

Chapitre 7 :

Les spectres lumineux

Problématiques étudiées dans ce chapitre :

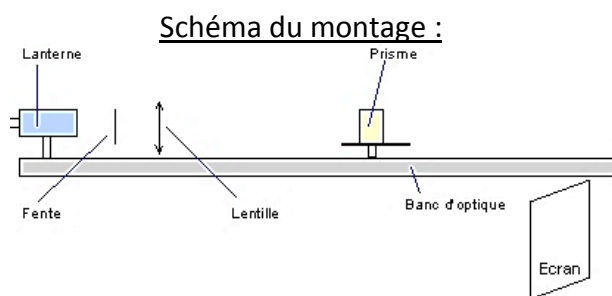
I) Qu'est-ce qu'un spectre lumineux ?	1
II) Qu'est-ce qu'un spectre d'émission ?	2
1) Spectre d'émission continu	2
2) Spectre de raies d'émission d'un atome (ou d'un ion)	2
III) Que nous apprennent les spectres d'émission continus d'origine thermique ?	3
IV) Qu'est-ce qu'un spectre de raies d'absorption ?	3
V) Application à l'astrophysique : « Que nous apprend la lumière provenant des étoiles ? »	4

I) Qu'est-ce qu'un spectre lumineux ?

Un **spectre lumineux** est la figure obtenue par décomposition d'une lumière en radiations monochromatiques.

Pour décomposer la lumière, on utilise un système dispersif, appelé **spectroscope**, qui est l'appareil utilisé pour former des spectres lumineux.

- La décomposition de la lumière peut être obtenue après passage à travers un ou plusieurs **prismes**.
- Il est également possible d'utiliser d'un **réseau** (un grand nombre de traits fins, parallèles, équidistants et très rapprochés)

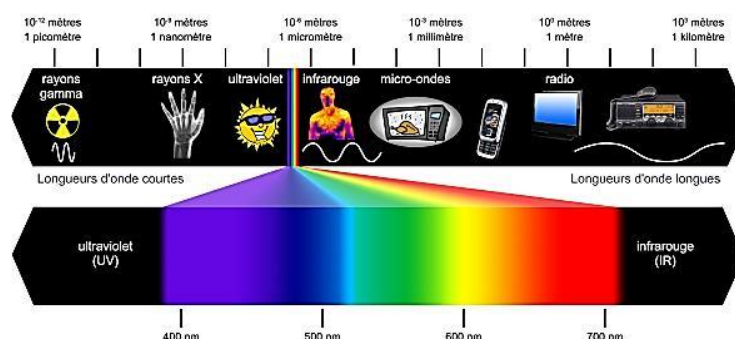


Voir Chapitre 6 + animation : http://ostralo.net/3_animations/swf/dispersion.swf

Remarques :

- Si la lumière n'est pas décomposée, elle est **monochromatique** ; elle correspond à une seule radiation.
- Si la lumière est décomposée, elle est **polychromatique** ; c'est un ensemble de plusieurs radiations.

Dans le vide ou dans l'air, les **radiations visibles ont des longueurs d'onde, notées λ , comprises entre 400 nm et 800 nm environ**. Elles sont limitées par les UV ($\lambda < 400$ nm) et les IR ($\lambda > 800$ nm).



II) Qu'est-ce qu'un spectre d'émission ?



Définition : Un **spectre d'émission** est le spectre de la lumière directement émise par une source.

1) Spectre d'émission continu

- Observer le spectre de la lumière blanche. Que peut-on dire de ce spectre ?



Le spectre de la lumière blanche émise par une lampe à incandescence est continu ; il s'étend du violet au rouge et comporte toutes les couleurs visibles par l'œil humain.

Un spectre **continu** se présente sous la forme d'une bande colorée unique contenant une infinité de longueurs d'ondes, notées λ . Un corps chaud, par exemple le filament de la lampe, émet une lumière dont le spectre est continu.



2) Spectre de raies d'émission d'un atome (ou d'un ion)

- Observer le spectre de la lumière émise par une lampe à vapeur de mercure. Que peut-on dire de ce spectre ?



Le spectre de la lumière émise par un gaz à basse pression est discontinu : il s'agit d'un spectre de raies d'émission.

- Expérience : Observer le spectre de la lumière émise par différentes lampes spectrales (lampe à vapeur de sodium, lampe à vapeur de soufre...)

http://ostralo.net/3_animations/swf/spectres_abs_em.swf

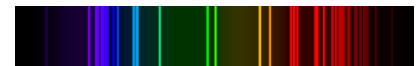
L'atome de sodium Na



L'atome de soufre S



L'atome de brome Br



Le spectre donné par une lampe à vapeur de sodium ou à vapeur de soufre... est discontinu.

La lumière émise par ces lampes est composée d'un nombre limité de radiations. Leur spectre est un **spectre de raies d'émission**. A chaque raie correspond une **radiation monochromatique** (= 1 seule couleur).

Un spectre de raies d'émission permet d'identifier un élément chimique (atome ou ion) sans ambiguïté. **Le spectre de raies est la signature de l'élément chimique.**

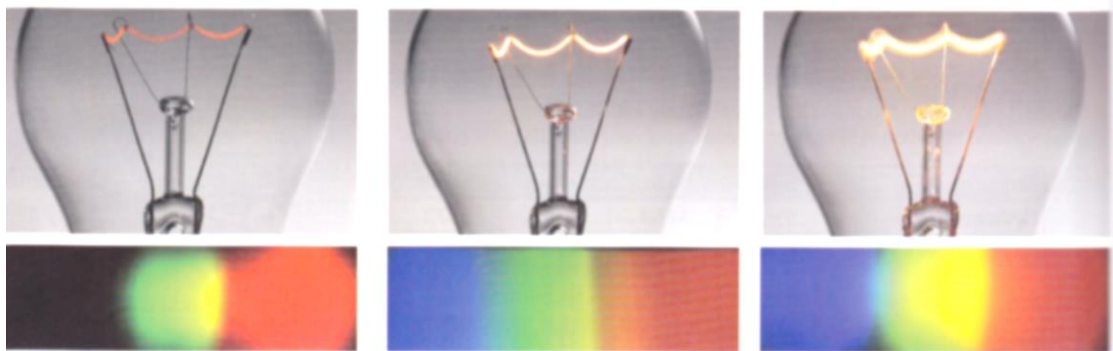


III) Que nous apprennent les spectres d'émission continus d'origine thermique ?

Le filament d'une ampoule, une braise, l'extrémité d'une cigarette allumée sont des corps incandescents : ils émettent, du fait de leur haute température, un rayonnement lumineux d'origine thermique.

Expérience : Le filament d'une lampe à incandescence parcouru par un courant électrique s'échauffe et émet de la lumière. Faire varier l'intensité du courant traversant le filament d'une lampe à incandescence.

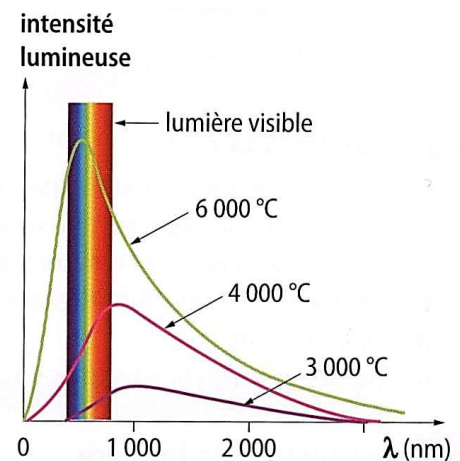
Résultat : Evolution du spectre de la lumière émise par le filament d'une lampe à incandescence lorsque sa température augmente de gauche à droite :



- Comment varie la couleur du filament lorsque la température du filament augmente ?
Il passe du rouge au blanc lorsque la température du filament augmente.
- Comment évolue le spectre de la lumière émise lorsque la température du filament augmente ?
Le spectre s'enrichit vers le bleu/violet lorsque la température du corps augmente.

Conclusion :

- Le spectre de la lumière émise par un corps chaud (= corps incandescent) dépend de sa température. Plus la température d'un corps incandescent est élevée, plus le spectre continu de la lumière émise s'enrichit vers le violet.
- Plus la température T est élevée, plus la longueur d'onde λ_{\max} correspondant au maximum d'intensité lumineuse, est petite, c'est-à-dire qu'elle tend vers les petites longueurs d'onde, donc vers les ultraviolets.



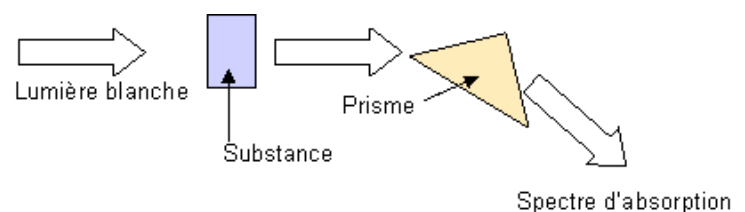
Profil spectral d'un corps chaud à différentes températures.

IV) Qu'est-ce qu'un spectre de raies d'absorption ?

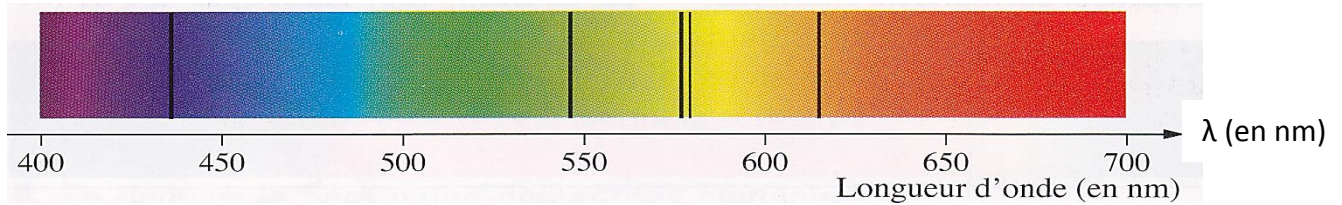
Le spectre d'absorption d'une substance est le spectre de la lumière obtenue après traversée de cette substance par la lumière blanche.



Schéma de l'expérience :

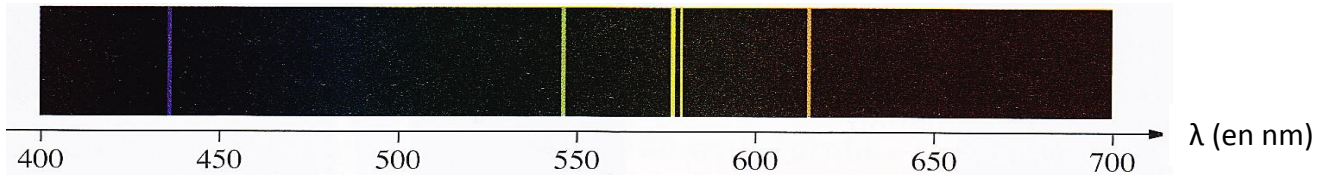


Voici le **spectre de raies d'absorption** du mercure :



Conclusion : Lorsqu'une substance est traversée par de la lumière blanche, le spectre obtenu est constitué de raies noires se détachant sur un spectre coloré : c'est un spectre de raies d'absorption.

Pour rappel : Voici le **spectre de raies d'émission** du mercure :



La raie noire d'absorption du mercure occupe exactement la même position dans le spectre que la raie d'émission produite par la lampe à vapeur de mercure. **Un élément chimique (atome ou ion) ne peut absorber que les radiations qu'elle est capable d'émettre.**



L'atome de sodium Na

L'atome de soufre S

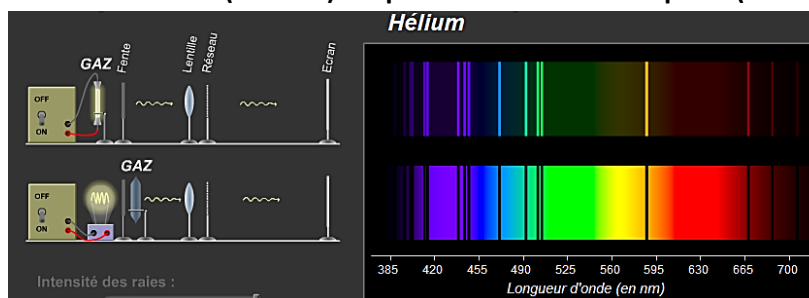
L'atome de brome Br



Comment identifier des éléments chimiques (= atomes ou ions) présents dans un gaz ?

Les raies d'absorption permettent également d'identifier les entités chimiques présentes dans un gaz.

Voici le spectre de raies d'émission (en haut) et spectre de raies d'absorption (en bas) de l'atome d'hélium :

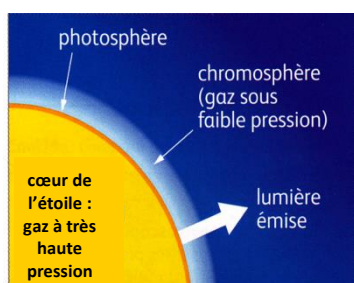


Pour des atomes ou des ions identiques, les raies occupent les mêmes places (c'est-à-dire qu'elles ont les mêmes longueurs d'onde) dans le spectre d'émission et dans le spectre d'absorption : **un atome ou un ion ne peut absorber que les radiations qu'il est susceptibles d'émettre.** Les raies d'absorption et d'émission ont donc la même longueur d'onde.

V) Application à l'astrophysique : « Que nous apprend la lumière provenant des étoiles ? »

Voir Activité expérimentale : « La lumière des étoiles »

Doc 1 : Coupe schématique d'une étoile



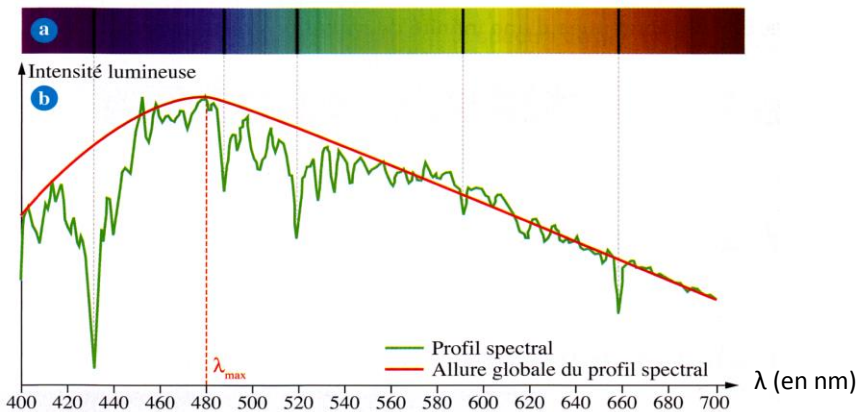
Doc 2 : Température de surface des étoiles

Une étoile est une énorme boule de gaz très chaud à haute pression. La lumière qui nous parvient est issue de la surface de l'étoile appelée **photosphère**.

La couleur de l'étoile dépend de la température de la photosphère. Plus cette température est élevée, plus le spectre s'enrichit en longueurs d'ondes λ courtes (bleu et violet).

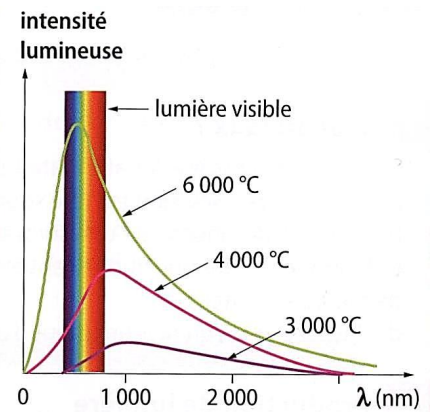
Doc 3 : Profil spectral du Soleil pour en déduire la température de surface de l'étoile.

- Spectre de la lumière émise par le Soleil
- Profil spectral (en vert) et allure globale de ce profil spectral (en rouge)



λ_{\max} est la longueur d'onde correspondant au maximum d'intensité lumineuse.

Doc 4 : Température de surface d'une étoile



Profil spectral d'un corps chaud à différentes températures.

En réalité, c'est la longueur d'onde correspondant au maximum d'intensité lumineuse λ_{\max} qui diminue quand la température de l'étoile augmente.

Doc 5 : Couleur d'une étoile

La couleur d'une étoile est liée à sa température de surface.

Exemple :

Etoile	Couleur	Température de surface (en °C)
Bételgeuse	Rouge	3 000
Soleil	Jaune	5 500
Sirius	Blanche	11 000
Rigel	Bleue	20 000

Doc 6 : Composition chimique de l'atmosphère d'une étoile

Avant de nous parvenir, la lumière issue de la photosphère traverse l'atmosphère de l'étoile.

Les atomes ou ions présents dans l'atmosphère de l'étoile **absorbent** certaines radiations et créent ainsi des **raies noires** dans le spectre de la lumière émise par l'étoile.

Cela crée donc des **minima d'intensité lumineuse** dans le profil spectral.

Ce qui permet alors **d'identifier** les entités chimiques par les **longueurs d'onde correspondantes**.

Doc 7 : Le Soleil

- Son spectre :** Le spectre de la lumière du Soleil, d'origine thermique, est continu.
- Sa température :** Son maximum d'émission ($\lambda_{\max} = 500 \text{ nm}$) est relié par la *loi de Wien* (loi étudiée en 1^{ère}S) à une température d'environ 5 530°C (ce qui correspond à la température de la photosphère c'est-à-dire de la surface du Soleil).
- Composition chimique de l'atmosphère du Soleil :** Les raies noircies révèlent un spectre d'absorption des espèces chimiques présentes dans l'atmosphère du Soleil. L'enveloppe gazeuse du Soleil est essentiellement composée d'hydrogène et d'hélium.

