

T1-3 : LA MATIERE DANS L'UNIVERS

Compétences du programme à acquérir :

- Décrire la structure de l'Univers et du système solaire.
- Connaître l'évolution de l'Univers, la formation du système solaire.
- Connaître les éléments présents sur Terre et dans l'Univers.
- Aborder les différentes unités de distance et savoir les convertir : du kilomètre à l'année-lumière.
- Connaître des ordres de grandeur de quelques distances astronomiques.

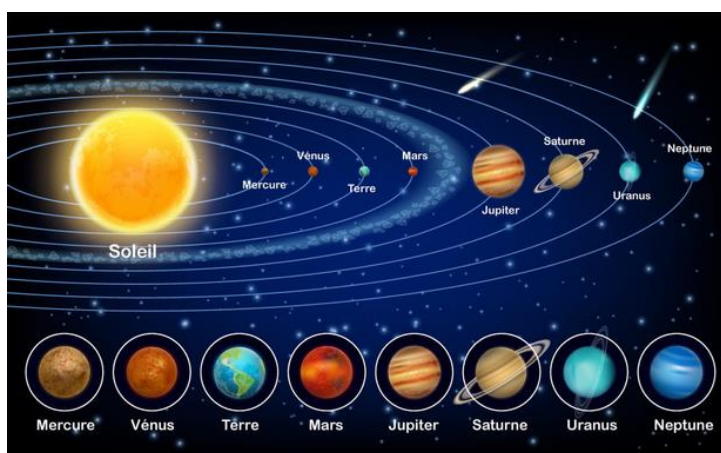
I LA STRUCTURE DE L'UNIVERS ET DU SYSTEME SOLAIRE

① Le système solaire

Le système solaire est un système planétaire composé d'un ensemble d'objets célestes (8 planètes et leurs satellites, des comètes, des astéroïdes, des planètes naines ...) qui gravitent autour d'une étoile, le Soleil.

Le Soleil représente à lui seul plus de 99% de la masse totale du système solaire. C'est une étoile parmi les milliards d'étoiles de notre Univers.

Les quatre planètes les plus éloignées du Soleil sont des planètes géantes gazeuses. Les autres sont des planètes rocheuses (on dit aussi des planètes telluriques).

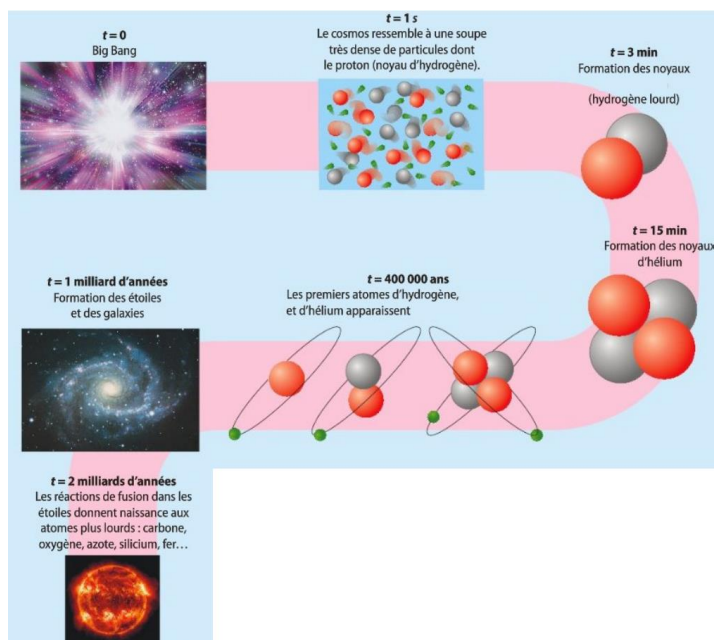


② L'Univers

Les astrophysiciens ont constaté que les grands objets de l'Univers s'éloignent les uns des autres.

Une théorie très solide découle de ce constat : le modèle du Big Bang, selon lequel il y a eu une expansion de la matière et de l'espace à partir d'un état extrêmement dense d'énergie. L'univers n'a donc pas toujours ressemblé à ce que nous voyons actuellement : il est né il y a 13,7 milliards d'années et a beaucoup évolué depuis pour donner ce que nous observons maintenant.

Les étoiles qui forment les galaxies, les planètes qui orbitent autour des étoiles et la matière qui compose les êtres vivants sont donc les fruits d'un processus d'expansion engagé il y a 13,7 milliards d'années : le Big Bang.



③ Notre galaxie

Notre Soleil est une étoile parmi les 100 milliards d'étoiles qui constituent notre galaxie, appelée « la Voie Lactée » qui est une galaxie spirale s'étendant sur environ 100 000 années-lumière soit 1 milliard de milliards de kilomètre.



Au sein de notre galaxie, il existe d'autres systèmes planétaires comme le nôtre. On appelle ces planètes, des **exoplanètes**.

Les galaxies se regroupent au sein d'amas. Les galaxies peuvent se lier entre elles par leur force de gravitation et former des amas de galaxies d'une dizaine de millions d'années-lumière. Celui auquel appartient la Voie lactée est appelé « le Groupe local ». Parmi la trentaine de galaxies qu'il abrite, on trouve notamment la galaxie d'Andromède. L'univers compterait environ 25 milliards d'amas de galaxies.

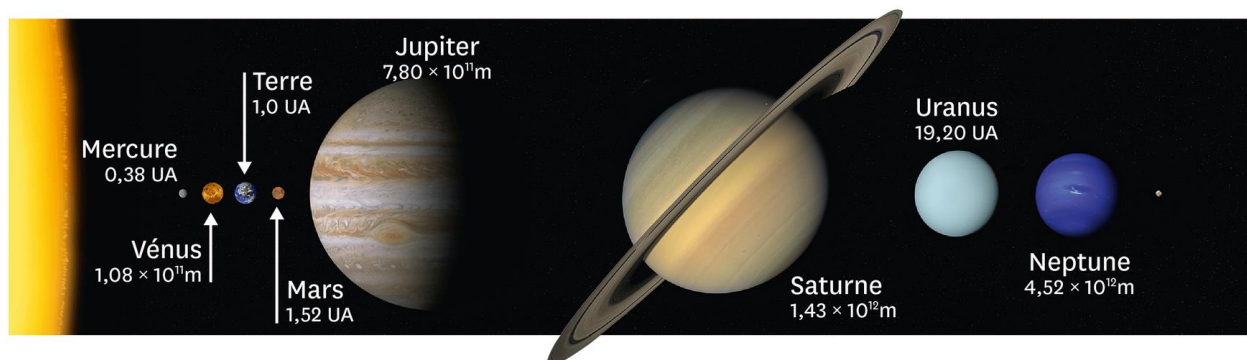


II L'ECHELLE SPATIALE DES DISTANCES

Pour exprimer les distances dans le système solaire, on utilise l'unité astronomique (UA).

1 unité astronomique (UA) correspond à la distance moyenne séparant la Terre du Soleil.

Précisément $1 \text{ ua} = 149\,597\,870\,700 \text{ m} = \underline{1,5 \times 10^8 \text{ km}} = \underline{1,5 \times 10^{11} \text{ m}}$



Exercice : redonner les distances en unités astronomiques (u.a)

- distance Terre-Jupiter = $\frac{7,80 \times 10^{11} \text{ m}}{1,50 \times 10^{11} \text{ m}} = 5,2 \text{ ua}$ **$5,2 \text{ u. a.} - 1 = 4,2 \text{ u. a.}$**
- distance Soleil-Neptune = $\frac{4,52 \times 10^{12} \text{ m}}{1,50 \times 10^{11} \text{ m}} = 30 \text{ ua}$

Pour mesurer les distances entre les étoiles, galaxies ou amas de galaxies on utilise l'année-lumière (a.l.).

L'année-lumière est la distance parcourue par la lumière en 1 année dans le vide.

Sachant que la vitesse de la lumière ou célérité de la lumière dans le vide est de $300\,000\text{ km/s} = 3,0 \times 10^8\text{ m/s}$ et qu'une année représente 365,25 jours, alors :

$$1\text{ al} = 365,25\text{ (jours)} \times 24\text{ (h)} \times 3600\text{ (s)} \times 3,0 \times 10^8\text{ (m/s)} = 9,5 \times 10^{15}\text{ m} = 9,5 \times 10^{12}\text{ km}$$

Exercice : L'étoile la plus proche est Proxima du Centaure qui se trouve à $4,0 \times 10^{16}\text{ m}$ du Soleil. Quelle est la distance Soleil-Proxima du Centaure en année-lumière ?

La distance Soleil-Proxima du Centaure en année-lumière est : $D = \frac{4,0 \times 10^{16}\text{ m}}{9,5 \times 10^{15}\text{ m}} = 4,2\text{ a.l.}$

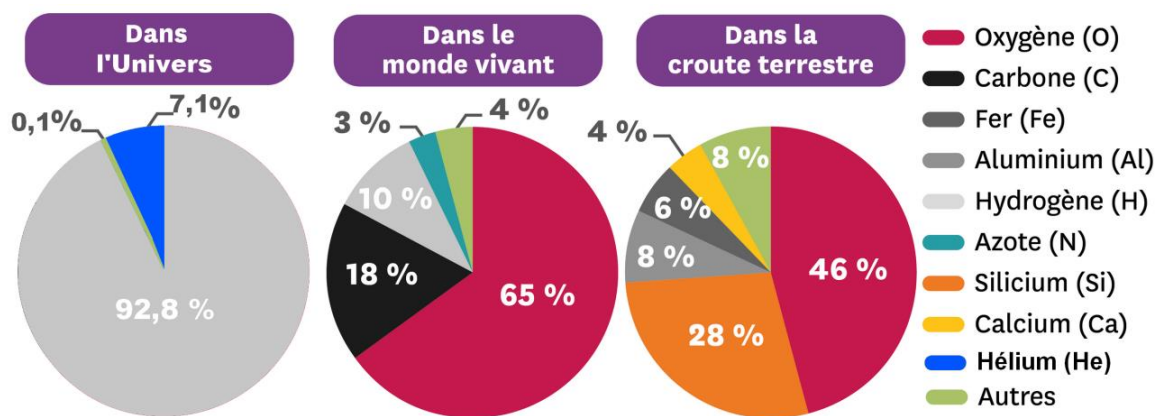
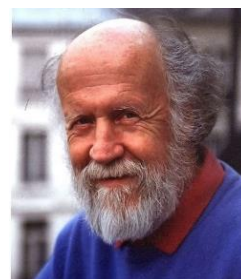
III LA MATIERE DANS L'UNIVERS

ACTIVITE : « Nous sommes tous des poussières d'étoiles »

<https://www.youtube.com/watch?v=vmC72UIHW2I>

Avec l'expression « poussières d'étoiles », l'astrophysicien Hubert Reeves rappelle que les êtres vivants et la Terre sont en grande partie formés d'espèces chimiques issues de l'évolution des étoiles.

Le document ci-dessous donne la répartition des éléments chimiques dans l'Univers, le monde vivant et la croûte terrestre.



1. Les atomes d'hydrogène et d'hélium ont été formés peu après le big Bang. D'où viennent les autres atomes ?

Les autres atomes sont formés par les étoiles au cours d'un processus appelé « nucléosynthèse ».

2. Tous les éléments chimiques sont regroupés dans un tableau appelé la classification périodique des éléments.

3. Quel est l'élément chimique le plus abondant de l'Univers ? C'est l'hydrogène de symbole H.

4. La Terre n'a pas toujours été adaptée à la vie des êtres humains. Ce n'est que depuis 2,5 milliards d'années que son atmosphère correspond à celle d'une planète propice à la vie en surface. Quels sont les 3 éléments chimiques les plus abondants dans le vivant ? Donner leurs noms et leurs symboles chimiques.

Ce sont les éléments hydrogène, carbone et oxygène.