

# Photométrie et spectroscopie des étoiles

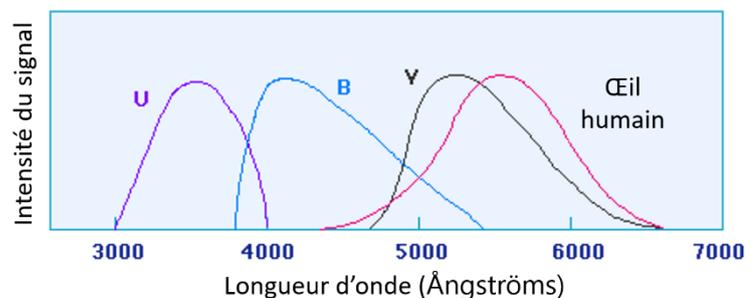
La lumière qui nous provient des étoiles porte des informations importantes qui permettent aux astronomes d'étudier un certain nombre de propriétés des étoiles observées. Par exemple, la couleur des étoiles permet de déterminer leur température de surface, alors qu'une analyse de leur spectre lumineux permet de déterminer leur composition.

Pour cela deux approches sont utilisées:

1. La photométrie, qui permet de mesurer l'intensité de la lumière et ainsi de comparer la brillance des étoiles tels que nous les percevons. En utilisant un set de filtres de couleur différentes, la photométrie permet de comparer les étoiles sur la base de leur *indice de couleur*.
2. La spectroscopie, qui permet l'analyse fine de la composition de la lumière. Le spectroscope permet de décomposer la lumière des étoiles en un spectre et ainsi de mesurer précisément l'intensité de chaque longueur d'onde.

## La photométrie

Pour déterminer les *indices de couleur* d'une étoile, les astronomes mesurent la magnitude de lumière transmise à travers les différents filtres d'un système photométrique. Le plus simple est celui de Johnson-Morgan (1953) comprenant le filtre U (ultraviolet, 364 nm), le filtre B (bleu, 442 nm) et le filtre V (visuel jaune, 540 nm). La différence de magnitude lumineuse entre ces filtres donne les *indices de couleur* B-V et U-B.



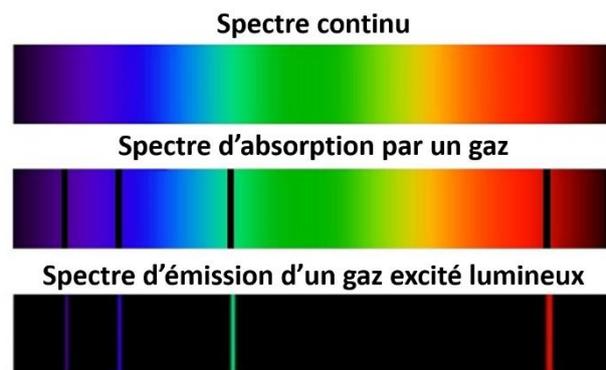
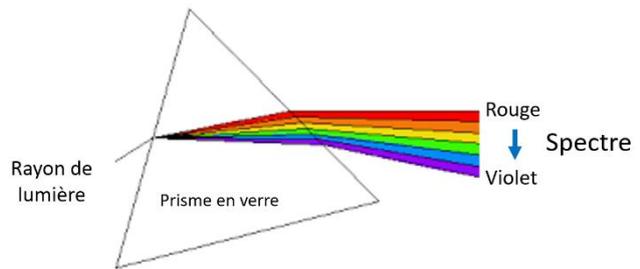
Par convention, les astronomes ajustent les indices B-V et U-B à 0 pour une étoile de 10'000°K, comme *Véga*. Plus tard, ce système photométrique a été étendu pour inclure les filtres rouge (R, 600 nm) et infrarouge (I, 800 nm) afin de mesurer les indices de couleur des étoiles plus froides. Actuellement, beaucoup d'autres filtres sont utilisés, particulièrement dans l'infrarouge.<sup>1</sup>

A partir de ces indices de couleur, on peut déterminer la température de surface des étoiles, ce qui permet de les classer. Les classes utilisées par les astronomes sont O, B, A, F, G, K, M, L, T, Y.

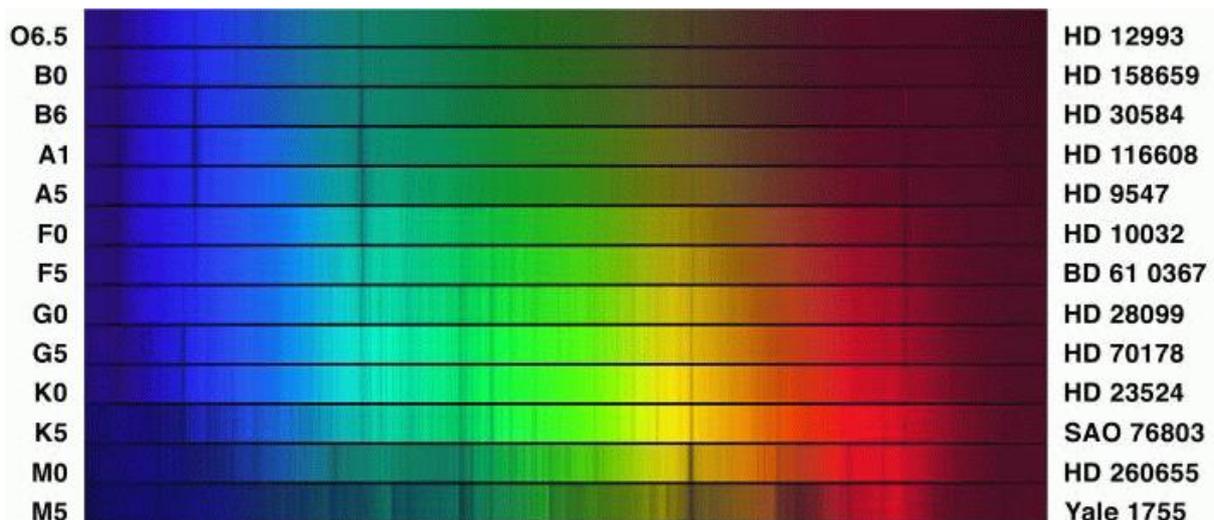
<sup>1</sup> Beaucoup d'autres filtres sont utilisés actuellement : [https://en.wikipedia.org/wiki/Photometric\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Photometric_system)

## La spectroscopie

Le spectre de la lumière blanche est continu, en revanche celui d'une étoile sera modifié par sa composition. Les substances (à l'état gazeux) qui composent l'étoile vont absorber certaines longueurs d'onde, ce qui donne un spectre avec de bandes noires que l'on appelle *spectre d'absorption*. Ces bandes donnent des indications importantes sur diverses propriétés des étoiles. Cependant, le spectre de la lumière émise par les nébuleuses brillantes ne comportera que quelques bandes que l'on appelle *spectre d'émission*. La disposition de ces bandes est dictée par la composition des corps célestes. Dans l'exemple à droite, les *bandes spectrales* sont dues à l'atome d'hydrogène. Chaque substance a en principe un spectre propre. La combinaison des bandes peut être très complexe, et donc leur analyse est compliquée.



### Exemples de spectres d'étoiles:



## Effet Doppler et vitesse radiale

Par vitesse radiale on entend la vitesse d'un objet qui s'approche ou s'éloigne de nous. L'analyse spectrale permet de déterminer cette vitesse par l'analyse du déplacement d'une ensemble de bandes spectrales le long du spectre de la lumière. Ceci est dû à l'effet Doppler qui est utilisé par les radars de contrôle de vitesse, ou encore affecte le bruit de la sirène d'une ambulance qui s'approche ou s'éloigne de nous. L'image ci-contre illustre cet effet. Un déplacement des bandes vers le rouge indique que l'étoile s'éloigne de nous, et inversement pour un déplacement vers le bleu.

