

Du géocentrisme à l'héliocentrisme : comment et pourquoi les modèles de l'organisation du Système solaire ont-ils évolué ?

Notion de référentiel

I. Mouvement des étoiles :

En utilisant le logiciel Stellarium, on observe le ciel d'aujourd'hui depuis Strasbourg. On regarde le ciel de façon à observer les constellations du Dragon, de la Petite Ourse, de la Grande Ourse, de Cassiopée, de Céphée... A partir de l'instant présent, accélérer le temps minute par minute.

Quelle est la trajectoire apparente des Etoiles ?

Document 1 : le géocentrisme d'Aristote

Selon Aristote, la Terre est située au centre de l'Univers et les astres sont portés par 55 sphères concentriques et se déplaçaient à différentes vitesses, suivant une trajectoire circulaire.

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum.



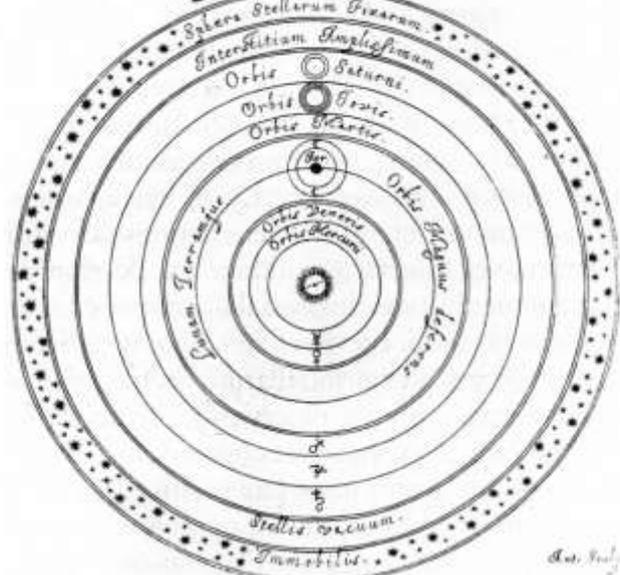
Document 2 : héliocentrisme de Copernic

L'héliocentrisme prend son véritable essor avec les travaux de Nicolas Copernic, qui fut le premier à proposer un modèle héliocentrique incluant la Terre et toutes les planètes connues à l'époque.

Dans son livre *De revolutionibus*, il énonce une série de postulats :

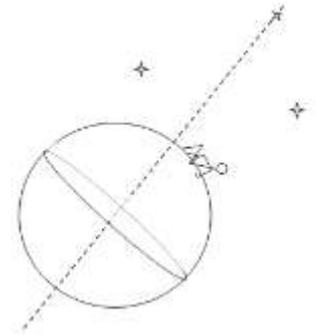
- la Terre n'est pas le centre de l'Univers, mais seulement le centre du système Terre/Lune ; toutes les sphères tournent autour du Soleil, centre de l'Univers ;
- la Terre tourne autour d'elle-même suivant un axe Nord/Sud ;
- la distance Terre/Soleil est infime comparée à la distance Soleil/autres étoiles.

Hypothæsis Copernicana.



1. Comment Aristote explique-t-il le mouvement des étoiles ?
2. Comment Copernic explique-t-il ce mouvement ?

Quelle étoile bouge le moins (presque immobile) dans ce référentiel ? Pourquoi ? A quelle constellation appartient-elle ?



3. Y a-t-il à ce stade de l'étude un argument scientifique qui permet de privilégier un modèle par rapport à l'autre ?
4. En physique, le référentiel est l'objet par rapport auquel on définit le mouvement d'autres objets. Quel est le référentiel d'étude du mouvement des étoiles quand on dit que leurs trajectoires sont des cercles ?

II. Mouvement apparent des planètes :

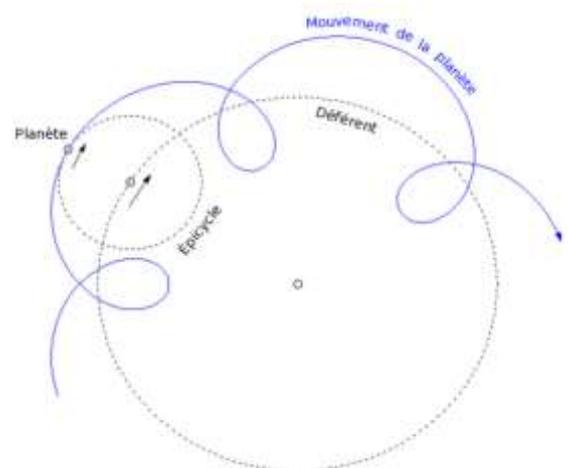
On observe le ciel de Strasbourg. On se place à la date du 01/05/2018 à 0h00min (chrono bloqué). On choisit d'observer la planète Mars. Dans quelle constellation voit-on Mars à cette date ?

On étudie le mouvement de Mars au cours des 6 mois suivants. Avancer jour par jour jusqu'au 1 juillet 2014.

1. Les étoiles ont-elles bougé les unes par rapport aux autres ?
2. Décrire le mouvement apparent de Mars
3. En observant la position de Mars chaque jour à la même heure, on étudie son mouvement dans le référentiel géocentrique. Définir ce référentiel en le comparant au référentiel terrestre.

Document 3 : Modèle d'Hipparque

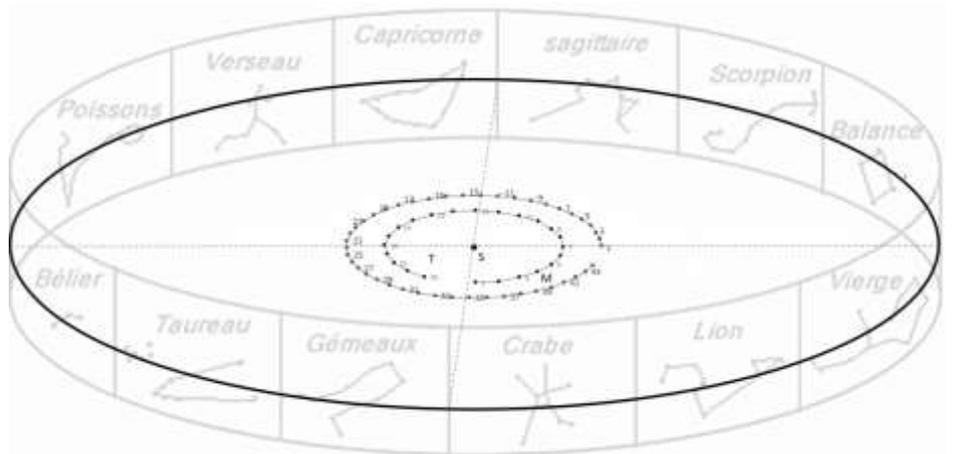
Pour expliquer le phénomène de rétrogradation des planètes, au II^{ème} siècle avant JC, Hipparque propose un modèle dans lequel les planètes tournent sur des roues appelées épicycles. Ceux-ci tournent eux-mêmes sur une autre roue — appelée *déférent* — dont le centre est la Terre. La rotation simultanée des deux permettait d'obtenir un mouvement complexe, éventuellement rétrograde, et d'expliquer celui des planètes et de la Lune, en préservant en grande partie les présupposés philosophiques de l'époque : les mouvements des astres sont circulaires, centrés sur la terre et de vitesse uniforme.



4. Surligner précisément sur le document qui décrit la proposition d'Hipparque, les moments « pendant lesquels Mars semble revenir en arrière ».
5. En détaillant les trajectoires de Mars et de la Terre dans le modèle de Copernic, on obtient le document suivant (reproduit en plus grand à la fin de l'activité)

Document 4 : Mouvement de Mars et Terre dans le modèle héliocentrique de Copernic

Lorsque la terre est en position 1, Mars est en position 1 ;
 lorsque la Terre est en position 2, Mars est en position 2 ;
 etc...



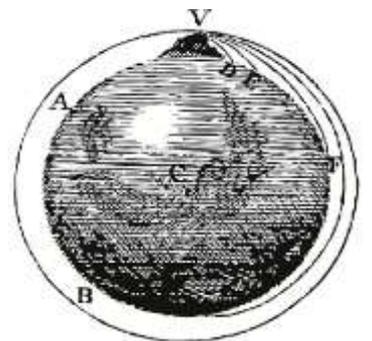
Rq : la position 1 correspond à la date du 15 janvier 2018.

- a. Dans quel référentiel sont dessinées les trajectoires de Mars et de la Terre ?
 - b. Projeter sur la sphère céleste la position de Mars vue de la Terre (on rappelle que la lumière se propage en ligne droite)
 Surligner la partie qui représente la rétrogradation.
 - c. Selon ce schéma, quelle est la cause du mouvement de rétrogradation observé ?
 Déterminer dans quelle configuration sont Mars et la Terre au milieu de la rétrogradation.
 Calculer la date de cette configuration.
6. Argument en faveur du modèle de Copernic

Document 5 : Newton et la gravitation universelle

En 1687 Newton publie sa théorie de la gravitation qui permet d'expliquer le mouvement de la Lune au tour de la Terre : la Lune est attirée par la Terre ; elle est par conséquent un corps qui chute constamment vers la Terre, mais étant donné sa vitesse et son éloignement, elle n'atteint jamais la Terre qui se dérobe constamment.

Un satellite est donc toujours en orbite autour de l'astre qui l'attire.



7. En quoi la théorie de Newton a-t-elle permis de trancher définitivement en faveur du modèle héliocentrique ?
8. Quelle est l'erreur du modèle de Copernic ? Comment peut-on le vérifier en utilisant Stellarium ?

9. Application :

Calcul de la durée entre 2 rétrogradations de Mars. En déduire la date de la prochaine rétrogradation.

Données :

Période de rotation de la Terre autour du Soleil : $T = 1 \text{ an} = 365 \text{ j}$

Période de rotation de Mars autour du Soleil : $T = 1,88 \text{ an}$

