

# C08 – TP : Les lois de Képler

## CONTEXTE DE LA SITUATION

Johannes Kepler est un physicien allemand célèbre pour avoir étudié l'hypothèse héliocentrique de Nicolas Copernic. Il s'est basé sur des données d'observation pour établir trois lois empiriques sur le mouvement des astres. Ces lois ont permis d'énormes progrès sur la prévision des mouvements astronomiques, et c'est toujours cette loi qu'on utilise pour estimer la masse de certains astres.

**Le but de cette séance est d'illustrer la deuxième et la troisième loi de Kepler par un langage de programmation Python, afin de retrouver de façon simulée la masse du Soleil.**

## INFORMATIONS MISES À DISPOSITION

### **Deuxième loi de Kepler : loi des aires**

Le segment [SP] qui relie le centre du Soleil à celui de la planète balaie des aires égales ( $\mathcal{A}_1 = \mathcal{A}_2$ ) pendant des durées égales ( $\Delta t_1 = \Delta t_2$ )

### **Aire d'un triangle quelconque**

Pour calculer l'aire balayée, on fait l'approximation que la surface est celle d'un triangle (Cela reste correct si les instants considérés sont proches). L'aire du triangle est calculée en utilisant le demi-périmètre :  $p = \frac{AF+BF+AB}{2}$

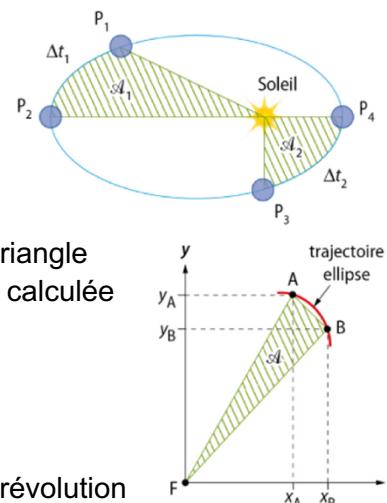
Et la formule de Héron telle que :  $\mathcal{A} = \sqrt{p(p - AF)(p - AB)(p - BF)}$

### **Troisième loi de Kepler : loi des périodes**

Pour toutes les planètes du système solaire, le rapport du carré de la période de révolution T d'une planète par le cube de la longueur a du demi-grand axe est égal à une même constante :

$$\frac{r^2}{a^3} = k = \frac{4\pi^2}{G \times M_S}$$

La constante k ne dépend que de la masse du Soleil  $M_S$ .



## TRAVAIL À EFFECTUER

- Sur le site, télécharger les programmes Python sur les lois de Képler : 2<sup>ème</sup> loi et 3<sup>ème</sup> loi (« C08\_TP\_Kepler\_2.py » et « C08\_TP\_Kepler\_3.py ») dans votre dossier personnel.

### **1. Étude de la 2<sup>ème</sup> loi de Képler**

- Sur le bureau, ouvrir *Autres raccourcis* puis *Pyzo général* puis ouvrir le fichier « C08\_TP\_Kepler\_2.py ».

#### **1.1. Programme à partir du commentaire # CALCUL DES AIRES # :**

- 1.1.1. Quelle est la durée choisie dans ce programme ? Comment le voit-on ?
  - 1.1.2. À l'aide du schéma des documents, identifier les grandeurs « long1 », « long2 » et « long3 » parmi les trois longueurs AF, BF et AB.
  - 1.1.3. Identifier les lignes permettant le calcul de l'aire par la formule de Héron.
- 1.2. Exécuter le programme. La 2<sup>ème</sup> loi de Képler est-elle vérifiée pour la Terre en orbite autour du Soleil ? Justifier.
  - 1.3. Dans le programme, modifier les dates t1, t2, t3 et t4 pour valider la 2<sup>ème</sup> loi de Kepler pour d'autres dates, et d'autres durées. La 2<sup>ème</sup> loi de Kepler est-elle valide pour les dates choisies ? Justifier.

### APPEL n°1

	<b>Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté</b>	
---	---	---

## 2. Étude de la 3<sup>ème</sup> loi de Képler et détermination de la masse du Soleil

- 2.1. En observant la relation de la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler, indiquer parmi les propositions suivantes celle correspondant à une fonction linéaire, et celle que l'on doit choisir. Justifier.

$$a = f(T) \quad (2) \quad T = f(a) \quad (3) \quad T^2 = f(a^3)$$

- 2.2. D'après la relation de la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler, exprimer  $M_S$  en fonction de  $k$ .

- Ouvrir le fichier « *C08\_TP\_Kepler\_3.py* »

- 2.3. À l'aide des données ci-dessous, compléter les données astronomiques de  $a$  et  $T$  pour les planètes du système solaire, **dans l'ordre**.

Données : Les planètes du système solaire

Planète	Mercure	Vénus	Terre	Mars	Jupiter	Saturne
Demi-grand axe $a$ (km)	$5,85 \cdot 10^7$	$1,08 \cdot 10^8$	$1,5 \cdot 10^8$	$2,28 \cdot 10^8$	$7,8 \cdot 10^8$	$1,428 \cdot 10^9$
Période de révolution $T$ (j)	87,9	224,7	365,25	687	4 331	10 751

- 2.3.1. Quels sont les rôles des lignes 36 et 40 ?

- 2.3.2. En s'aidant de la réponse 2.1., dans la partie # COORDONNÉES DU GRAPHIQUE #, compléter les lignes  $x[i]$  et  $y[i]$ .

### 2.4. Calcul de la masse du Soleil

- Exécuter le programme (On peut zoomer sur les premières planètes avec l'outil loupe en bas de la fenêtre graphique).

### APPEL n°2

	<b>Appeler le professeur pour lui présenter votre courbe ou en cas de difficulté</b>	
---	--	---

- 2.4.1. La 3<sup>ème</sup> loi de Kepler est-elle vérifiée ? Justifier.

- 2.4.2. À partir de la valeur du coefficient directeur trouvé, déterminer  $M_S$ , la masse du Soleil. La comparer avec la valeur théorique de  $1,989 \cdot 10^{30}$  kg.

### APPEL FACULTATIF

	<b>Appeler le professeur en cas de difficulté</b>	
---	---	---

À la fin de la séance, reprendre la grille d'auto-évaluation du début du chapitre pour la remplir.