

## Exercice Comète de Halley

La comète de Halley (désignation officielle 1P/Halley) est la plus connue de toutes les comètes. Sa distance au périhélie est de 0,59 unité astronomique et sa distance à l'aphélie est de 35,3 unités astronomiques.



On peut déduire de ces données les caractéristiques orbitales suivantes : vitesse au périhélie :  $54,5 \text{ km.s}^{-1}$ , vitesse à l'aphélie :  $910 \text{ m.s}^{-1}$ . La comète est le premier membre connu de la famille des comètes de Halley, famille qui regroupe les comètes périodiques dont la période est comprise entre 20 et 200 ans.

Le dernier passage de la comète au voisinage de la Terre remonte à l'hiver 1985/1986. La géométrie de son orbite indiquait qu'elle ne passerait pas très proche de la Terre et en plus son passage au périhélie le 09 février 1986 se faisait exactement de l'autre côté du Soleil. La comète était visible à l'œil nu dans le ciel du soir dans l'hémisphère Nord entre le 7 et le 14 janvier 1986, puis dans le ciel du matin dans l'hémisphère Sud entre le 17 et le 25 mars 1986.

Donnée :

Masse du Soleil :  $M_S = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$

Unité astronomique :  $1 \text{ u. a.} = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$



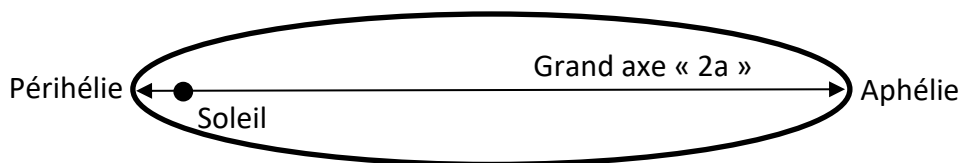
*Penshaw Monument - 10 janvier 1986 – UK  
(Gordon "Percival")*



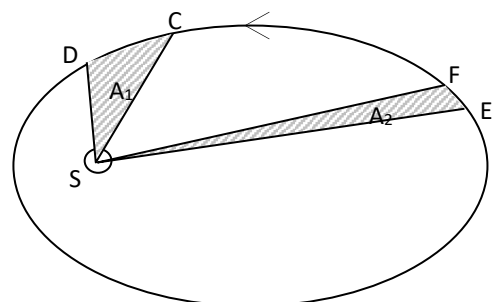
*Ile de Pâques - 8 mars 1986*

### Document 1 : Trajectoire de la comète

La trajectoire d'une comète est une ellipse. Le Soleil occupe un des foyers de l'ellipse.



- La 2<sup>ème</sup> loi de Képler énonce que le rayon SP (Soleil-comète) balaie des aires égales pendant des durées égales. Mathématiquement, si la comète parcourt les distances CD et EF pendant la même durée  $\Delta t$ , alors les aires  $A_1$  et  $A_2$  sont égales. Montrer que la vitesse de la comète est maximale à la périhélie et minimale à l'aphélie.



2. En utilisant le document 2, déterminer la vitesse de la Comète au périhélie. Comparer avec la valeur annoncée.

3. Montrer que la deuxième loi de Newton appliquée à la comète annonce :  $\vec{g}_S = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$  où  $\vec{g}_S$  est le champ de gravitation créé par le Soleil.

Donner les caractéristiques du vecteur  $\vec{g}_S$  à la distance  $d$  du Soleil (direction, sens, expression de l'intensité).

4. Montrer que la deuxième loi de Newton est bien vérifiée au points M de la trajectoire de la comète de Halley représentée dans le document 2.

Démarche :

- Construire le vecteur  $\overrightarrow{\Delta v_M} = \overrightarrow{v_{M+1}} - \overrightarrow{v_{M-1}}$

On prendra pour échelle des vitesses :  $1,0 \text{ cm} = 10000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- Déterminer en utilisant l'échelle, la valeur de  $\Delta v$ , puis calculer  $\frac{\Delta v}{\Delta t}$  en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

- Déterminer graphiquement la distance  $d$  entre la comète et le Soleil

- Calculer  $g_S$

- Comparer les caractéristiques de  $\vec{g}_S$  et  $\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$  et conclure

Lorsque le vecteur  $\overrightarrow{\Delta v}$  est en partie orienté dans le sens du mouvement, la comète accélère. Lorsque ce vecteur est orienté dans le sens inverse du mouvement, la comète décélère.

Le vecteur obtenu confirme-t-il les prévisions de la question 1 ?

5. Dans le cas d'une trajectoire elliptique (celle d'une comète autour du Soleil), la 3<sup>ème</sup> loi de Képler s'exprime mathématiquement comme suit :  $T^2 = \frac{4\pi^2}{G \cdot M_S} \cdot a^3$  où  $a$  est le demi-grand axe de l'ellipse  
Déterminer l'année du prochain passage de la comète aux alentours de la Terre.

6. On appelle traditionnellement Rois mages les visiteurs qui figurent dans un épisode de l'Évangile selon Matthieu, lesquels viennent « de l'Orient » guidés par une étoile pour rendre hommage « au roi des Juifs » et lui apporter à Bethléem des présents d'une grande richesse symbolique : or, myrrhe et encens.

Dans l'« Adoration des Mages », Giotto peint la comète de Halley au-dessus de la Crèche. Justifier ce choix de Giotto ?



Adoration des Rois mages  
Giotto, 1303-1306  
Eglise de l'Arena à Padoue

7. Tracer sur le document 2 la trajectoire de la Terre. On rappelle que la Terre se situe à 1 u.a. du Soleil.

En utilisant les informations du document, indiquer la position de la comète et de la Terre à la date du 10 janvier 1986 à laquelle la photo de l'introduction a été effectuée. Déterminer la distance à laquelle se trouvait la Comète de la Terre.

Préciser sur le schéma le sens de rotation de la Terre autour du Soleil, ainsi que le sens de rotation de la Terre sur elle-même.

## Document 2 : Passage de la comète de Halley au périhélie

Les axes du repère représenté sont gradués en mètres.

La position de la comète est représentée tous les 7 jours.

