

## TP-RELATIVITE DU MOUVEMENT

### Matériel :

Logiciel « paint » : démarrage-programme-accessoire-paint

Fichiers paint: « Xmars » –« marstheo » –« terremars » –« rapporteur » =paint-fichier-ouvrir....

Ce fichier texte sur le bureau

Le programme « mars.exe » dans la page « programme » permettra de visualiser le travail accompli.

### Introduction

Il s'agit de retrouver la trajectoire et le mouvement d'un astre (Mars) d'après les relevés de Képler et de mettre à profit les possibilités d'un logiciel livré avec Windows, donc commun, « paint ».

On peut dire que l'astronomie est née avec les lois de Newton ; ce serait néanmoins une injustice que de ne pas rendre hommages aux astrologues qui à travers l'étude du ciel et de ses présages ont livrés à la science des relevés astronomiques remarquablement précis pour l'époque.

Il faut avouer que, bien que ne disposant pas d'instruments de visée comme la lunette astronomique ils pouvaient réaliser des pointés à l'aide d'une simple barre rigide munie à ses extrémités de deux pointes de visée. Il suffisait qu'elle soit de grande dimension.

Du reste la lunette astronomique, en tant qu'instrument de visée d'astres lumineux, vaut surtout par sa longueur. Son grossissement permet simplement d'observer un plus grand nombre d'astre car elle joue le rôle de collecteur de lumière.

Pour ce qui est du relevé simultané des dates, la précision n'était pas requise puisqu'il s'agissait, dans le meilleurs des cas, de réaliser des pointés séparés d'une nuit.

Ces relevés étaient bien évidemment effectués dans le référentiel terrestre.

On doit à Képler d'avoir précisé ces pointés dans le référentiel héliocentrique et d'avoir ainsi énoncé ces trois lois.

Ces lois établies d'une façon empirique seront le point de départ de la théorie de l'attraction universelle de Newton.

La séance de TP proposée ici va nous permettre de saisir comment le mouvement est relatif, mais aussi et surtout, mettre en évidence comment un changement de référentiel rend le problème plus simple.

### Manipulation

Les relevés ont été réalisés dans le référentiel géocentrique comme il se doit pour éviter les interférences de la rotation diurne de la terre .

Le tableau de valeurs suivant donne les coordonnées polaires de l'astre : système de repérage bien mieux adapté au problème

La distance  $r$  est exprimée en unité astronomique

Les lignes  $\sin\theta$  et  $\cos\theta$  permettront de tracer des longueurs plus commodément qu'avec des rotations –Le logiciel utilisé ne permet pas d'effectuer des rotations en continu.

Remarque : on trouvera en fin de texte les rudiments d'utilisation de « paint »; les termes en italique renvoient à ce bref mode d'emploi.

$\theta$ degré	0	-6,43	-8,25	-4,94	2,02	11,34	22,11	33,92
R (UA)	0,520	0,558	0,656	0,792	0,946	1,107	1,270	1,430
$r\cos\theta$	0,520	0,554	0,649	0,789	0,945	1,085	1,177	1,187
$r\sin\theta$	0	-0,062	-0,094	-0,068	0,033	0,218	0,478	0,798
$\theta$	46,36	59,30	72,55	86,07	99,77	113,61	127,57	141,61
R	1,584	1,731	1,868	1,995	2,110	2,212	2,301	2,375
$r\cos\theta$	1,093	0,884	0,560	0,137	-0,358	-0,886	-1,403	-1,862

rsin $\theta$	1,146	1,488	1,782	1,990	2,079	2,027	1,824	1,475
---------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

### I-Tracé de la trajectoire dans le référentiel géocentrique

Démarrage/programme/accessoires/paint

*Fichier/ouvrir/Xmars* : le rapporteur est déjà en place

Les élèves sont invités à le renommer en remplaçant X par leur nom à

l'aide de la touche « enregistrer sous » dans le menu fichier

#### Mode opératoire :

Le premier point de la trajectoire est facile à placer avec *l'outil brosse* en noir.

Tracer le rayon correspondant à  $\theta = -6,43^\circ$  avec *l'outil ligne \*:

Le point à placer est à l'intersection de ce rayon et de la verticale d'abscisse 0,554 ou de l'horizontale d'ordonnée  $-0,062$ . Le marquer avec l'outil brosse.

Faire un peu de propreté avec *l'outil gomme* pour la suite.

Recommencer pour tous les rayons. **Ne pas oublier d'enregistrer après chaque point**.

Pour gagner du temps ne construire qu'un point sur deux.

Pour distinguer l'ordre des points les tracer dans les couleurs ordonnées de la barre de peinture

#### Contrôle :

Ouvrir le fichier « marstheorique »

Avec *l'outil sélection* sélectionner la courbe théorique et dans le menu *édition la copier*

Ouvrir à nouveau nommars et dans le menu édition appuyer sur la touche *coller*

*Faire glisser* vers les axes et contrôler la qualité du dessin par superposition de la courbe théorique : les élèves appellent le professeur pour le contrôle.

### II-Tracé de la trajectoire dans le référentiel héliocentrique

Ouvrir le fichier *terremars*

A l'aide de *l'outil sélection libre* sélectionner la trajectoire dans le référentiel géocentrique et la faire *glisser* pour mettre l'origine en coïncidence avec  $T_0$  : noter alors, sur une feuille, les coordonnées de  $M_0$ . Recommencer l'opération pour toutes les autres positions.

A l'aide de *l'outil brosse* inscrire les différents points obtenus.

#### Observations

Nature de la trajectoire dans le référentiel héliocentrique ?

Difficile :

Calculer la période en utilisant le fichier « rapporteur » et un tableau de proportionnalité

On devrait trouver 1,88 an

Remarque : il faudra donc savoir chercher le rapporteur, le copier, le coller .....etc et calculer

#### Addenda

Cliquer: appuyer un coup bref sur la touche gauche de la souris

Outil brosse :

Symbolisé par un pinceau dans colonne de gauche de « paint »

Cliquer sur la brosse et amener le pointeur de la souris sur l'écran de paint : un clic dépose alors un point de la taille précisée en bas de colonne. En cliquant sur les modèles observer les changements

Remarque : on peut changer de couleur en cliquant sur une case colorée

Outil ligne

Cliquer sur « \ »

Amener le curseur de la souris sur l'écran-cliquer sur le point de départ et laisser le bouton gauche enfoncé » en déplaçant la souris : relâcher arrivé à destination.

Remarque : on peut modifier la couleur et l'épaisseur du trait.

Outil gomme :

Evident à ce stade

Remarque : pour effacer de grandes zones utiliser l'outil sélection édition-effacer la sélection

Outil sélection : rectangle en pointillés

Après l'avoir sélectionné, amener le pointeur de la souris sur l'écran-maintenir la touche enfoncée et déplacer la souris-relacher : résultat explicite.

Dès lors, dans le menu « édition », on peut effacer ou copier ce qui revient à mettre en réserve dans un fichier spécial « presse papier ».

On peut aussi faire glisser selon une translation selon la procédure suivante :

Outil sélection libre : étoile en pointillés :

Même effet que précédemment mais permet de sélectionner une forme complexe en évitant d'empiéter sur d'autres zones de l'écran.

Glisser

L'objet étant sélectionné maintenir le bouton de gauche enfoncé et déplacer la souris – relacher à destination: résultat évident.

Remarque : on peut déplacer transparent ou opaque en sélectionnant une des deux cases colorées du bas de la colonne de gauche.