

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

La rétrogradation de Mars

✔ Objectifs

- ☐ Référentiel et relativité du mouvement.
- ☐ Choisir un référentiel pour décrire le mouvement d'un système.
- ☐ Expliquer, dans le cas de la translation, l'influence du choix du référentiel sur la description du mouvement d'un système.

👤 Classe

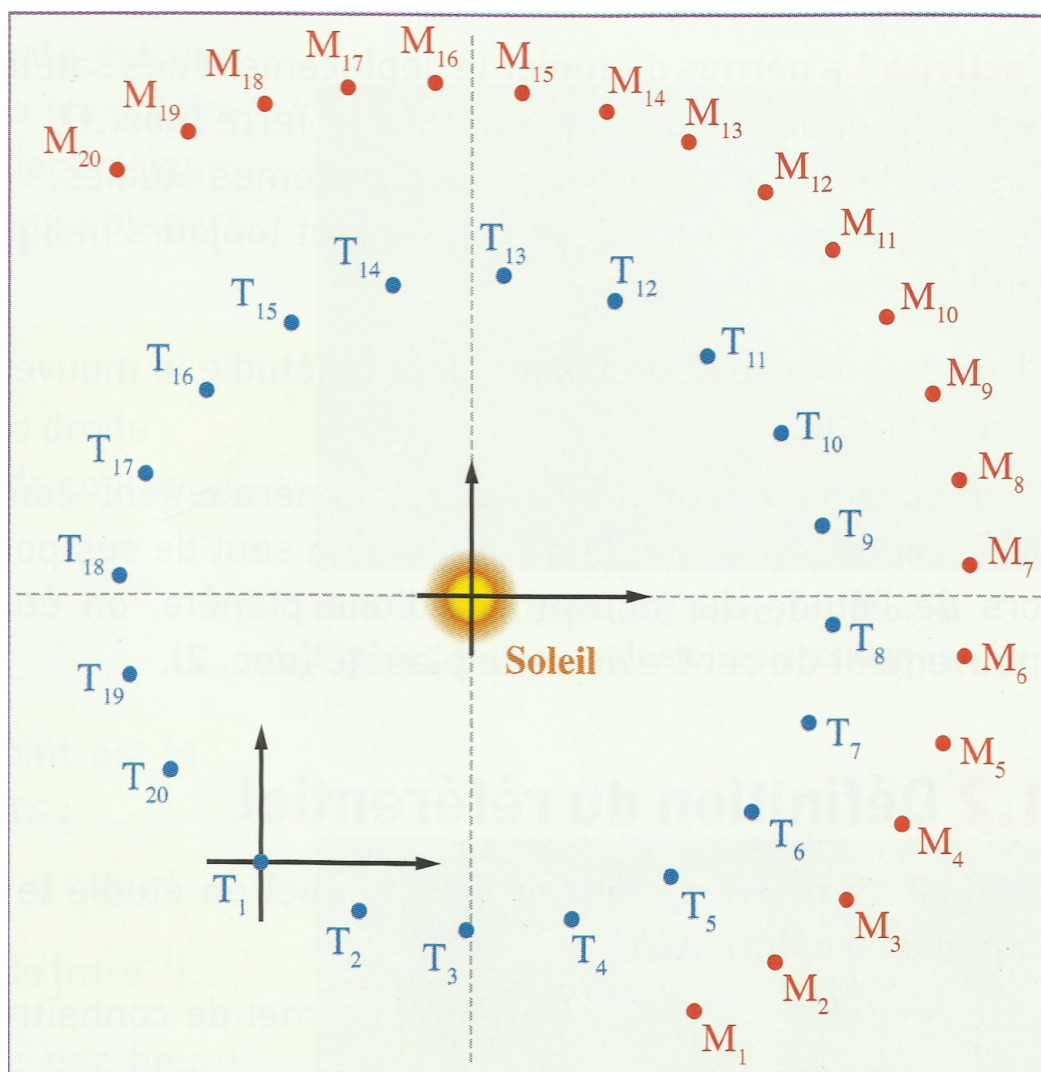
2^{nde}

🕒 Durée

1 h

La Terre et Mars sont en rotation autour d'un même centre fixe, le Soleil. Nous allons construire la trajectoire de Mars par rapport à la Terre. Nous exploiterons ensuite le résultat pour interpréter une observation faite depuis l'Antiquité: la trajectoire particulière de la planète Mars.

📄 Document 1: Représentation de 20 positions simultanées de la Terre (T) et de Mars (M) par rapport au Soleil (S) de décembre 2009 à Mars 2010. Un repère lié au Soleil est représenté.¹



¹Pour plus de détails, voir https://www.youtube.com/watch?v=CGY7yml_eTw et <http://culturesciencesphysique.>

Document 2: L'observation du mouvement des planètes au fil du temps



Au II^e siècle, PTOLÉMÉE affirme que la Terre est fixe et que le Soleil, la Lune et les planètes se déplacent autour d'elle. A partir de ses observations, il décrit leur trajectoire, comme celle de Mars sur le document 3.

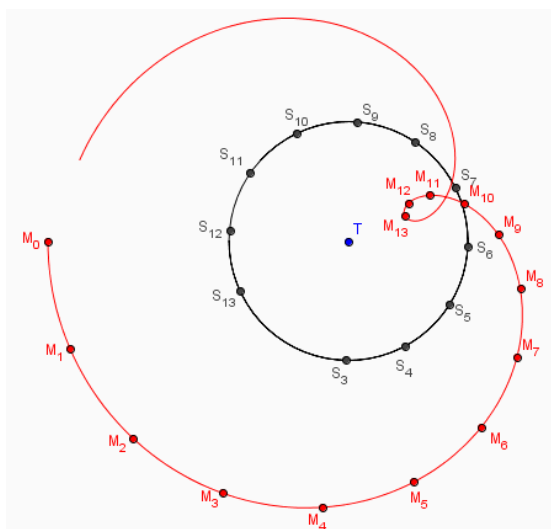


Au XVI^e siècle, COPERNIC pense que le Soleil est immobile et que la Terre, ainsi que les autres planètes décrivent un mouvement circulaire autour de lui (document 4).

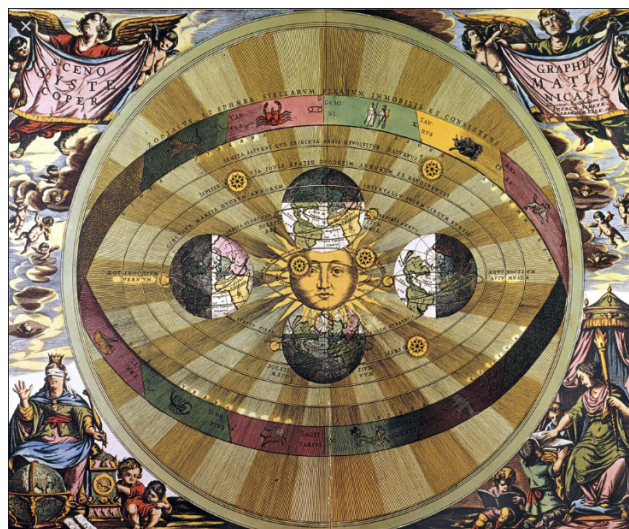


Au XVII^e siècle, GALILÉE observe le premier des lunes tournant autour de Jupiter. Il reprend alors la théorie de COPERNIC et apporte la preuve que tout ne tourne pas autour de la Terre, contrairement à ce qu'avait affirmé PTOLÉMÉE.

Document 3: Trajectoire de Mars par rapport à la Terre selon PTOLÉMÉE



Document 4: Représentation de COPERNIC



1. Quel est la nature du mouvement de la Terre et de Mars par rapport au Soleil ?

Solution: Le mouvement de la Terre et de Mars par rapport au Soleil est circulaire uniforme.

2. Suivre le protocole suivant pour construire la trajectoire du mouvement relatif de Mars par rapport à la Terre à l'aide d'un papier calque.



- Tracer sur une feuille de papier calque deux droites perpendiculaires passant pas le centre de la feuille. Noter T l'intersection de ces deux droites.
- Superposer, verticalement, la feuille de papier calque sur le document 1 en plaçant le point T sur la position T_1 de la Terre et en disposant les droites dessinées parallèlement aux bords du cadre du

document 1 ou aux axes du repère lié au Soleil. Quand le centre de la Terre est en T_1 , le centre de Mars est en M_1 . Marquer la position M_1 de Mars sur la feuille de papier calque à l'aide d'une croix.

- Déplacer la feuille en maintenant les deux droites parallèlement aux axes du repère lié au Soleil pour faire coïncider le point T avec la position de T_2 du centre de la Terre. Marquer la position M_2 de Mars sur la feuille de papier calque.
- Recommencer la même manipulation pour toutes les autres positions des centres de la Terre et de Mars.

3. Recommencer l'opération en marquant la position du Soleil par rapport à la Terre au cours du temps à l'aide d'un autre symbole (petit cercle par exemple).

4. Un observateur sur Terre relève la position de Mars au cours du temps et obtient l'image ci-contre. Expliquer le terme rétrogradation, sachant que les positions successives correspondent à différents instants de l'année terrestre.



Solution: Depuis la Terre, l'observation de Mars donne l'impression que cette dernière fait un va-et-vient, avec un retour en arrière d'où le terme de rétrogradation de Mars.

5. Dans quel référentiel un observateur voit-il la trajectoire de Mars illustrée dans la question précédente ?

Solution: La trajectoire de l'image précédente correspond au référentiel terrestre.

6. Si les planètes tournaient autour de la Terre, comme on l'a longtemps cru, quelle serait la trajectoire de Mars observée depuis la Terre ?

Solution: Il s'agit de la représentation de Ptolémée: Mars aurait pour trajectoire une boucle.

En observant le ciel, les Grecs avaient remarqué la présence « d'astres errants », c'est-à-dire se déplaçant de manière complexe parmi les étoiles : ce sont les planètes.

7. De manière générale, est-il possible de répondre à la question : « Quel est le mouvement de la planète Mars » ? Si non, qu'est-il nécessaire de préciser ?

Solution: Il n'est pas possible de répondre à cette question sans préciser le référentiel d'étude car le mouvement est relatif à ce dernier.

8. Pourquoi parle-t-on de relativité de mouvement ?

Solution: Un mouvement dans un référentiel peut être différent s'il est étudié dans un autre référentiel: par exemple, le conducteur d'une voiture a un mouvement rectiligne dans le référentiel terrestre mais est immobile dans le référentiel de la voiture.

9. Répertorier et nommer les trois référentiels cités précédemment.

Solution:

- Référentiel héliocentrique (lié au Soleil);
- Référentiel géocentrique (lié à la Terre);
- Référentiel terrestre (lié au sol).

10. Quels sont les mouvements d'une personne immobile à la surface de la Terre dans les trois référentiels cités précédemment ?

Solution:

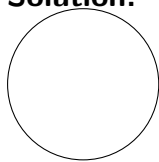
- Référentiel héliocentrique: mouvement épicycloïdal;
- Référentiel géocentrique: mouvement circulaire uniforme;
- Référentiel terrestre: immobile.

11. Sur quelles observations Galilée s'est-il basé pour prouver que tous les objets célestes ne tournent pas autour de la Terre ?

Solution: Galilée a observé les quatre lunes de Jupiter (Io, Europe, Ganymède et Callisto).

12. Schématiser la trajectoire de Mars autour du Soleil, telle que Copernic l'a décrite.

Solution:



13. Comparer la trajectoire de Mars dans la représentation de Ptolémée et dans celle de Copernic.

Solution: Mars a une trajectoire en forme de coeur avec une boucle dans la représentation de Ptolémée alors qu'elle a une trajectoire circulaire dans la représentation de Copernic.

14. Le mouvement d'un objet se décrit toujours par rapport à un autre objet de référence, appelé référentiel. Nommer le référentiel utilisé dans la représentation de Ptolémée et celle de Copernic.

Solution:

- Ptolémée: référentiel géocentrique;
- Copernic: référentiel héliocentrique.

15. Quelle est la conséquence du choix du référentiel sur l'observation du mouvement ?

Solution: Le mouvement observé d'un objet dépend du référentiel choisi. Dans un référentiel terrestre, Mars semble faire une boucle. Dans le référentiel héliocentrique, elle a une trajectoire simple (presque circulaire). **Le choix du référentiel change l'interprétation du mouvement.**