

Un deuxième modèle pour la lumière, le modèle ondulatoire

Rappel

Dans le chapitre 1 de cette partie, on a décrit la lumière géométriquement en traçant des
 Cette modélisation est insuffisante pour décrire totalement la lumière : par exemple, elle ne permet pas
 d'expliquer la différence entre une radiation bleue et une radiation rouge.

I La lumière est une onde

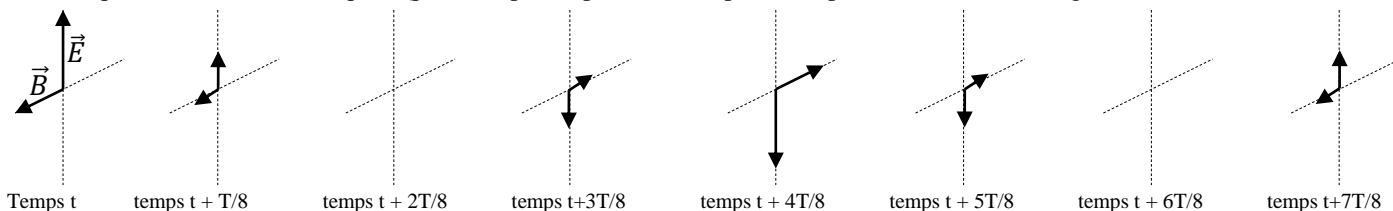
1) Lumière monochromatique

L'expérience de de la lumière par un prisme renseigne sur le caractère
 monochromatique ou non de cette lumière.

Si la lumière ne peut être décomposée par un prisme (présence raie dans son spectre), elle est
 dite

Il s'agit d'une onde électromagnétique qui se déplace, dans le vide à la vitesse c et qui est
 caractérisée par sa période T .

En effet, en chaque lieu où passe cette lumière, le champ magnétique et le champ électrique (voir partie 1 de
 l'année) qui sont des champs (donc avec trois caractéristiques :
) ont toujours une direction perpendiculaire à celle de propagation de la lumière
 mais un sens qui varie avec le temps et qui oscille périodiquement avec donc une période nommée T . Voici ce qui se
 passe en un lieu de l'espace (par exemple un point A) très précis où passe de la lumière de gauche à droite :



temps t+8T/8

On peut associer à la période de l'onde monochromatique deux autres grandeurs :

* La fréquence notée f ou (lettre grecque « nu ») :

Exemple, si $T = 2.10^{-15}$ s, $f =$ et correspond physiquement à

* La distance dont se propage l'onde lumineuse monochromatique pendant une durée égale à sa période T dans le
 vide. Cette distance est notée (λ) et est appelée Comme dans
 le vide, l'onde lumineuse voyage à la vitesse c , on a l'égalité fondamentale suivante :

Soit encore

L'homme est sensible à certaines radiations électromagnétiques monochromatiques sous la forme de perception
 colorée grâce à son récepteur de ces ondes qui est On a l'habitude de nombrer 7 couleurs perceptibles. Mais
 ce n'est qu'une convention car en réalité il y a une entre le violet profond et le rouge profond :

Les valeurs de ce tableau sont approximatives et dépendent des yeux des personnes. C'est une moyenne qui est donnée.

Période (*10 ⁻¹⁵ s)	<1,33	1,33-1,40	1,40-1,50	1,50-1,77	1,77-1,93	1,93-2,07	2,07-2,33	2,33-2,67	>2,67
Fréquence (*10 ¹² Hz)									
Longueur d'onde <i>dans le vide</i> (nm)									
Couleur									

L'œil ne perçoit ainsi que les radiations dont les longueurs d'onde dans le vide sont comprises entre

Le violet correspond aux longueurs d'onde et le rouge auxlongueurs d'onde du spectre visible.

En-deçà de 400 nm, on rencontre les Au-delà de 800 nm, on rencontre les

2) Lumière polychromatique

Lorsque le prisme décompose une lumière (présence de plusieurs raies éventuellement accolées pour former une bande sur son spectre), celle-ci est dite Elle est la des ondes monochromatiques qui la composent. L'œil fait alors une synthèse des couleurs qu'il reçoit afin que l'homme perçoive une couleur particulière (voir chapitre 4).

Exemple : une lumière monochromatique rouge juxtaposée avec une lumière monochromatique bleue de même intensité sera perçue par l'homme.

II Les sources de lumière

1) Définition

Une source de lumière est un objet qui produit la lumière qu'il émet. Cette lumière correspond à de l'énergie émise sous forme d'énergie par définition.

Elle provient d'une autre sorte d'énergie :

Exemple de source lumineuse	Energie initiale	Energie obtenue
Luciole		Energie lumineuse
	Energie nucléaire	
Lampe à incandescence		

Une source de lumière est dite polychromatique si elle émet une

Exemple :

Une source de lumière est dite monochromatique si elle émet une

Exemple :

2) Spectre d'une source lumineuse

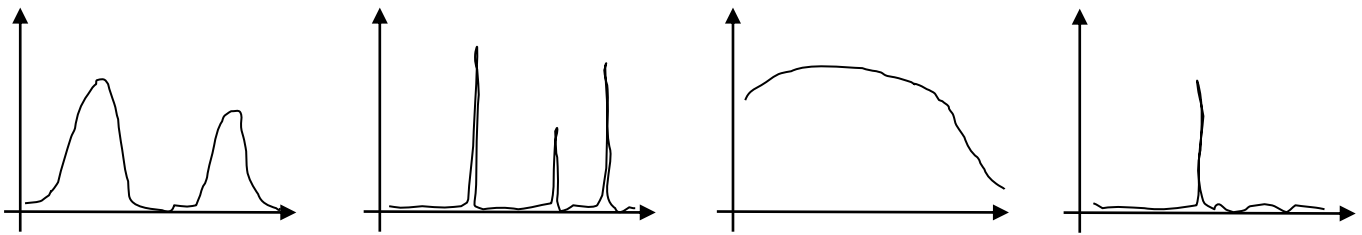
a) Définition

Il s'agit dans tous les cas d'un spectre d'émission pour les sources puisque la lumière étudiée est émise par la source.

En classe de 2^{nde}, on définit le spectre d'une source de lumière comme la figure colorée obtenue sur un écran après traversée dans un prisme de cette lumière.

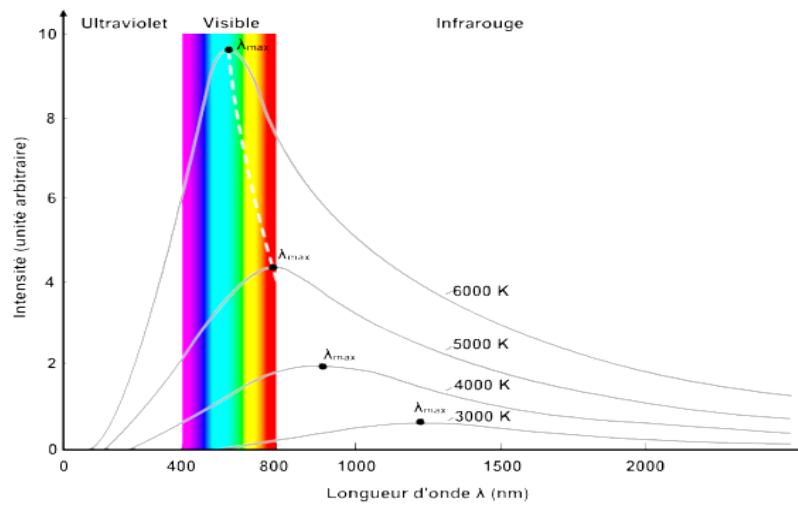
En 1^{ère}S, le spectre est un graphique : c'est celui qui donne l'intensité lumineuse du rayonnement émis par la source en fonction de la fréquence ou de la longueur d'onde dans le vide. On peut alors retrouver l'allure du spectre vu en 2^{nde}.

b) Exemples (intensité I en et longueur d'onde dans le vide λ en)



b) Spectre (de la lumière) émis par un corps chaud

Voici les spectres obtenus (superposés) correspondant à la lumière émise d'une source à différentes températures (typiquement un filament de tungstène d'une ampoule à incandescence) on parle alors de rayonnement thermique :



Rappel sur la température absolue :

La température d'un corps peut soit être donnée dans l'échelle des degrés Celsius. Elle est alors notée en générale θ (thêta) et s'exprime ainsi en Elle peut aussi correspondre à sa température dite absolue notée T et elle s'exprime alors en Le lien entre les deux échelles est le suivant :

Quelles remarques peut-on faire sur ces spectres ?

Qualification des spectres :

Evolution avec la température, perception de la couleur :

Valeur de la longueur d'onde correspondant au maximum d'intensité pour une température donnée :

Loi de Wien

Wilhem Wien (1864-1928) montre en 1893, que le spectre continu du rayonnement thermique émis par un corps à la température absolue T, a une intensité maximale I_{max} pour une longueur d'onde notée λ_{max} donnée par la relation :

$$\lambda_{max} = 2,90 \cdot 10^{-3} / T$$

Unités du SI :

Cette loi sera toujours rappelée en devoir.

III Les objets qui reçoivent de la lumière

Après les sources qui émettent de la lumière, étudions la lumière qui provient des objets qui reçoivent cette lumière.

1) Principe général

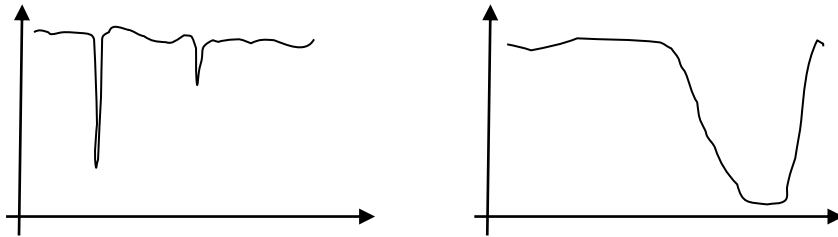
Lorsqu'un objet reçoit de la lumière provenant d'une source, une partie de cette lumière est par l'objet, une autre partie traverse l'objet et réapparaît après traversée, on dit que cette partie est et enfin une partie est directement

Schéma correspondant :

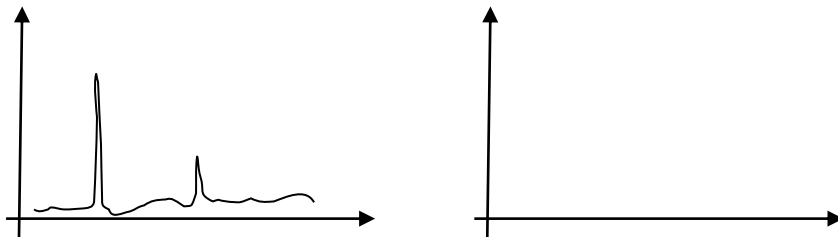
2) Spectre obtenu

Le spectre d'un objet éclairé peut être de deux sortes :

- Soit on indique l'intensité de la transmission T en fonction de la longueur d'onde (spectre en transmittance ou de transmission) :



- Soit on indique l'intensité de l'absorbance A en fonction de la longueur d'onde (spectre en absorbance ou d'absorption) :



3) Absorption des solutions colorées

Plaçons une solution colorée (par exemple du sirop de menthe) dans un récipient et analysons la lumière une fois qu'elle a traversé le récipient.

a) Paramètres dont peut dépend l'absorbance A

L'absorbance A dépend de certains paramètres :

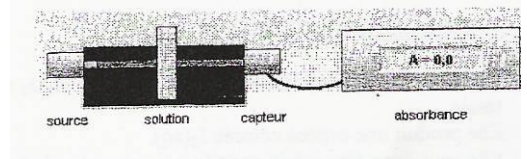
-
 -
 -
 -
 -
- (.....) .

b) Aspect expérimental (ce paragraphe peut servir de fiche)

i) Principe

L'appareil qui permet de mesurer l'absorbance s'appelle un _____. La solution à étudiée est placée dans une _____ de spectrophotométrie qui a en général une largeur de 1 cm mais on peut changer de cuve pour changer de largeur. La longueur d'onde de la radiation avec laquelle on travaille doit être choisie avant la mesure.

La cuve est placée dans un compartiment que l'on referme lors de la mesure qui ne doit pas être perturbée par la lumière extérieure. Un faisceau incident monochromatique (c'est-à-dire arrive sur la cuve et la traverse. C'est l'intensité du faisceau émergent qui est analysée.



Les parois de la cuve et le solvant absorbent une partie du faisceau. Pour ne pas enregistrer cette absorbance, on doit au préalable de toute mesure « faire _____ » ou « faire _____ » : une cuve remplie de solvant seul est analysée ; l'absorbance correspondante doit d'abord être enregistrée pour ensuite être soustraite automatiquement aux mesures effectuées qui suivent.

ii) Réalisation de la mesure d'une absorbance :

- choisir et préciser la longueur d'onde à laquelle on travaille en l'enregistrant dans l'appareil pour le spectrophotomètre.

Il faut manipuler les cuves en les remplissant aux 2/3 et en les saisissant avec les doigts sur les parois (souvent striées) qui ne sont pas traversées par le faisceau (le sens du faisceau est toujours indiqué sur les appareils, en tenir compte à chaque fois) ; ne surtout pas renverser leur contenu dans l'enceinte de mesure ; ne pas oublier de fermer l'enceinte lors d'une mesure ou du blanc.

- remplir d'abord une cuve avec le solvant seul et la placer dans le spectrophotomètre pour « faire le blanc »,
- remplir une autre cuve avec la solution à étudier et mesurer l'absorbance,
- **refaire « un blanc » entre chaque nouvelle mesure** sauf mention contraire.

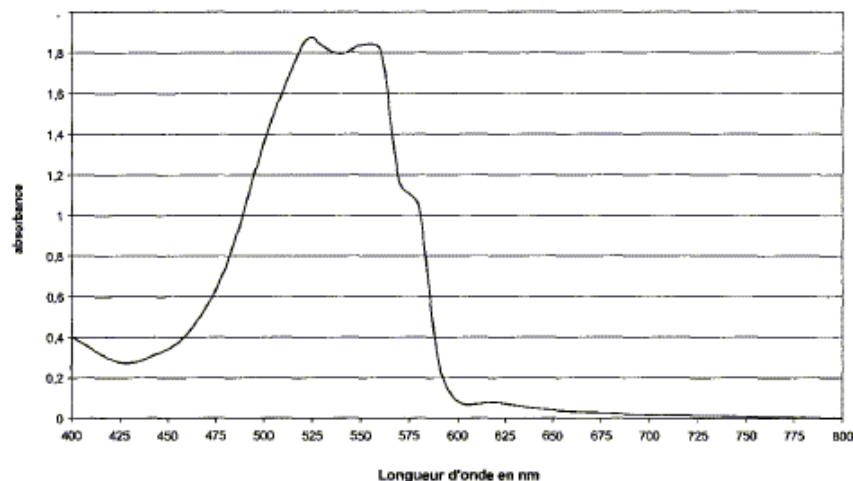
c) Absorbance et longueur d'onde dans le vide

On désire étudier l'influence de la longueur d'onde dans le vide λ sur l'absorbance A. Comment faire ?

.....
.....

Qu'obtient-on comme graphique ?

Courbe d'absorbance d'une solution de permanganate de potassium à la concentration de 0,5 mmol.L⁻¹



d) Absorbance et espèce chimique

Bien sûr, l'absorbance dépend de l'espèce chimique. Notamment, le spectre $A = f(\lambda)$ est différent d'une espèce colorée à l'autre et permet On peut retrouver la couleur de la solution à partir du spectre : faites ce travail avec le permanganate de potassium.

e) Absorbance et longueur du trajet parcouru par la lumière dans la solution

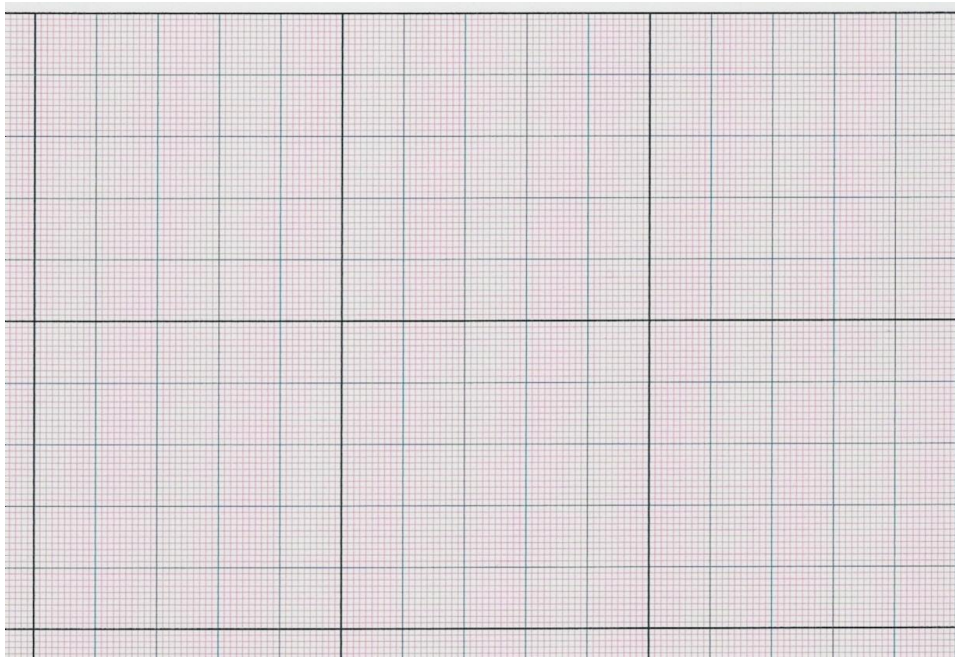
On montre expérimentalement que pour fixée, pour une et pour une, l'absorbance A est proportionnelle à la longueur l du trajet parcouru par la lumière dans la solution. A peut donc se mettre sous la forme :

f) Absorbance et concentration

On désire étudier l'influence de la concentration sur l'absorbance A. Comment faire ?

Vous avez à votre disposition 4 solutions aqueuses de permanganate de potassium. Mesurer l'absorbance de chacune d'elle à la longueur d'onde 530 nm pour une longueur de cuve traversée égale à 1,0 cm. Attention ! Ne pas oublier de faire un blanc entre chaque mesure. Compléter le tableau et tracer le graphique A = f(c).

Concentration (mol.L ⁻¹)	0	5,0.10 ⁻⁵	1,0.10 ⁻⁴	2,0.10 ⁻⁴	3,0.10 ⁻⁴
A					



- Modéliser complètement la dépendance de A en fonction de c. Attention à être complet. Le faire sur feuille séparée comme appris sur la fiche graphique.
- Retrouver le résultat avec regressi
- **Application (TP)** : avec les documents suivants et le matériel à votre disposition, déterminer la concentration de la solution aqueuse de permanganate de potassium marquée « concentration inconnue ».

Document 1 : graphique et résultats du f)

Document 2 : les spectrophotomètres fournissent un résultat erroné dès que A>1,7 environ. On dit qu'ilsaturent.

Document 3 : la solution inconnue a une concentration d'environ 10⁻² mol.L⁻¹

Rédiger le protocole sur une feuille séparée, la montrer au professeur et commencer votre démarche d'investigation.

g) Loi de Beer-Lambert

Les deux lois de e) et f) sont alors réunies en une seule appelée loi de Beer-Lambert (1852) qui s'écrit :

Loi de Beer-Lambert :

$$A = \dots\dots\dots$$

Unités du SI :

Unités couramment utilisées en chimie :

Signification et nom des grandeurs :