



Découvrir le Système Solaire

Le Système Solaire est l'**ensemble des corps sous influence gravitationnelle du Soleil**, qui s'étend jusqu'à plusieurs milliers de milliards de km, voire une année-lumière. Si on prend en compte la distance au-delà de laquelle le vent solaire est arrêté par le milieu interstellaire, ce qu'on appelle l'héliopause, le Système Solaire ne s'étend « que » jusqu'à de l'ordre de 20 milliards de km (à 20 km à l'échelle de **MISS Arrée, la Maquette Immense du Système Solaire dans les Monts d'Arrée**).

Le Soleil est une gigantesque centrale nucléaire brûlant 600 millions de tonnes d'hydrogène par seconde. Ce faisant il « maigrit » de plus de quatre millions de tonnes par seconde, entièrement transformée en énergie conformément à l'équation établie par Einstein $E=mc^2$. Il émet donc une énergie de l'équivalent de l'explosion de 91 millions de tonnes de TNT chaque seconde. Il est âgé de 4,5 milliards d'années et est presque à la moitié de sa vie. A lui seul, **le Soleil** pèse deux milliards de milliards de milliards de tonnes (2×10^{30} kg), ce qui **représente 99,86% de la masse totale du Système Solaire**. Jupiter et Saturne représentent à eux deux plus de 90% de la masse restante.

Les quatre planètes telluriques¹ (Mercure, Vénus, Terre et Mars) sont les plus proches du Soleil. Leur orbite est comprise entre 58 millions de km et 228 millions de km (de 58 m à 228 m à l'échelle de MISS Arrée). La lumière du Soleil met quelques minutes à leur parvenir. Elles sont principalement composées de roches et de métal, parce qu'elles sont proches du Soleil. Sous l'effet de la température, les composants gazeux de leur atmosphère originelle (hydrogène et hélium) se sont échappés. Du fait de leur relativement petite taille, elles ont peu ou pas de satellites naturels.

Les quatre planètes gazeuses (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune) sont plus éloignées. Leur orbite est comprise entre 780 millions de km et 4 503 millions de km (de 780 m à 4,5 km à l'échelle de MISS Arrée). La lumière du Soleil met quelques heures à leur parvenir. A elles quatre, elles représentent 99% de la masse des objets orbitant autour du Soleil. Elles sont principalement composées d'hydrogène et d'hélium. Elles ont de nombreux, voire très nombreux satellites naturels (plus de 120 au total autour de Jupiter et Saturne). Elles sont toutes pourvues d'anneaux, constitués de petites particules et de poussières, mais seuls les anneaux de Saturne sont visibles depuis la Terre.

Les petits corps du Système Solaire (planètes naines, astéroïdes, comètes, etc.) sont principalement regroupés en deux régions.

D'une part, la **ceinture principale d'astéroïdes** est située entre l'orbite de Mars et celle de Jupiter, à plus de 350 millions de km du Soleil. Elle comprend des corps dont la taille varie de quelques centaines de km à des poussières microscopiques. Les astronomes en ont répertorié plus de 700 000 de plus d'un km. Ils sont principalement rocheux, métalliques ou carbonés. D'autre part, la **ceinture de Kuiper** (au-delà de l'orbite de Neptune, à plus de 4,5 milliards de km du Soleil).

Le nuage d'Oort, encore hypothétique, serait situé à plus de 3000 milliards de km (à 3000 km à l'échelle de MISS Arrée !). La lumière du Soleil mettrait de trois à six mois, voire plus, à parvenir aux milliers de milliards d'objets, principalement des comètes, qui le constituent.

Toutes ces régions du Système Solaire sont extrêmement peu densément peuplées. Les sondes spatiales les ont toujours traversées sans incident. Leur masse totale est extrêmement faible et représenterait au total quelques milliardièmes de la masse du Système Solaire, ou encore quelques millièmes de la masse de la Terre.

¹ Planètes telluriques : composées essentiellement de roches et de métal.

Un peu d'histoire

« **Planète** » signifie « **astre errant** » en grec ancien. De tout temps, les humains ont été intrigués par les mouvements du Soleil et des planètes visibles à l'œil nu sur le fond des étoiles, qui apparaissent fixes à l'œil nu.

Dans l'Antiquité, Aristote (vers 350 avant JC), se conformant aux apparences, considérait que tous les astres tournaient autour de la Terre, considérée comme fixe. Cette théorie, le **géocentrisme**, reprise et systématisée par Ptolémée (vers 150 après JC), a été considérée comme valide jusqu'à la fin du XVI^e siècle. Pour autant, on savait que la Terre était un globe. Eratosthène (vers 200 avant JC) l'avait même mesuré assez précisément.

Peu à peu, précisions des mesures aidant, le **héliocentrisme**, c'est-à-dire placer le Soleil au centre du Système Solaire, s'est imposé. Il rendait plus simples les calculs des trajectoires des planètes. Ensuite, les théories de Kepler sur les orbites en ellipses (en 1609), puis les observations visuelles par Galilée (en 1610) des satellites autour de Jupiter et enfin la théorie de la gravitation universelle de Newton (en 1687), ont montré que l'héliocentrisme avait une réalité physique. Cependant, ce cheminement n'a pas été de tout repos, en particulier du fait de l'opposition de l'Eglise Catholique.

Mais le Soleil lui-même n'est pas le centre de l'univers ! Dès 1584, Giordano Bruno, défenseur de l'héliocentrisme et plus philosophe que scientifique, a eu l'intuition « qu'il existe une infinité de terres, une infinité de soleils et un éther infini ». Il sera brûlé vif à Rome en partie pour cette affirmation. En 1783 seulement, Herschel prouva que les étoiles étaient très lointaines, plusieurs années-lumière (AL)² pour les plus proches, et que le Soleil se déplaçait dans la Voie Lactée. Il faudra attendre le début du XX^e siècle et la découverte d'autres galaxies pour comprendre que la Voie Lactée est une galaxie parmi d'autres.

La Voie Lactée, notre galaxie, est un ensemble distinct de plus de 100 milliards d'étoiles. Son diamètre est de l'ordre de 100 000 AL. La galaxie d'Andromède, galaxie voisine et jumelle de la Voie Lactée, est située à 2,2 millions AL. Les galaxies sont elles-mêmes organisées en très grandes structures que les astronomes commencent à comprendre. Laniakea, un ensemble de super-amas de galaxies contenant la Voie Lactée et évoluant ensemble, a un diamètre de 520 millions AL (5200 milliards de km à l'échelle de MISS Arrée). Les galaxies observables les plus lointaines sont situées à 14 milliards AL (140 000 milliards de km à l'échelle de MISS Arrée).

Exploration

Dès l'antiquité, les humains ont exploré le Système Solaire avec des instruments, mais à l'œil nu. Depuis l'invention de la lunette par Galilée, les **instruments d'observation et de mesure**, et les méthodes de calcul, n'ont cessé de s'améliorer.

Depuis moins d'un siècle, les humains envoient **des fusées dans l'espace**. L'homme n'est jamais allé plus loin que la Lune. A l'échelle de MISS Arrée, c'est à 40 cm de la Terre. Mais **la sonde Voyager 1**, qui a déjà visité les planètes externes (Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune), a franchi la première frontière du Système Solaire qu'est l'héliopause. A plus de 21 milliards de km (21 km à l'échelle de MISS Arrée), elle est maintenant dans le milieu interstellaire et continuera à envoyer des informations jusqu'en 2025. Elle est ainsi l'artefact humain le plus loin de la Terre jamais envoyé.

Aujourd'hui, les étoiles et galaxies les plus lointaines sont observés dans **toutes les longueurs d'onde de la lumière** : radio, infra-rouge, visible, ultra-violet, rayon X. Certains télescopes géants, combinant leurs images par interférométrie, accroissent encore leur résolution : Ils pourront bientôt distinguer visuellement des planètes tournant autour d'étoiles situées à des milliers d'AL. Mais l'exploration des étoiles et des galaxies par des vaisseaux spatiaux reste du domaine de la science-fiction. Pour visiter une planète dans la galaxie voisine d'Andromède, même en y allant à la vitesse de la lumière, qui ne peut pas être dépassée, il nous faudrait plus de deux millions d'années.

² L'année-lumière est une unité de distance, égale à environ 10 000 milliards de km.