

# TP-Cours 8: Mouvement de Mercure et lois de Kepler



No comment...

Dans cette activité, on analysera le mouvement de Mercure autour du Soleil pour mettre en évidence les 3 lois de Kepler

## Etape 1 : Analyse graphique

Johannes Kepler est un astronome allemand qui est l'un des premiers à avoir étudié et confirmé l'hypothèse héliocentrique formulée par Copernic en 1543. En étudiant les trajectoires des planètes autour du Soleil supposé fixe, il met en évidence trois lois mathématiques qui constituent le fondement de l'étude du mouvement des planètes, et servent de support à Isaac Newton pour élaborer la théorie de la gravitation universelle.

**Contexte du sujet** : La trajectoire de Mercure a été suivie au cours du temps, tous les 15 jours, et représentée sur le document distribué par le professeur. Cette représentation permet-elle de valider les lois formulées par Kepler ? Quelles informations peut-on en tirer ?

- Montrer, en vous appuyant sur le document 1, que la 1<sup>ère</sup> loi de Kepler est vérifiée sur la trajectoire de Mercure distribuée par le professeur. (Conseil : en supposant que la trajectoire est une ellipse, placer sur le schéma le deuxième foyer f2)
- En utilisant une feuille de papier blanche comme papier calque, découper 4 surfaces balayées par le segment [SP] pendant une durée de 15 jours. Puis, montrer à l'aide de ces morceaux que la 2<sup>ème</sup> loi de Kepler est vérifiée.
- Déterminer la valeur de la période de révolution de Mercure et en déduire la valeur de la constante de la troisième loi de Kepler. Comparer à celle de la Terre. La 3<sup>ème</sup> loi de Kepler semble-t-elle vérifiée ?

## Etape 2 : Analyse numérique



La trajectoire d'une planète, dans le repère Oxy dont le Soleil est l'origine, peut être obtenue par ses coordonnées successives  $x$  et  $y$  au cours du temps : on parle de coordonnées cartésiennes. On peut également tracer cette trajectoire en connaissant la distance  $r$  entre la planète et le Soleil, et l'angle  $\theta$  formée par cette planète avec l'axe Ox : on parle de coordonnées polaires. Le document 2 vous donne les coordonnées polaires de Mercure

Sur Basthon, créer le programme suivant :

Ligne 1 à 3 : importer les modules math, numpy et matplotlib

Ligne 5 et 6 : créer deux tableaux  $r$  et  $\theta\_deg$  contenant les valeurs de la distance au Soleil et de l'angle données dans le document 2

Ligne 7 : créer un tableau vide nommé aire

Ligne 9 et 10 : Pour  $i$  allant de 0 à 19 (19 mesures dans le tableau), convertir les valeurs du tableau  $\theta\_deg$  en radian ( $*\pi/180$ )

Ligne 12 à 14 : Pour  $i$  allant de 0 à 18 (18 aires calculables), calculer l'aire balayée par la planète entre deux positions successives, insérer la valeur calculée dans le tableau aire

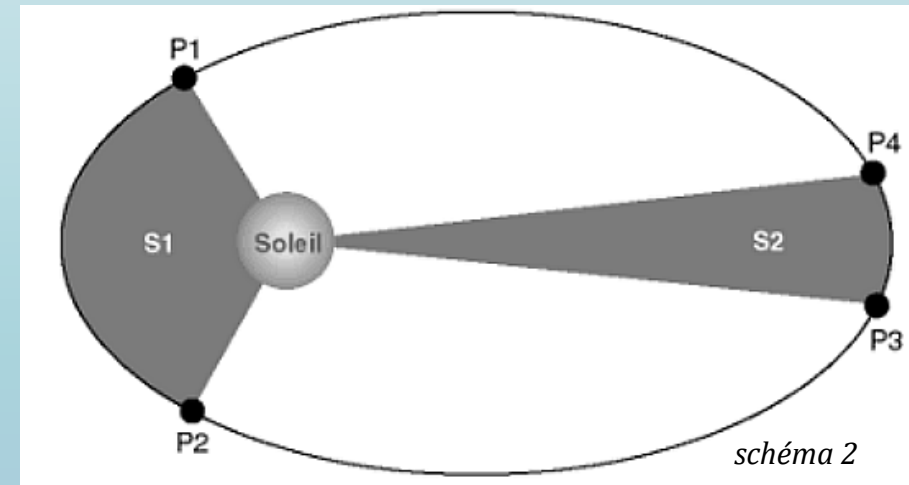
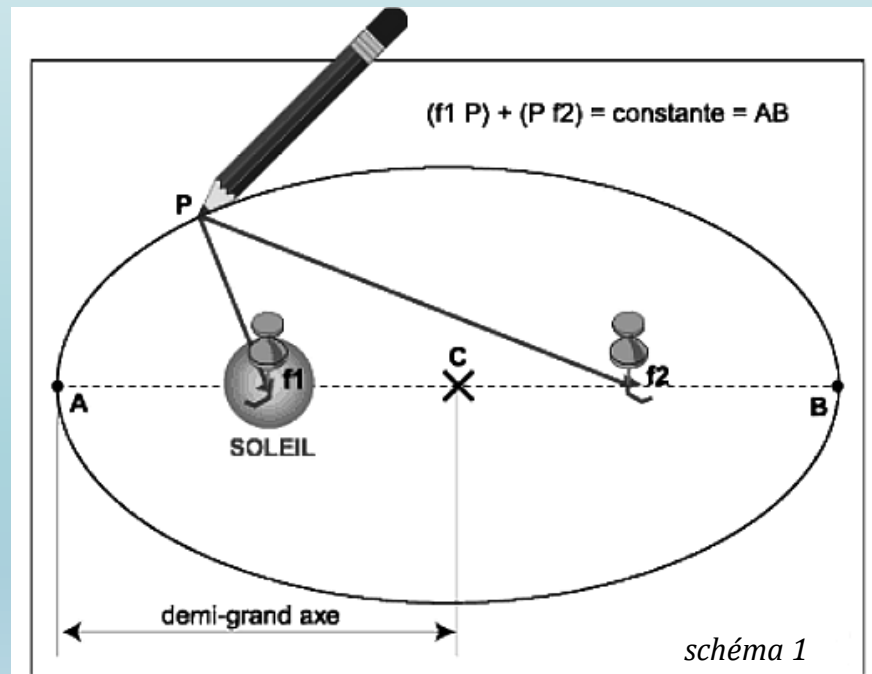
Ligne 16 et 17 : Calculer la moyenne des aires et l'écart-type

Lancer le programme et conclure

# Document 1 : Les trois lois de Kepler

- 1<sup>ère</sup> loi : Les trajectoires des planètes sont des ellipses dont le Soleil est un foyer (voir schéma 1).
- 2<sup>ème</sup> loi : Si S est le Soleil et P une planète, le segment [SP] balaie des aires égales pendant des durées égales (voir schéma 2)
- 3<sup>ème</sup> loi : Le carré de la période de révolution T d'une planète est proportionnel au cube du demi grand axe a de sa trajectoire elliptique :

$$\frac{T^2}{a^3} = \text{constante}$$



## Document 2 : Positions successives de Mercure

Indice	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jour	20	25	30	04	09	14	19	24	29	03
Mois	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9
Angle(°)	0	31	60	85	106	124	140	155	169	183
Dist Soleil (UA)	0,307	0,315	0,336	0,363	0,392	0,418	0,440	0,455	0,464	0,467
Vitesse (km.s <sup>-1</sup> )	58,9	57,8	54,6	50,9	47,3	44,2	41,7	40,1	39,1	38,8
Indice	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Jour	08	13	18	23	28	03	08	13	18	
Mois	9	9	9	9	9	10	10	10	10	
Angle(°)	197	211	227	244	263	286	312	342	13	
Dist Soleil (UA)	0,462	0,45	0,432	0,408	0,381	0,352	0,326	0,31	0,309	
Vitesse (km.s <sup>-1</sup> )	39,3	40,6	42,6	45,4	48,6	52,4	56,1	58,6	58,7	

*UA : unité astronomique. C'est la distance Terre-Soleil. (1UA = 1,50.10<sup>8</sup> km)*