

Cosmologie- Sciences de l'Univers

Chapitre II : Le système solaire.

La Terre sur laquelle nous vivons, ainsi que la Lune et les 08 planètes, les astéroïdes et les milliers de comètes forment le système solaire. Au centre se trouve le Soleil, c'est une étoile capable d'émettre sa propre lumière grâce aux réactions nucléaires qui se produisent dans son noyau. Par contre les planètes brillent uniquement parce qu'elles réfléchissent la lumière du Soleil.

La naissance des planètes

Il y a 4.6 milliards d'années, le Soleil s'est formé à partir d'une nébuleuse de gaz et de poussières qui s'est progressivement condensée sur elle-même. La concentration de matière augmente la pression et la température du nuage. La contraction s'est arrêtée lorsque au centre du nuage la pression engendrée par des réactions nucléaires est déclenchée créant ainsi une « pression de radiation » s'opposant à la gravité : le Soleil est né. Un équilibre s'est créé dans le nuage et les particules le composant arrêtaient de tomber vers le centre et furent dès lors animé d'un mouvement de rotation autour du soleil suivant des trajectoires elliptiques. A cause de cette rotation le nuage s'aplanit pour former un disque. Toute la matière était rassemblée dans un disque qui tournait autour du Soleil. Avec le temps la matière s'est agglomérée et a formé des cailloux puis des rochers de plus en plus gros. Tout en tournant autour du Soleil, les rochers les plus volumineux sont entrés en collision les uns avec les autres et ont absorbés les plus petits. Au bout de plusieurs centaines de milliers d'années ces gros blocs ont donné naissance aux planètes dont la plupart étaient entourées de gaz très denses, qui formèrent leur atmosphère. Les plus petites planètes se sont rapidement refroidies et ont formé Mercure, Vénus, la Terre et Mars. Les plus grosses sont restées comme elles étaient à leur naissance, pleine de gaz, sans surface solide. Ce sont Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Enfin, entre Mars et Jupiter, il existe des milliards de petits cailloux, appelés les astéroïdes. Le plus gros est Cérès. Il mesure près de 1000 km de diamètre. Tous ensemble ils auraient pu former une toute petite planète mais cela ne s'est jamais produit.

Structure du système solaire

Le système solaire est le domaine entourant le Soleil dans lequel son influence gravitationnelle est prépondérante. Il correspond sensiblement à une sphère centrée sur le Soleil et contenant des planètes et leurs satellites, des comètes et des poussières interplanétaires.

Près du Soleil, jusqu'à une trentaine d'unités astronomiques, le système solaire comporte essentiellement 8 *planètes principales* qui tournent dans le même sens autour du Soleil. Ces 8 planètes sont classées en deux groupes :

- **planètes intérieures ou telluriques**, dans l'ordre d'éloignement au Soleil : Mercure, Vénus, la Terre et Mars. Leur densité moyenne est élevée (de 3,96 à 5,52) ; elles possèdent toutes une surface solide ou croûte, recouvrant un manteau de silicates et un noyau de fer, mais, sauf pour la Terre, on ne connaît pas bien leur extension ni leur état.

- **planètes extérieures ou planètes gazeuses** : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, qui ont une densité moyenne à faible (de 0,7 à 1,5) ; elles sont formées essentiellement d'hydrogène et d'hélium, comme le Soleil. Elles ne possèdent pas de surface solide. Ces planètes ont aussi la particularité d'être entourées d'un système d'anneaux plus ou moins complexes, ainsi que de nombreux satellites.

1. Le Soleil

Le Soleil est l'une des 200 milliards d'étoiles qui constituent notre Galaxie. C'est la seule dont la surface soit accessible à notre observation. D'un diamètre de 1390000 kilomètres, est composée presque uniquement d'hydrogène et d'hélium. Tous les autres éléments chimiques y ont été décelés, mais en très petites quantités.

2. Mercure.

C'est une petite planète très proche du Soleil, elle n'a pas d'atmosphère et montre une surface complètement cratérisée, cicatrices des multitudes d'impacts météoritiques. Mercure tourne très lentement sur lui-même (en 58,66 jours terrestres), de cette durée et de la proximité du Soleil, les températures sont très contrastées : de -170°C la nuit à $+430^{\circ}\text{C}$ le jour.

3. Vénus

Elle est de taille comparable à la Terre. Le relief de Vénus montre en particulier des volcans, avec des dômes et des coulées de laves basaltiques, et aussi des grands cratères d'impact.

4. La Terre

C'est la seule planète à bénéficier de toutes les conditions nécessaires à l'apparition de la vie :

- sa masse est suffisamment élevée pour retenir une atmosphère, principalement composée d'azote et d'oxygène, qui filtre les radiations ultraviolettes et atténue les différences de température entre le jour et la nuit,
- son juste éloignement du Soleil, combiné avec un certain effet de serre dû à son atmosphère, lui confère une température moyenne de 15° à 18° , maintenant la plus grande partie de son eau sous forme liquide,
- ses océans fonctionnent comme régulateurs de température et, en absorbant le CO_2 excédentaire, ils stabilisent la composition chimique de l'atmosphère,
- son champ magnétique dévie le "vent solaire" dont les particules ionisantes seraient nocives à toute forme de vie.

Contrairement aux autres planètes, la Terre est aussi vivante sur le plan géologique. La chaleur résiduelle qu'elle renferme est encore suffisante pour déplacer les continents, soulever des chaînes de montagnes et entretenir les phénomènes volcaniques. Par ailleurs, l'énergie solaire et la présence de l'atmosphère engendrent le régime des vents, le cycle des précipitations et favorise la croissance des végétaux. La Terre a subi aussi les mêmes bombardements météoritiques que les autres planètes mais les cratères ont été détruits par l'action de l'érosion. Seuls les plus récents sont encore visibles.

5. Mars

Elle est deux fois plus petite que la Terre. Des canyons montrent des traces d'écoulements anciens et des zones d'effondrement qui indiquent que de l'eau gelée existe en grande quantité dans le sous-sol. Plusieurs missions (Viking en 1976, Pathfinder en 1996, MarsRovers en 2004, Curiosity, 2011, Perseverance 2020 en cours) ont révélé un sol de sable parsemé de cailloux rougeâtres composés notamment d'oxydes de fer. 2 petits satellites, Phobos et Deimos, tournent autour de Mars, probablement issus de la ceinture d'astéroïdes.

6. Jupiter

C'est une planète dont l'influence gravitationnelle est non négligeable sur toutes les autres planètes. Elle est 318 fois plus massive que la Terre. Jupiter est entouré d'une trentaine de satellites, dont 4 gros découverts par Galilée en 1610 et appelés depuis satellites galiléens : Io, Europa, Ganymède et Callisto.

7. Saturne

C'est la plus spectaculaire avec son système d'anneaux équatoriaux, Ces anneaux sont formés par une multitude de très petits satellites composés essentiellement de glace d'eau et d'ammoniac, dont les plus gros ne dépassent pas quelques dizaines de mètres.

8. Uranus

Elle est singulière par son axe de rotation quasiment couché dans le plan de son orbite autour du Soleil. Une vingtaine de satellites tournent autour d'Uranus dans son plan équatorial.

9. Neptune

Elle ressemble beaucoup à Uranus mais sa couleur bleutée plus intense que celle d'Uranus est sans doute due à une proportion plus grande de méthane gazeux qui absorbe les radiations rouges.

A côté de ces 8 planètes principales, on trouve dans le système solaire deux groupes de *planètes mineures* :

– Le premier, entre Mars et Jupiter, constitue la **ceinture d'astéroïdes**. Il s'agit d'une multitude de très petits corps rocheux, dont le plus gros, Cérès, fait près de 1000 km de diamètre ; près de 40 000 de ces petites planètes sont actuellement répertoriés, ayant des dimensions supérieures à quelques kilomètres pour les plus petites, mais on estime qu'il y aurait plus de 500 000 de ces objets dont la taille dépasserait 1,6 km. Ils tournent tous dans le même sens que les planètes autour du Soleil.

En fait, les astéroïdes seraient les résidus de petites "proto-planètes" qui auraient dû se former entre Mars et Jupiter, mais qui se sont heurtées et fragmentées ; le voisinage de la très influente planète Jupiter n'aurait pas permis de stabiliser ces petits corps dans cette zone du système solaire. Certains de ces astéroïdes ont pu approcher Mars ou Jupiter et être capturés par ces planètes, devenant alors leurs satellites. D'autres ont des orbites les amenant à heurter ces planètes ou même la Terre, se transformant alors en matériau météoritique.

– Le second groupe de planètes mineures est constitué des *naines glacées* que l'on commence à découvrir au-delà de l'orbite de Neptune, entre 30 UA et 150 UA du Soleil. Le principal représentant de ce groupe est la planète Pluton accompagné de son satellite Charon. On connaît actuellement plus de 700 naines glacées dans cette zone, de rayons supérieurs à 100 km, et l'on pense qu'il y aurait encore plusieurs millions de ces petits corps à découvrir. Ils forment la *ceinture de Kuiper*, et étant la source de certaines comètes périodiques.