

DE QUOI SONT CONSTITUEES LES ETOILES ?

Introduction :

Nous allons chercher à comprendre comment l'analyse de la lumière des étoiles nous renseigne sur la température de l'étoile et sur la composition chimique de son atmosphère.

I. Les spectres d'émissions

Le spectre d'une lumière est l'image que l'on obtient en décomposant cette lumière avec un prisme ou un réseau.

L'appareil utilisé pour observer un spectre est un spectroscope.

On appelle spectre d'émission le spectre de la lumière directement émise par une source.



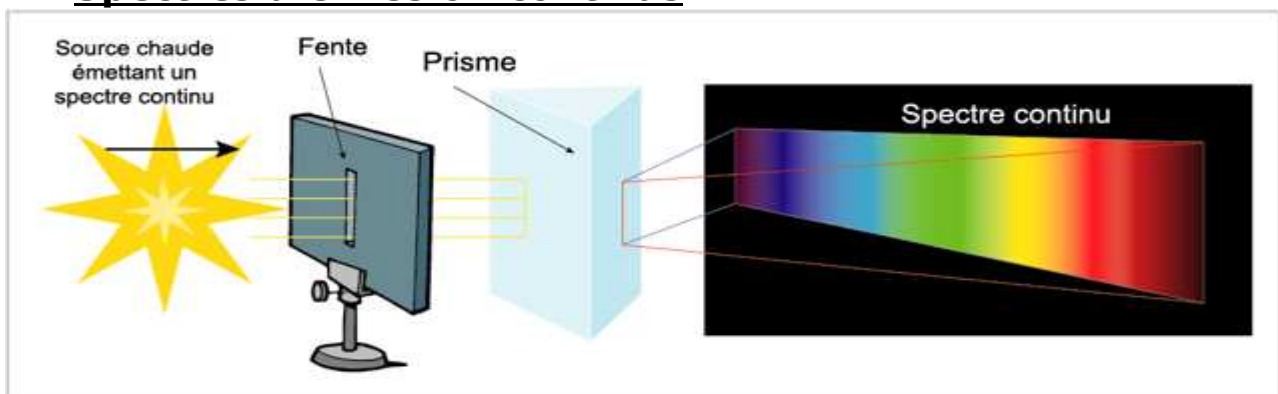
1. Dispersion de la lumière

La lumière qui nous parvient d'une étoile peut être **décomposée** en ses différentes radiations grâce à un système dispersif comme un prisme ou un réseau. A chaque nuance de couleur précise correspond une **radiation**.

Pour identifier les différentes radiations, les scientifique attribuent a chacune d'elle une grandeur appelée **longueur d'onde noté λ** , correspondant à un nombre. La longueur d'onde s'exprime **en mètre** (ou ses sous multiples)

L'analyse des radiations présente dans la lumière des étoiles nous renseigne sur la température de l'étoile et sur la composition chimique de son atmosphère.

2. Spectres d'émission continus

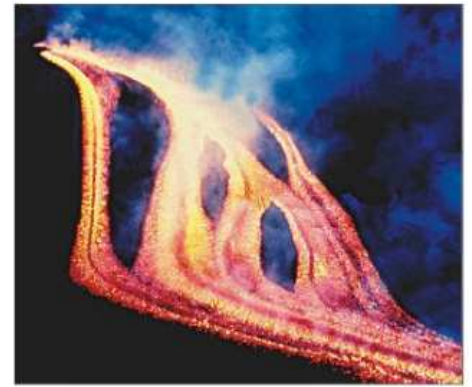


Un spectre **continu** se présente sous la forme d'une bande colorée unique constituée d'une infinité de radiations.

*Un corps dense porté à haute température émet de la lumière, appelé dans ce cas « **rayonnement thermique** ».*

Le spectre de la lumière émise par un corps chaud et dense (solide, liquide ou gaz sous forte pression) est un spectre continu

A partir de 500°C, le rayonnement émis devient visible mais toutes les radiations de la lumière blanche ne sont pas présentes avec des intensités comparables. Ce phénomène conduit à une sensation colorée : la couleur perçue dépend de la température :



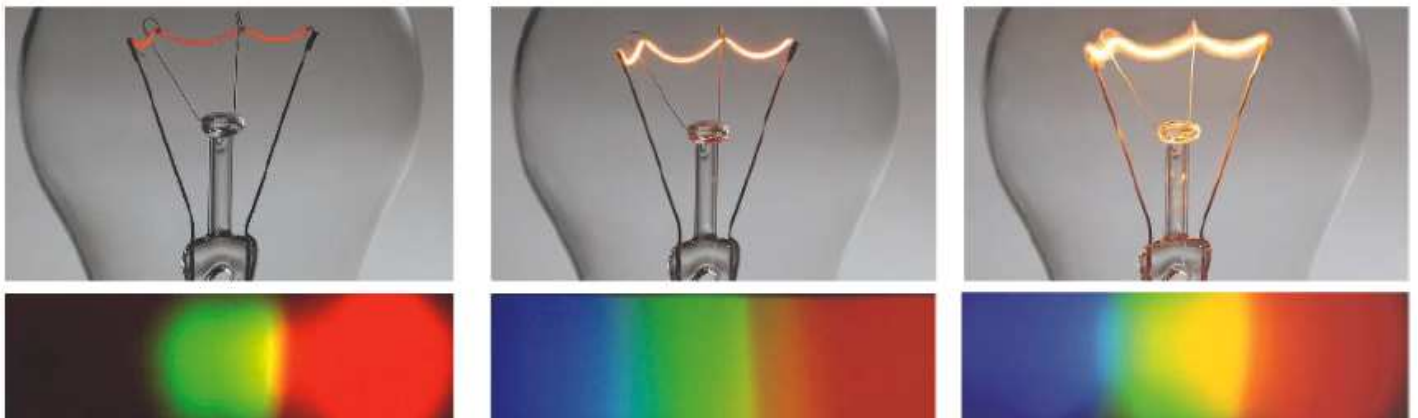
10 La lave en fusion est un liquide chaud émettant un rayonnement thermique visible.

La couleur de la lumière émise par un corps dense et chaud passe du rouge sombre au blanc brillant quand sa température augmente.

Elle peut même atteindre la couleur bleue pour des températures extrêmes rencontrées sur des étoiles très chaudes.

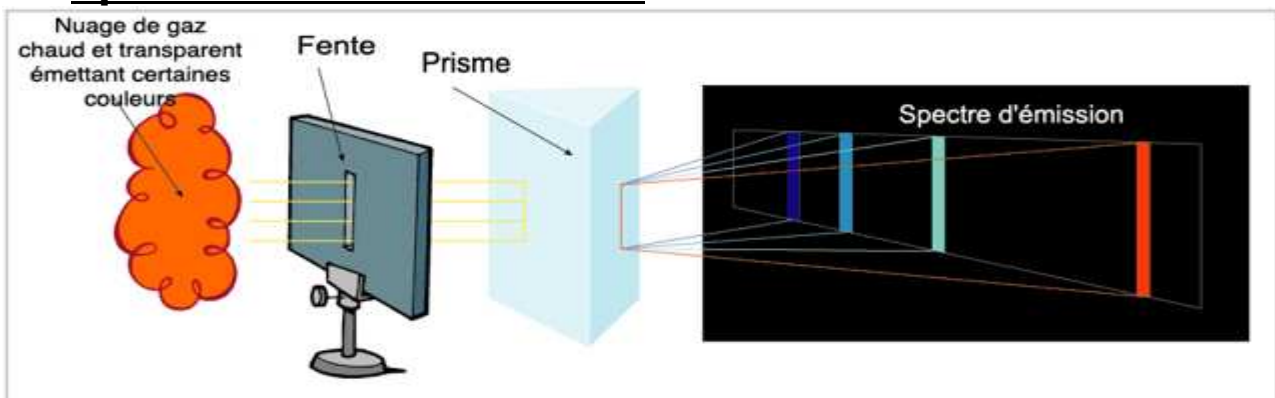
Le spectre de la lumière émise par un corps dense et chaud s'enrichit progressivement vers le violet lorsque sa température augmente.

Exemple : filament incandescent d'une lampe, lave d'un volcan, surface gazeuse d'une étoile.



11 Évolution du spectre de la lumière émise par le filament d'une lampe à incandescence lorsque sa température augmente de gauche à droite.

3. Spectre d'émission de raies

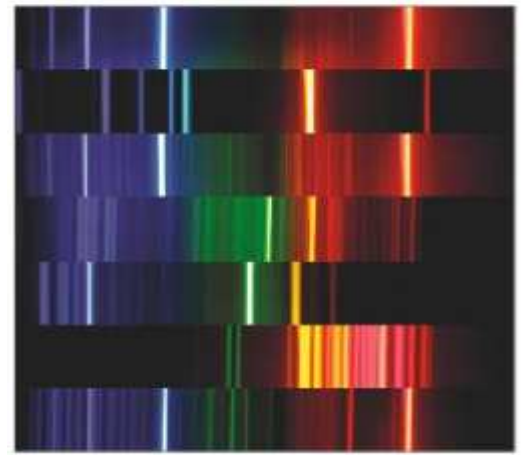


Un **spectre d'émission de raies** présente une suite de raies colorées distinctes : la lumière émise n'est composée que d'un **nombre limité de radiations monochromatiques** bien distinctes.

Les gaz sous faible pression peuvent émettre de la lumière sous certaines conditions (gaz à température élevée ou traversé par une décharge électrique)

Nous ne nous intéresserons ici qu'à des gaz constitués d'atomes séparés les uns des autres (donc non groupés en molécules) ou d'ions simples (atome ayant perdu ou gagné des électrons)

Le spectre émis par un gaz sous faible pression constitué d'atomes ou d'ions simples indépendants est un spectre de raies



12 Spectres d'émission de raies.
De haut en bas : isotope de l'hydrogène, hélium, hydrogène, krypton, mercure, néon, xénon.

**Chaque type d'atome ou ion possède un spectre de raies bien déterminé qui permet de l'identifier.
Ce spectre est caractéristique de l'élément chimique qui compose le gaz.**

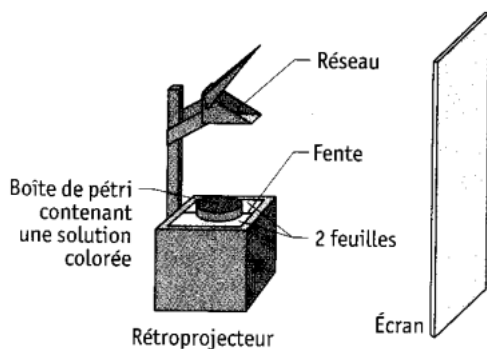
II. Les spectres d'absorptions

Lorsqu'une substance est traversée par la lumière blanche, elle absorbe certaines radiations.

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

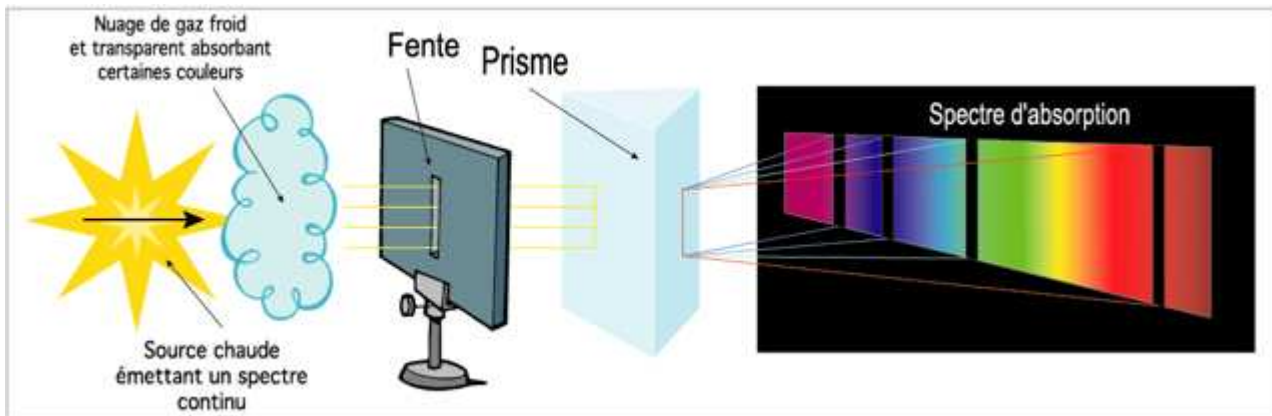
1. Spectre d'absorption d'un liquide ou d'un solide

Lors du passage de la lumière blanche à travers un milieu transparent et coloré tel qu'un liquide ou un solide, certaines plages de radiations (initialement présentes) sont absorbées, le spectre de la lumière obtenue présente alors des **bandes d'absorption**.



Une bande noire apparaît sur le spectre de la lumière blanche : il s'agit d'un **spectre d'absorption de bande**

2. Spectre d'absorption d'un gaz



Lorsqu'un gaz (à basse pression) est traversé par la lumière blanche, il absorbe certaines radiations

Un gaz constitué d'atome ou d'ion simple produit un spectre d'absorption de raies.

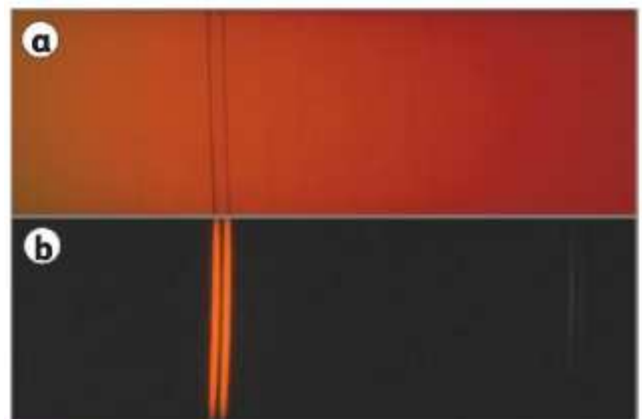
Le spectre d'absorption de raies présente une suite de raies noires distinctes dans le fond coloré dû au spectre de la lumière blanche.



Doc. 17. Le spectre de raies d'absorption de l'ion sodium comporte une raie sombre située dans le jaune.

Les radiations qui sont absorbées par le gaz correspondent à celles qui peuvent être émises par celui-ci : Les deux spectres d'émission et d'absorption sont complémentaires.

Les longueurs d'onde de ces radiations sont caractéristiques de l'élément qui constitue ce gaz : les radiations qu'un élément chimique peut émettre ou absorber constituent sa signature.



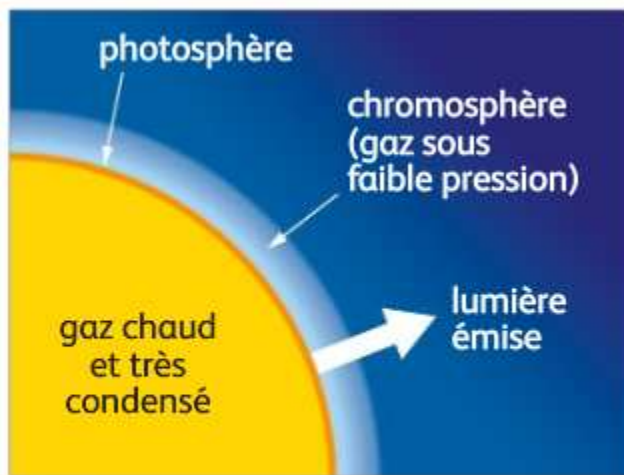
14 Spectres d'absorption (a) et d'émission (b) du sodium obtenus avec les mêmes réglages pour le spectroscopie.

III. La lumière messagère des étoiles

Le spectre d'une étoile contient le spectre de la lumière blanche : celui-ci constitue le **fond continu** du spectre de l'étoile ou vient se superposer de très nombreuses raies sombres : environ 20 000 pour le soleil.

1. Comment déterminer la température d'une étoile ?

Une étoile est une énorme **boule de gaz** très chaude et très condensé. La lumière qui nous parvient est issue de la surface de l'étoile appelé **photosphère** : c'est la partie visible de l'étoile. La couleur de l'étoile dépend de sa température.



16 Coupe schématique d'une étoile.

Exemples

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

Le spectre de la lumière émise par la photosphère constitue le fond continu. L'étendu du spectre vers le violet renseigne sur la température de surface de l'étoile.

2. Comment déterminer la composition chimique de l'atmosphère d'une étoile ?

Avant de nous parvenir la lumière issue de la photosphère traverse une mince couche de gaz faiblement comprimée qui constitue **l'atmosphère de l'étoile**. Les raies sombres du spectre sont dues à l'absorption de certaine radiation par les atomes ou les ions présents dans l'atmosphère de l'étoile.

Les raies d'absorption présentes dans le spectre d'une étoile renseignent sur la composition chimique de son atmosphère

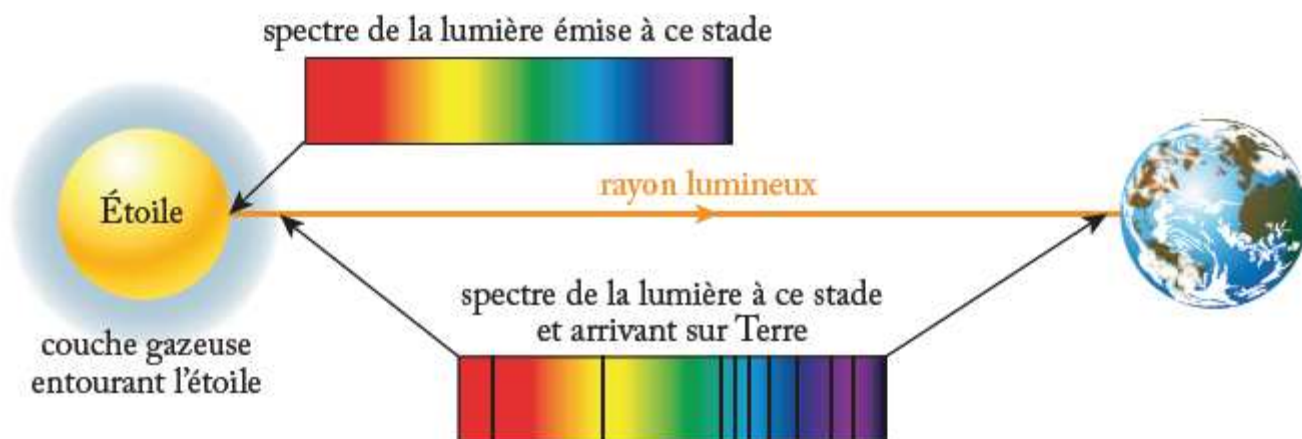
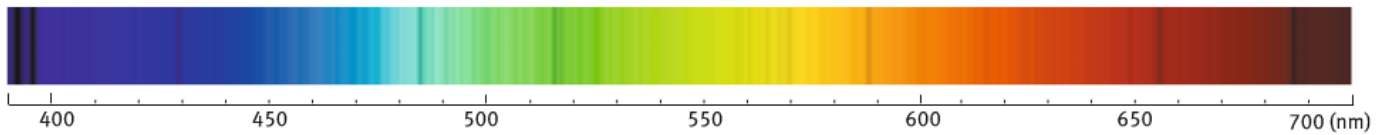


fig. 8 : État de la lumière à différents stades entre son émission et sa réception sur Terre.



15 Spectre du Soleil.

Les spectres d'étoiles observées depuis la sol terrestre présentent aussi quelques raies ou bandes sombre dues à des molécules présentes dans l'atmosphère terrestre.

3. Composition chimique des étoiles

L'analyse chimique des étoiles réalisée à partir de leur spectre montre qu'elles sont constituées presque exclusivement d'hydrogène et d'hélium. Le soleil est constitué de 92% d'hydrogène et 7,8% d'hélium ; on trouve aussi tous les autres atomes présents sur la terre mais en très petite quantités.