③

TP 8 MERCURE & JUPITER VS KEPLER

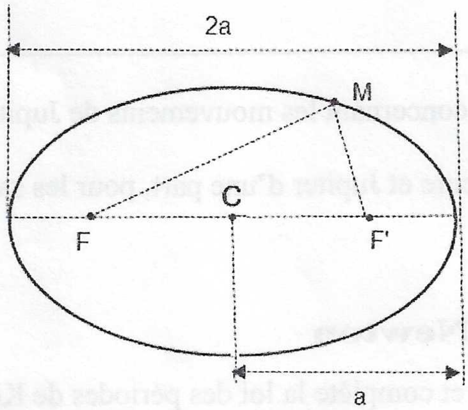
Johannes Kepler, au XVIème siècle, est celui qui va imposer la révolution héliocentrique du monde céleste par ses trois lois sur le mouvement des planètes autour du soleil. Vous allez confronter des données sur Mercure aux lois de Kepler.

1ère loi – Loi des orbites

Les planètes du système solaire décrivent des trajectoires elliptiques dont le Soleil occupe l'un des foyers.

1. Tracer la trajectoire de Mercure autour du Soleil à l'aide de Regressi : entrer les données « angle » et « distance r » puis utiliser les coordonnées polaires.
2. Montrer par des mesures sur la trajectoire imprimée que l'orbite de Mercure est bien une ellipse dont le Soleil occupe un foyer.

Document 1 – Définition d'une ellipse : Une ellipse est une figure géométrique définie par deux foyers F et F', un centre C et un demi grand-axe de longueur égal à a. Quelque soit le point M situé sur l'ellipse, la distance FM + F'M = 2a.



Document 2 – positions et vitesses de Mercure

Indice	Date	Angle (°)	Distance *r* U.A.	Vitesse *v* km.s^{-1}
1	1995,0720	0	0,3075	58,9
2	1995,0725	31	0,3150	57,8
3	1995,0730	60	0,3360	54,6
4	1995,0804	85	0,3630	50,9
5	1995,0809	106	0,3920	47,3
6	1995,0814	124	0,4180	44,2
7	1995,0819	140	0,4400	41,7
8	1995,0824	155	0,4550	40,1
9	1995,0829	169	0,4640	39,1
10	1995,0903	183	0,4670	38,8
11	1995,0908	197	0,4620	39,3
12	1995,0913	211	0,4500	40,6
13	1995,0918	227	0,4320	42,6
14	1995,0923	244	0,4080	45,4
15	1995,0928	263	0,3810	48,6
16	1995,1003	286	0,3520	52,4
17	1995,1008	312	0,3260	56,1
18	1995,1013	342	0,3100	58,6
19	1995,1018	13	0,3090	58,7

Remarque: 2013,1121 signifie le 21 novembre 2013

2éme loi – Loi des aires

Si S est le Soleil et M une position quelconque d'une planète, l'aire balayée par le segment [SM] entre deux positions C et D est égale à l'aire balayée par ce segment entre deux positions E et F si la durée qui sépare les positions C et D est égale à la durée qui sépare les positions E et F.

En considérant qu'il s'est écoulé le même temps entre les position d'indice 1 et 3, 8 et 10 , 13 et 15 puis en calculant les aires S_2, S_9, S_{14} de triangles bien choisis, vérifier la loi des aires. On peut compléter cette vérification d'un calcul d'incertitude.

Comme S = ½.b.h

alors $\frac{\Delta S}{S} = \frac{\Delta h}{h} + \frac{\Delta b}{b}$ avec $\Delta h = \Delta b = \Delta U_{\text{double lecture}} = 0{,}8$ mm si la graduation de la règle est 1 mm.

3éme loi – Loi des périodes

Le carré de la période de révolution T d'une planète (ou d'un satellite) est directement proportionnel au cube du demi-grand axe a de la trajectoire elliptique de la planète : $T^2 = k \times a^3$

1. Chercher sur Wikipedia des données concernant les mouvements de Jupiter et de ses des quatre principaux satellites.
2. Vérifier la loi des périodes pour Mercure et Jupiter d'une part, pour les satellites de Jupiter d'autre part.

Conclusion : l'apport de Newton

Newton, avec sa 2ième loi, (re)découvre et complète la loi des périodes de Kepler : $\frac{T^2}{a^3} = \frac{4 \times \pi^2}{G \times M}$ où G est la constante de gravitation universelle, $G = 6{,}67.10^{-11}$ S.I. et M la masse du corps central.

Démontrer la loi des périodes à partir de la 2ième loi de Newton dans le cas d'une orbite circulaire.

Comment est utilisée la loi des périodes ?