

ASTRONOMIE ET MECANIQUE EN 3^{ème}.

RELATIVITE DU MOUVEMENT - RETROGRADATION DE MARS.

Le déplacement des planètes peut être utilisé pour montrer la relativité du mouvement suivant le repère choisi.

Fiche élève:

NOM:

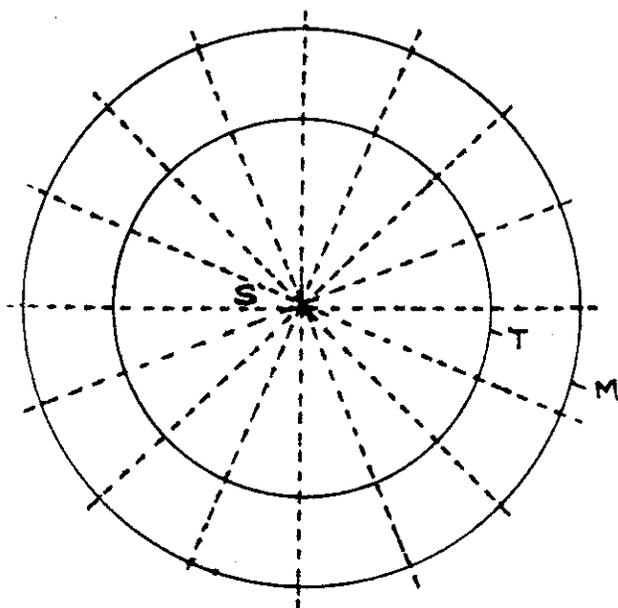
PRENOM:

CLASSE:

IMPORTANSE DU CHOIX DU REPERE

Exemple: déplacement des planètes. Les planètes Terre (T) et Mars (M) se déplacent autour du Soleil (S) sur des orbites qui sont pratiquement des cercles à l'échelle choisie: $1\text{cm} \hat{=} 6.10^7\text{km}$ (le rayon de l'orbite de Mars varie de 3,74 à 3,75 cm). Autour de S, ces planètes tournent dans le sens direct (sens inverse des aiguilles d'une montre, si on regarde le système solaire en étant placé au dessus du pôle Nord du Soleil).

	Distance moyenne au Soleil		Période de révolution en année
	en 10^6 km	en U.A.	
TERRE	149,6	1	1
MARS	227,9	$1,524 \approx 1,5$	$1,9 \approx 2$



Nous allons successivement rechercher:

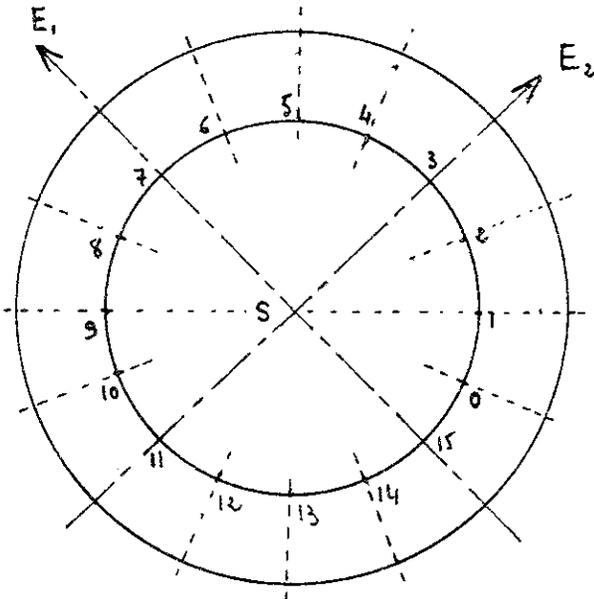
- 1) la nature du mouvement de la Terre en prenant le centre du Soleil comme origine du repère.
- 2) la nature du mouvement du Soleil en prenant le centre de la Terre comme origine du repère.
- 3) la nature du mouvement de Mars en prenant le centre du Soleil comme origine du repère.
- 4) la nature du mouvement de Mars en prenant le centre de la Terre comme origine du repère.

On choisit de repérer les positions de la Terre et de Mars, arbitrairement tous les $365/16$ jours (pointillés).

Choix du repère: l'origine étant le Soleil, nous allons choisir 2 axes \perp passant par 2 étoiles E_1 et E_2 très éloignées de S (≈ 100 al). Compte tenu des distances:

$$\left\{ \begin{array}{l} ST = 1 \text{ U.A.} \\ SE_1 \approx TE_1 \approx 100 \text{ al} \approx 6300000 \text{ U.A.} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{les axes } SE_1 \text{ et } TE_1 \text{ sont pratiquement parallèles.}$$

1) MOUVEMENT DE LA TERRE DANS UN REPERE LIE AU SOLEIL.

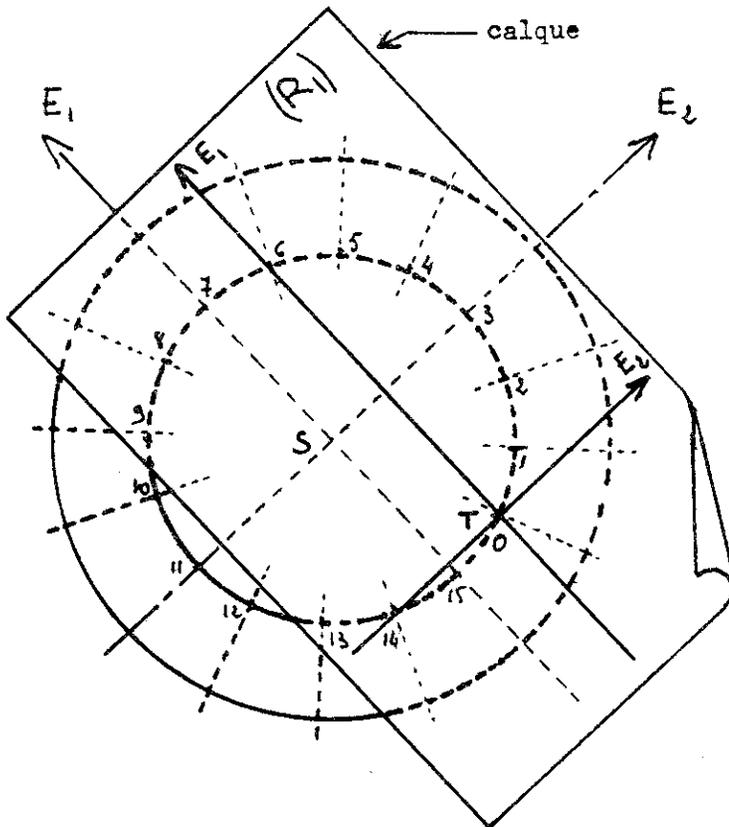


Sur la feuille tracer le repère centré sur le Soleil et passant par deux étoiles E_1 et E_2 .
Les positions successives de la Terre seront notées 0,1,2,...,15, à partir d'une origine quelconque.

QUEL EST LE MOUVEMENT DE LA TERRE DANS CE REPERE ?

Remarque: le temps qui sépare les passages en deux positions successives est d'environ $23j \simeq 365/16j$.

2) MOUVEMENT DU SOLEIL DANS UN REPERE LIE A LA TERRE.



Sur du papier calque (ou du papier pelure moins cher), tracer un repère R_1 semblable à celui tracé précédemment.

Mettre en coïncidence l'origine du repère R_1 avec la position 0 de la Terre et maintenir les axes TE_1 et SE_1 parallèles. Repérer alors la position du Soleil.

Faire la même chose pour toutes les positions de la Terre ($TE_1 // SE_1$).

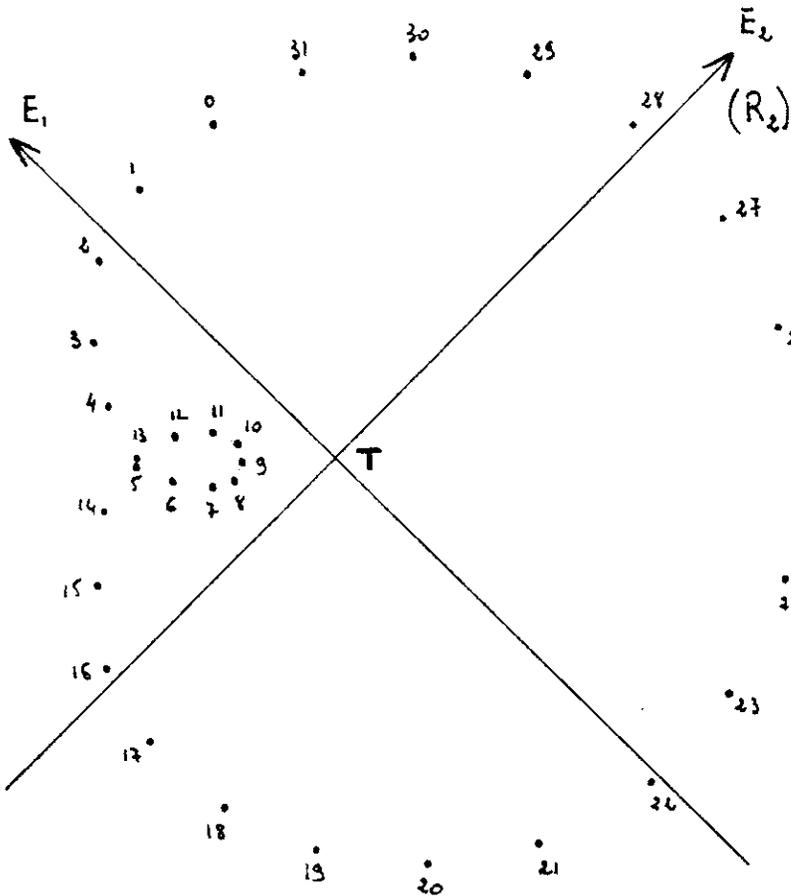
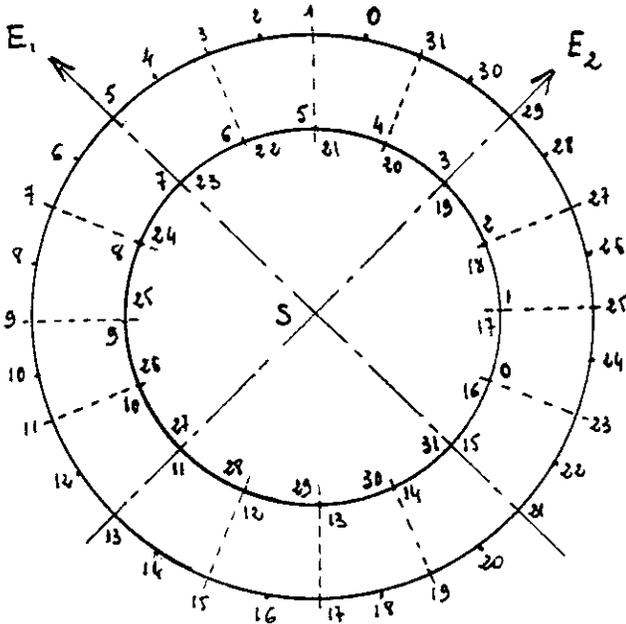
On obtient alors le déplacement du Soleil dans le repère R_1 .

Remarque: le Soleil se déplace sur un cercle identique à l'orbite de la Terre autour du Soleil. Le mouvement se fait dans le sens direct.

3) MOUVEMENT DE MARS DANS UN REPERE LIE AU SOLEIL.

Il suffit de refaire ce qui a été fait pour le mouvement de la Terre autour du Soleil, en numérotant les positions de Mars à partir d'une origine quelconque. Ne pas oublier de tenir compte du fait que Mars met 2 ans pour faire 1 tour. Elle tourne donc 2 fois plus lentement que la Terre.

4) MOUVEMENT DE MARS DANS UN REPERE LIE A LA TERRE.



Compléter la numérotation des positions de la Terre jusqu'à 31 (2 tours).

Sur une autre feuille de papier calque tracer un repère R_2 identique à R_1 .

Mettre en coïncidence l'origine de ce repère avec la position 0 de la Terre (maintenir $TE_1 // SE_1$).

Repérer Mars par sa position 0.

Passer ensuite à la position 1 de la Terre ($TE_1 // SE_1$) et repérer la position 1 de Mars.

Opérer de la même façon jusqu'à la position 31.

On obtient la courbe ci-dessous. Les élèves sont surpris par sa forme.

L'ensemble du travail des élèves doit être soutenu par l'utilisation du rétroprojecteur.

En projetant la courbe ci-contre sur le tableau, il est possible de suivre le mouvement de Mars depuis la Terre, sur

le fond des étoiles, à l'aide d'une règle (Terre-Mars).

En suivant les positions successives de Mars, on constate que de 0 à 7, elle se déplace dans le sens direct; de 7 à 11 en sens inverse (rétrograde), puis à nouveau dans le sens direct.

Dans ce repère lié à la Terre, Mars se déplace plus rapidement dans la zone 20 à 30 que dans la zone 3 à 15. En effet, les distances parcourues dans la première zone sont plus grandes, alors que les durées sont les mêmes (23j).

On peut également remarquer que la distance Terre-Mars varie notablement (1 à 5). Pour compléter cette étude, on peut projeter une série de diapos montrant le mouvement rétrograde de Mars. (Préparez vos appareils photographiques).

Cette année, je suis allé plus loin avec une classe, poussé par un élève qui, en regardant sa courbe, a posé la question suivante: "Mais alors Mars n'est pas toujours à la même distance du Soleil ?". Pour répondre à la question, il suffit de faire reporter sur la même feuille le mouvement du Soleil dans le même repère (§2). On vérifie alors l'égalité des distances $S_1M_1 = S_2M_2 = \dots = S_nM_n$

