

INTRODUCTION

Partie 1 – À la découverte du Système solaire

- FICHE 1 ▶ Premières études du Système solaire
- FICHE 2 ▶ Du géocentrisme à l'héliocentrisme
- FICHE 3 ▶ L'aventure spatiale

Partie 2 – Le Système solaire – État des connaissances

- FICHE 4 ▶ La situation du Système solaire dans l'Univers
- FICHE 5 ▶ L'organisation du Système solaire
- FICHE 6 ▶ Les limites du Système solaire
- FICHE 7 ▶ Le Soleil, une étoile bien banale
- FICHE 8 ▶ La structure du Soleil
- FICHE 9 ▶ La dynamique actuelle du Soleil
- FICHE 10 ▶ Les planètes telluriques
- FICHE 11 ▶ Les planètes géantes gazeuses et glacées

Partie 3 – L'évolution du Système solaire

- FICHE 12 ▶ Le Big Bang et les débuts de notre Univers
- FICHE 13 ▶ Origine et évolution du Soleil
- FICHE 14 ▶ Formation des planètes dans le Système solaire

Partie 4 – Plus loin et au-delà, pour mieux comprendre le Système solaire

- FICHE 15 ▶ Des missions spatiales
- FICHE 16 ▶ Des observations du ciel profond
- FICHE 17 ▶ Le Système solaire est-il stable ou chaotique ?
- FICHE 18 ▶ La fin du Système solaire : un scénario probable

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier vivement Annick Chauvin et Jérémy Lossouarn pour leurs relectures toujours pertinentes. Nous voudrions également présenter nos remerciements à Laetitia Jammet, et Vanessa Beunèche qui nous ont accompagnés dans la mise en forme de cet ouvrage.

INTRODUCTION

Ce court ouvrage propose un aperçu sur le Système solaire. Il est composé de quatre parties, chacune organisée en une série de fiches thématiques. La première partie expose les principales étapes de la découverte du Système solaire à travers les travaux de quelques personnages notables (Aristote, Ptolémée, Aristarque de Samos, Copernic, Brahé, Kepler, Galilée, Newton...). Une deuxième partie fait le point sur l'état actuel des connaissances sur notre système planétaire. Une troisième partie développe les grandes étapes de l'évolution du Système solaire, depuis le Big Bang jusqu'à la formation des planètes. Enfin, la dernière partie présente les intérêts des apports technologiques actuels récents et surtout futurs pour affiner notre compréhension du Système solaire et prédire son évolution.

Depuis sa fondation en 1919, l'Union Astronomique Internationale (UAI) est l'organisation internationale non gouvernementale en charge de la définition des objets célestes ainsi que de leurs noms officiels. Lors de son congrès de Prague en 2006, l'UAI déclare :

« Les observations récentes ont changé notre vision des systèmes planétaires et il est important que la nomenclature des objets reflète notre compréhension actuelle. Ceci s'applique en particulier à la définition d'une « planète ». Le mot « planète » désignait initialement les « vagabonds » du ciel, c'est-à-dire les points de lumière qui bougeaient par rapport aux étoiles. Les découvertes récentes nous conduisent à une nouvelle définition correspondante à l'état de nos connaissances ».

La **résolution n° 5 de l'UAI** donne la définition suivante d'une planète :

« En conséquence, l'UAI décide de répartir les planètes et autres corps du Système solaire en trois catégories de la manière suivante :

- une planète¹ est un corps céleste qui : (a) est en orbite autour du Soleil ; (b) a une masse suffisante pour que sa gravité l'emporte sur les forces de cohésion du corps solide et le maintienne en équilibre hydrostatique, sous une forme presque sphérique ; (c) a éliminé tout corps susceptible de se déplacer sur une orbite proche ;
- une planète naine est un corps céleste qui : (a) est en orbite autour du Soleil ; (b) a une masse suffisante pour que sa gravité l'emporte sur les forces de cohésion du corps solide et le maintienne en équilibre hydrostatique, sous une forme² presque sphérique ; (c) n'a pas éliminé tout corps susceptible de se déplacer sur une orbite proche ; (d) n'est pas un satellite ;
- tous les autres objets³ en orbite autour du Soleil sont appelés petits corps du Système solaire ».

La **résolution n° 6 de l'UAI** discute le statut de Pluton : « Conformément à la définition ci-dessus, Pluton est une planète naine. Elle est identifiée comme le prototype d'une nouvelle catégorie d'objets transneptuniens ».

1. Les huit planètes sont : Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

2. Une action spécifique sera organisée par l'UAI pour décider à quelle catégorie, planète naine et/ou autres classes, appartiennent les cas limites.

3. Ceci inclut la plupart des astéroïdes du Système solaire, la plupart des objets transneptuniens (O.T.N.), les comètes et tous les autres corps.

► Premières observations et calculs

L'astronomie (du grec *loi des astres*) a d'abord été une **science d'observation du ciel**. Dès le Néolithique, certains sites sont considérés comme des observatoires astronomiques en lien étroit avec les pratiques religieuses : par exemple, le Cercle de Goseck (Saxe-Anhalt, Allemagne ; -7 000 ans), Nabta Playa (Haute-Égypte ; -6 500 à -6 000 ans), Stonehenge (Wiltshire, Angleterre ; -2 800 à -1 000 ans), et possiblement les alignements de Carnac (Morbihan, France ; -3 000 ans). Afin d'améliorer l'efficacité de l'agriculture émergente, Mésopotamiens, Égyptiens mais aussi Mayas, Chinois ou Indiens scrutent le ciel. Remarquant des phénomènes périodiques (éclipses, saisons...), ils établissent des calendriers lunaires et solaires d'une grande précision, peut-être dès le xx^{e} s. av. J.-C. Au viii^{e} s. av. J.-C., les Babyloniens calculent des éphémérides astronomiques prédisant les positions futures du Soleil, de la Lune et de cinq planètes (du grec *planètes astér*, astre en mouvement) : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Les travaux du Grec **Parménide** (v^{e} s. av. J.-C.) ou de son contemporain **Pythagore**, fondés sur l'application de la trigonométrie à des observations de la Terre et du ciel, montrent que la Terre est une sphère et que la Lune est éclairée par le Soleil. **Ératosthène de Cyrène** (iii^{e} s. av. J.-C.) mesure le rayon terrestre, et **Aristarque de Samos** (iii^{e} s. av. J.-C.) puis **Hipparque de Nicée** (ii^{e} s. av. J.-C.) mesurent celui de la Lune et la distance Terre-Lune.

Pendant longtemps, les observations astronomiques ne trouvaient d'explications que dans des réflexions essentiellement philosophiques et/ou religieuses. Si Indiens, Mayas et Aztèques, entre autres, furent de grands observateurs du ciel, aucun modèle cosmologique évolué ne nous est parvenu.

► Premières conceptions du Système solaire

En détachant sa pratique astronomique des préoccupations religieuses ou de calendriers, la Grèce classique des écoles de Milet (**Thalès**, **Anaximandre** - vi^{e} s. av. J.-C.), de Crotone (**Pythagore**, **Parménide** - vi^{e} - v^{e} s. av. J.-C., etc.) puis d'Athènes (**Platon**, **Aristote** - iv^{e} s. av. J.-C.) provoque une première révolution dans la démarche scientifique en astronomie. Celle-ci se construit de plus en plus sur des raisonnements logiques rigoureux où la trigonométrie tient une place fondamentale, même si les préambules sont souvent inexacts. Ainsi, sous l'influence philosophique de Platon, les principales constructions explicatives des observations célestes privilégient des systèmes géocentriques de plus en plus complexes. **Eudoxe de Cnide** (-406 à -355 ans) propose un premier système planétaire composé de sept groupes de **sphères emboîtées** les unes dans les autres. **Aristote** (-384 à -322 ans) le reprend avec un emboîtement unique de 55 sphères dont la Terre occupe le centre (Fig. 1.1). C'est l'origine de la théorie du **géocentrisme**.

L'astronomie hellénistique culmine avec l'école d'Alexandrie en Égypte. **Apolonius de Perge** (-262 à -190 ans) rejette le modèle de sphères emboîtées et décrit les mouvements célestes grâce à des combinaisons de **cercles excentriques** et **épicycles** (cercles dont le centre est lui-même en rotation

sur un autre cercle beaucoup plus grand appelé déferent ; Fig. 1.2). L'ensemble des modèles reste malgré tout géocentrique.

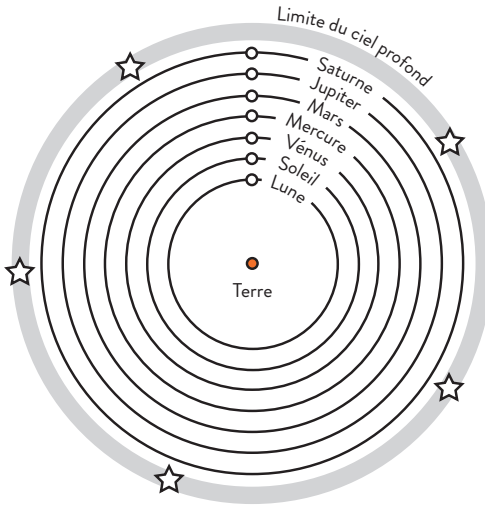


Figure 1.1 – Le modèle d'Aristote (simplifié)

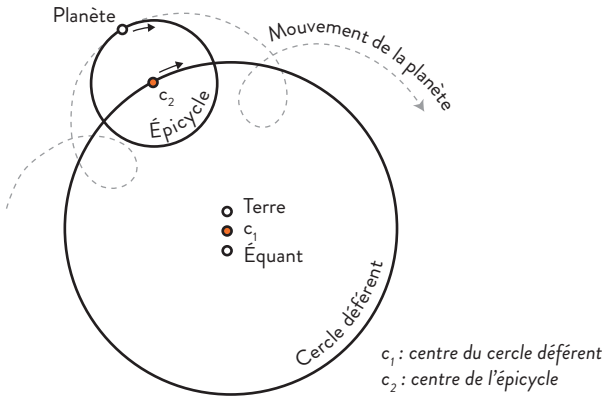


Figure 1.2 – Le modèle de Ptolémée

Hipparque de Nicée (–190 à –120 ans), l'un des plus grands astronomes antiques, modifie ce modèle en considérant que le centre du système n'est pas la Terre, mais un point fictif. La vision de l'école d'Alexandrie culmine finalement avec le modèle géocentrique de **Claude Ptolémée** (–100 à –170 ans). Abandonnant définitivement l'idée des sphères emboîtées et affinant les modèles de cercles par des calculs très rigoureux, **Ptolémée** construit un modèle extrêmement complexe mais très précis qui permet de prédire des éclipses de Soleil (Fig. 1.2). Il fera autorité jusqu'au **XVII^e** siècle.