

## Du géocentrisme à l'héliocentrisme : une histoire de référentiel

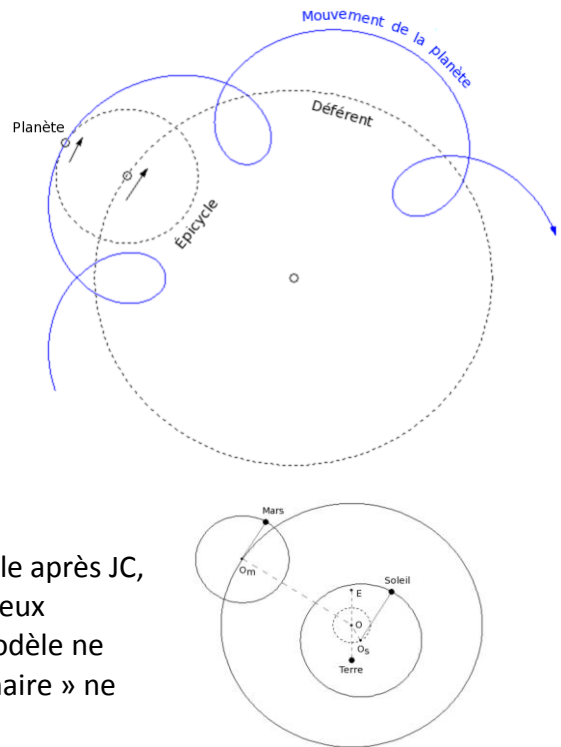
### Document 1 : le géocentrisme d'Aristote à Ptolémée

Selon Aristote, les astres étaient portés par 55 sphères concentriques et se déplaçaient à différentes vitesses, suivant une trajectoire circulaire, car le cercle (et par la même occasion, la sphère) était, d'après les pythagoriciens, la figure parfaite. La dernière sphère était celle des astres fixes (les étoiles) ; la première celle de la Lune.

Cependant un problème se posait quant à la trajectoire des planètes. Celles-ci semblaient, par moments, **revenir en arrière quelque temps** avant de reprendre leur course dans le sens « normal », c'est la rétrogradation.

Au II<sup>ème</sup> 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.

Afin de mieux rendre compte des observations, au II<sup>ème</sup> siècle après JC, Ptolémée améliore encore le modèle, qui permet alors de mieux considérer les variations de vitesses des planètes. Mais ce modèle ne place donc plus la Terre en son centre mais un point « imaginaire » ne correspondant à l'emplacement d'aucun objet céleste.



Source : Wikipédia

### Document 2 : héliocentrisme

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. On doit à Galilée les observations astronomiques et les premiers principes mécaniques justifiant l'héliocentrisme, et à Johannes Kepler un modèle bien plus précis du système solaire, se démarquant notamment par l'introduction d'orbites elliptiques des planètes admettant le Soleil comme un de leurs foyers, et non plus circulaires.

Source : Wikipédia

### Document 3 :









Le mouvement d'un objet est défini par la trajectoire et la vitesse de cet objet. Trajectoires et vitesses changent selon le point de vue de l'observateur.

**En physique, un référentiel est un objet de référence par rapport auquel on définit un mouvement.**

### Document 4 :

Quand Mars devient rétrograde, toute action directe devient plus difficile. Voyager à l'intérieur de soi, compléter des tâches commencées préalablement, refaire, rénover, réparer sera plus satisfaisant que d'insister pour avancer dans de nouvelles aventures. La prudence est de mise car la tendance aux accidents devient aussi plus accentuée.

www.croftastrologer.com

| Document 5 : Petit manuel d'utilisation du logiciel stellarium                    |  |
|---|--|
| Signification des icônes du menu de gauche (apparaissant au passage de la souris) |  |
|  | Ouvre une fenêtre dans laquelle on peut choisir le point géographique sur Terre qui constituera l'observatoire |
|  | Permet de choisir la date d'observation  |
|  | Permet de choisir l'astre observé (figurera au centre de l'écran)  |
| Signification des icônes du menu du bas (apparaissant au passage de la souris)    |  |
|  | Fait apparaître les lignes reliant les étoiles d'une même constellation  |
|  | Fait apparaître les noms des constellations  |
|  | Fait apparaître les dessins des constellations   |
|  | Fait apparaître la grille équatoriale, projection des méridiens et latitudes terrestres dans le ciel.          |
|  | Permet d'arrêter le chronomètre  |

L'étude qui suit permet de répondre aux questions suivantes :

**Dans quels référentiels se placent Aristote, Hipparque et Copernic pour expliquer les trajectoires des étoiles et des planètes ?**

### I. Mouvement apparent 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...

1. A partir de l'instant présent, accélérer le temps minute par minute.

Appel n°1 : Réaliser

2. Quelle est la trajectoire apparent des Etoiles ?
3. Comment Aristote explique-t-il se mouvement ?
4. Comment Copernic explique-t-il se mouvement ?
5. Quel est le référentiel d'étude ?
6. Quelle étoile bouge le moins (pratiquement immobile) dans ce référentiel ? Pourquoi ? A quelle constellation appartient-elle ?

Appel n°2 : Valider

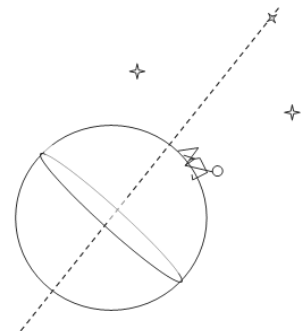
### II. Mouvement apparent des planètes :

On observe le ciel de Strasbourg. On se place à la date du 01/01/2014 à 0h00min (chrono bloqué). On choisit d'observer la planète Mars.

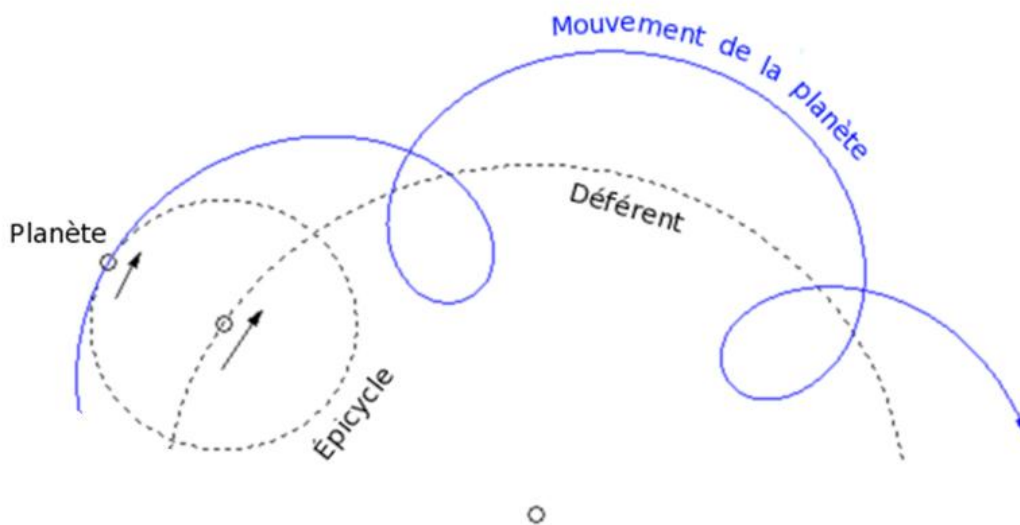
1. Dans quelle constellation voit-on Mars à cette date ?

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

2. Les étoiles ont-elles bougé les unes par rapport aux autres ?



3. Quel est le mouvement apparent particulier observé depuis l'Antiquité ?
4. Comment Hipparque et Ptolémée expliquent-ils ce mouvement ?
5. Surligner précisément sur le document suivant qui décrit la proposition d'Hipparque, les moments « pendant lesquels Mars semble revenir en arrière ».



Appel n° 3 : Valider

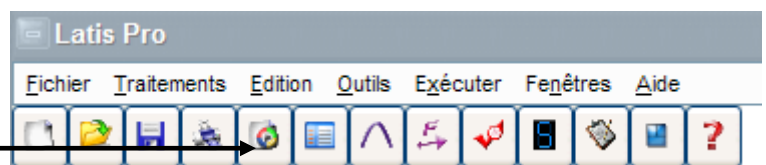
### III. Mouvement des planètes dans le référentiel héliocentrique :

On cherche à comprendre le mouvement de rétrogradation observé précédemment.

Pour cela, on utilise une vidéo qui présente une simulation des mouvements de Mars et de la Terre dans le référentiel héliocentrique.

Pour la visualiser,

- Ouvrir le logiciel Latispro.  
Cliquez sur l'icône permettant d'ouvrir le module vidéo



- Dans la fenêtre qui s'ouvre, cliquer sur « fichier »
- Dans la nouvelle fenêtre qui s'ouvre, indiquer l'emplacement du fichier vidéo à ouvrir (tableau)


- Visualiser la vidéo.

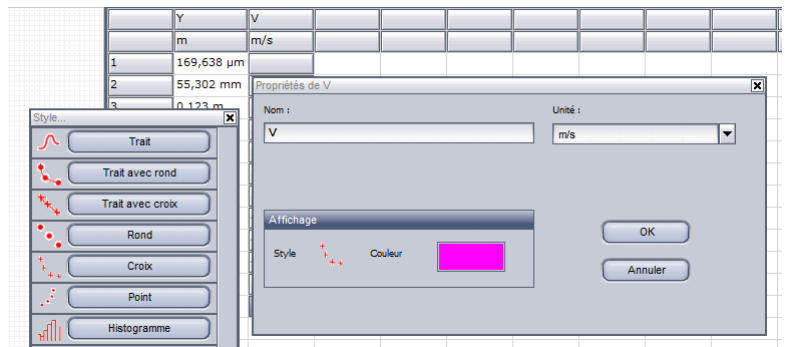
#### 1. Décrire les mouvements apparents de la Terre et de Mars dans le référentiel héliocentrique.

On cherche à tracer à l'aide du logiciel, le mouvement de Mars par rapport au référentiel géocentrique : mouvement de Mars en prenant la Terre comme référence.

Pour cela :

- Cliquer sur « Sélection de l'origine » ; avec l'aide du réticule qui apparaît, choisir l'origine du repère au centre du Soleil (départ du mouvement, 1<sup>ère</sup> image) ; on peut s'aider de la cible dans le bas gauche de la fenêtre.

- Cliquer sur « Sélection de l'étalon » :  
Cliquer d'un bord du trait blanc jusqu'à l'autre bord pour indiquer que ce trait nous sert d'étalon (échelle) ; une double flèche apparaît.  
Indiquer dans la case prévue la longueur réelle correspondant à ce trait (en m) = 200 000 000 000
- Choix du repère : on choisit les axes orientés vers le bas pour l'étude envisagée.
- Choisir l'option « relatif » : on indique ainsi à l'ordinateur qu'on relèvera 2 positions sur chaque image de la vidéo : l'une de référence (la Terre), la seconde celle de Mars
- Cliquer sur « sélection manuelle des points »
- Cliquer d'abord sur la position de la Terre (centre de la planète) pour la référence, puis sur la position de Mars (centre de Mars)
- Lorsque les 2 positions sont relevées, une nouvelle image apparaît ; relever à nouveau les 2 positions et ainsi de suite jusqu'à la fin du film.
- Fermer la fenêtre du module vidéo une fois l'acquisition terminée.
- On cherche à afficher le mouvement de Mars par rapport à la Terre :  
A partir de la fenêtre des courbes (  ), glisser « Mouvement Y » à côté de l'axe des ordonnées de la fenêtre graphique et « Mouvement X » sous l'axe des abscisses.
- Double cliquer sur « Mouvement Y » dans la fenêtre des courbes et demander d'afficher des traits à la place des points



Appel n°4 : Réaliser

2. Où se situe la Terre dans le graphe obtenu ?
3. En quoi ce graphique permet-t-il d'expliquer le mouvement rétrograde ?
4. En effectuant cette étude, on a changé de référentiel d'observation : on s'est placé dans le référentiel géocentrique. C'est également le référentiel utilisé pour l'observation de la partie 2. Qu'a-t-il de différent du référentiel Terre de la partie 1 ?
5. Que peut-on dire de la distance Terre-Mars lorsque la planète Mars est au milieu de son mouvement rétrograde ? Dans quelle configuration sont alors Soleil, Terre et Mars ?
6. Le document n°4 est-il le résultat d'une démarche scientifique ?

Appel n°6 : Valider

IV. Conclusion :

Rédiger une conclusion qui permet de répondre à la question initialement posée au sujet des référentiels utilisés par Aristote, Hipparque et Copernic.

Appel n°7 : Valider

Calcul : La dernière rétrogradation a eu lieu autour du 15 avril. Quand aura lieu la suivante ?  
On donne : période de rotation de Mars autour du Soleil : 1,88 an.