

Controverse sur l'organisation du Système solaire

Le mouvement des planètes dans le ciel a été décrit depuis l'Antiquité par divers modèles, qui ont été peu à peu modifiés de Ptolémée à Newton, passant du géocentrisme à l'héliocentrisme et du descriptif à l'explicatif.

Comment et pourquoi les modèles de l'organisation du Système solaire ont-ils évolué ?

BIOGRAPHIES



Ptolémée
Astronome et astrologue grec (90-168)
Il présente vers 150, dans *L'Almageste*, un modèle géocentrique où tous les mouvements des planètes sont décrits par des cercles (déférent et épicycle).



Johannes Kepler
Astronome allemand (1571-1630)
D'après les observations de Brahé, Kepler publie en 1609 *Astronomia Nova*. Il présente deux lois mathématiques sur le mouvement des planètes autour du Soleil : la première stipule que leurs trajectoires sont des ellipses et des cercles. La troisième loi, reliant la distance à la période de révolution, sera énoncée en 1618.



Isaac Newton
Scientifique anglais (1642-1727)
Dans les *Principia*, Newton propose en 1687 l'interprétation des mouvements des planètes et de la pesanteur terrestre par la théorie de la gravitation universelle, qui rejoint les lois empiriques de Kepler.

RÉFÉRENCES

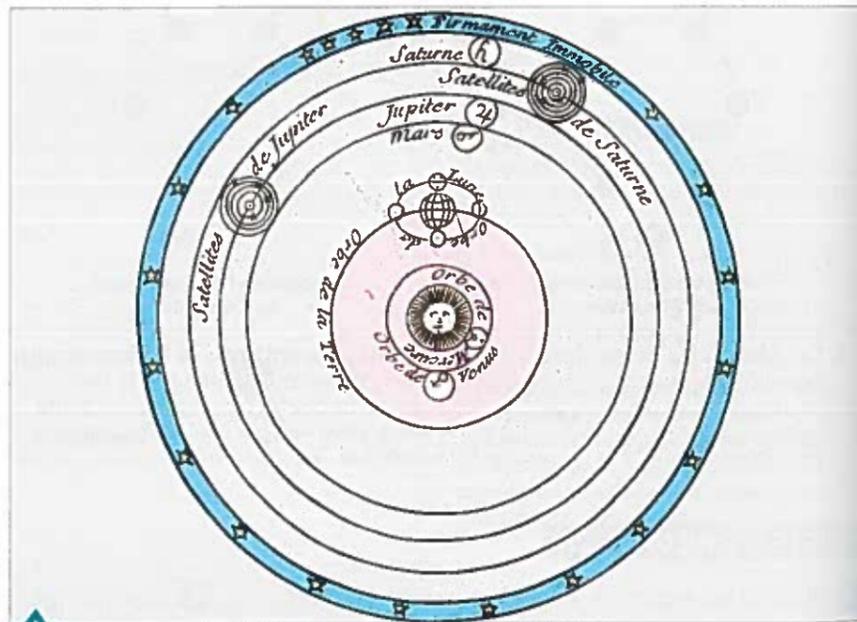
- Hubert Krivine, *La Terre, des mythes au savoir*, Éditions Cassini, Paris, 2011.
- Dossier sur l'histoire de l'Astronomie, www.media4.obspm.fr.
- «Une brève histoire chronologique de l'astronomie du Système solaire», www.promenade.imcce.fr.

a. Les épicycles de Ptolémée



Pour les Grecs depuis Aristote (385-322 av. J.-C.) la Terre était le centre du monde. Seul Aristarque de Samos (310-230 av. J.-C.) avait envisagé un système héliocentrique. « La Terre est le centre du Monde » et « seuls sont possibles les mouvements rectilignes et circulaires uniformes » étaient deux dogmes. Mais ces dogmes posaient aux observateurs du ciel un problème majeur : comment expliquer les boucles dans les trajectoires des planètes ? Ptolémée a eu l'idée des épicycles. Les planètes se déplacent à vitesse constante sur un cercle (l'épicycle) dont le centre se déplace à vitesse uniforme sur un cercle coplanaire (le déférent) centré sur la Terre. Un choix judicieux des rayons des cercles et des vitesses de rotation permet de rendre compte correctement des « boucles ».

D'après www.subaru.univ-lemans.fr.



b. La conception héliocentrique de Copernic

En 1543, dans *De revolutionibus orbium caelestium*, l'astronome polonais Nicolas Copernic (1473-1543) postule la rotation de la Terre sur elle-même et sa révolution autour du Soleil. La cohérence et la rationalité de la conception héliocentrique semblent être à l'origine des motivations de Copernic, qui présente cette innovation comme un simple moyen commode pour décrire le mouvement des astres mais pas comme la réalité, d'où son accueil favorable par l'Église.

c. Une « réfutation » de Copernic par Brahé

« Si la Terre tourne en orbite autour du Soleil, disait Brahé, alors la direction dans laquelle on observe une étoile fixe à partir de la Terre doit varier au cours de l'année pendant que la Terre se déplace d'une face du Soleil à l'autre ». Mais les tentatives de Brahé de détecter cette parallaxe prévue au moyen de ses instruments, les plus sensibles et les plus précis qui existaient à son époque, se soldèrent par un échec. Brahé fut ainsi amené à conclure que la conception copernicienne était fautive. Avec le recul, on s'aperçoit que la prédiction erronée provient non pas de la conception de Copernic, mais de l'une des hypothèses auxiliaires de Brahé. Son estimation de l'ordre de grandeur de la distance des étoiles fixes était bien trop sous-évaluée. Lorsqu'on lui substitua une valeur plus réaliste, on se rendit compte que la parallaxe prévue était beaucoup trop faible pour avoir pu être détectée par les instruments de Brahé.

D'après Alan F. Chalmers,
Qu'est-ce que la science ? Popper, Kuhn, Lakatos, Feysrabend.
Éditions La Découverte, 1987.

	Orient			Occident
7 janvier 1610	*	*	○	*
8 janvier 1610			○	* * *
10 janvier 1610	*	*	○	
11 janvier 1610	*	*	○	
12 janvier 1610		*	○	*
13 janvier 1610		*	○	* * *
15 janvier 1610			○	* * * *
15 janvier 1610			○	* * *
16 janvier 1610		*	○	*

e. Galilée et les satellites de Jupiter

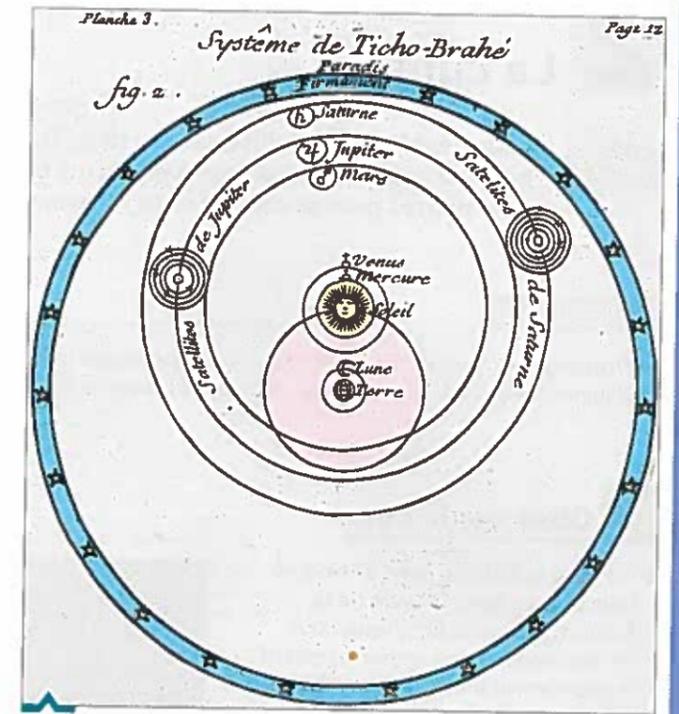
Grâce à l'utilisation de la lunette astronomique, Galilée observe en janvier 1610 quatre satellites de Jupiter et publie *Siderius Nuncius* : selon lui, la Terre tourne réellement autour du Soleil, elle n'est donc pas le centre du monde. L'accueil par l'Église est défavorable et débouche sur le « procès de Galilée ».

Première époque

Analysez les raisons de l'aller-retour entre géocentrisme et héliocentrisme, de Ptolémée à Copernic puis de Copernic à Brahé. En particulier, expliquez par un dessin pourquoi la « réfutation » de Copernic par Brahé est inexacte.

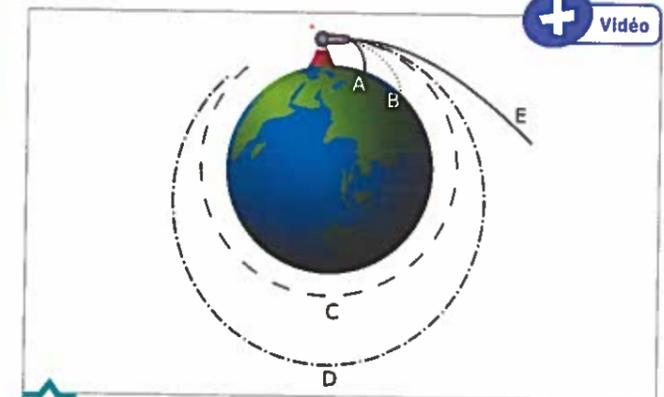
Seconde époque

Expliquez en quoi l'observation des satellites de Jupiter par Galilée soutient l'hypothèse héliocentrique. Justifiez pourquoi l'établissement de ses lois par Kepler relève d'une démarche « inductive », alors que le raisonnement de Newton pour les retrouver est dit « hypothético-déductif ».



d. Les observations de Tycho Brahé et le retour au géocentrisme

Soutenu financièrement par Frédéric II, roi du Danemark, Tycho Brahé construit son observatoire d'Uraniborg en 1576. Pendant vingt ans, il y fait des observations d'une très grande précision sur la position des planètes dans le ciel. Son modèle est un compromis : la Terre est au centre du monde, le Soleil tourne autour de la Terre et les autres planètes tournent autour du Soleil.



f. Newton et la gravitation universelle

En équipes !