

Ce que nous apprend la lumière



Bernadette Thébault septembre 2020

La lumière

- Forme d'énergie produite par la matière
- Propriétés de la matière :
 - Emission ou absorption de l'énergie
- Rayonnement électro-magnétique : transfert d'énergie de manière ondulatoire ou corpusculaire
- Photons : particules élémentaires échangées lors de l'émission ou de l'absorption de la lumière par la matière

La lumière

Trois domaines :

- L'astrométrie ou astronomie de position
- La photométrie
- La spectrométrie

Astrométrie

Evalue :

- La distance
 - La position
 - Le mouvement
- des objets célestes



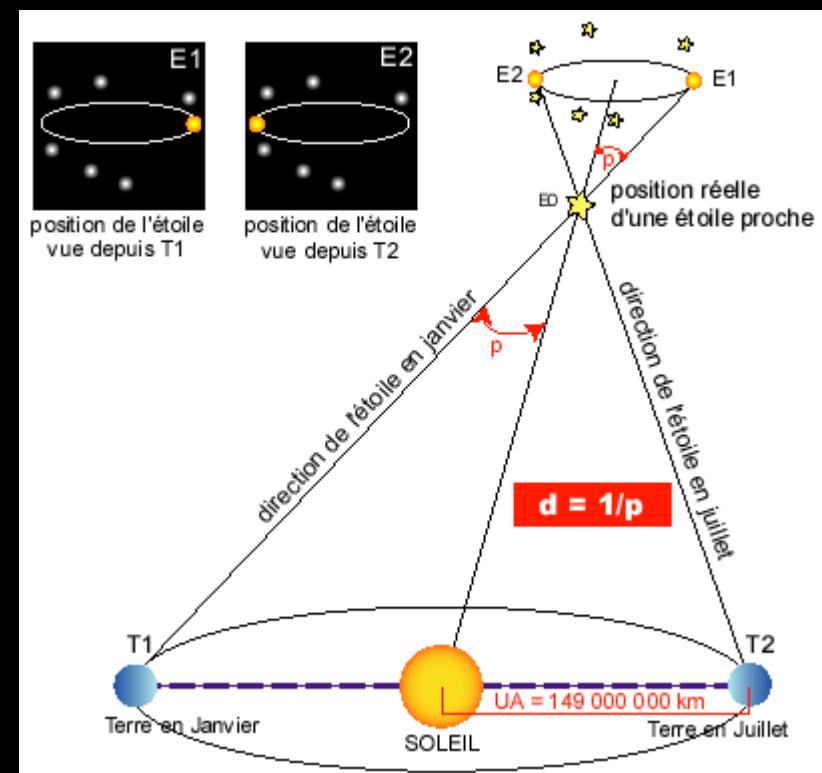
Astrométrie

3 méthodes d'observation :

- Mesure de la parallaxe ou triangulation
- Mesure des vitesses radiales
- Méthode des transits
- Méthode des microlentilles gravitationnelles

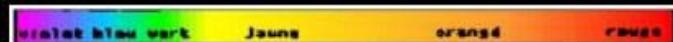
Parallaxe

- Déplacement apparent d'un objet quand on l'observe depuis différentes positions
- Permet de mesurer sa distance
- La parallaxe d'une étoile est égale à la moitié de son déplacement apparent sur la sphère céleste, mesurée à 6 mois d'intervalle

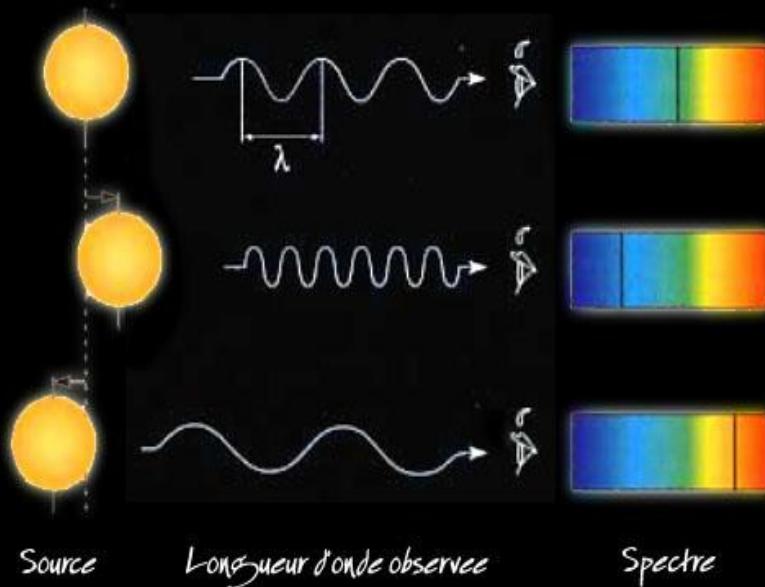


Effet Doppler - Fizeau

- Objet lumineux qui se rapproche de l'observateur : décalage du spectre lumineux vers le bleu.
- Objet lumineux qui s'éloigne de l'observateur : décalage du spectre lumineux vers le rouge.



Le décalage du spectre est proportionnel à la vitesse relative de l'objet lumineux.



Vitesses radiales

Mesure les petites variations de la vitesse de déplacement de l'étoile

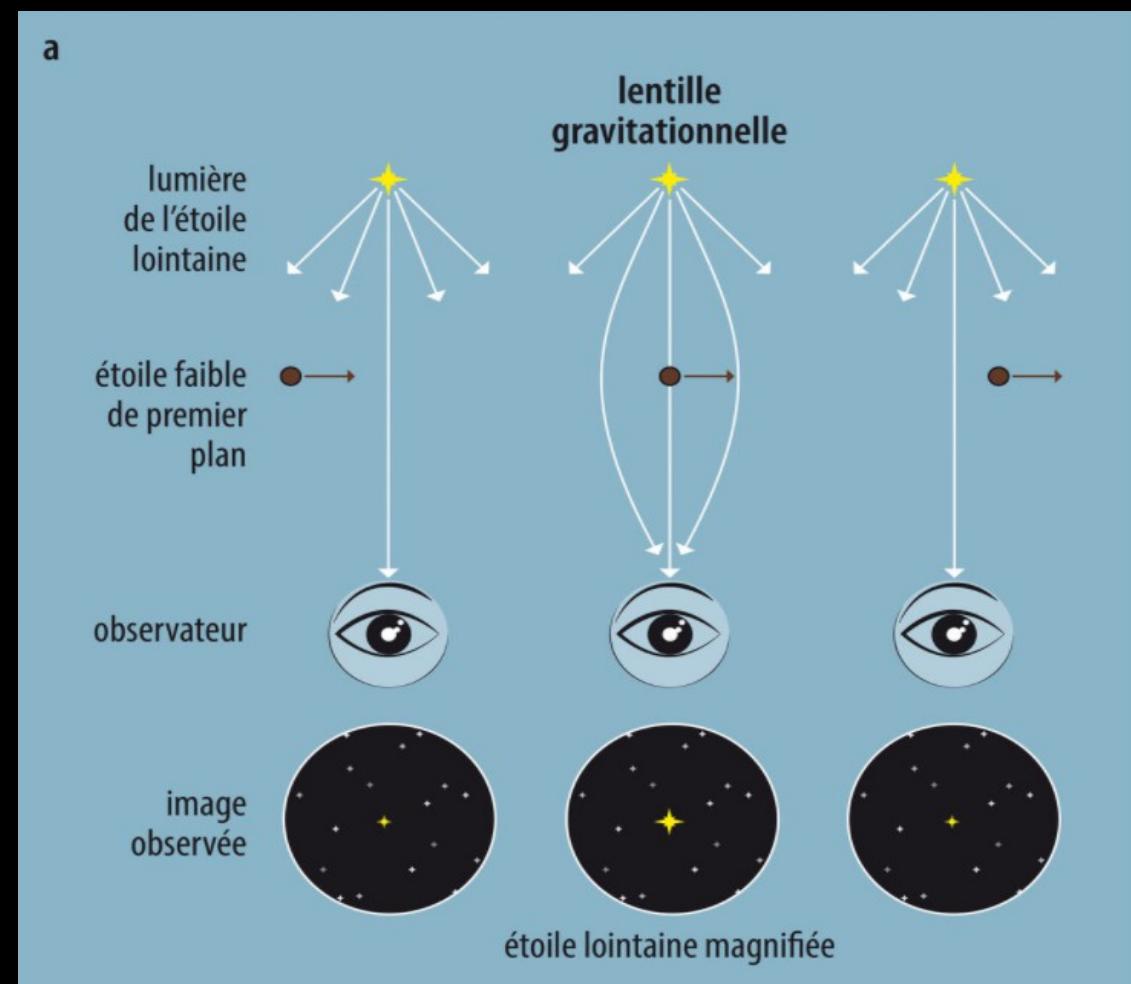
Transit

Mesure de la
baisse de
luminosité due
à une planète
passant
devant l'étoile
observée



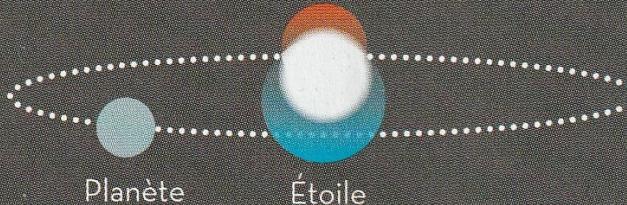
Microlentilles gravitationnelles

Déviation du rayon lumineux lorsqu'une étoile passe devant une autre



Comment détecter une planète extrasolaire

LA VITESSE RADIALE

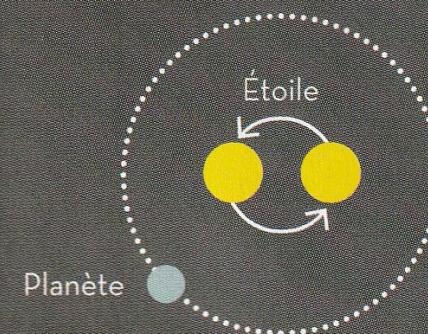


Planète Étoile

Soumise à l'influence gravitationnelle de sa planète, une étoile décrit un petit cercle. Lorsque le plan de l'orbite planétaire est vu de profil, le mouvement de l'étoile se traduit par un va-et-vient qui provoque alternativement rougissement et bleuissement de son éclat apparent.

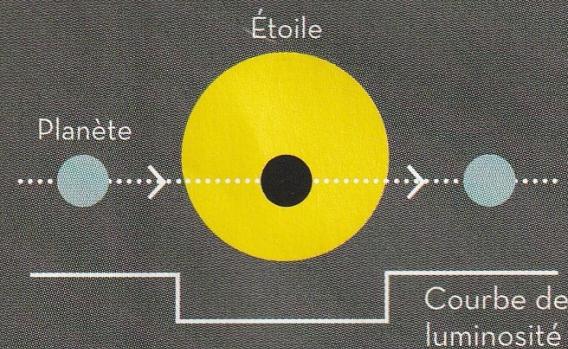
L'ASTROMÉTRIE

Lorsque nous voyons de face le plan de l'orbite planétaire, nous pouvons directement observer le mouvement circulaire (infime) de l'étoile provoqué par sa planète.



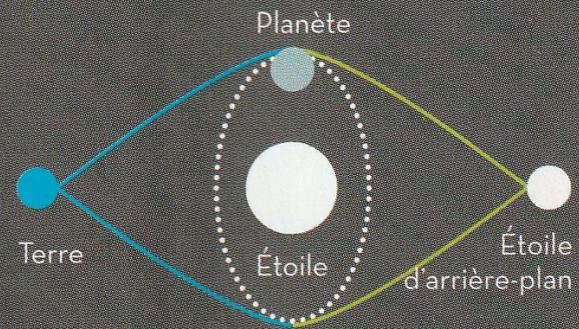
LES TRANSITS

En passant devant son étoile, une planète en diminue légèrement l'éclat. Cette méthode permet de mesurer la taille d'une exoplanète.



LES MICROLENTEILLES

Une étoile qui passe devant une autre dévie les rayons lumineux de celle-ci et les focalise, d'où une brève augmentation d'éclat. Cette augmentation se double d'un sursaut plus intense lorsque l'étoile d'avant-plan possède une planète.



Photométrie

- Intensité lumineuse d'une étoile
- Variation dans le temps
- Magnitude

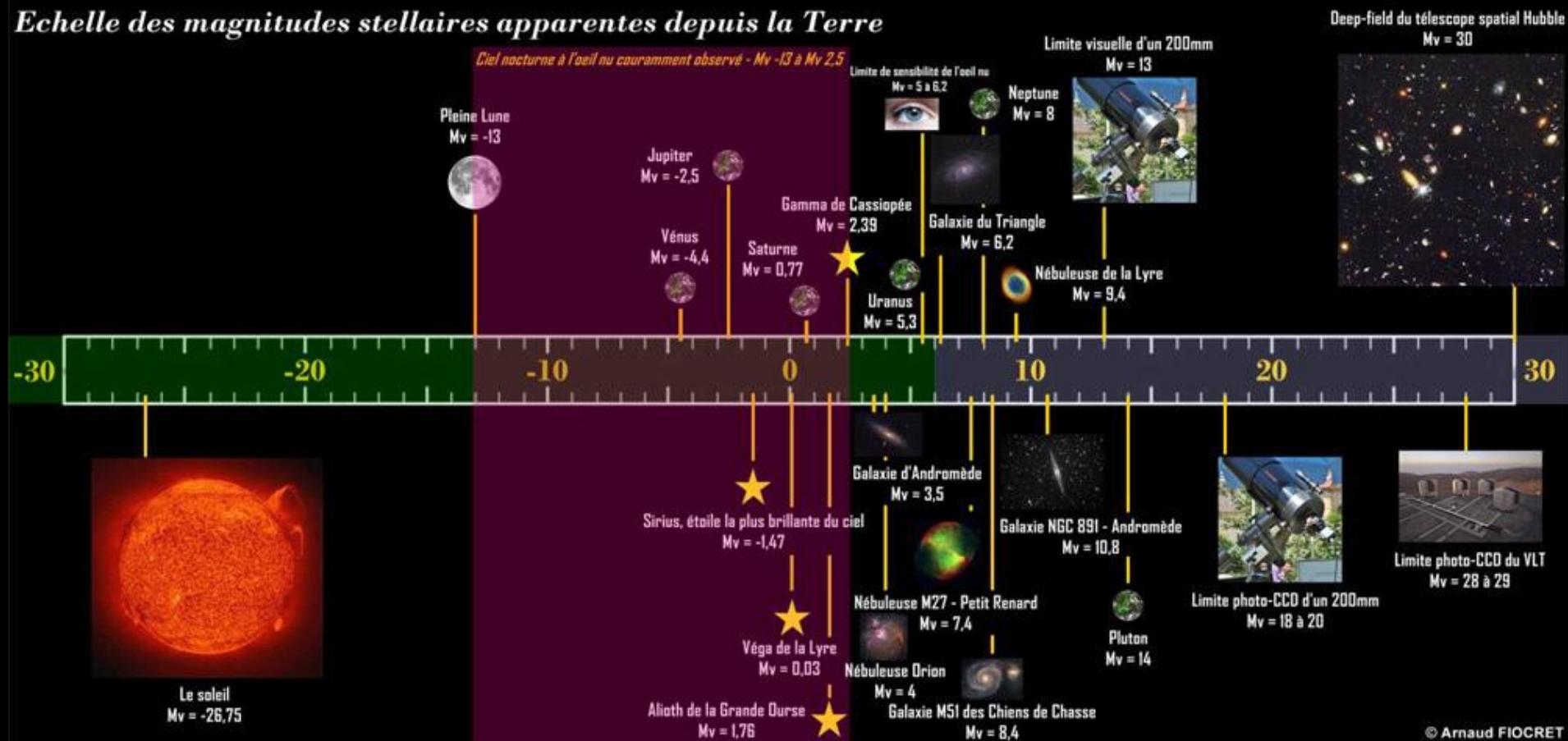
Mesure la luminosité des étoiles

- Héliosismologie

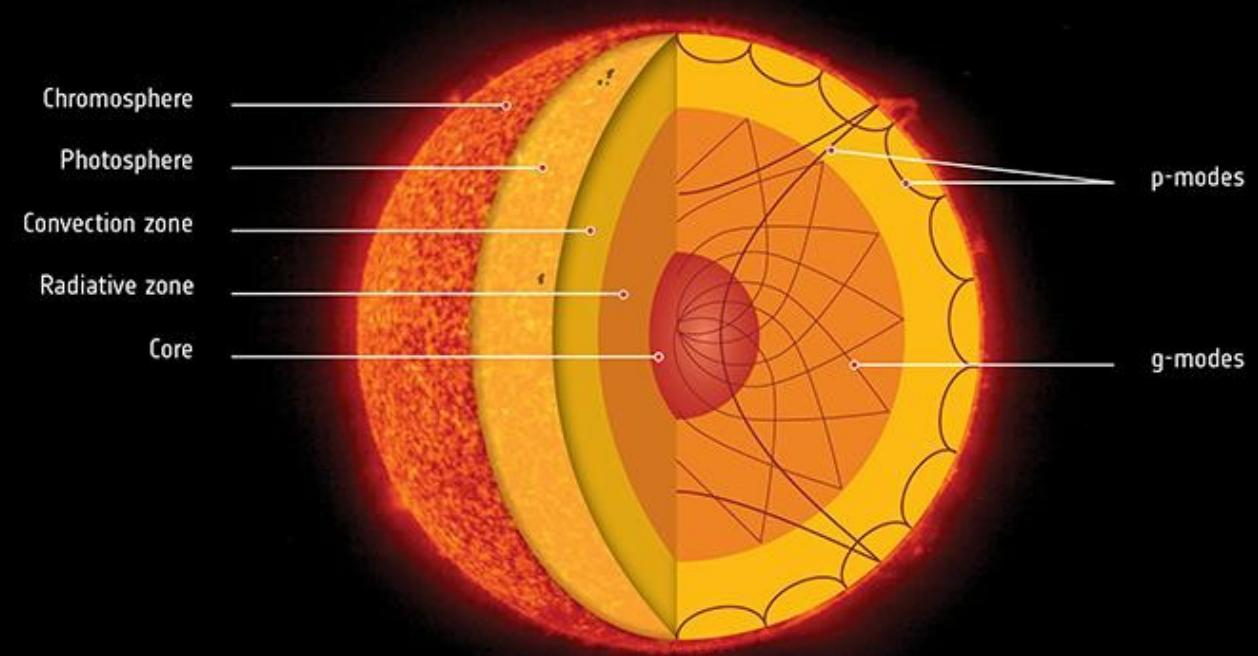
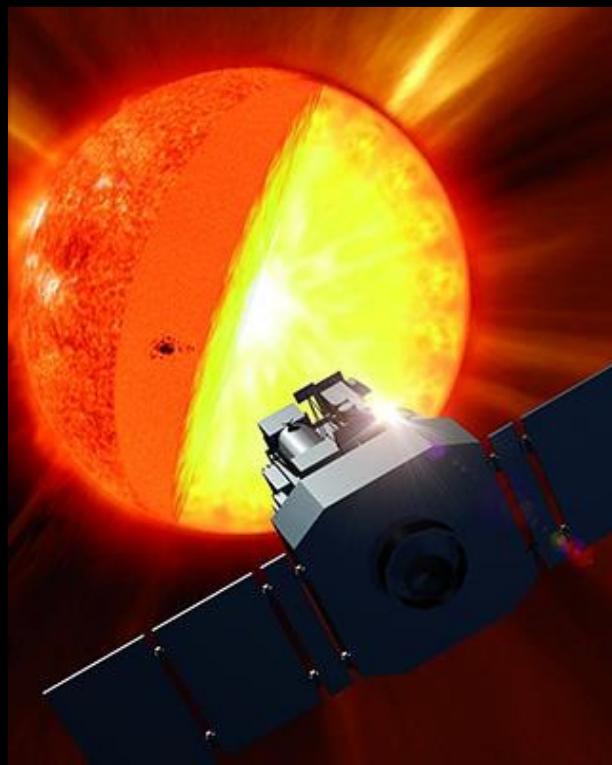
Mesure les pulsations de la luminosité du soleil

Magnitudes

Echelle des magnitudes stellaires apparentes depuis la Terre



Heliosismologie



Photométrie

La luminosité et la couleur des étoiles
à différents stades de leur vie
permet de reconstituer leur évolution temporelle

Plus la masse d'une étoile est grande

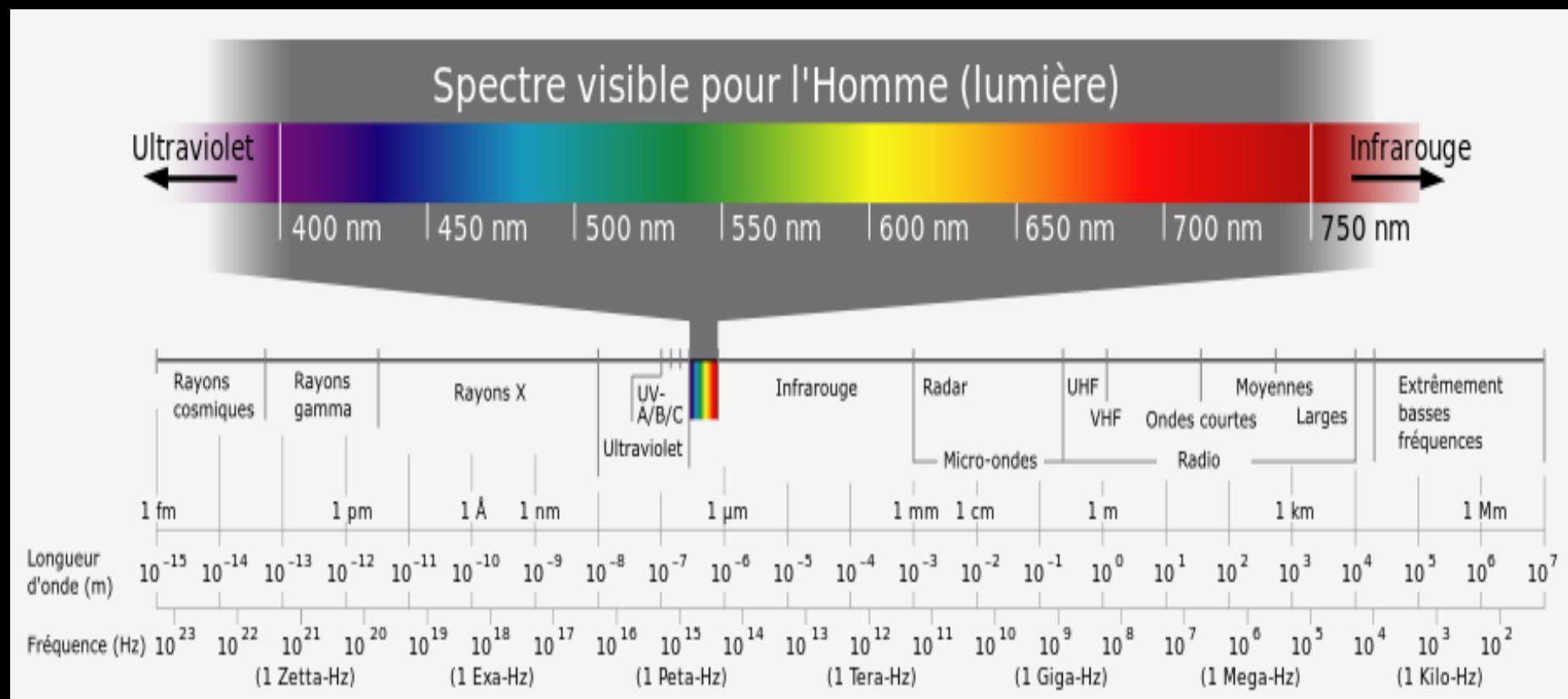
Plus sa température sera élevée

Plus sa durée de vie sera courte

Spectrométrie

- Décomposer la lumière en ces différentes couleurs à l'aide d'un spectre
- Le spectre est un indicateur de :
 - Température
 - Composition chimique
 - Vitesse

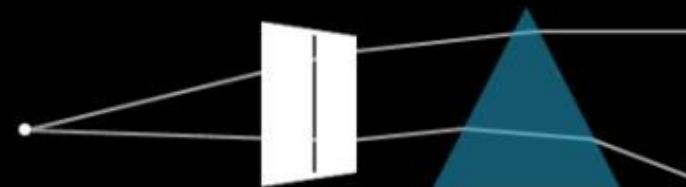
Le spectre



Les différents spectres

Source

Lumière blanche

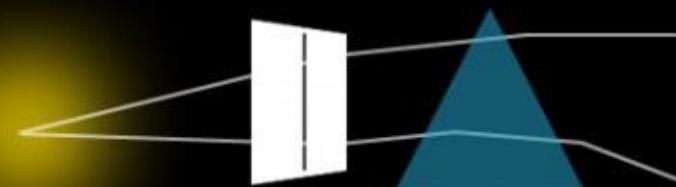


Spectre obtenu



Spectre continu

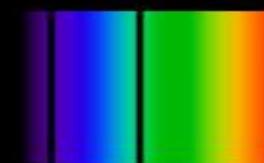
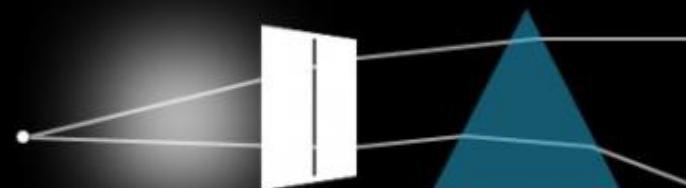
Gaz chauffé



Raies brillantes en émission caractéristiques du gaz

Lumière blanche

Même gaz froid traversé par la lumière



Raies sombres en absorption caractéristiques du gaz

Température et couleur

- Rayonnement thermique des corps noirs
 - Loi de Planck
 - Loi de Wien
- Loi de Stefan et Boltzmann
- Loi de rayonnement des gaz de Kirchhoff

Composition chimique et proportions des éléments

- Les raies spectrales détermine le type de gaz
- L'assombrissement d'une raie mesure la quantité de l'élément chimique
- L'identification se fait aussi bien par le spectre d'émission que celui d'absorption

Vitesse

- Eloignement étoile = spectre  rouge
- Rapprochement = spectre  bleu

Merci de votre attention

La lumière est le moteur
de la machine à remonter le temps

Hubert Reeves