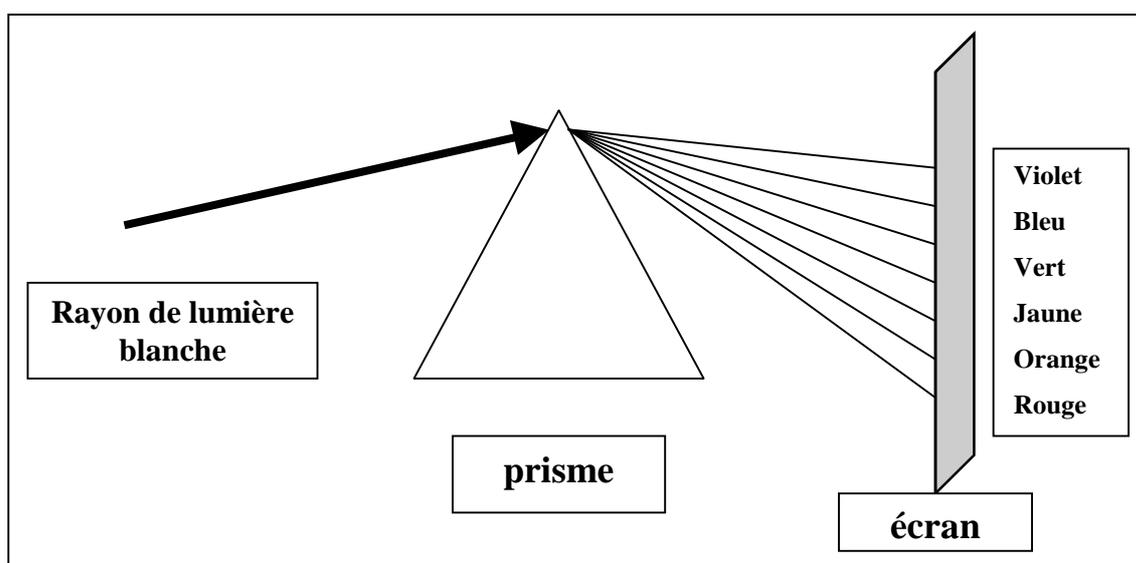


# SPECTROSCOPIE

**Spectroscopie: *Étude des rayonnements émis, absorbés, ou diffusés par une substance (Petit Larousse).***

En 1675, Newton (1642-1727) mène des expériences optiques et se rend compte que la lumière blanche, lorsqu'elle passe à travers un prisme, est décomposée en différentes couleurs..

On appelle cet ensemble des sept couleurs de l'arc en ciel un *spectre*. Le mot n'est pas anodin: c'est la lumière "cachée, fantomatique". Inversement, lorsque l'on mélange ces couleurs, on obtient du blanc. (c'est la fameuse expérience du disque de...Newton.)

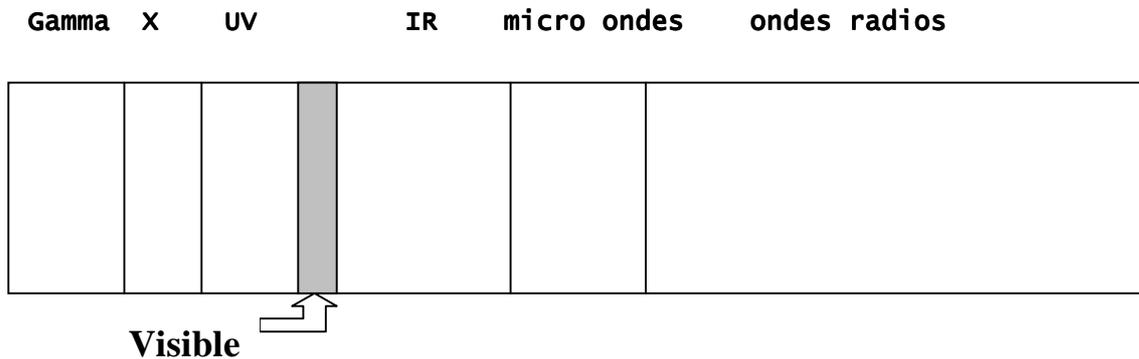


Nous dirons que les sept couleurs violet, indigo,... "balaiement" le spectre du visible. Autrement dit, rien ne nous empêche à priori de penser qu'il existe d'autres couleurs que notre œil ne voit pas.

La gamme de toutes ces couleurs s'appelle *Le spectre électromagnétique*.

Huygens (1629-1695), puis Herschel (1738-1822) et enfin Young (1777-1829) découvrent un siècle après la nature ondulatoire de la lumière : la lumière est une onde qui se propage comme une vague à la surface de l'eau. Et la couleur de la lumière dépend de la taille des vagues. Nous appellerons *Longueur d'onde* la distance qui sépare deux crêtes d'une onde donnée. Par exemple, un rayon de lumière de 700 nanomètres de longueur d'onde nous semble rouge, tandis qu'avec une longueur d'onde de 400 nm, ce rayon de lumière nous apparaît

violet. Nous pouvons noter que plus un rayonnement est énergétique, plus il a une petite longueur d'onde, et plus il est pénétrant.



*N.B: Nous pouvons observer que finalement, notre œil est aveugle à une très grande partie du spectre.*

### Pourquoi un spectre?

La matière est composée d'atomes. Un atome est un système composé d'un noyau et d'électrons qui gravitent autour (*modèle de Bohr*). Lorsqu'un atome est excité, (par exemple quand il est chauffé; et croyez-moi, dans une étoile, il est très chaud) un électron peut réémettre de l'énergie sous forme d'une onde électromagnétique. Pour une certaine énergie émise, nous voyons une raie d'une certaine couleur... Chaque élément donne des raies spectrales bien spécifiques. Autrement dit, le spectre d'une étoile nous renseigne sur sa composition. D'où le grand intérêt de la spectroscopie! Nous pouvons ainsi dire qu'un spectre est un véritable code-barre, chaque élément ayant sa signature.

### Les différents types de spectres.

#### 1) Spectre continu.

La lumière blanche est un mélange de toutes les couleurs du spectre: elle possède un spectre continu, car le passage d'une couleur à l'autre se fait progressivement, sans interruption dans la succession des couleurs. D'une manière générale, un corps chaud où un gaz sous haute pression présente ce type de spectre.

#### 2) Spectre d'émission.

Il existe aussi des sources de lumière qui n'émettent pas de spectre continu. C'est le cas par exemple d'un gaz peu dense et chaud: l'analyse de cette source montre un spectre de raies d'émission ; il ne possède pas toutes les couleurs mais seulement certaines d'entre elle qui se présentent sous la forme de traits colorés verticaux.

Certaines lampes dites "à économie d'énergie" possèdent ce genre de spectre.

En astronomie, très peu d'étoiles présentent ce type de spectre ; la plupart possède un spectre d'absorption.

### 3) Spectre d'absorption.

De même que les atomes peuvent rayonner de la lumière quand on leur fournit de l'énergie, ils peuvent aussi absorber de la lumière. Lorsqu'on fait traverser un nuage de gaz froid à une lumière blanche, le spectre est modifié : certaines couleurs sont remplacées par des raies noires que l'on appelle raies d'absorption. Les atomes du gaz ont absorbé sélectivement la lumière.

Notons que les raies d'absorption ont lieu aux mêmes longueurs d'ondes que les raies d'émission.

### Le diagramme H.R.

A la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, les astronomes ont accumulé un grand nombre de spectres d'étoiles. Au début du XX<sup>e</sup> siècle les astronomes définissent des critères en fonction des différents spectres.

Le Danois Ejnar Hertzsprung (1873-1967) et l'Américain Henry Russell (1877-1957) - indépendamment l'un de l'autre - ont eu l'idée de classer ces spectres en fonction de leur aspect visuels et de la luminosité des étoiles étudiées. Ils se sont rendu compte que la répartition des étoiles sur leur graphique n'était pas aléatoire, loin de là.

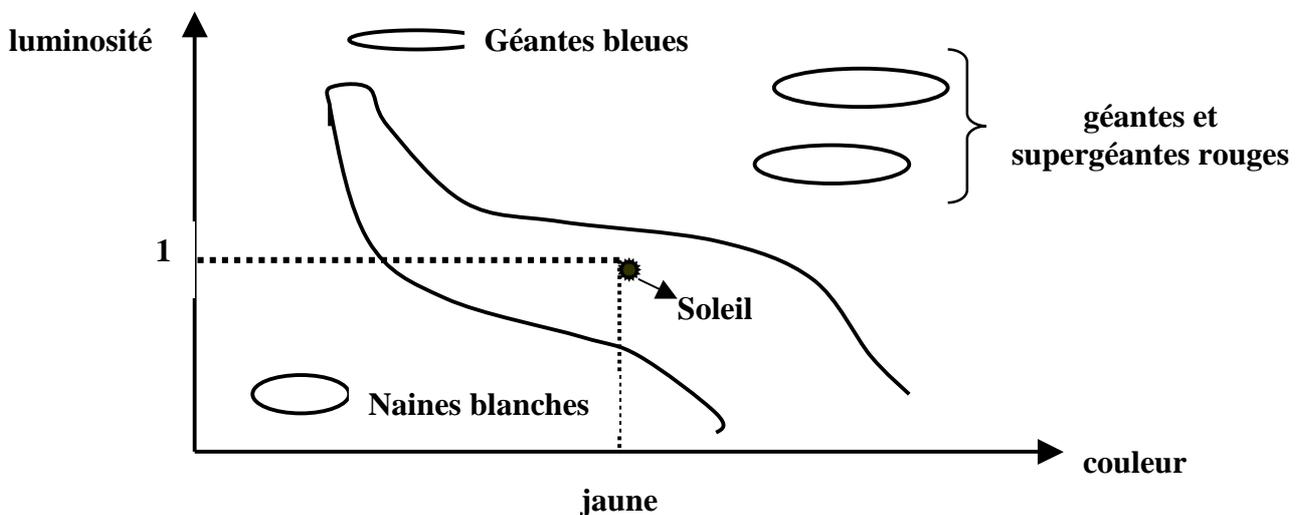
Après quelques tâtonnements, on définit maintenant sept principaux types d'étoiles qui vont, du bleu vers le rouge, (où du chaud vers le froid, ce qui revient au même): les types O, B, A, F, G, K, M. Pour se souvenir de l'ordre des différents spectres, les anglophones prononcent la phrase : "Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me!"

Chaque classe spectrale est également divisée en 10 sous-catégories. On parle par exemple des étoiles de types A0 ou F5.

Le Soleil est une étoile de type G2.

### Description du diagramme H.R.

Nous pouvons mettre en ordonnées la luminosité de l'étoile par rapport à celle du Soleil. (Ainsi, la luminosité du Soleil sera égale à 1) Et en abscisse le type spectral ou la couleur de l'étoile. Voici en gros à quoi ressemble ce diagramme:



On s'aperçoit que la plupart des étoiles se situent dans une même région du diagramme ; cette bande est appelée Séquence Principale.

Durant la plus grande partie de sa vie, une étoile est située dans la séquence principale. Mais certaines étoiles ne sont pas dans cette séquence; c'est le cas par exemple des naines blanches ou des géantes rouges, qui sont des étoiles un peu particulières, arrivées en fin de vie.

#### Intérêt de la spectro en astronomie.

L'aspect d'un spectre peut varier en fonction de différents paramètres. Ainsi par exemple, la netteté des raies dépend de la pression du gaz qu'on observe. Une raie intense apparaît floue et large. Supposons que le spectre d'une étoile présente des raies fines et nettes, c'est que son atmosphère est très diluée: c'est sans doute une étoile géante. On définit ainsi la classe de luminosité.

Nous avons donc maintenant la température de l'étoile (classe spectrale) et sa luminosité (netteté des raies).

Nous pouvons donc connaître son rayon, par exemple, car nous savons que la luminosité d'une étoile varie avec la quatrième puissance de la température (loi de Stéfán).

Nous pouvons aussi déterminer la masse d'une étoile grâce au diagramme H.R: En trouvant la place d'une étoile dans ce diagramme, si on connaît la masse d'une étoile qui est située juste à côté (que l'on peut déterminer dans un système double, grâce aux lois de Képler), eh bien on peut raisonnablement penser que ces deux étoiles ont des masses similaires.

Mais la grande découverte due à la spectroscopie est sans doute celle de l'expansion de l'univers par Edwin Hubble (1889-1953). En effet, Hubble se rendit compte en analysant des spectres de galaxies, que toutes les raies semblaient être décalées vers les longueurs d'onde rouges, qui sont plus longues. Ceci signifiait que les galaxies s'éloignaient de nous. C'est ce qu'on appelle l'effet Doppler.

De la même manière que la longueur d'onde d'un son semble augmenter lorsque sa source s'éloigne de nous (la sirène des pompiers paraît de plus en plus grave lorsque leur camion s'éloigne), la longueur d'onde d'un rayonnement paraît augmenter (elle se décale vers le rouge, c'est le fameux redshift).