



Retrogradation de Mars

Marie Agnès Lahellec

Je décris la façon dont je procède avec des élèves parisiens de première S, de bon niveau mais n'ayant pas ou très peu de connaissances en astronomie. Il n'est pas possible de faire d'observations du ciel.

Je fais une première séance de T.P. avec observations, commentaires des **photos de D. Toussaint**.

Exploitation, pour obtenir la boucle de rétrogradation de Mars sur fond du Taureau.(cf.fiche élève)

Mon objectif est de faire de l'astronomie et d'appliquer le plus rigoureusement possible le cours sur référentiels et repères pour qu'il prenne tout son sens.

Question motivation, il m'est (malheureusement) apparu nécessaire d'évaluer les élèves (en espérant toutefois les avoir intéressés) sur un compte rendu à faire à la maison. Mais les réponses aux questions posées sont données par les élèves, au fur et à mesure du déroulement de la séance.

Ils traitent la partie documentaire en s'appuyant sur les schémas du livre de physique.

La question sur le mouvement de la Lune est difficile. Elle permet un questionnement, il faut apporter de sérieux arguments au cours de la deuxième séance.

Au cours de la deuxième séance de T.P. les élèves exploitent le **logiciel de J.P. Rosenstiehl** (CC n°74) TERMARS et on corrige la partie documentaire.

Première séance de T.P

Matériel : **photos de D. Toussaint (D5)**, un projecteur de diapos, un grand carton blanc sur lequel les élèves travaillent, crayon noir, papier calque.

Positionnement des photos dans le projecteur de diapos : photos face à soi numéro en haut à droite.

Toutes les photos sont prises avec le même objectif, un 50 mm, sauf la photo n° 18.

Attention, la photo n° n correspond à la position n-1 des documents 1 et 3 bis.

La photo n° 18, position 17 du document, appartient à la boucle précédente.

progression adoptée

1- Photo n° 1 pose 10 s : la constellation du Taureau. La planète Mars n'est pas visible.

n° 20 pose 11 mn interruption de 1 mn puis nouvelle pose :

- La constellation du Taureau apparaît " en filé " : les élèves identifient bien la constellation.

- Cette photo met en évidence le mouvement diurne de la voûte céleste: placer l'Est et l'Ouest.

* Le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même donne un mouvement apparent aux étoiles, pour l'observateur terrestre. Sur l'écran, l'Est est à gauche, l'Ouest est à droite.

2 - Passer rapidement les photos n° 2 à n° 16 pour observer l'astre " errant "(étymologie) : la planète Mars.

3 - Passer la photo n° 18 (13. 01. 89) Jupiter dans le Taureau . Mars dans le Poisson .
Passer la photo n° 17 Conjonction Vénus Mars.

4 - Revenir à la photo n°1, placer un écran en carton blanc en prévoyant de pouvoir le faire tourner, reporter Aldébaran - M 45 (les Pléiades) les étoiles b et x. C'est le référentiel des étoiles fixes, **référentiel géocentrique**.

5 - Projeter les photos n° 2 à 10 : les groupes de 2 élèves différents se succèdent et reportent dans le repère, pour chaque photo, la position de Mars.

6 - Distribuer la feuille résultat n° 1

7 - Passer les photos n° 10 à 16 : les élèves repèrent Mars par rapport au document.

Commentaire : de 1 à 4 puis de 8 à 15 Mars " se déplace " d'Ouest en Est, dans le sens **direct**, de 4 à 8 Mars " se déplace " d'Est en Ouest dans le sens **rétrograde**

Conclusion de la première partie. Document: mouvement de Mars dans un repère géocentrique.

Deuxième partie : changement de référentiel.

Distribuer aux élèves le document 3 bis : trajectoires de la Terre et de Mars dans un **référentiel héliocentrique**, dans le plan de l'écliptique, vu du pôle nord solaire.

- Les élèves remarqueront que la trajectoire de Mars est elliptique, le soleil est un foyer.

- Les élèves disposent d'un papier calque, figurant le **référentiel géocentrique** : au milieu, tracer un système d'axes perpendiculaires figurant le repère, de centre T (la Terre).

- Les élèves déplacent le papier calque, en gardant les axes des deux repères parallèles, en plaçant T sur les positions numérotées de la Terre autour du Soleil. Ils relèvent les positions de Mars et du Soleil à la même date.

On voit se former la boucle de rétrogradation de Mars dans le référentiel géocentrique.

La différence avec le document n°1 est un effet de perspective **qu'il faut commenter**.

Remarque : les Pléiades sont un amas d'étoiles. Avec une bonne vue, on doit pouvoir en distinguer 7 ; dans la mythologie grecque ce sont les 7 filles d'Atlas, divinisées.

Corrigé des questions du compte rendu

PREMIERE PARTIE

La planète Mars est une source optique secondaire, elle diffuse la lumière reçue du Soleil, source primaire.

Pour se ramener à un observateur géocentrique, le photographe a utilisé un temps de pose assez court pour pouvoir s'abstraire du mouvement de rotation de la terre sur elle-même.

RÉSULTATS

Le référentiel **géocentrique** a un mouvement de **translation circulaire** par rapport au référentiel **héliocentrique**.

C'est dans la position 6 que Mars est plus proche de la Terre. On pourrait s'en rendre compte théoriquement par une différence d'éclat.

Lorsque la Terre est en position 13 l'observateur terrestre "voit" le Soleil, approximativement, sur fond du point γ la date est proche du 21 mars (équinoxe de printemps). La position 2 correspond à l'équinoxe d'automne vers le 23 septembre, six mois plus tôt.

La boucle du document obtenu sur papier calque appartient au plan de l'écliptique.

L'observateur terrestre n'appartient pas au plan de l'écliptique, la trajectoire lui apparaît en perspective.

Et la trajectoire de Mars n'est pas toute entière contenue dans ce plan.

A l'aide du logiciel de **J.P. Rosenstiehl** on s'aperçoit que toutes les boucles de rétrogradation n'ont pas le même aspect, elle peut apparaître plus moins ouverte.

Question aux collègues : est-ce que l'aspect de la courbe varie beaucoup avec la latitude de l'observateur terrestre ?

PREMIERE PARTIE

Observation d'une série de diapositives. Commentaire collectif. Tracé de la trajectoire dans un référentiel géocentrique.

Le document 1 reproduit, à l'échelle, dans un référentiel géocentrique, la trajectoire de la planète MARS telle qu'elle vient d'être relevée, sur le fond de la constellation du Taureau.

Questions

- Quel type de source optique est la planète Mars ?
- Placer les points cardinaux Est Ouest sur le document 1, en justifiant.
- En observant le sens de déplacement de MARS, on décompose la trajectoire en trois parties, numérotées dans l'ordre chronologique. Montrer qu'une partie est parcourue dans le sens rétrograde.
- En pratique l'observateur n'est pas au centre de la Terre. Quel procédé a été employé pour se ramener à un observateur géocentrique ?

DEUXIEME PARTIE

Objectif : reconstituer la trajectoire de Mars et du Soleil dans un référentiel géocentrique, connaissant les trajectoires de Mars et de la Terre dans un référentiel héliocentrique.

Le document 3 figure ces trajectoires de la Terre et de Mars autour du Soleil, sur le plan de l'écliptique.

Changement de référentiel:

- Tracer dans le référentiel héliocentrique, le repère d'axes S_x, S_y . L'axe S_x pointant dans la direction du point γ est déjà tracé, S_y normal à S_x .
- Au milieu d'une feuille de papier calque tracer le repère géocentrique correspondant, d'origine T. L'axe T_x pointe vers le point γ , T_y normal à T_x , et tracer le cercle des constellations zodiacales.
- Déplacer la feuille de papier calque en positionnant T sur les différentes positions 1 à 16 du repère géocentrique et en maintenant

les axes $T_x T_y$ parallèles aux axes $S_x S_y$.

Reporter sur le papier calque les positions successives de Mars et du Soleil (2 couleurs).

RÉSULTATS

Questions:

- Quel est le type de mouvement du référentiel géocentrique par rapport au référentiel héliocentrique ?
- En quelle position Mars est elle plus proche de la Terre ? Comment pourrait-on s'en apercevoir à l'observation ?
- Quelle est la date approximative lorsque la Terre est en position 13. Justifier. En déduire la date en position 2.
- Interpréter la différence d'aspect du document obtenu avec celui du document 1, en réfléchissant au point de vue

TRAVAIL DOCUMENTAIRE

- Quel est le mouvement apparent des astres, sur une journée, pour un observateur terrestre local ?
- Faire un schéma du mouvement apparent du Soleil, sous nos latitudes, au moment de l'équinoxe. Comment explique-t-on ce mouvement apparent ?
- Chercher les définitions du plan de l'écliptique, du Zodiaque, du point γ .
- Un observateur terrestre local observe que, d'un jour à l'autre, la lune se lève une heure plus tard (en première approximation). Montrer que cette observation est expliquée par le mouvement de la Lune d'Ouest en Est autour de la Terre dans le référentiel géocentrique. **C'est le sens direct en astronomie.**

TROISIÈME PARTIE

Utilisation du logiciel TERMARS .
Trouver la trajectoire de MARS par rapport à la terre en 1997.

Sur le fond de quelle constellation observe-t-on la rétrogradation ?