

COURS

La Terre dans l'Univers

1^{re}

Programme d'enseignement scientifique de première générale — BO 2023 n°25 — MENE2312806A

On raconte souvent que l'**héliocentrisme** a triomphé parce qu'il était évident. Il ne l'était pas. Le modèle géocentrique fonctionnait, prévoyait les positions, et durait depuis quatorze siècles. Ce qui l'a fait céder n'est pas une évidence : c'est un gain de **précision**, obtenu au prix d'un renoncement — celui du cercle parfait.

1 Deux modèles et un critère

RÈGLE

L'**héliocentrisme** ne l'a pas emporté parce qu'il était plus simple, mais parce qu'il **prédisait mieux**. Copernic place le Soleil au centre sans gagner en précision, faute d'abandonner le cercle ; **Kepler**, disposant de mesures plus fines, décrit des **orbites** elliptiques et obtient enfin des positions justes.

critèrededchoix : laprécisiondesprédictions, pasl'élégance

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Résumer le passage au modèle héliocentrique à une victoire du bon sens sur l'obscurantisme. — Le modèle géocentrique était **rigoureux** et rendait compte des observations disponibles pendant des siècles. L'**héliocentrisme** n'a d'abord **pas** été plus précis : il l'est devenu quand **Kepler** a abandonné les orbites circulaires. Ce qui a tranché est la capacité à **prédire**, éprouvée sur des mesures plus fines — pas une évidence qu'il aurait suffi de voir.

Le réflexe : Comparer deux modèles par leurs **prédictions**, jamais par leur simplicité apparente.

PROPRIÉTÉ

Galilée apporte des observations qui déstabilisent le modèle ancien : les satellites de Jupiter montrent que tout ne tourne pas autour de la Terre, et les phases de Vénus sont incompatibles avec la version géocentrique alors admise. Ce sont des faits nouveaux, rendus visibles par un instrument nouveau — et c'est ainsi que la question se déplace, non par argumentation seule.

2 Les lois de Kepler

DÉFINITION

La première énonce que chaque planète décrit une **ellipse** dont le Soleil occupe un foyer. La deuxième dit que le segment reliant le Soleil à la planète balaie des aires égales en des temps égaux : la planète va donc plus vite près du Soleil. La troisième relie la période de révolution au demi-grand axe de l'**orbite**, et vaut pour toutes les planètes du système.

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante}$$

EXEMPLE

Mars orbite à environ 1,52 unité astronomique du Soleil. Quelle est sa période de révolution, en années ?

- ① En années et en unités astronomiques, la constante vaut 1 : le carré de la période égale le cube de la distance.
 $1,52 \times 1,52 \times 1,52 \approx 3,51$
- ② On cherche le nombre dont le carré vaut 3,51 ; on essaie 1,87 :
 $1,87 \times 1,87 \approx 3,5$

Environ 1,87 année — Mars met près de deux ans à faire le tour du Soleil.

3 De la description à l'explication

PROPRIÉTÉ

Les lois de **Kepler** décrivent le mouvement sans dire pourquoi il est tel. C'est la **gravitation** universelle qui fournit l'explication : deux corps s'attirent d'autant plus qu'ils sont massifs et proches, et cette attraction unique rend compte à la fois de la chute d'un objet et de l'**orbite** d'une planète. Décrire et expliquer sont deux étapes distinctes, et elles ont été séparées par plusieurs décennies.

Les distances astronomiques imposent leurs unités. La lumière met environ huit minutes vingt à venir du Soleil ; on parle d'**année-lumière** pour les étoiles, c'est-à-dire de la distance parcourue par la lumière en un an. Une conséquence à retenir : regarder loin, c'est regarder **tôt** — l'image reçue a l'âge de son trajet, et aucun télescope ne montre l'état actuel d'un objet lointain.

EXPLOITER LA TROISIÈME LOI DE KEPLER

- ① Exprimer les durées en **années** et les distances en **unités astronomiques**.
- ② Élever la distance au **cube** pour obtenir le carré de la période.
- ③ Extraire la **racine carrée** pour revenir à la période.
Avec ces unités, le rapport vaut un pour tout le système solaire, ce qui évite toute constante.
- ④ Vérifier que la planète la plus lointaine a bien la **période la plus longue**.
- ⑤ Conclure en rappelant que la loi **décrit** sans expliquer : la **gravitation** fait le reste.

À VÉRIFIER

- Ai-je comparé les deux modèles par leurs **prédictions** ?
- Ai-je dit ce que **Kepler** a dû abandonner ?
- Ai-je cité une observation de **Galilée** et ce qu'elle met en défaut ?
- Ai-je employé les bonnes unités pour la troisième loi ?
- Ai-je distingué décrire et expliquer, Kepler et la **gravitation** ?

À RETENIR

- L'**héliocentrisme** l'emporte par la **précision**, pas par l'évidence.
- Copernic garde le cercle et ne gagne pas en précision.
- **Kepler** abandonne le cercle : les **orbites** sont des ellipses.
- Deuxième loi : aires égales en temps égaux → plus vite près du Soleil.
- Troisième loi : T^2 proportionnel à a^3 ; en années et ua, $T^2 = a^3$.
- **Galilée** : satellites de Jupiter, phases de Vénus.
- Kepler **décrit**, la **gravitation explique**.
- **Année-lumière** : une distance, pas une durée.
- Regarder loin, c'est regarder tôt.