

LA PHYSIQUE DE LA RÉTROGRADATION DE MARS

- Objectifs:** → Comprendre que la nature du mouvement dépend du référentiel choisi,
→ Mettre en œuvre une démarche d'expérimentation utilisant des techniques d'enregistrement pour comprendre la nature des mouvements observés dans le système solaire.
→ Apprendre à utiliser un logiciel de traitement de vidéo,

Mars est la quatrième planète de notre Système Solaire, située entre la Terre et Jupiter. Elle mesure 6794 km de diamètre, sa masse est de 6,42 billions de tonnes et sa température moyenne au sol est de -63°C. Cette planète a deux satellites : Phobos et Deimos.

Mars parcourt une orbite autour du Soleil d'un rayon de 228 millions de kilomètres à une vitesse proche de 87 000 km/h. Nous allons étudier le mouvement de Mars et en percer le mystère...



I. ANALYSER : UN MOUVEMENT DÉCONCERTANT POUR LES TERRIENS...

Si on regarde le ciel nuit après nuit, à la même heure, on constate que les étoiles gardent une position fixe les unes par rapport aux autres. Ceci s'explique parce qu'elles sont très éloignées de la Terre (la plus proche, Proxima du Centaure est à $4,07 \cdot 10^{13}$ km = 4,3 a.l. de la Terre).

Seules les planètes ont un mouvement visible à l'œil nu de la Terre : « planète » signifie d'ailleurs en grec « astre errant ». Parmi ces planètes, il en est une qui a particulièrement intrigué les astronomes, pendant des millénaires : Mars.

Observée depuis la Terre, Mars traverse habituellement le ciel d'Ouest en Est. Mais à certains moments, la planète rouge semble revenir sur ses pas, puis retourner dans la direction initiale (voir Doc. 1).

Observation du mouvement de la planète Mars depuis la Terre à l'aide du logiciel Stellarium (notice jointe dans le document 1).

Sans sortir de la salle de classe, le logiciel Stellarium nous permet de simuler et de visualiser le ciel tel qu'on pourrait le voir depuis un endroit et à une date que l'on peut choisir.

- Lancer Stellarium et à l'aide du document 1, représenter le ciel de Paris du 1/11/2009 à 2h00.
- Visualiser les lignes des constellations, et afficher les noms (étiquettes) des constellations. Arrêter le temps et rechercher Mars (située devant la constellation du Cancer).
- Cliquer sur une des étoiles de la constellation du cancer. Sélectionner « centrer sur un objet sélectionné » pour que l'observation soit toujours dirigée vers la constellation du Cancer.
- Dans la fenêtre indiquant la date, cliquer pour modifier la date de jour en jour. Observer le trajet de Mars du 1/11/2009 au 30/05/2010.

1. Comment semble se déplacer Mars en novembre ?
2. Que se passe-t-il entre la mi-décembre 2009 et la mi-mars 2010 ?
3. Représentez schématiquement les positions successives de Mars vues de la Terre à cette période.
4. Expliquez pourquoi on parle de « rétrogradation » (ou « mouvement rétrograde ») pour décrire le phénomène étrange évoqué.
5. Si la planète Mars (et les planètes en général) était en orbite autour de la Terre comme on l'a longtemps cru, observerait-on la rétrogradation de Mars ?
6. Expliquer la signification du terme « héliocentrique » (document 2).

II. RÉALISER : OBSERVER LES POSITIONS DE MARS DANS DIFFÉRENTS RÉFÉRENTIELS

En étudiant la trajectoire de Mars dans deux référentiels différents, nous allons interpréter le mouvement apparent de cette planète dans le ciel terrestre.

Prendre connaissance du document 3 et visionner la vidéo intitulée « Terre-Mars ».

7. Quel est le référentiel dans lequel cette séquence est visualisée ? Décrire les trajectoires de Mars et de la Terre dans ce référentiel.

Représenter dans le compte-rendu les deux trajectoires.

Manipulation :

Nous allons utiliser le logiciel **Avistep** pour étudier la vidéo intitulée « Terre-Mars ».

Questions préliminaires sur les réglages du logiciel (utiliser le mode d'emploi) :

- a. Où doit-on placer l'origine des axes ?
- b. Quelle est l'échelle utilisée ?
- c. Combien de marques doit-on pointer à chaque image ? Lesquelles ?
- d. Jusqu'à quelle date doit-on relever les positions pour faire une étude complète du mouvement ?

À l'aide du logiciel **Avistep**, tracer les trajectoires suivantes :

- La trajectoire de la Terre par rapport au Soleil
- La trajectoire de Mars par rapport au Soleil
- La trajectoire de Mars telle qu'elle est vue depuis la Terre.

8. Décrire la trajectoire de Mars dans le référentiel géocentrique.

Représenter dans le compte-rendu cette trajectoire.

Est-ce cohérent avec l'observation du mouvement rétrograde décrit au paragraphe I ?

9. Si, au cours de son mouvement autour du Soleil, le centre de Mars restait aligné avec ceux du Soleil et de la Terre :

- que pourrait-on dire des périodes de révolution de la Terre et de Mars?
- quelle serait la nature de la trajectoire de Mars par rapport à la Terre ?

III. COMMUNIQUER : RÉDIGER UNE SYNTHÈSE

Résumer votre activité par quelques lignes en précisant :

- Ce que signifie mouvement de rétrogradation.
- à quoi ce mouvement est-il dû ?
- Comment peut-on expliquer les différences entre la réalité vue par un observateur terrestre telle qu'elle est représentée par le logiciel Stellarium et les observations faite dans la vidéo « Terre-Mars » ?

Document 1 : Présentation succincte de Stellarium

Ce logiciel répertorie de nombreux objets célestes de la galaxie. Il offre la possibilité de les observer depuis n'importe quelle position sur Terre ou même depuis d'autres planètes et ceci quelle que soit la date, dans le passé et dans le futur.

Deux menus sont situés dans Stellarium dans une barre horizontale et dans une barre verticale. Le passage du curseur de la souris au dessus de chaque icône permet d'afficher la fonction ainsi que le raccourci clavier correspondant.



Sur le menu horizontal affichage/masquage de :

- ligne des constellations (C)
- étiquette des constellations (V)
- dessin des constellations (R)
- grille équatoriale (E)
- grille azimutale (Z)
- sol (G)
- points cardinaux (Q)
- atmosphère (A)
- nébuleuses (N)
- nom des planètes (P)

mais aussi :

- inverser la monture équatoriale/azimutale (Ctrl +M)
- centrer sur un objet sélectionné (espace)
- mode nuit
- mode plein écran (F11)
- arrêter l'écoulement du temps (J)
- mettre le temps en écoulement normal (K)
- revenir à l'heure actuelle (8)
- accélérer l'écoulement du temps (L)
- quitter (Ctrl + Q)

Sur le menu vertical :

- fenêtre d'aide (F1)
- fenêtre de configuration (F2)
- fenêtre de recherche (F3)
- fenêtre de configuration du ciel et de la vision (F4)
- fenêtre date/heure (F5)
- fenêtre de positionnement (F6)

Document 2 : Évolution de la représentation du Système solaire au cours de l'Histoire...

Le premier système **héliocentrique** est dû au grec Aristarque de Samos (-310 à -230).

Ce système a toutefois été longtemps rejeté au profit du système **géocentrique**, et il faudra attendre Copernic (1473 à 1543) pour que l'affirmation que le Système solaire n'est pas centré sur la Terre soit à nouveau défendue ouvertement. En dépit de la condamnation de Galilée par l'Église (en 1633), les idées de Copernic n'ont pas totalement disparu dans les années qui ont suivi, mais il sera nécessaire d'attendre la fin du dix-septième siècle, voire le dix-huitième, selon les pays, pour que ces idées soient à nouveau largement acceptées par les scientifiques.

Document 3 : Comment décrire un mouvement ?

- Pour définir un mouvement, la première chose est de savoir **de quel objet** (ou point de cet objet) **on cherche à décrire le mouvement**. C'est ce qu'on appelle **définir le système**.
exemple : le centre d'une planète
- Il faut ensuite préciser par rapport à quoi on va décrire le mouvement, c'est définir le **référentiel**.
- Ensuite, on pointe les positions successives du système dans le référentiel, l'ensemble de ces points forme la **trajectoire** du système.