

1

DU GÉOCENTRISME À L'HÉLIOCENTRISME

Vidéo

Copernic et la théorie de l'héliocentrisme

hatier-clic.fr/es1166a

OBJECTIF
 Comprendre les étapes de la validation de l'héliocentrisme

Le modèle héliocentrique, énonçant que la Terre tourne autour du Soleil, apparaît au ^{xxi}e siècle comme une évidence. Il constitue pourtant l'une des controverses majeures de l'histoire des sciences.

Comment l'héliocentrisme s'est-il imposé ?

1 Le modèle géocentrique*

Document

Édition critique et traduction – Extraits

hatier-clic.fr/es1166b



Dans la Grèce antique, certains philosophes comme Aristote (384-322 av. J.-C.) puis, bien plus tard, Claude Ptolémée (vers 90-168), astronome grec, défendent la théorie géocentrique, plaçant la Terre au centre de l'Univers. Cette théorie est décrite dans l'*Almageste*, texte majeur et considéré comme référence en astronomie jusqu'au Moyen Âge.

Pour Ptolémée, la Terre est immobile au centre de l'Univers. La Lune, le Soleil, et les planètes connues à l'époque sont placées sur des orbites concentriques autour de la Terre. Tous ces astres sont animés de mouvements uniformes et circulaires autour de la Terre.

Le modèle géocentrique donne des prédictions tout à fait satisfaisantes pour la trajectoire du Soleil ou de la Lune pour lesquels les positions calculées sont très proches des positions observées. En revanche, pour Mars, Vénus, Jupiter ou Neptune, Ptolémée est obligé de complexifier son modèle en rajoutant des « épicycles » : les astres effectueraient de petits cercles autour de leur position moyenne.



Le modèle géocentrique de Ptolémée.

* VOCABULAIRE

Référentiel géocentrique : référentiel centré sur la Terre, considérée comme immobile. Il est défini par trois directions pointant vers des étoiles fixes.

Référentiel héliocentrique : référentiel centré sur le Soleil, considéré comme immobile. Il est aussi défini par trois directions pointant vers des étoiles fixes.

2 La révolution copernicienne

Nicolas Copernic (1473-1543), astronome polonais, a écrit en 1543 le premier traité sur l'héliocentrisme, *Des révolutions des orbés célestes*. Voici ce que l'on peut lire dans la préface, Nicolas Copernic s'adressant au pape :



« C'est pourquoi je ne veux pas cacher à Ta Sainteté que nulle autre cause ne me poussa à rechercher une autre façon de déduire les mouvements des sphères du monde que le

fait d'avoir compris que les mathématiciens ne sont pas d'accord avec eux-mêmes dans leurs recherches. Car, premièrement, ils sont tellement incertains des mouvements du soleil et de la lune qu'ils ne peuvent ni déduire ni observer la grandeur éternelle de l'année entière. Ensuite, en établissant les mouvements [...] des autres cinq astres des mêmes assomptions, ni des mêmes démonstrations des révolutions et mouvements apparents. Les uns, notamment, ne font usage que de [sphères] homocentriques, les autres d'excentriques et d'épicycles, par quels moyens cependant ils n'atteignent pas entièrement ce qu'ils cherchent. »

Nicolas Copernic, *De la révolution des orbés célestes*, Livre I, Chapitre 5, 1543, traduction de Alexandre Koyré, extrait de la préface (D.R.).

Né à l'aube de la Renaissance, Nicolas Copernic défend de nouveau une hypothèse déjà évoquée dans la Grèce antique par Aristarque de Samos (310-230 av. J.-C.), astronome et mathématicien grec, parallèlement à la théorie géocentrique. Les planètes, y compris la Terre, ont un mouvement circulaire et uniforme autour du Soleil. Il renonce donc au modèle géocentrique au profit du modèle héliocentrique*, un modèle centré sur le Soleil considéré comme immobile.

Quelques années plus tard, en 1551, l'astronome allemand Erasmus Reinhold (1511-1553) calcule les positions attendues pour le Soleil, la Lune et les planètes connues avec ce modèle héliocentrique. Il s'avère alors que celles-ci s'accordent bien mieux avec les relevés de positions de l'époque.

3 Une preuve de l'héliocentrisme

L'Église romaine rejette la théorie copernicienne pendant presque trois siècles, la trouvant contraire à la Bible. Entre autres oppositions, l'Église évoque que le Soleil ne peut être fixe puisque dans la Bible « Josué lui ordonne de s'arrêter ».

Les astronomes ont donc cherché une preuve incontestable de la révolution de la Terre autour du Soleil. En 1838, Friedrich Bessel (1784-1846), physicien allemand, mesure la

parallaxe* annuelle d'une étoile proche : l'étoile 61 du Cygne. Cette mesure a été difficile à réaliser car la valeur obtenue est très faible (0,00008 degrés). Cependant, la détection du mouvement apparent de l'étoile 61 du Cygne constitue un pas important pour valider le mouvement de la Terre et l'héliocentrisme.



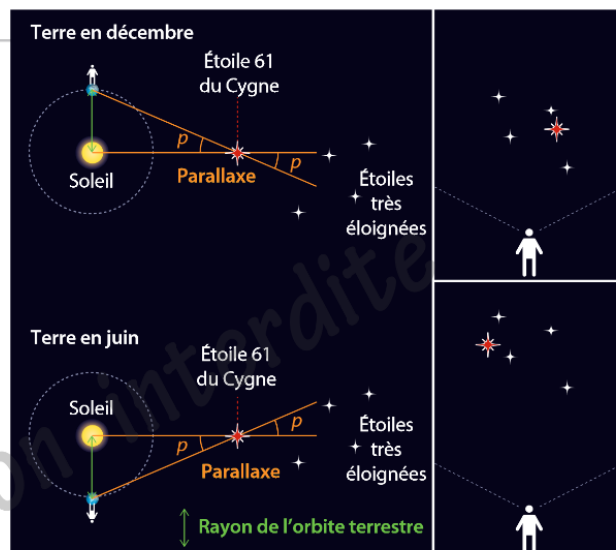
4 Mesure de la parallaxe de l'étoile 61 du Cygne

En 1829, l'Observatoire de Königsberg (Prusse-Orientale), dans lequel travaille Friedrich Bessel, se dote d'un télescope très performant. Ce télescope permet de mesurer avec précision de très petites dimensions angulaires comme la parallaxe d'une étoile.

Prenons l'exemple de l'étoile 61 du Cygne, visée par Friedrich Bessel en 1838. Lorsqu'elle est visée en décembre, puis en juin, elle semble s'être déplacée dans le ciel. L'étude des images obtenues associée aux caractéristiques optiques du télescope permettent de déterminer l'angle p , la parallaxe : $8,61 \times 10^{-5}^\circ$. La mesure de cette parallaxe peut être analysée de deux façons : soit la Terre se déplace, soit l'étoile bouge. Les étoiles étant considérées comme fixes lorsqu'elles sont observées depuis la Terre, Friedrich Bessel déduit de sa mesure que la Terre est en mouvement autour du Soleil. La valeur de la parallaxe mesurée nous renseigne ainsi sur la distance entre l'étoile et le système solaire.

Animation

Parallaxe des étoiles proches
hatier-clic.fr/es1167a



Schémas réalisés sans souci d'échelle.

* VOCABULAIRE

Parallaxe : nom féminin désignant l'angle sous lequel on pourrait voir le rayon de l'orbite terrestre depuis l'Étoile. On parle de parallaxe annuelle d'une étoile.

QUESTIONS

- 1 Quel est le mouvement de la Terre, du Soleil et de la Lune dans le modèle géocentrique ?
- 2 Quel est le mouvement du Soleil et de la Terre dans le modèle héliocentrique ?
- 3 Comment, aujourd'hui, peut-on réconcilier les deux conceptions ?
- 4 Quelles sont les planètes connues à l'époque de Ptolémée ? Comment leur mouvement est-il décrit ?
- 5 Qu'apportent les travaux d'Erasmus Reinhold dans la compréhension des mouvements célestes ?
- 6 En quelle unité peut-on mesurer une parallaxe ? Que vaudrait la parallaxe d'une étoile si la Terre était immobile ?
- 7 Évaluer le temps écoulé entre la parution du livre de Nicolas Copernic et la validation de l'héliocentrisme. Quel événement a été décisif ?

➔ Pour approfondir : ex. 7 p. 174

Penser la science

Identifier le domaine de validité d'un modèle

Un modèle permet de faire des prédictions qui vont être comparées aux résultats expérimentaux. Tant qu'il n'est pas mis en échec, il est considéré comme valide.

- Quelle preuve scientifique a été décisive pour imposer l'héliocentrisme ?

➔ Se positionner face à un débat ou une controverse, p. 18



Femme de science

Hypatie (vers 360-415), astronome et mathématicienne grecque de l'école néoplatonicienne, a vécu à Alexandrie au III^e siècle avant Jésus-Christ. Elle est la fille du célèbre philosophe Théon d'Alexandrie. Considérée par ses pairs, notamment Socrate, comme l'une des plus grandes astronomes de son temps, elle est lapidée au début du V^e siècle pour hérésie. C'est l'une des rares femmes de science de l'Antiquité dont nous ayons aujourd'hui encore trace.

Vidéo

La véritable histoire d'Hypatie

hatier-clic.fr/es1167b