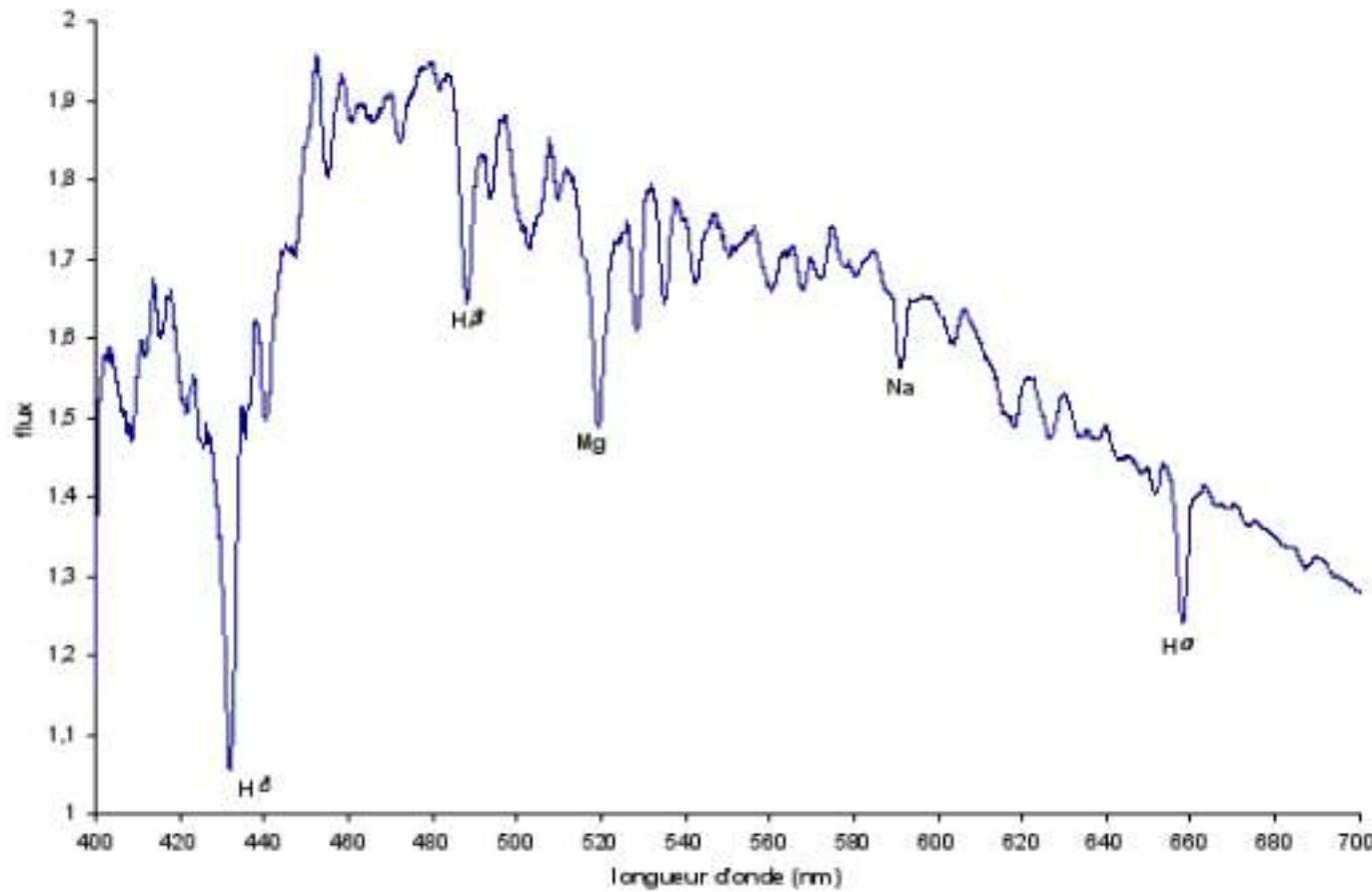
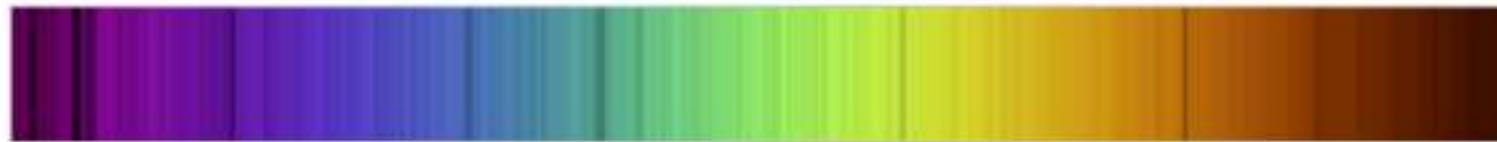


Application 4

Le spectre de la lumière du soleil est représenté ci-contre : en haut, le spectre observé avec un prisme. En bas, chaque radiation a été enregistrée en fonction de son intensité.

1. Pourquoi observe-t-on un fond uniformément coloré et des raies noires ?
2. Donner l'expression de la loi de Wien puis calculer la température de surface du soleil en utilisant le graphique ci-contre
3. Que représentent ces raies noires et quelles informations apportent-elles sur le soleil ?

Application 4





Application 4

La loi de Wien (4pts)

1. Le fond coloré continu est le rayonnement par incandescence du soleil. Les raies noires montre l'absorption de la lumière par des atomes ou ions dans l'atmosphère du Soleil 1 pt
2. Le maximum d'émission se trouve pour $\lambda = 490 \text{ nm}$ (environ) ; $\theta = 2,89 \cdot 10^{-6} / 490 - 273 = 5,6 \cdot 10^3 \text{ }^\circ\text{C}$ 2 pts
3. Ces raies noires montrent que l'atmosphère du Soleil contient des espèces chimiques. Celles-ci sont de l'hydrogène (cf courbe) mais aussi d'autre éléments fabriqués par le Soleil à partir de l'Hydrogène (fusion nucléaire) 1 pt