

AVEC NOS ELEVES

Rétrogradation de Mars et visibilité des planètes

Bernard Grauss - Francine Billard
Association d'Astronomie Eratosthène, Epernay
bernard.grauss@tiscali.fr

Résumé : L'ensemble a été réalisé en deux séquences de 1h30 avec des élèves de CM2. Après avoir observé le mouvement de rétrogradation de Mars à l'aide de diapos, les élèves ont essayé de retrouver ce mouvement à l'aide de rondes. La seconde séance a permis de retrouver les moments de visibilité des planètes. Ces expériences ont été faites à l'école élémentaire Marx Dormoy à Epernay (Marne), avec le concours de l'association d'astronomie Eratosthène (<http://perso.wanadoo.fr/ecole.dormoy/>)

Objectifs

Faire observer et faire comprendre le mouvement apparent rétrograde de Mars.

Prévoir les périodes de visibilité des planètes et leur phase à ces différentes époques.

"Prérequis"

A ce stade, les élèves ont déjà connaissance du système solaire ; ils connaissent les planètes et savent qu'elles tournent toutes, dans le même sens, autour du Soleil, dans des plans proches de l'écliptique (plan de révolution de la Terre autour du Soleil).

Calculs numériques, grandeurs proportionnelles, échelles.

Utilisation d'un compas, d'un rapporteur.

Intérêt du travail proposé

Montrer qu'un modèle est une représentation simplifiée de la réalité, et qu'un modèle est bon quand il est capable d'expliquer ce que l'on observe et permet de prévoir ce que l'on peut observer.

A/ Construction du modèle

Chaque élève dessine en bas d'une feuille A4 une partie du système solaire en utilisant les indications du tableau fourni, ci-dessous :

Distance moyenne Terre-Soleil = 1 ua
(diamètre de représentation = 5 cm)
Distance moyenne Vénus-Soleil = 0,7 ua
(diamètre de représentation = 3,5 cm)
Distance moyenne Mars-Soleil = 1,5 ua
(diamètre de représentation = 7,5 cm)

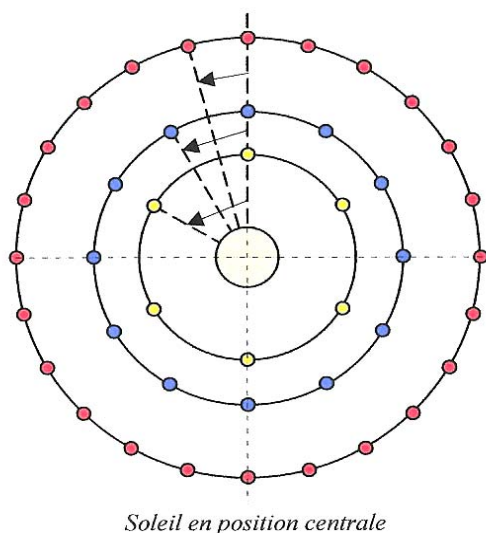
Période de révolution Vénus = 224 j
Période de révolution Terre = 365 j
Période de révolution Mars = 686 j

Déplacement mensuel de Vénus = $(360/224)30 = 48,21^\circ$ arrondi à 60° ⁽¹⁾
Déplacement mensuel de la Terre = $(360/365)30 = 29,58^\circ$ arrondi à 30°
Déplacement mensuel de Mars = $(360/686)30 = 15,74^\circ$ arrondi à 15°

(1) Ndlr : l'angle a été arrondi à 60° et non 50° pour simplifier

On peut remarquer que c'est bien un modèle que l'on construit puisqu'on admet que tous les astres sont dans le même plan, et que l'on utilise des valeurs approchées pour les longueurs et les angles.

Ce modèle sera ensuite tracé dans la cour avec une échelle 100 fois plus grande (mètre au lieu de centimètre).



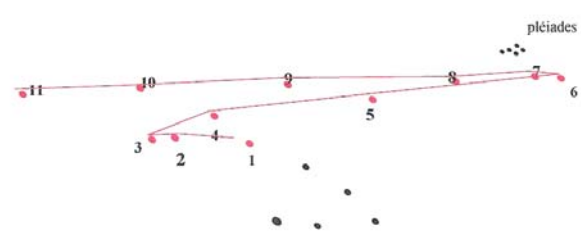
B/ Mouvement rétrograde de Mars

1. Visualisation du phénomène

Projeter les 11 diapos de la rétrogradation de Mars éditées par le CLEA.

Repérer sur un carton blanc les 11 positions de la planète par rapport à la constellation du Taureau.

Relier les points 1 à 11. Les élèves constatent le mouvement de va et vient de la planète.



2. Modélisation

Faire observer que toutes ces positions sont presque sur une même ligne droite que l'on trace. Les décalages par rapport à cette ligne droite sont dus au fait que Mars ne bouge pas exactement dans le plan de l'écliptique. Les positions observées sont réelles, le tracé de la droite correspond au modèle choisi : toutes les planètes dans le même plan.

3. Simulation du mouvement rétrograde

1/ Construire le modèle au sol, loin (environ 20 m) du mur qui sera le plan de projection des visées.

2/ Faire remarquer que plus la planète est proche du Soleil et plus elle circule vite sur son orbite. Ici on peut faire déplacer les enfants sur les 3 cercles, d'un « plot » mensuel à l'autre à chaque coup d'un gong. Tous les élèves pourront ainsi s'approprier le modèle.

3/ Expliquer le tracé de "la ronde des planètes" aux élèves.

Le fond du ciel étoilé est représenté par le bâtiment au fond de la cour.

La distance entre 2 points rouges représente le chemin parcouru par Mars en 1 mois.

La distance entre 2 points bleus représente le chemin parcouru par la Terre en 1 mois.

La distance entre 2 points jaunes représente le chemin parcouru par Vénus en 1 mois.

L'exercice consiste à placer un élève sur l'orbite de Mars et de la Terre, en commençant par M_1 et T_1 .

L'élève "Terre" devra situer l'élève "Mars" sur le fond de la cour.

Un élève muni d'un numéro 1 s'y placera.

"Terre" et "Mars" se déplaceront sur le point suivant, c'est à dire un mois plus tard, soit M_2 et T_2 .

Terre fera le même relevé qu'en position 1.

Un autre élève muni d'un numéro 2 s'y placera.

Le même exercice sera fait jusqu'à la position 7.

Ainsi 7 élèves, avec des numéros 1 à 7 seront en place devant le bâtiment.

On peut utiliser des groupes de 3 élèves faisant pour chaque mois, M, T et la projection avec le numéro.

On observe que la succession des numéros se fait en va et vient.

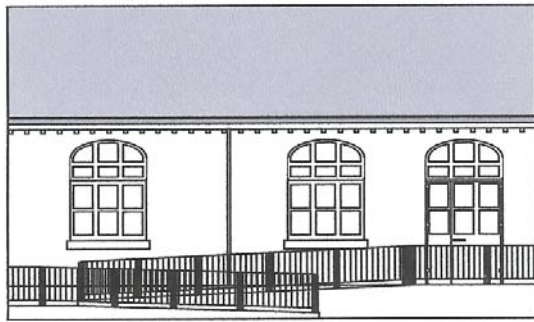
Attention, le dessin ci-après ne peut pas être juste puisque la distance est insuffisante entre le mur de l'école et le modèle au sol.

4/ Il sera demandé aux élèves d'en faire les relevés.

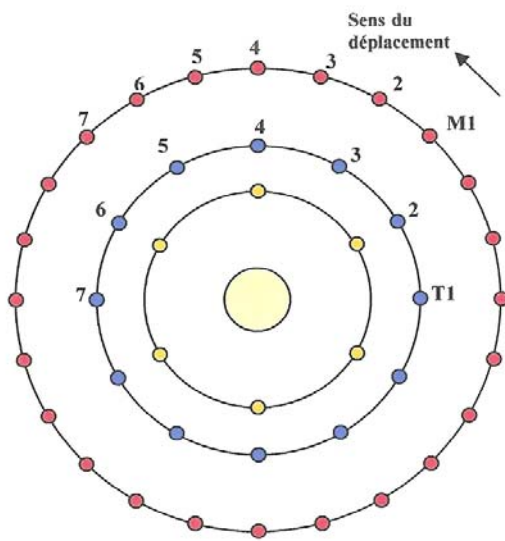
Ces différentes positions seront reportées sur des lignes A, B et C en mettant :

- sur la ligne A, les positions allant de droite vers la gauche,
- sur la ligne B celles qui vont de gauche à droite,
- sur la ligne C celles qui retournent de droite vers la gauche.

Puis, en joignant les points 1 à 7, on retrouvera un tracé ressemblant à celui de la trajectoire de Mars relevé à partir des diapositives.



7 3 2 4 6 5 1



C/ Visibilité des planètes

Le tracé de la ronde des planètes Vénus, Terre et Mars a été utilisé pour montrer que : les planètes intérieures (Vénus) ne sont visibles qu'en début et

fin de nuit et que leur aspect n'est pas « rond » : elles ont des phases.

les planètes extérieures (Mars) peuvent être visibles toute la nuit et sont « rondes ».

1/ Explications

Les planètes seront visibles s'il fait nuit. La succession du jour et de la nuit est due à la rotation de la Terre sur elle-même.

Les schémas ci-dessous permettent de voir comment cela se passe et seront reproductibles pour l'expérience que les enfants auront à mener.

Le point noir sur la Terre représente l'observateur, la ligne noire qui représente ses deux bras étendus, sépare ce qu'il voit devant lui de ce qu'il ne voit pas derrière lui (partie hachurée).

Pour l'observateur de l'hémisphère nord faisant face au Soleil, le bras droit indique l'Ouest et le bras gauche, l'Est.

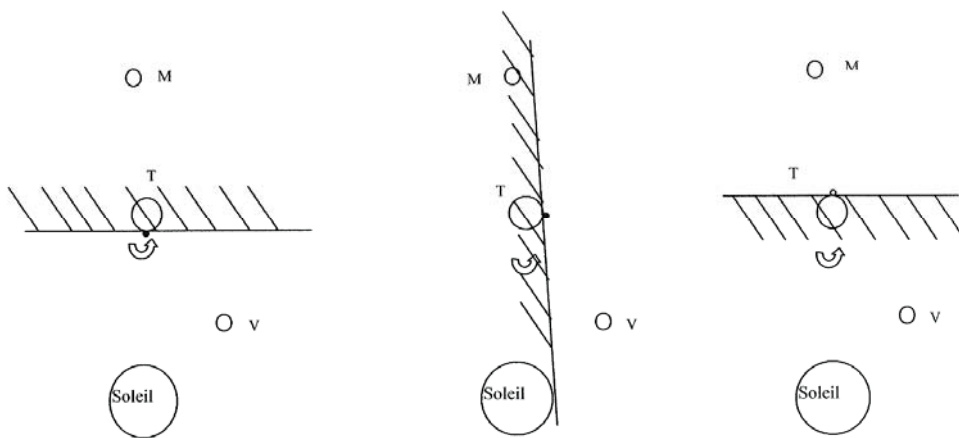
Sur le schéma ci-dessous (à gauche), il est midi pour l'observateur ; il ne peut pas voir Vénus, car il est ébloui par le Soleil.

Au cours de la journée, l'observateur va tourner avec la Terre dans le sens indiqué par la flèche.

A un moment (schéma du milieu) le Soleil va disparaître derrière la ligne noire : le Soleil se couche (à l'Ouest) et on peut voir Vénus sans être ébloui.

Un peu plus tard on pourra voir se lever Mars (à l'Est) et avec la position qu'on a choisie, on le verra durant toute la nuit.

Ce jour là, Vénus ne sera pas vue le matin, quand la Terre ayant encore tourné, le Soleil apparaîtra à nouveau (à l'Est) devant la ligne noire. (Vénus est soit astre du soir, soit astre du matin).



La partie hachurée figure la région sous l'horizon de l'observateur terrestre : à gauche, en pleine journée ; au milieu, le soir ; à droite, la nuit.

2/ Expérience menée

Trois élèves figureront les trois planètes: Vénus, Terre et Mars.

Placer un élève sur chaque point de départ représentant une planète.

Le départ se fera lorsque Vénus est dans la direction du Soleil (c'est à dire en conjonction avec le Soleil) et Mars à l'opposé par rapport à la Terre (c'est à dire en opposition).

Demander aux élèves simulant Vénus et Mars de toujours regarder le soleil (seule leur face sera éclairée, leur dos ainsi que leurs côtés seront dans l'ombre, donc non visibles de la Terre).

Faire tourner l'élève "Terre" dans le sens de rotation de la Terre (sens direct = inverse des aiguilles d'une montre) en étendant les bras et lui demander à quel moment de la nuit il voit Vénus et Mars et sous quel angle il les voit (de face, de profil ou de dos). En déduire quelle sera l'image de la planète (pleine, quartier...)

Faire une autre simulation avec d'autres élèves à la position Terre + "x" mois

Compléter le tableau donné au bas de la page.

Conclusion

Le modèle construit permet de vérifier ce que l'on observe et de prévoir les possibilités d'observation des planètes. Il reste à le vérifier par des séances d'observation. Remarquons que les astronomes ont fait, eux, un travail inverse. Ils ont d'abord observé et on ensuite construit un modèle. Il a paru normal à la très grande majorité des astronomes de l'Antiquité de mettre la Terre au milieu de leur modèle (modèle géocentrique) et ils ont construit, notamment Ptolémée, un système qui fonctionnait très bien. Mais au cours des siècles, les observations devenant de plus en plus précises, il a fallu introduire des modifications de plus en plus compliquées au système géocentrique.

Copernic et Galilée puis Kepler et Newton ont peu à peu pu convaincre la communauté scientifique qu'un modèle héliocentrique (le Soleil au centre) était plus vraisemblable tout en décrivant plus simplement le mouvement des planètes.

Placement des planètes	Vénus		Mars	
	Moment de visibilité	Image	Moment de visibilité	Image
<i>Au départ</i>	Invisible car devant le Soleil		Toute la nuit	
<i>1 mois plus tard</i>	Fin de nuit			
<i>3 mois plus tard</i>	Fin de nuit, début de matinée		.....
<i>6 mois plus tard</i>	.....	.....	Fin de soirée, début de nuit	
<i>9 mois plus tard</i>	.....	.....
<i>11 mois plus tard</i>	.....	.....
<i>12 mois plus tard</i>			Invisible, car derrière le Soleil	
<i>13 mois plus tard</i>			.....	.....
<i>20 mois plus tard</i>			.....	.....

Une maquette et plusieurs « boucles »

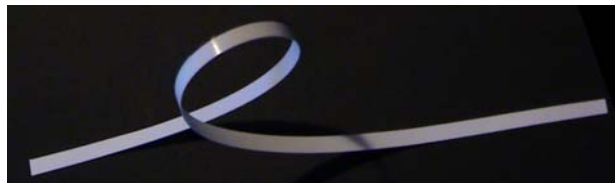
Afin de bien faire comprendre que la « boucle de rétrogradation » de la planète Mars peut prendre, selon les positions respectives de l'observateur terrestre et de l'orbite de Mars, de multiples apparences, tout en étant en fait presque toujours la même, un petit découpage sera d'une aide précieuse. On découpe une fine bande de papier que l'on colle sur un support noir, en lui faisant prendre la forme classique de la « boucle ».



Il suffit ensuite à l'observateur de se déplacer pour voir ses divers aspects...



Un « Z » - rétrogradation de 1990-91



Une boucle « vers le haut » - rétrogradation 1992-93



Un « S » - rétrogradation de 2001



Une boucle « vers le bas » - rétrogradation de 2003

Francis Berthomieu

Opération « Photographions la rétrogradation de Mars »

Nous invitons tous nos adhérents à participer à cette opération : lorsque l'occasion se présentera, prenez une photo du ciel : la planète Mars devra bien sûr y figurer !

Pour plus de détails, en particulier sur le plan technique, consultez également notre site, à la rubrique « opération Mars 2005 ».

Datez exactement la prise de vue et envoyez nous votre document.

Si c'est un document « papier », par courrier à l'adresse suivante :

Francis Berthomieu

Place de l'église

83111 AMPUS

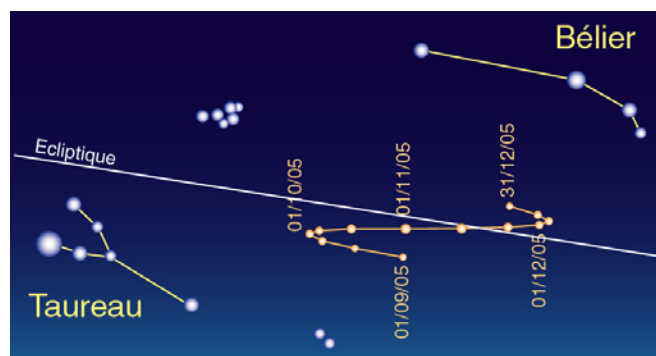
Si c'est une image numérique, envoyez là par mail à l'adresse suivante

berthomi@ac-nice.fr

L'ensemble des images recueillies sera mis en ligne sur notre site Internet : <http://www.ac-nice.fr/clea> et permettra la construction précise de la « boucle de rétrogradation de Mars pour 2005 ».

Erratum du CC109 page 23 :

Dans l'article sur les événements à observer en 2005, j'ai fait deux erreurs dans les dates. Il fallait lire 01/09/05, 01/10/05, **01/11/05**, **01/12/05** et 31/12/05. Désolé... Voici le dessin corrigé :



La rétrogradation de Mars à l'automne 2005 (dessin corrigé)