

LE SYSTÈME ASTRONOMIQUE DE PTOLÉMÉE

- Claude Ptolémée d'Alexandrie (98-168)
- Son ouvrage célèbre en astronomie : *Almageste*

1. L'ouvrage et son histoire

L'*Almageste* (de l'arabe *Almagesti* signifiant « grande composition ») fut à l'origine rédigé en grec ancien, au alentour de 147-148 de notre ère. Puis il fut traduit en arabe au IX^e siècle. Ce n'est qu'au XII^e siècle qu'il parvient en Occident via sa traduction en espagnol de sa traduction arabe, traduction qui sera à son tour traduite en latin sous le patronage de [Frédéric II](#), empereur du Saint-Empire romain germanique¹.

L'ouvrage propose une *théorie géométrique* du mouvement des planètes, de la Lune et du Soleil. Tout questionnement touchant son fondement possible dans la réalité physique y est escamoté. Il est divisé en treize livres et contient un catalogue de 1022 étoiles².

Comme c'est toujours le cas en science, où nulle théorie ne part jamais de rien, Ptolémée a élaboré la sienne en incorporant et développant un grand ensemble d'observations, considérations, hypothèses et modélisations de ses prédécesseurs. Parmi ces derniers, notons [Hipparque de Nicée](#) (190-120 av.J.-C.) dont l'oeuvre est fréquemment mentionnée, voire louée, par Ptolémée³.

L'*Almageste* s'imposera durant tout le moyen âge en Occident en tant que *paradigme scientifique dominant* ⁴en astronomie et ce jusqu'au début des temps modernes, soit jusqu'au XVI^e siècle.

¹ ENCYCLOPÉDIE EN LIGNE WIKIPÉDIA, *Almageste*, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Almageste>

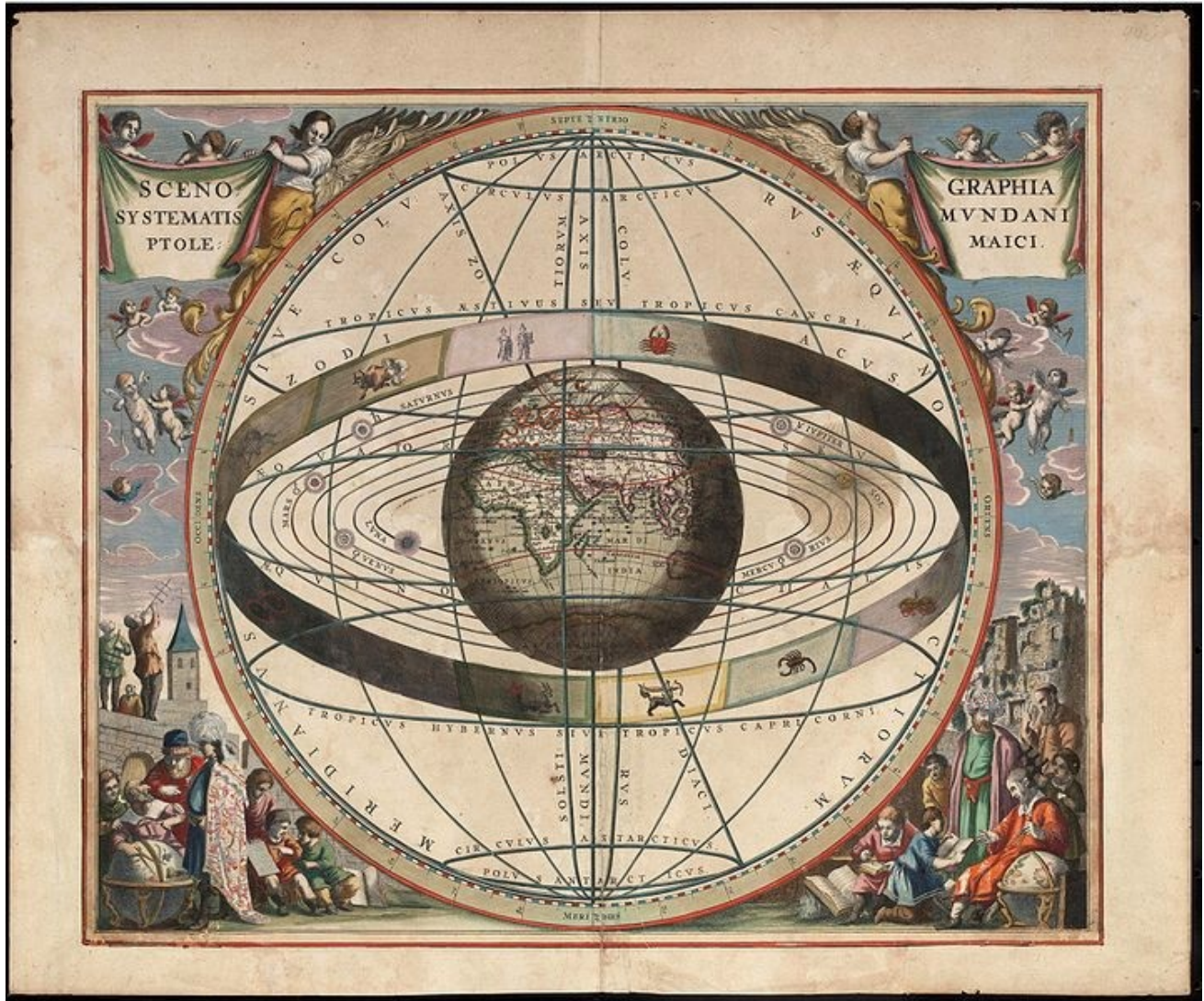
² L'ouvrage en entier (photocopie de la traduction française du grec par Nicolas Halma, 1813) est disponible en ligne en format pdf [ici](#).

³ LLOYD, Geoffrey E.R., *Une histoire de la science grecque*, Paris, Éditions du Seuil, 1990, chapitre 14, p. 247.

⁴ ENCYCLOPÉDIE EN LIGNE WIKIPÉDIA, *Paradigme*, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Paradigme>

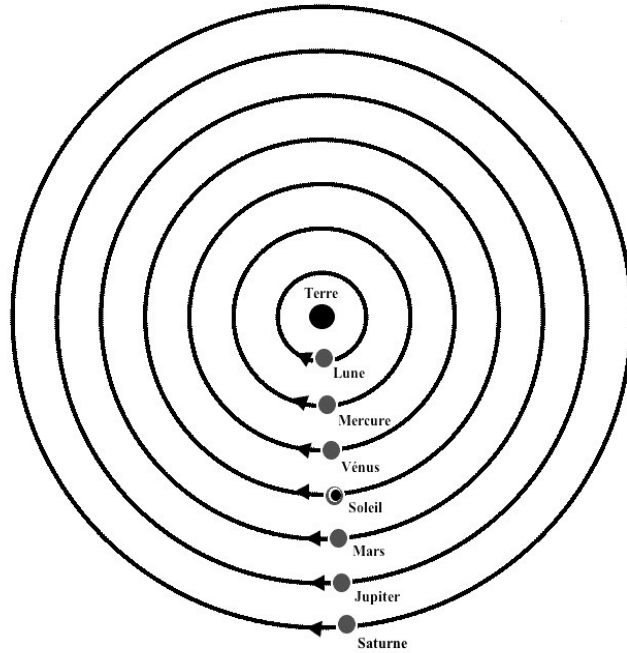
2. Le système

Dans sa forme élémentaire, le système de Ptolémée est géostatique et géocentrique, c'est-à-dire que la Terre y est présentée comme étant fixe et au centre de l'univers. Autour de la Terre tournent sur des *cercles* concentriques respectivement la Lune, Mercure, Vénus, le Soleil, Mars, Jupiter et Saturne. Au-delà s'étend la sphère des étoiles fixes.



*Peinture du système de Ptolémée, de
Andreas Cellarius, Harmonia Macrocosmica, 1660/61⁵*

⁵ ENCycLOPÉDIE EN LIGNE WIKIPÉDIA, *Univers*, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Univers>



Représentation simplifiée du système ptoléméen

À ce modèle de base s'ajoutent des dispositifs (ou constructions) géométriques permettant de rendre compte de nombreux phénomènes astronomiques dont le mouvement apparent des planètes. Ces dispositifs sont l'**épicycle**, l'**excentrique** et le **point équant**.

L'épicycle

Un *épicycle* est un cercle, sur lequel tourne une planète P, et dont le centre C se déplace uniformément sur la circonférence d'un plus grand cercle, appelé *déférent*, dont le centre est occupé par la Terre T.

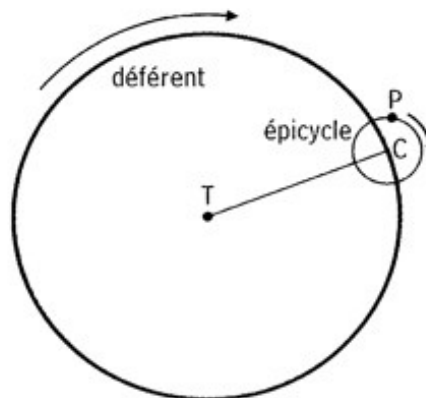
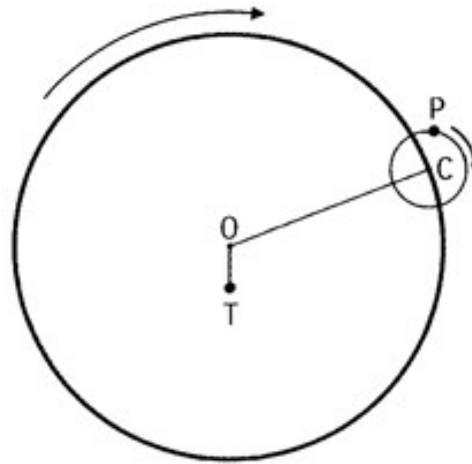


Schéma d'un épicycle

Ce dispositif ingénieux permettait d'expliquer de façon satisfaisante les stations et rétrogradations des planètes. (Voir cette [animation](#).)

L'excentrique

Ptolémée, comme d'autres savants avant lui, savait que les saisons ont des durées inégales⁶. Or, cette inégalité est incompatible avec l'hypothèse que le Soleil se meut uniformément sur un cercle dont la Terre occupe le centre. C'est pour cette raison que Ptolémée dû se résoudre à décaler un peu la Terre par rapport au centre de son système. L'excentrique désigne précisément ce point où se situe la Terre. Bien entendu, ce dispositif contrevient à la règle d'Aristote voulant que la Terre soit au centre de l'univers. Mais ce « truc » fut tout de même accepté car il permettait de rendre exactement compte de l'inégalité des saisons moyennant une distance O-T soigneusement calculée, et il permettait de surcroît d'expliquer les variations mineures qui affectent la distance apparente du Soleil ainsi que la variation de la luminosité des planètes dans leurs courses dans le [Zodiac](#)⁷.



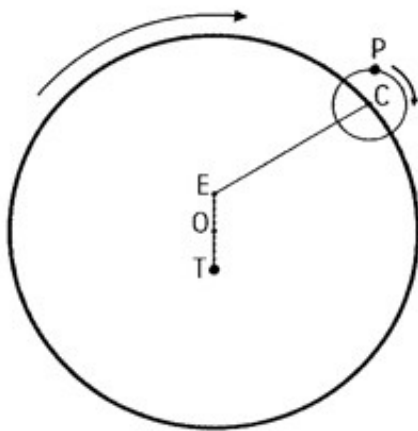
Combinaison de l'excentrique et de l'épicycle

⁶ Callippe de Cysique (IV^e siècle av. J.-C.) avait compté pour chacune, à partir de l'équinoxe de printemps, respectivement 94, 92, 89 et 90 jours, chiffres qui se révélèrent exacts aux décimales près pour la période à laquelle il travaillait. Source : LLOYD, Geoffrey E.R., *Une histoire de la science grecque*, Paris, Éditions du Seuil, 1990, chapitre 14, p. 249.

⁷ LLOYD, Geoffrey E.R., *Une histoire de la science grecque*, Paris, Éditions du Seuil, 1990, chapitre 14, p. 251.

Le point équant

Tout cela semblait bel et bon. Mais hélas! La combinaison épicycle et excentrique seule ne permettait pas de rendre compte parfaitement de la variation des vitesses respectives des planètes dans leurs courses dans le Zodiaque. Ptolémée découvrit toutefois que si on admettait l'existence d'un point, appelé *point équant* E, symétrique de la Terre T par rapport au centre O du déférent, et du point de vue duquel la *vitesse angulaire du centre de l'épicycle C est constante*, alors il était possible de rendre exactement compte de ces variations.



Le point équant

Le centre C de l'épicycle tourne sur la circonférence du déférent à une vitesse angulaire constante (i.e., il parcourt des angles égaux en des temps égaux) *non pas par rapport à O ni par rapport à T*, mais par rapport à E, le point équant. En conséquence, C tourne à des vitesses différentes autour de T.

Bien entendu, cette construction contrevenait strictement au postulat de Platon voulant que le mouvement réel des corps célestes soit *uniforme*, mais elle fut tout de même acceptée car l'uniformité du mouvement se trouvait tout de même respectée *par rapport* à l'équant, d'autant plus qu'elle permettait de « sauver les phénomènes ».

C'est ainsi qu'en combinant judicieusement ces trois dispositifs (épicycle, excentrique et équant), Ptolémée fut en mesure non seulement de rendre compte des observations astronomiques mais aussi *prédire* correctement les observations futures. Et ce en respectant quasiment toutes les contraintes des maîtres Platon et Aristote, soit : le statisme et le centrisme de la Terre dans l'univers; la circularité et l'uniformité du mouvement des corps célestes.

Pour se familiariser avec le système, on peut utiliser ce [simulateur](#).

3. Bibliographie

Livres ou articles de revue:

COHEN, I. Bernard, *Les origines de la physique moderne*, Paris, Éditions du Seuil, 1993.

LLOYD, Geoffrey E.R., *Une histoire de la science grecque*, Paris, Éditions du Seuil, 1990.

PECKER, Jean-Claude (dir.), *La nouvelle astronomie*, Paris, Librairie Hachette, 1971.

Pages web:

ABOUAF, Èric et *al.*, *Évolution des représentations du système solaire*,
<http://www.astrosurf.com/clubastro/olymp/2000/historique.htm>

ENCYCLOPÉDIE EN LIGNE WIKIPÉDIA, *Almageste*, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Almageste>

ENCYCLOPÉDIE EN LIGNE WIKIPÉDIA, *Paradigme*, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Paradigme>

ENCYCLOPÉDIE EN LIGNE WIKIPÉDIA, *Univers*, <http://fr.wikipedia.org/wiki/Univers>