

# Chapitre 1

## DESCRIPTION DE L'UNIVERS

« Espace, frontière de l'infini, vers laquelle voyage notre vaisseau spatial. Sa mission de cinq ans : explorer de nouveaux mondes étranges, découvrir de nouvelles vies, d'autres civilisations, et au mépris du danger avancer vers l'inconnu... »

*Générique de la célèbre série TV Star Trek  
créée par Gene Roddenberry 1967.*

Bonjour à toi, lecteur assidu de ton livre Method's 3<sup>e</sup> collège... Saches que rigueur et méthodes te permettront de réussir pleinement ton année et de briller au brevet en physique chimie... Si si, n'en doute pas, tu vas cartonner... Avant d'en arriver là, mettons-nous au travail !

Nous avons aujourd'hui au menu : la structure de l'Univers, la maîtrise de l'écriture scientifique (primordiale pour le lycée), les ordres de grandeur (outil très intéressant car ils permettent d'évaluer très rapidement une grandeur sans souci de précision) et l'unité de distance « année-lumière » utilisée par les astronomes... Ce programme est dense, riche en informations mais au combien intéressant et fondamental pour la suite de tes études en sciences physiques...

Ne t'inquiète pas, je suis là pour toi... Le principe est toujours le même : cours à connaître par cœur, méthodes à travailler et REtravailler puis exercices à faire et REfaire... Suis mes conseils et tu verras, ton Level de physique va exploser ! Let's GO ! « Longue vie et prospérité en SPC... »

### MÉTHODE 1 : Connaître la structure de l'Univers

#### ■ Principe

D'après les dernières observations, l'Univers serait né il y a exactement 13,7 milliards d'années à la suite d'une énorme explosion : le Big Bang !

Notre Univers est constitué de milliards de galaxies, constituées elles-mêmes par des milliards d'étoiles. Autour de certaines étoiles tournent par gravitation des planètes formant ainsi un système...

Notre galaxie : son nom est la Voie Lactée. Elle comprend 200 milliards d'étoiles dont le Soleil. Une galaxie correspond donc à un regroupement d'étoiles.

Une exoplanète est une planète qui gravite autour d'une étoile autre que le Soleil.

Quand une étoile possède plusieurs exoplanètes, l'ensemble forme un système planétaire extrasolaire.

### **Notre système solaire**

Il est constitué d'une étoile (le Soleil), de 8 planètes principales, de planètes naines, de satellites naturels, d'astéroïdes et de comètes !

Les 8 planètes se déplacent autour du Soleil dans un même plan appelé plan de « l'écliptique ».

On distingue deux types de planètes dans notre système solaire :

- celles constituées de roche appelées les « telluriques » ;
- celles constituées de gaz appelées les « géantes » ou « gazeuses ».

Le Soleil est l'unique l'étoile de notre système solaire. C'est une boule de gaz de diamètre 1,4 million de km !

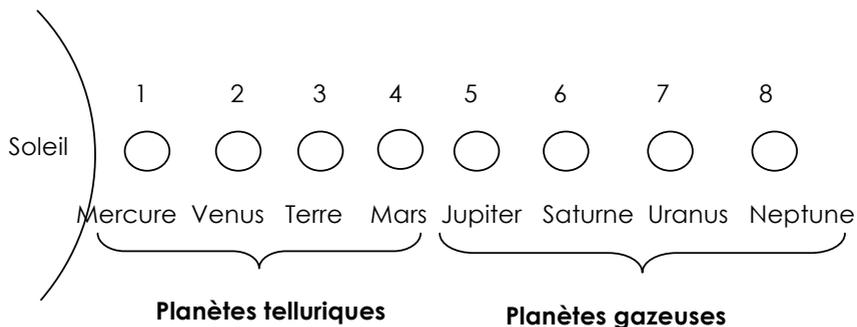
Les énergies thermiques et rayonnantes (chaleur + lumière) proviennent de réactions nucléaires.

Le Soleil représente à lui seul plus de 99 % de la masse totale du système solaire.

Les réserves en hydrogène du Soleil lui permettront encore de « brûler » pendant environ 5 milliards d'années. Il est donc à la moitié de sa vie...

Voici l'ordre des planètes de la plus proche à la plus éloignée du Soleil :

Attention : les diamètres des planètes et du Soleil ainsi que les distances entre les astres ne sont pas respectées !



Que l'on se place au niveau de l'atome entre le noyau et les électrons ou encore entre les planètes et le Soleil, entre les étoiles comme entre les galaxies, il y a essentiellement du vide : on parle de structure lacunaire de la matière.

**MÉTHODE 2 : Savoir utiliser la notation scientifique****■ Principe**

La notation scientifique consiste à écrire un nombre sous la forme :  $a \times 10^n$

- $a$  : un nombre décimal avec  $1 \leq a < 10$
- $n$  : un entier positif ou négatif

Par exemple, le rayon de la Terre vaut  $R_T = 6\,380$  km, pour exprimer cette donnée en écriture scientifique :

- il faut déplacer la virgule jusqu'à obtenir un nombre décimal compris entre 1 et 10 : 6,380 ;
- la puissance de dix indique le nombre de chiffre par rapport auquel on a déplacé la virgule, ici 3 :  $6,380 \times 10^3$ .

Le rayon de la Terre vaut  $R_T = 6,380 \times 10^3$  km.

**■ Exemple : La notation scientifique**

Donner l'écriture scientifique pour chaque cas.

- a) Taille d'un globule rouge d'un être humain : 0,000 008 m
- b) Distance Terre – Lune : 380 000 km
- c) Altitude du Mont-Blanc : 4 807 m
- d) Rayon de la Terre : 6 400 km
- e) Taille d'une fourmi : 0,005 m
- f) Diamètre d'un cheveu : 0,000 04 m

**Correction :**

- a) Taille d'un globule rouge d'un être humain :  $8,0 \times 10^{-6}$  m
- b) Distance Terre – Lune :  $3,8 \times 10^5$  km
- c) Altitude du Mont-Blanc :  $4,807 \times 10^3$  m
- d) Rayon de la Terre :  $6,4 \times 10^3$  km
- e) Taille d'une fourmi :  $5,0 \times 10^{-3}$  m
- f) Diamètre d'un cheveu :  $4,0 \times 10^{-5}$  m

**MÉTHODE 3 : Savoir utiliser l'ordre de grandeur****■ Principe**

L'ordre de grandeur d'une longueur correspond à la puissance de 10 la plus proche de cette valeur.

L'ordre de grandeur permet d'évaluer rapidement une longueur sans soucis de précision.

Par exemple, pour donner l'ordre de grandeur de la distance Terre – Soleil :

$d_{TS} = 150 \times 10^6$  km, il faut :

- exprimer la valeur en écriture scientifique :  $1,50 \times 10^8$  km
- arrondir la valeur :
  - si  $a < 5$ , on l'arrondit à 1
  - si  $a \geq 5$ , on l'arrondit à 10
  - soit  $1,50 < 5$  donc on arrondit à 1
- ordre de grandeur :  $1 \times 10^8 = 10^8$  km

L'ordre de grandeur de la distance Terre – Soleil vaut  $10^8$  km.

#### ■ Exemple : Les ordres de grandeurs

Donner l'ordre de grandeur pour chaque proposition.

- a) La vitesse des ondes ultrasonores dans le corps humain vaut  $1,50 \times 10^3$  m/s
- b) Le rayon de l'atome de fer vaut  $1,42 \times 10^{-10}$  m
- c) La distance Terre – Soleil représente  $1,50 \times 10^4$  km
- d) L'énergie libérée par la fission de 1,0 g d'uranium 235 vaut  $7,56 \times 10^{10}$  J
- e) La masse d'un électron vaut  $9,10 \times 10^{-31}$  kg
- f) La valeur de la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur Vénus vaut  $5,4 \times 10^{22}$  N.

#### Correction :

- a) Ordre de grandeur de la vitesse des ondes ultrasonores :  $10^3$  m/s
- b) Ordre de grandeur du rayon de l'atome de fer :  $10^{-10}$  m
- c) Ordre de grandeur de la distance Terre – Soleil :  $10^4$  km
- d) Ordre de grandeur de l'énergie libérée par fission :  $10^{11}$  J
- e) Ordre de grandeur de la masse d'un électron :  $10^{-30}$  kg
- f) Ordre de grandeur de la force gravitationnelle :  $10^{23}$  N

### MÉTHODE 4 : Comprendre l'année-lumière

#### ■ Principe

L'année de lumière est une unité de **distance** inventée par les astronomes. La raison est très simple : l'unité du kilomètre n'était pas assez performante pour travailler sur des distances de plusieurs milliards de milliards de milliards de km à l'échelle de l'Univers !

Elle nous permet donc de simplifier les calculs de distance.

L'année de lumière est **la distance** parcourue par la lumière dans le vide en une année.

$$1 \text{ a.l.} = 9,5 \times 10^{15} \text{ m} = 9,5 \times 10^{12} \text{ km}$$

**■ Exemple :** Conversion en année-lumière

Pour chaque exemple, convertir la distance en km et donner son ordre de grandeur.

- a) La distance entre le Soleil et la naine rouge Proxima du centaure vaut 4,2 a.l.
- b) La distance entre le Soleil et Véga vaut 25 a.l.
- c) La distance entre le Soleil et Rigel vaut 860 a.l.
- d) La distance entre le Soleil et la nébuleuse d'Orion vaut 1340 a.l.

**Correction :**

a) Distance Soleil – Proxima du centaure :  $4,0 \times 10^{11}$  km  
Ordre de grandeur :  $10^{11}$  km

b) Distance Soleil – Véga :  $2,4 \times 10^{14}$  km  
Ordre de grandeur :  $10^{14}$  km

c) Distance Soleil – Rigel :  $8,2 \times 10^{15}$  km  
Ordre de grandeur :  $10^{16}$  km

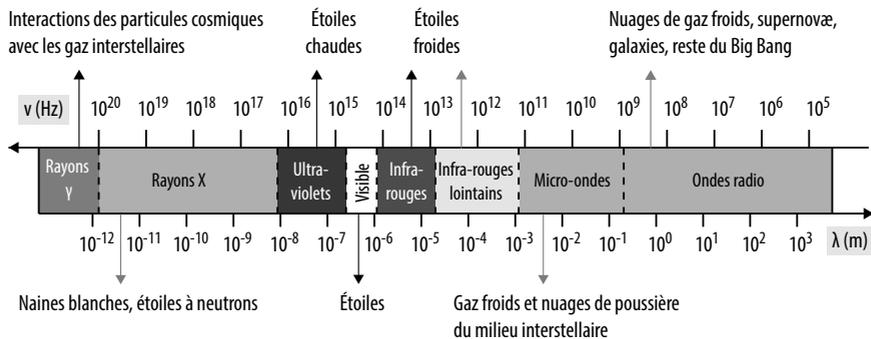
d) Distance Soleil – Orion :  $1,27 \times 10^{16}$  km  
Ordre de grandeur :  $10^{16}$  km

**MÉTHODE 5 : Connaître les rayonnements issus de l'Univers****■ Principe**

Les rayonnements reçus par la Terre ont des origines diverses :

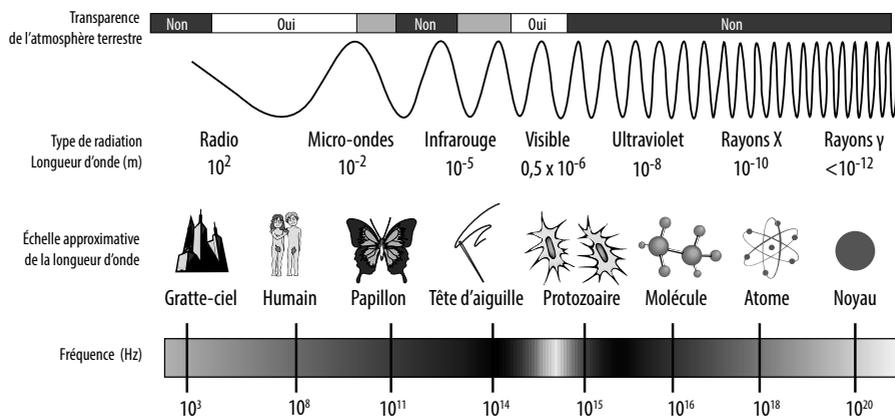
- Les étoiles dont le Soleil.
- Les amas de corps célestes comme les galaxies.
- Les confins de l'Univers (rayonnement fossile issu du Big Bang).

Tous les objets célestes émettent des rayonnements dans divers domaines. Il est possible d'associer à certains rayonnements des sources caractéristiques. Par exemple, du Soleil, nous proviennent des infrarouges, de la lumière visible et des ultraviolets en permanence. Lors des périodes de forte activité solaire, des rayonnements radio, des rayons X et des rayons  $\gamma$  peuvent également atteindre la Terre.



L'atmosphère terrestre interagit avec les rayonnements qu'elle reçoit. L'absorption des rayonnements par l'atmosphère dépend de leur nature :

- Les rayons  $\gamma$ , les rayons X, certains ultraviolets ne franchissent pas la haute atmosphère.
- La lumière visible et la plupart des ondes radio sont peu ou pas absorbées par l'atmosphère. Pour ces domaines de rayonnement, l'atmosphère est dite transparente. On parle ainsi de la fenêtre visible et de la fenêtre radio.



Pour s'affranchir des effets de l'atmosphère, il est nécessaire de placer les instruments de détection au-dessus de l'atmosphère terrestre. On utilise ainsi des satellites artificiels.

### ■ Exemple : Les rayonnements reçus de l'espace

#### Milieu interstellaire

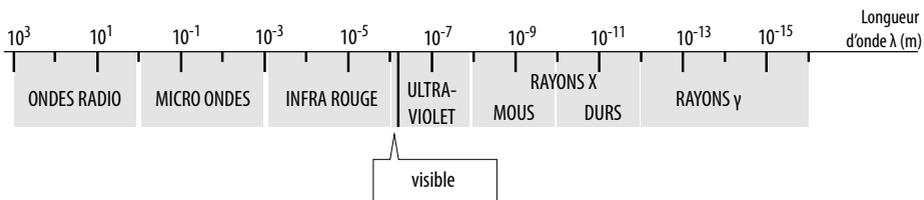
L'espace entre les étoiles est loin d'être vide. Il est rempli de gaz, principalement de l'hydrogène et de l'hélium, mais aussi des agrégats solides (glaces, minéraux, composés organiques ou inorganiques) : la poussière. Certaines parties de ce milieu interstellaire sont plus denses et forment des

nébuleuses. Les étoiles (et leurs planètes) naissent d'ailleurs de ces nuages célestes. Les étoiles, les astres ainsi que ce milieu interstellaire sont capables d'émettre des rayonnements de fréquences différentes les unes des autres.

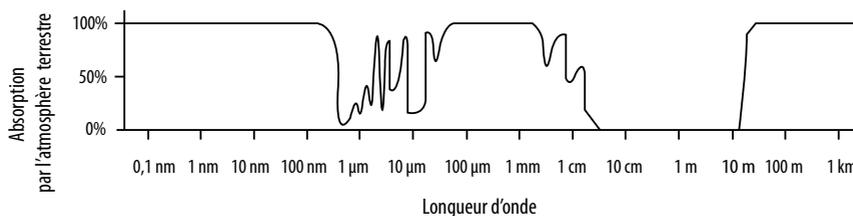
### Rayonnements détectables depuis la Terre

La Terre reçoit de toutes les directions de l'espace des rayonnements électromagnétiques ainsi qu'une pluie de particules qui constituent le rayonnement cosmique. Si ce flot ininterrompu n'était pas en grande partie arrêté par l'atmosphère, ses effets destructeurs interdiraient toute vie. Ces rayonnements et ces particules sont les seuls supports des informations qui nous parviennent de l'Univers (distances, vitesses, constitution des étoiles ou des autres objets célestes). Dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, l'invention du radiotélescope (qu'on positionne dans les déserts), sur le modèle du radar, puis la possibilité d'envoyer des télescopes spatiaux au-delà des couches denses de l'atmosphère, ont permis aux astronomes d'exploiter beaucoup plus largement le domaine des ondes électromagnétiques.

#### Document 1 – Rayonnements et longueur d'onde



#### Document 2 – Rayonnements et absorption par l'atmosphère terrestre



Donnée :  $1,0 \text{ nm} = 1,0 \times 10^{-9} \text{ m}$  et  $1,0 \mu\text{m} = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m}$

- À l'aide des différents documents, déterminer les types d'ondes totalement absorbées par l'atmosphère terrestre pour des longueurs d'onde inférieures à  $100 \text{ nm}$ .
- À l'aide des différents documents, déterminer les types de rayonnements qui sont directement observables à la surface de la Terre.

**Correction :**

a) D'après les documents 1 et 2 : les ondes électromagnétiques, qui sont totalement absorbées par l'atmosphère terrestre pour les longueurs d'onde inférieures à 100 nm sont une partie des ultraviolets, les rayons X et les rayons gamma.

b) D'après les documents 1 et 2 : les ondes électromagnétiques directement observables depuis la surface de la Terre sont les ondes appartenant au domaine du visible, une partie des infrarouges et une partie des ondes radio.

**Testez-vous !**

## ■ Complétez le texte à trous suivant.

Une ..... correspond à un regroupement d'étoiles. Le nom de notre galaxie est la ....., elle comprend 200 milliards d'étoiles dont le ..... Une ..... est une planète qui gravite autour d'une étoile autre que le Soleil.

Quand une étoile possède plusieurs exoplanètes, l'ensemble forme un système planétaire .....

Notre système solaire est constitué d'une étoile (le Soleil), de..... planètes principales, de planètes naines, de satellites naturels, d'astéroïdes et de comètes. On distingue deux types de planètes dans notre système solaire, celles constituées de roche appelées les « ..... », celles constituées de gaz appelées les « ..... » ou « ..... ».

Que l'on se place au niveau de l'atome entre le noyau et les électrons ou encore entre les planètes et le Soleil, entre les étoiles comme entre les galaxies, il y a essentiellement du ..... : on parle de structure ..... de la matière.

L'ordre de grandeur d'une longueur correspond à la puissance de 10 la plus proche de cette valeur. L'ordre de grandeur permet d'..... rapidement une longueur sans soucis de précision.

L'année de lumière est la ..... parcourue par la lumière dans le vide en une .....

Les rayonnements reçus par la Terre ont des origines diverses comme les ....., les ..... L'atmosphère terrestre ..... avec les rayonnements qu'elle reçoit. L'absorption des rayonnements par l'atmosphère ..... de leur nature.

**Correction :**

Une **galaxie** correspond à un regroupement d'étoiles. Le nom de notre galaxie est la **Voie Lactée**, elle comprend 200 milliards d'étoiles dont le **Soleil**. Une **exoplanète** est une planète qui gravite autour d'une étoile autre que le Soleil.

Quand une étoile possède plusieurs exoplanètes, l'ensemble forme un système planétaire **extrasolaire**.