

COMPRENDRE L'UNIVERS GRÂCE AUX MESSAGES DE LA LUMIÈRE

1/ EXPLORATION DE L'UNIVERS :

Activité n°1

a - Vers l'infiniment grand :

Le Soleil et l'ensemble des astres en révolution autour de lui (les huit planètes, leurs satellites, les astéroïdes et les comètes) constituent le système solaire (voir Fig.1) :

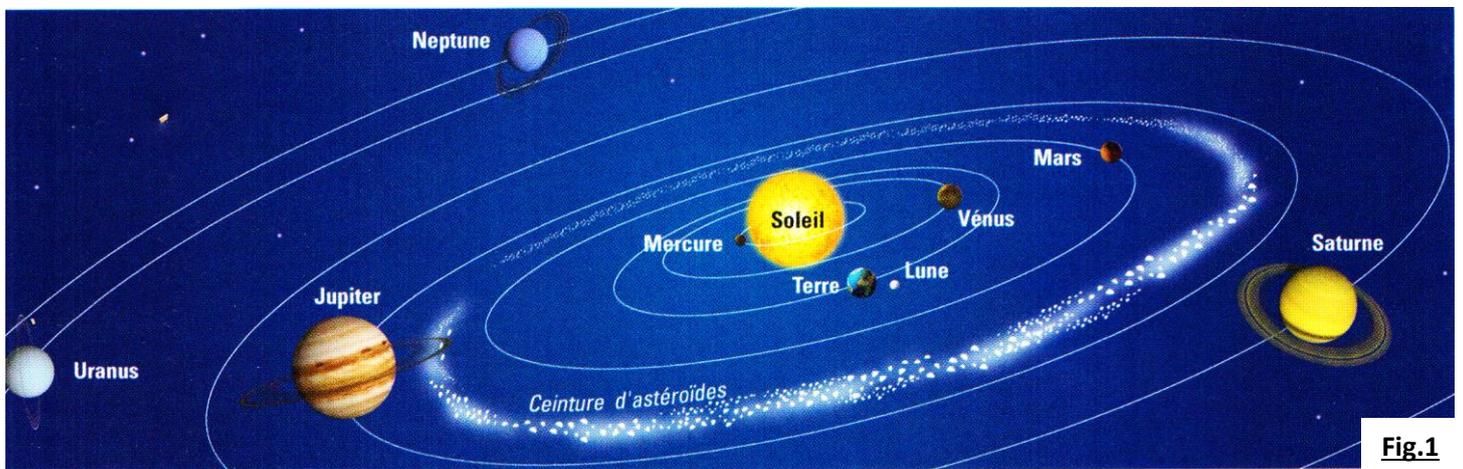


Fig.1

L'Univers est constitué de nombreuses autres étoiles qui sont regroupées en galaxies (voir Fig.2).

Exemple : notre galaxie a la forme d'une spirale et s'étend sur des milliards de milliards de kilomètres. Elle contient environ cent milliards d'étoiles.

L'Univers contient cent milliards d'autres galaxies qui s'éloignent les unes des autres : l'Univers est en expansion.

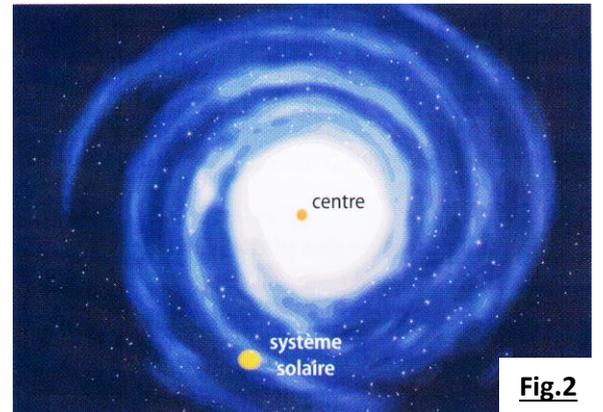


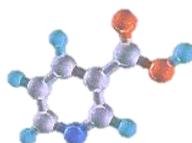
Fig.2

b - Vers l'infiniment petit :

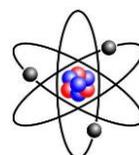
Les petits objets, comme les cellules des êtres vivants, sont constitués de molécules, elles-mêmes constituées à partir d'atomes :



cellule



molécule



atome



noyau d'atome

c - Ordres de grandeur des objets de l'Univers :

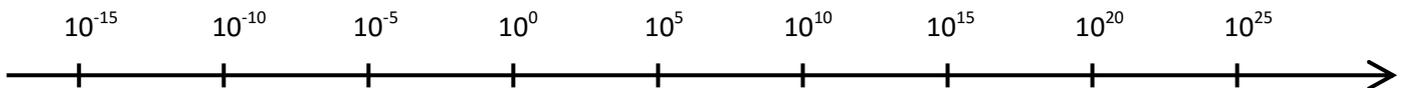
Les dimensions et les distances dans l'univers sont très différentes. Connaître leur ordre de grandeur permet de les situer rapidement sur une échelle et de les comparer entre elles.

Définition : L'ordre de grandeur d'un nombre est la puissance de dix la plus proche de ce nombre.

Méthode de détermination :

- écrire le nombre sous forme scientifique (sous la forme $a \cdot 10^x$ avec $1 < a < 10$)
- chercher les deux puissances de dix qui encadrent le nombre
- choisir la puissance de dix la plus proche

Exemples :



Dans un atome, le noyau et les électrons sont séparés par un vide important. Dans le système solaire, le Soleil et les planètes occupent des volumes de matière extrêmement petits comparés au vide qui les sépare. Le même vide existe entre les étoiles dans les galaxies et entre les galaxies entre elles : l'Univers a une structure lacunaire car l'espace le constituant est essentiellement vide.

d - L'année de lumière :

Les dimensions des galaxies et les distances entre étoiles sont tellement grandes que les astrophysiciens doivent les exprimer dans une unité adaptée : l'année de lumière (symbole : **a.l.**).

Exemples : Diamètre de notre galaxie = 10^5 a.l. ; $D_{\text{Terre-Bételgeuse}} = 643$ a.l.

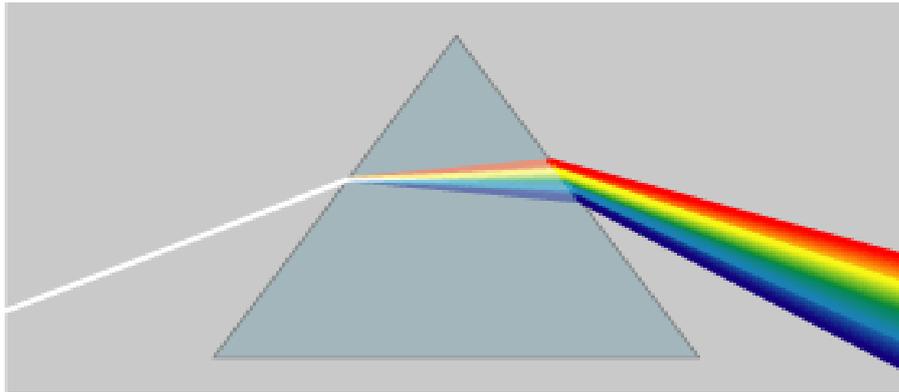
L'année de lumière (a.l.) est la distance parcourue par la lumière en une année.

Conversion en mètre :

$$v_{\text{lumière}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad \text{et} \quad 1 \text{ an} = 365,25 \times 24 \times 3600 \text{ s} \Rightarrow 1 \text{ a.l.} = 3 \cdot 10^8 \times 365,25 \times 24 \times 3600 = 9,5 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

2/ SPECTRE DE LA LUMIERE BLANCHE :

Un prisme permet de décomposer la lumière blanche et d'obtenir son spectre sur un écran :



La lumière blanche est donc composée d'une multitude de lumières colorées, appelées radiations, qui s'étendent du violet au rouge. Chaque radiation est caractérisée par sa longueur d'onde λ (lambda) qui permet de l'identifier (voir fig. 3 p262).

L'œil humain est sensible aux radiations de longueurs d'onde comprises entre **380 nm (violet)** et **780 nm (rouge)**. Les radiations de longueurs d'onde inférieures à 380 nm (ultraviolet) ou supérieures à 780 nm (infrarouge) sont invisibles à l'œil nu.

La lumière blanche est dite polychromatique car elle contient plusieurs radiations.

La lumière émise par un LASER ne contient qu'une seule radiation : elle est dite monochromatique et ne peut pas être décomposée.

3/ INFORMATIONS CONTENUES DANS LES SPECTRES DES ETOILES :

Activité n°2

a - Les spectres d'émission :

➤ Spectres continus :

Lorsqu'un objet est chauffé, il émet une lumière d'origine thermique dont le spectre est continu et ne dépend que de sa température.

Par exemple, lorsqu'on élève la température du filament d'une lampe à incandescence, on assiste progressivement à la naissance des couleurs rouge, puis orange, jaune, vert, bleu, indigo et violet.

Ainsi, les spectres continus nous renseignent sur la température des objets incandescents : **plus un objet est chaud, plus son spectre est riche en radiations de courtes longueurs d'onde** (voir fig. 7 p 263).

➤ Spectres de raies :

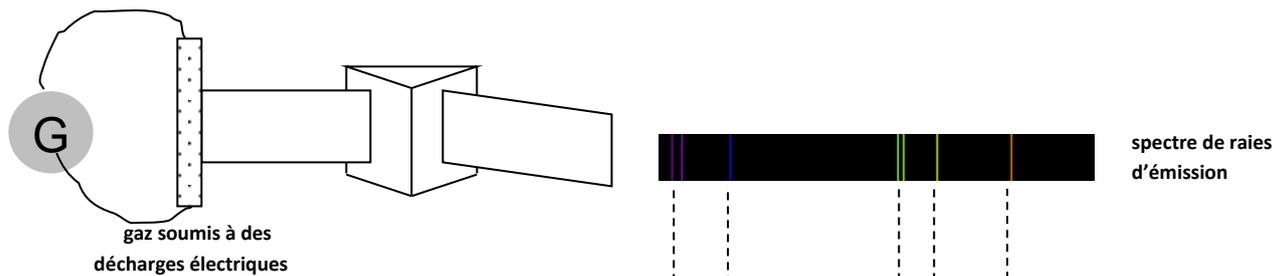
Lorsqu'un gaz est soumis à des décharges électriques, il émet de la lumière dont le spectre n'est pas continu mais constitué de raies colorées (voir fig. 8 p 263).

A chacune de ces raies est associée une des radiations monochromatiques qui composent la lumière.

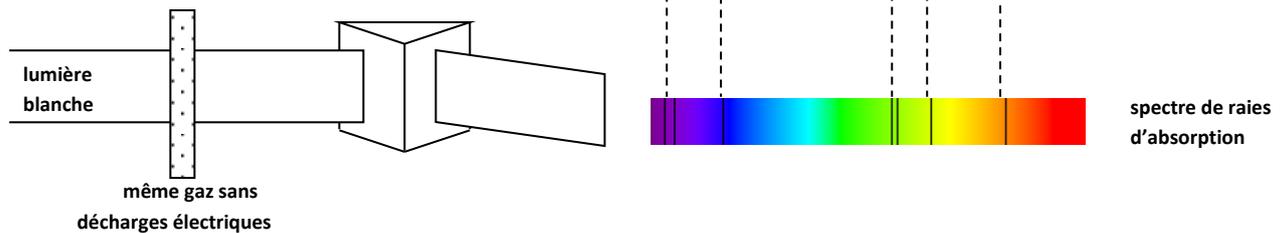
Le spectre de raies dépend de l'espèce chimique constituant le gaz et permet donc d'identifier cette espèce chimique.

b - Les spectres d'absorption :

Lorsqu'un gaz est soumis à des décharges électriques, il produit de la lumière ne contenant que certaines radiations. Son spectre contient des raies qui sont caractéristiques de ce gaz :



Lorsqu'une lumière blanche produite par un objet incandescent traverse ce même gaz, le spectre obtenu contient un fond coloré sur lequel se détachent des raies noires. C'est un spectre d'absorption :



Ces raies noires correspondent aux radiations qu'il a absorbées. Ce sont les mêmes que celles qu'il est capable d'émettre lorsqu'il se trouve dans un tube à décharges électriques.

De manière générale, les radiations absorbées par une espèce chimique sont caractéristiques de cette espèce. Un spectre d'absorption permet donc d'identifier une espèce chimique.

c - Applications aux étoiles :

Les étoiles sont d'énormes boules de gaz constituées principalement d'hydrogène et d'hélium. Elles sont le siège de transformations nucléaires à l'origine de l'énergie thermique et lumineuse qu'elles dégagent.

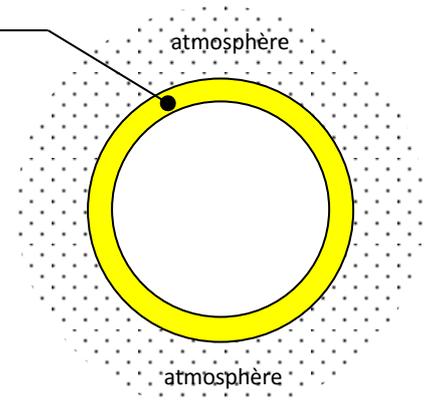
La lumière d'une étoile provient de sa photosphère.

Cette couche de gaz très chaud émet un rayonnement d'origine thermique dont le spectre est continu.

La couleur d'une étoile est fonction de la température de sa photosphère.

Exemples :

Etoile	Bételgeuse	Soleil	Sirius	Rigel
Température de surface	2500 °C	5500 °C	10 000 °C	20 000 °C
Couleur	ROUGE	JAUNE	BLANCHE	BLEUE



Parmi les radiations composant la lumière émise par la photosphère, certaines sont absorbées par les espèces chimiques contenues dans son atmosphère. L'analyse des raies d'absorption du spectre d'une étoile nous renseigne donc sur la composition chimique de son atmosphère. (voir p261)