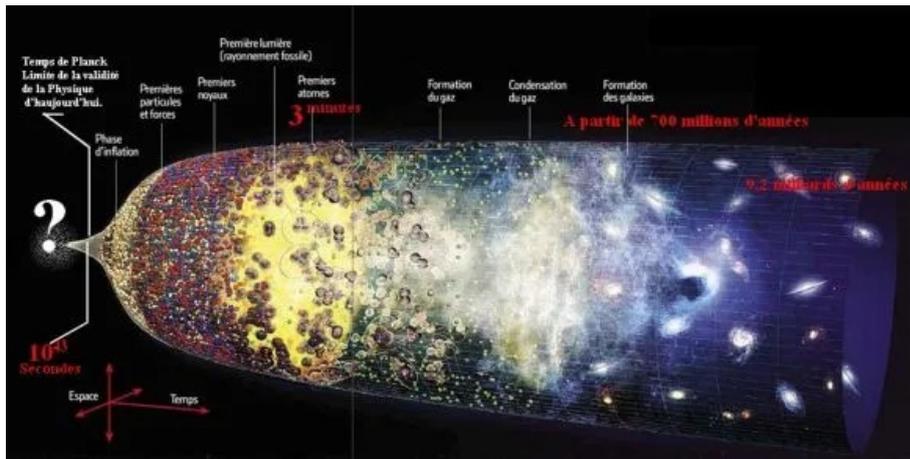


# Chapitre 3 DE L'UNIVERS AU SYSTÈME SOLAIRE

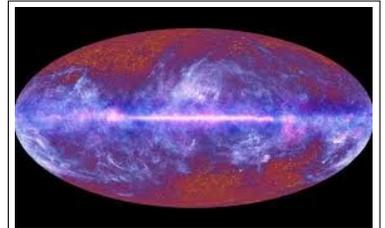
## I. Une (très) brève histoire de l'Univers

L'Univers dans lequel nous vivons est âgé d'environ 13,8 milliards d'années. Jusqu'à l'année 1917, on pensait que l'Univers existait de tout temps, qu'il était infini et immuable. L'Univers est en expansion depuis une singularité initiale où il n'était qu'énergie. Dans cet état condensé, il n'y avait pas de temps, mais que de l'espace. Cette expansion a été fulgurante dans les premières fractions de seconde. Après  $10^{-35}$  seconde (= 10 milliardièmes de milliardième de milliardième de milliardième de seconde), son volume a été multiplié par  $10^{26}$  (= 100 millions de milliards de milliards) ! Les premiers noyaux des atomes (hydrogène et hélium) qui constituent la matière sont apparus après 3 minutes et n'ont pu se former que pendant 17 minutes. Après ces 20 premières minutes, la température et la densité étaient devenues trop faibles pour que les réactions de fusion nucléaire puissent se poursuivre. Après 380 000 ans, la température étant maintenant suffisamment basse, les noyaux atomiques ont pu capturer les électrons pour donner des atomes neutres. La lumière et la matière se sont alors séparées. Il s'agit donc du plus ancien rayonnement (= lumière) que l'on puisse capter à l'aide de télescopes. Les premières étoiles ne sont apparues qu'après 100 millions d'années et les premières galaxies après 500 millions d'années.



## II. La Structure de l'Univers

La structure de l'Univers est essentiellement lacunaire, il n'est quasiment constitué que de vide. La matière qu'il contient se regroupe en 1000 à 2000 milliards de galaxies, qui s'assemblent en amas et super amas de galaxies. Les galaxies sont elles-mêmes un assemblage d'étoiles, environ 100 milliards par galaxie, de gaz et de poussières dû à l'attraction gravitationnelle que ces corps exercent les uns sur les autres.



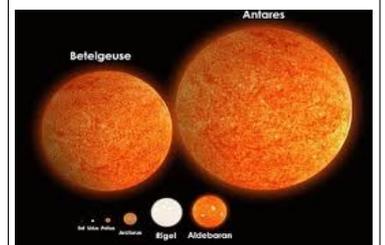
**Univers**  
Environ 100 000 milliards de milliards de kilomètres



**Galaxie**  
Environ 1 milliard de milliards de kilomètres



**Système planétaire**  
Environ 10 à 100 milliards de kilomètres



**Étoile**  
De 1 million à 2 milliards de kilomètres

Document 1  
La Structure de l'Univers et ses dimensions

### III. Les Étoiles

Les **étoiles** sont créées par **accumulation de gaz**, principalement de **l'hydrogène**, et en moindre quantité de l'hélium, sous forme atomique. Quand la masse de cette **boule de gaz** devient suffisamment grande, la **force gravitationnelle** comprime tellement la matière que la température s'élève jusqu'à permettre à des réactions de fusion nucléaire de se produire, ce qui augmente encore la température de l'étoile. **C'est parce qu'elle est chauffée à très haute température que l'étoile émet de la lumière. Ce n'est pas une boule de feu.** Sa couleur dépend uniquement de sa température.

La **durée de vie d'une étoile** et la **manière dont elle mourra dépendent de sa masse**. Plus elle est massive, moins elle vivra longtemps car elle consommera plus rapidement son hydrogène. Les plus grosses étoiles ne vivent que quelques dizaines de millions d'années ; une petite étoile comme le **Soleil a une durée de vie d'environ 10 milliards d'années**. Leur taille détermine la façon dont elles meurent et leur avenir. Les plus massives s'éteignent dans des explosions phénoménales, supernovæ (voire même hyper) qui peuvent donner naissance à des trous noirs.

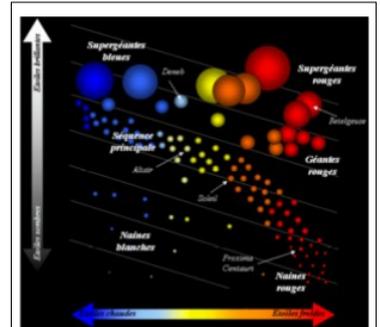
### IV. Le Système solaire

Le système solaire appartient à la galaxie appelée la Voie lactée.

Le **Soleil est une petite étoile qui s'est formée il y a environ 4,55 milliards d'années** par l'effondrement gravitationnel d'une nébuleuse (= nuage de gaz et de poussières). **Les autres corps du système solaire (planètes et leurs satellites, comètes, astéroïdes ...) se sont eux formés par accrétion** (agglomération de matière due à la gravité autour d'un petit noyau initial) à partir des restes de la nébuleuse solaire en orbite autour de l'étoile en formation. Le Soleil repoussant les poussières et les gaz à sa proximité, les planètes proches de lui sont les plus petites.

Le système solaire a une dimension de l'ordre de 10 milliards de kilomètres, distance à laquelle les influences gravitationnelle et magnétique du Soleil deviennent négligeables. On connaît actuellement **8 planètes, dont 4 telluriques (Mercure, Vénus, la Terre et Mars) et 4 géantes gazeuses (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune)** et leurs 185 satellites ainsi que 5 planètes naines (comme Pluton) et leurs 9 satellites. D'autres sont peut-être encore à découvrir.

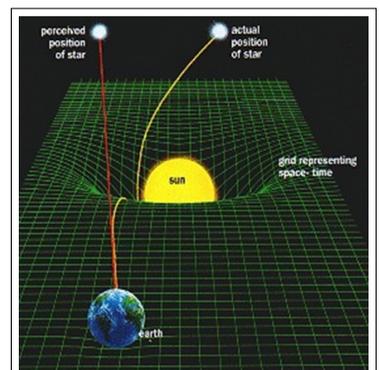
La température du Soleil ne cesse d'augmenter. Dans quelques centaines de millions d'années, elle rendra la vie impossible sur la Terre. Puis, dans 5 milliards d'années, après différentes phases, le Soleil s'effondrera sur lui-même pour donner une naine blanche, astre très petit et très dense, qui finira par ne plus émettre de lumière.



La couleur de la lumière émise ne dépend que de la température et de la vitesse à laquelle l'étoile s'éloigne de nous (ce qui décale sa couleur vers le rouge). Les étoiles les plus chaudes sont les étoiles bleues ; les plus froides sont les rouges. La température dépend de la masse de l'étoile ainsi que du stade d'évolution auquel elle se trouve. L'analyse de la couleur de l'étoile apporte donc de nombreuses informations.

Document 2

La Couleur des étoiles



Un objet très massif, comme une étoile, par la courbure de l'espace-temps qu'il provoque, peut modifier la trajectoire apparente de la lumière, qui ne se déplace plus en ligne droite. Si sa masse est suffisante, il se forme un puits sans fond dans l'espace-temps : un trou noir.

Document 3

Les Trous noirs