

# LE DECALAGE SPECTRAL

**Le décalage spectral correspond au changement de la fréquence de la lumière du aux mouvements de la source**

## **Rappel :**

Les étoiles envoient surtout des ondes lumineuses, ce qui nous apportent des informations sur les objets.

L'étude se fait en décomposant la lumière en provenance d'une étoile, ce qui nous offre les différentes couleurs du spectre lumineux.

A chaque couleur est associée une longueur d'onde.

## **LES ONDES LUMINEUSES**

Les ondes lumineuses nous fournissent des informations.

L'information que nous donne un objet, selon son mouvement, est différente.

## **LE PHOTON**

Masse = 0 g

Vitesse de déplacement : 300 000 Km/s

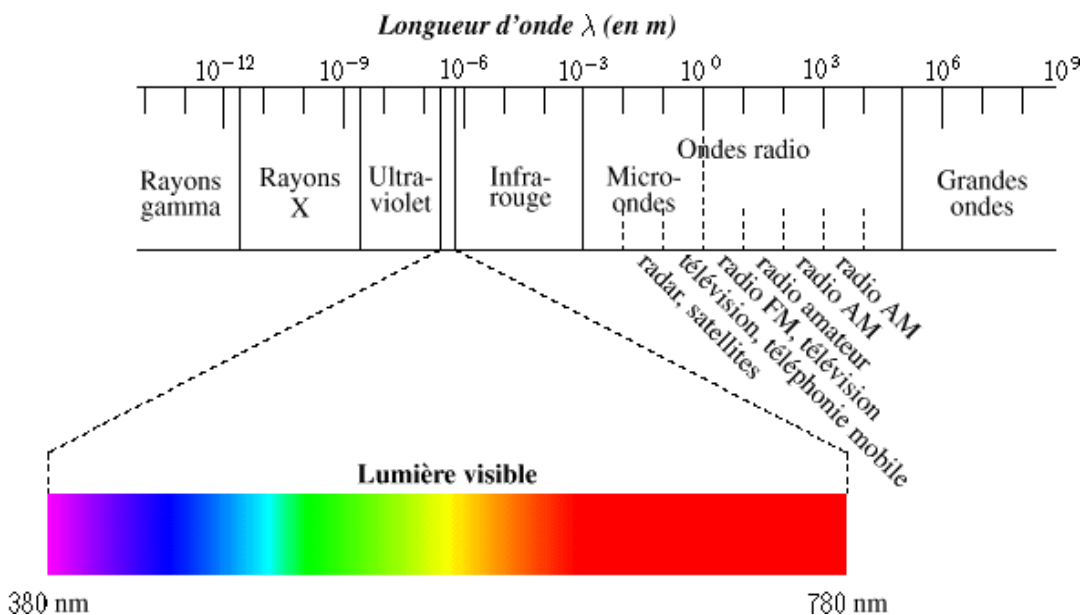
L'énergie du photon s'exprime en fonction de sa fréquence (ou sa longueur d'onde).

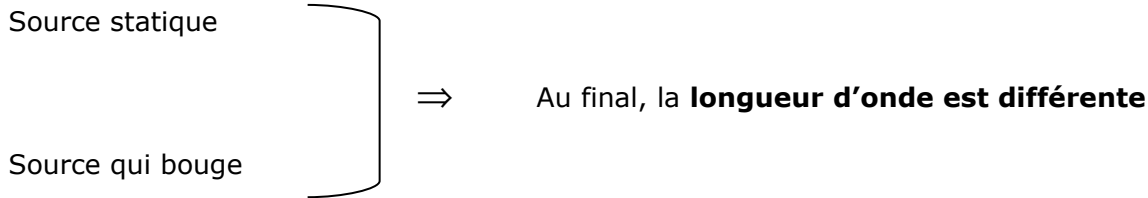
Dans un photon, il y a de l'énergie. Chaque photon a sa caractéristique.

Le photon **bleu** est plus énergétique que le photon **rouge**.

La longueur d'onde du photon bleu est donc moins large que celle du photon rouge.

Un rayon lumineux comporte plusieurs photons.





Quand la source s'éloigne, la longueur d'onde devient plus grande = l'effet Doppler Fizeau est créé par le déplacement.

## **L'EFFET DOPPLER FIZEAU**

Cet effet provient d'une étude des raies d'émission d'une étoile, galaxie ou autre phénomène stellaire, et son but est de mesurer la vitesse de cet objet. Il fut découvert pour le son en 1842 par le physicien autrichien Christian Doppler (photo à gauche ci-dessous) et explicité dans le cas de la lumière par le physicien français Hippolyte Fizeau en 1848.

Christian DOPPLER



Hippolyte FIZEAU



C'est un phénomène qui se **produit lorsque des sons ou de la lumière de fréquence donnée, sont en mouvement par rapport à un observateur**, ce qui se traduit par une **modification de la fréquence perçue**. C'est ainsi que le son d'une mobylette, par exemple, paraît plus aigu quand celle-ci s'approche, plus grave quand elle s'éloigne.

*Un exemple simple : la sirène des pompiers qui devient plus grave lorsque le véhicule s'éloigne. C'est par rapport à l'observateur que le son émis « paraît » plus grave, et cela vient de la différence de vitesse de déplacement entre la source d'émission et l'observateur. On pourrait donc qualifier une sirène en tant qu'émission d'ondes d'une certaine fréquence.*

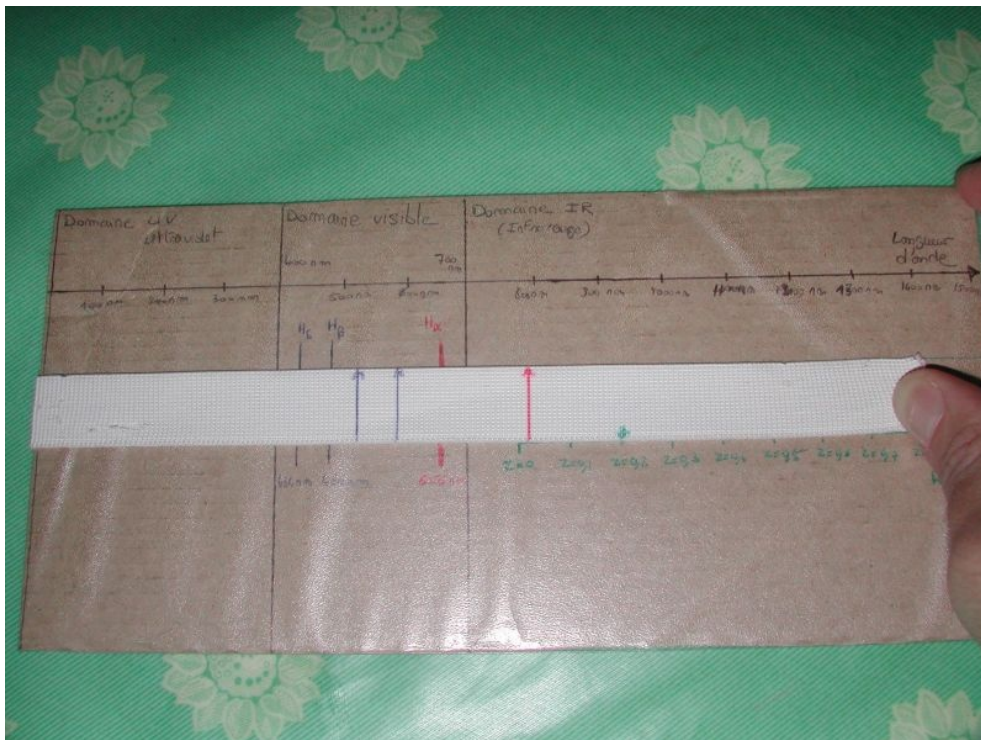
### Cas pour une étoile

Pour une étoile, c'est le même principe : les ondes lumineuses de haute fréquence (Rayons X, rayons gamma...) ont des longueurs d'onde allant plus vers le bleu (car plus courtes) que celles de basse fréquence (ondes radio,...) (qui sont donc plus rouges puisque plus longues). En conséquent, si la source se déplace dans notre direction, la lumière de l'étoile bleuit contrairement à l'éloignement où là, l'étoile rougit.

### Cas du décalage des raies spectrales dans le spectre d'émission d'un corps céleste (effet Doppler)

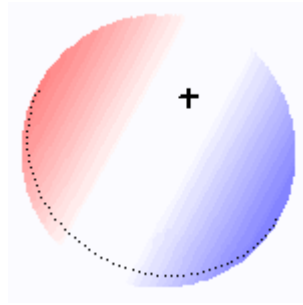
Ce sont des longueurs d'onde lumineuses (ondes associées aux photons) émises par le corps en mouvement ; on observe alors un décalage des raies spectrales vers le rouge (éloignement, périodes plus grandes) ou vers le bleu (rapprochement, périodes plus courtes). Ce décalage est donc fonction de la vitesse relative d'éloignement, ce qui permet aux astrophysiciens de déterminer la position, la vitesse et la composition d'un astre.

On pourrait dire que le spectre s'étire comme une élastique : opération de dilatation (expérience ci-dessous)



**La perception dépend donc de la vitesse relative entre la source et le récepteur. En pratique, l'effet Doppler est mis à profit pour mesurer des vitesses radiales**

## Rotation de l'étoile



La rotation de l'étoile, en codage Doppler : une **couleur rouge** signe un **éloignement** radial, le **bleu** un **rapprochement**.

L'élargissement des raies dû à la rotation de l'étoile modifie considérablement l'allure d'un spectre. **Ce décalage spectral, qui est une des informations reçues de la lumière, est aussi appelé Redshift.**

Le **Redshift** permet donc de **connaître la distance nous séparant d'un objet céleste donné**. Ce phénomène a notamment pu être mis en évidence par les observations de Hubble.

## HUBBLE

Grâce à ses observations, on a su **que l'univers est en expansion** car la majorité des galaxies sont en train de s'éloigner de nous.



Hubble observe une quarantaine de Galaxies ; sur cette quarantaine, 36 s'éloignent de nous ( leur **spectre** est **décalé vers le rouge** ), et 5 seulement se rapprochent !.

*Photo extraite de Wikipédia*

**Entre 1925 et 1930, Hubble observa donc des galaxies et constata que la Galaxie d'Andromède, par exemple, n'appartient pas à notre galaxie.**

Elle est située à environ 2,36 millions d'années-lumière dans la direction de la Constellation d'Andromède.

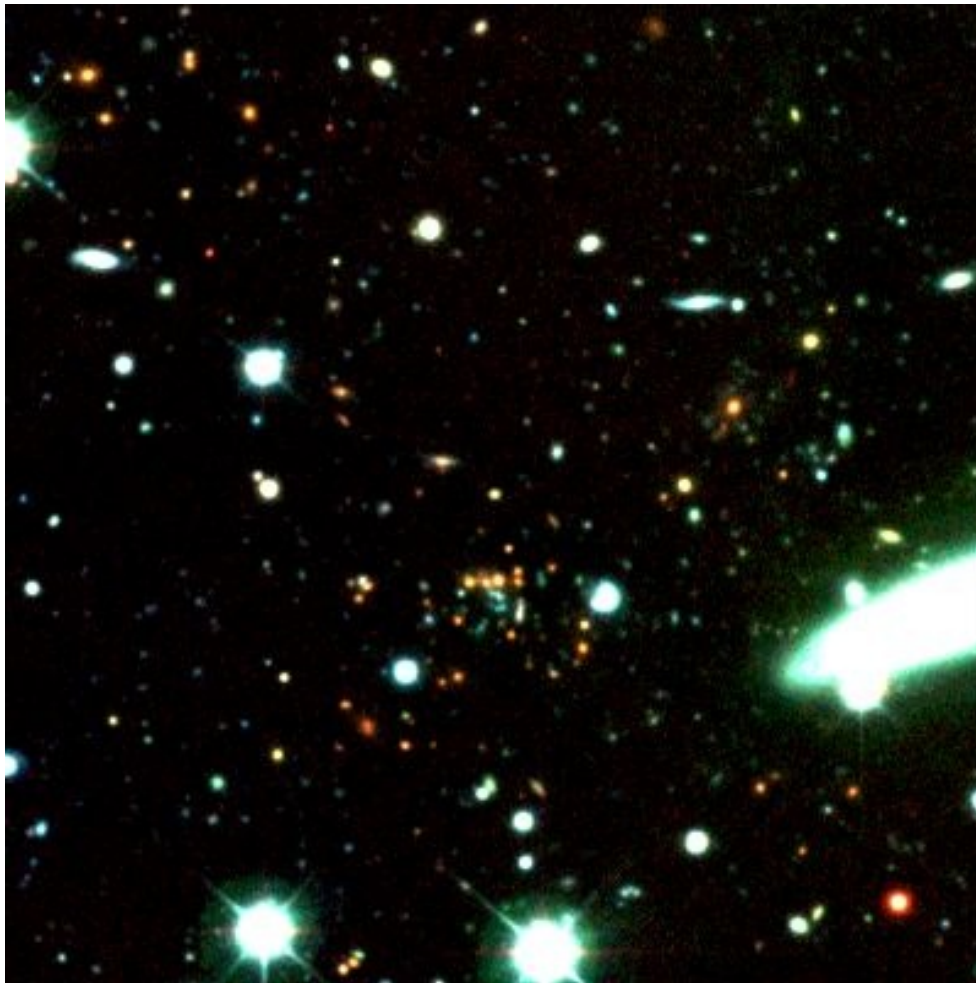
La galaxie d'Andromède est donc l'un des rares corps célestes situés à l'extérieur de notre propre galaxie pouvant être vu à l'œil nu dans de bonnes conditions lumineuses et climatiques. C'est également un des objets les plus étendus de la voûte céleste.



*Photo extraite de Wikipédia*

## IMAGE DE LA 77M

Le ciel profond vu par le télescope spatial. Remarquer la corrélation entre la couleur et la luminosité des objets : les objets les plus lointains sont décalés vers le rouge par effet Doppler.



Crédit : HST

Photo extraite du site « Fenêtre sur l'Univers » ; Auteur B. MOSSER

**Sandrine GARDON d'après la conférence de Sébastien POIRIER (Docteur en Astrophysique)**