

# Le mouvement de Mars

HISTOIRE DES SCIENCES

La trajectoire de Mars dans le ciel a longtemps questionné les astronomes. Sa modélisation a permis d'aboutir aux lois de Kepler qui décrivent le mouvement des planètes aujourd'hui.

**Comment a évolué la modélisation du mouvement de Mars depuis l'Antiquité ?**

DOC

1

## Observation de Mars depuis la Terre

### Démarche expérimentale

Dans le logiciel de simulation Stellarium (► [fiche n° 13 « Utiliser le logiciel de simulation Stellarium », p. 294](#)) :

- observer, mois après mois, les positions successives de Mars parmi les constellations au cours des 30 derniers mois ;
- noter les constellations traversées dans l'ordre.

**a** Position de Mars devant les constellations dans le logiciel Stellarium. ►



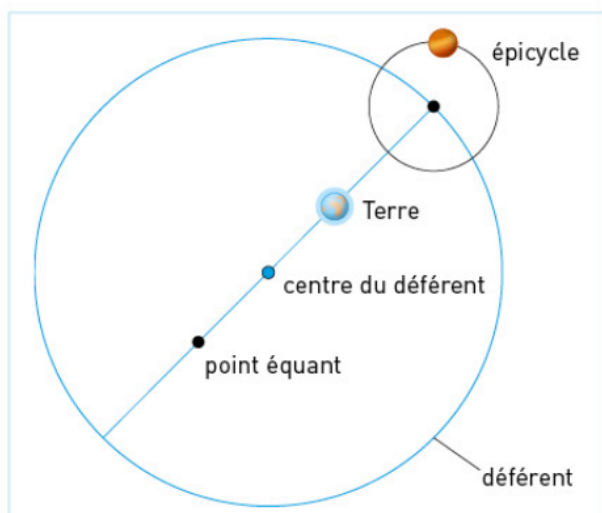
DOC

2

## Épicycles, déférent et point équant

Pour expliquer le mouvement rétrograde de Mars, Appolonius de Perge (240-170 av. J.-C.) géomètre et astronome grec, imagine un système à épicycle : la planète tourne sur un épicycle dont le centre tourne sur un déférent.

Claude Ptolémée (**a** v. 100-v. 170), astronome et astrologue grec, ajoute la notion de point équant qui est le symétrique de la Terre par rapport au centre du déférent (**b**). La vitesse de l'épicycle est constante par rapport au point équant. Ce modèle est en contradiction avec les savants de l'Antiquité attachés aux mouvements circulaires uniformes par rapport au centre de la Terre. Cependant, il permet de décrire de façon très satisfaisante le mouvement de Mars.



**a** Gravure du XVI<sup>e</sup> siècle représentant Ptolémée. ►



### Pour visualiser



Théorie des épicycles

Une animation pour expliquer comment l'épicycle et le déférent permettent d'expliquer les trajectoires elliptiques et les mouvements rétrogrades.

## Mars, la Terre et le Soleil

## Démarche expérimentale

La figure ci-contre indique le pointage régulier des positions de Mars (M) et de la Terre (T) autour du Soleil (S) sur une durée de 1 an.

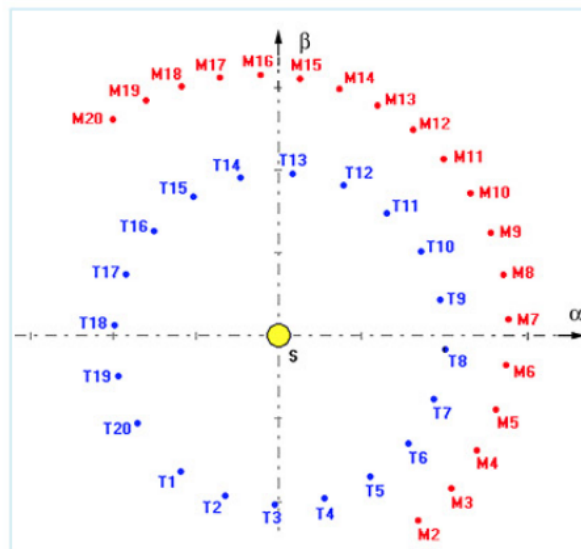
## Pour visualiser



Mouvement rétrograde

Une animation pour visualiser le mouvement de Mars vu depuis la Terre et depuis le Soleil.

- Sur une feuille de papier-calque, tracer un repère ortho-normé  $(T; x, y)$  d'origine T.
- Placer le repère  $(T; x, y)$  en  $T_1$  et pointer la position de  $M_1$  de Mars, puis placer le repère  $(T; x, y)$  en  $T_2$  et relever  $M_2$ . Répéter le processus jusqu'aux points  $T_{20}$  et  $M_{20}$ . Au cours du pointage, il faut que les axes des repères  $(T; x, y)$  et  $(S; \alpha, \beta)$  restent parallèles entre eux.

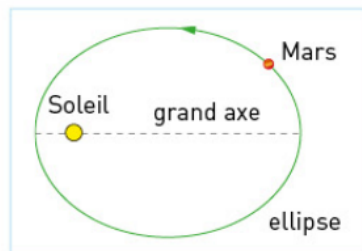


■ Positions de Mars et de la Terre autour du Soleil.

## Lois de Kepler

Johannes Kepler (1571-1630), astronome allemand, hérite de l'ensemble des observations très précises et détaillées de Tycho Brahé (1546-1601), astronome danois (b).

Même le modèle de Copernic ne rend pas compte complètement du mouvement de Mars autour du Soleil. Kepler comprend que l'orbite de Mars n'est pas un cercle mais a une forme plus ovale, c'est une ellipse (a). Il publie ce résultat en 1609, dans *Astronomia Nova* (Astronomie nouvelle), ce qui met définitivement un terme aux mouvements circulaires uniformes chers à certains savants de l'Antiquité. Ensuite, il généralise la trajectoire elliptique à toutes les planètes du système solaire. Les lois de Kepler qui décrivent le mouvement des planètes sont utilisées aujourd'hui.



◀ a Trajectoire de Mars autour du Soleil selon Kepler.



b Statues de Tycho Brahe et Johannes Kepler à Prague.

### Pour comprendre l'évolution de la modélisation du mouvement de Mars :

- Préciser pour chacune des quatre parties de l'activité si le point de vue est héliocentrique ou géocentrique.
- Expliquer pourquoi parle-t-on de « rétrogradation de Mars » dans le référentiel géocentrique.
- Décrire le mouvement de Mars et de la Terre dans le référentiel héliocentrique du DOCUMENT 3.
- Expliquer pourquoi la rétrogradation de Mars s'explique plus facilement dans la théorie héliocentrique.

### Des clés pour réussir

- Hélios signifie Soleil en grec, géo signifie la Terre.
- Rétrogradation sous-entend de revenir en arrière.