

Semaine 9

L'univers

Notre terre est une planète du système solaire. Lui-même fait partie de l'Univers dont nous nous proposons d'étudier la structure et l'évolution.

Pré-requis : chapitre sur le système solaire (4^{ème})

La structure de l'Univers

L'univers est constitué de milliards d'étoiles, de planètes, de comètes, d'astéroïdes, de poussières et de gaz interstellaires.

Définitions

Étoile : boule de gaz très chaude qui produit sa propre lumière.

Planète : astre constitué de roches ou de gaz en orbite autour d'une étoile.

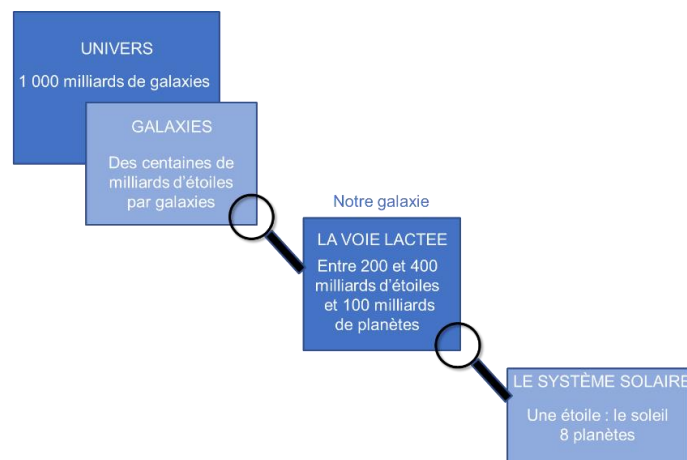
Comète : petit corps céleste constitué d'un noyau de glace et de poussière en orbite autour d'une étoile.

Astéroïde : petit corps céleste composé de roches, de métaux et de glace, de forme irrégulière.

Organisation de l'univers

Tous ces corps se structurent en galaxies, qui sont elles-mêmes regroupées en amas de galaxies. Il y aurait des **dizaines de milliards de galaxies**.

Cependant on dit que l'Univers a une **structure lacunaire** car il est composé à 90 % de vide.



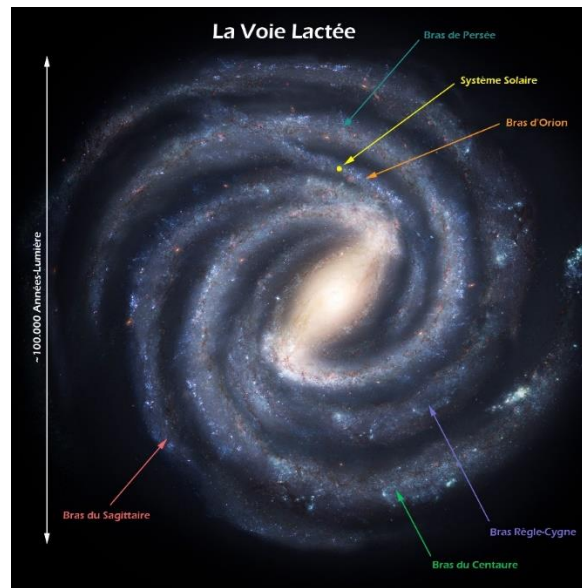
Structure simplifiée de l'univers

Les galaxies

Une galaxie est un **ensemble d'étoiles, de poussières et de gaz** dont la cohésion est assurée par la force gravitationnelle. Elle peut avoir différentes formes et tailles.

Notre galaxie, la voie lactée, à un diamètre d'environ 100 000 a.l. C'est une galaxie enroulée en spirale dont l'épaisseur est d'environ 1 000 a.l.

Rappel : 1 a.l (année-lumière) $\approx 10^{13}$ km (dix mille milliards de km)



Représentation de la voie lactée à partir de plusieurs observations © Akwa/Wikicommons)

Les galaxies se trouvent la plupart du temps en groupes (les amas), les interactions sont alors fréquentes et il n'est pas rare que 2 galaxies fusionnent pour former une galaxie plus grosse.

La galaxie la plus proche de la Voie Lactée est la galaxie d'Andromède. Il a été prédit avec une grande certitude qu'elles sont tellement proches qu'elles entreront en collision dans environ 4 milliards d'années. Par la force gravitationnelle elles se rapprochent à une vitesse de 400 000 km/h.

Etoiles et planètes

Il y a des centaines de milliards d'étoiles dans chaque galaxie.

Dans notre galaxie, la Voie Lactée, il y a entre 200 et 400 milliards d'étoiles et 100 milliards de planètes.

Notre système solaire est constitué d'une étoile, le soleil, et de 8 planètes (vu en 4^{ème}).

Ordre de grandeur dans l'Univers

Objet	Ordre de grandeur (en km)
Univers observable	10^{24}
Diamètre d'une galaxie	10^{18}
Distance entre 2 galaxies	10^{19}
Diamètre d'une étoile	10^6
Diamètre d'une planète	10^4
Distance Terre-Soleil	10^8
Distance Terre-Lune	10^5

Chronologie de formation de l'Univers et du système solaire

Big bang et expansion de l'univers

Le **Big Bang** est un **modèle cosmologique** proposé par les scientifiques durant la première moitié du XX^{ème} siècle.

Selon le **modèle du Big Bang** :

- L'Univers est né il y a 14 milliards d'années d'un **espace extrêmement dense et chaud**.
- Cet espace s'est **dilaté** et la **matière s'est formée** : les premiers atomes ont été créés et sous l'effet de l'attraction gravitationnelle, ils se sont rassemblés.
- Les **réactions de fusion nucléaire** ont débutées, créant ainsi les premières étoiles.
- Sous l'effet de la gravitation, les étoiles se sont regroupées en **galaxies**.

Le terme Big Bang renvoie à la violence de ce **mouvement d'expansion de l'Univers**. **Cette expansion continue aujourd'hui**.

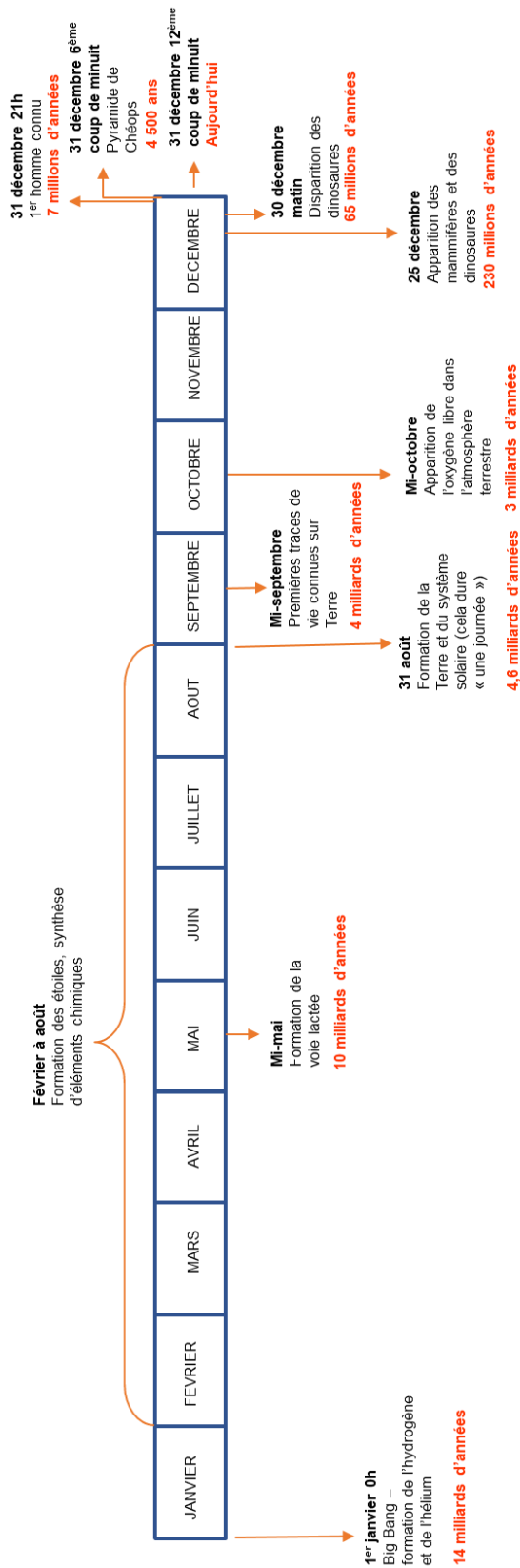
Histoire de l'univers

L'homme a pu avoir **quelques preuves de la légitimité de la théorie du Big Bang**, par l'observation des régions lointaines de l'Univers. En effet, la lumière voyageant à une vitesse finie, elle nous fait voir des objets lointains tels qu'ils étaient à une époque reculée. En d'autres termes, nous pouvons observer l'état de l'Univers peu après le début du Big Bang par l'observation d'objets lointains, la lumière mettant un temps très long à nous parvenir.

Ainsi, des physiciens ont pu observer en 2014 des ondes gravitationnelles primordiales, c'est-à-dire les premières secousses du Big Bang. Elles prouvent **l'expansion rapide de l'Univers.**

Afin de se rendre compte de l'immensité du temps durant lequel s'est formé l'Univers actuellement visible, il est possible de reporter chaque évènement sur une échelle d'un an.

On considère ainsi que : 1 an = 14 milliards d'années (début du Big Bang).



L'histoire de l'Univers en un an

Exercices non à soumettre

Exercice 28

Le diamètre de l'Univers observable est estimé à environ 93 milliards d'années-lumière. Exprimer cette valeur en km et en donner un ordre de grandeur.

Exercice 29

Choisir la bonne réponse :

1. Le Big Bang
 - a. raconte le récit vrai et définitif de l'histoire de l'Univers.
 - b. est un modèle de la naissance de l'Univers proposé par les scientifiques il y a environ 100 ans.
 - c. est un modèle de la naissance de l'Univers pour lequel aucune preuve n'existe.
2. L'Univers :
 - a. continue de s'étendre actuellement
 - b. se réduit car certaines galaxies se rapprochent et fusionnent
 - c. a atteint sa taille limite.
3. Le système solaire :
 - a. est une galaxie de l'Univers
 - b. fait partie de la Voie Lactée
 - c. est une sorte de galaxie absolument unique dans l'Univers.

Exercice 30

Il a été prédit que la Voie Lactée et la galaxie Andromède entreront en collision dans environ 4 milliards d'années. En effet, elles se rapprochent actuellement à une vitesse de 400 000 km/h.

1. Comment expliquer que ces 2 galaxies se rapprochent alors que l'Univers est en expansion ?
2. Ces 2 galaxies sont éloignées de 2,5 millions d'années-lumière l'une de l'autre. La vitesse de rapprochement des 2 galaxies sera-t-elle constante sur la durée de ce rapprochement ? Si non, comment peut-on l'expliquer ?

Exercice 31

Un article paru en février 2022 dans le journal « *Le Progrès* » annonce la découverte d'une nouvelle planète :

« Proxima D. Voici le nom de la nouvelle planète découverte par des astronomes internationaux à l'aide du Très Grand Télescope de l'Observatoire européen astral, et révélé dans une étude parue jeudi dans Astronomy & Astrophysics.

Cette nouvelle planète est en orbite autour de l'étoile Proxima du Centaure, la plus proche de notre système solaire, à quatre années-lumière de notre Soleil. Cette étoile est beaucoup plus petite et plus froide que lui.

[...]

Déjà deux autres exoplanètes autour de Proxima :

Avant Proxima D, les astronomes avaient déjà découvert deux planètes en orbite autour de Proxima du Centaure : Proxima B et Proxima C. »

1. Proxima D. est-elle une planète appartenant au système solaire ? à la Voie Lactée ? Expliquer.
2. A la lecture de cet article, définir ce qu'est une exoplanète ?
3. A quelle distance en km se trouve Proxima du Centaure du Soleil ?

