

## La masse du Soleil

Infatigable compagnon de la Terre, le soleil n'a cessé de fasciner les hommes à travers les âges, de leur apporter sa lumière, sa chaleur. Les philosophes, les poètes, puis les scientifiques s'y sont intéressés pour connaître sa température, sa composition ... Ils ont fini par envoyer des satellites pour l'étudier (SOHO depuis 1995, cluster 2 depuis 2000 ...)

Mais pour connaître sa masse, il faudrait le peser ! Impossible bien-sûr. Malgré tout, cette masse est connue approximativement depuis 1687. Encore un coup de Newton, c'est sûr !

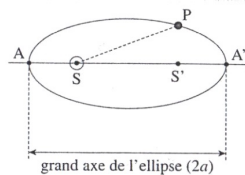


**Comment Newton, en s'appuyant sur les travaux de Kepler, a-t-il pu « peser » le Soleil ?**

### Les lois de Kepler

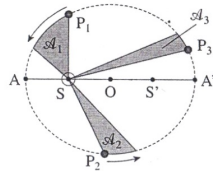
#### 1<sup>ère</sup> loi :

dans un référentiel héliocentrique, la trajectoire du centre d'une planète est une ellipse dont le centre du Soleil est l'un des foyers.



#### 2<sup>e</sup> loi :

Le rayon vecteur SP qui relie le centre de la planète au centre du Soleil balaie des aires égales pendant des temps égaux.



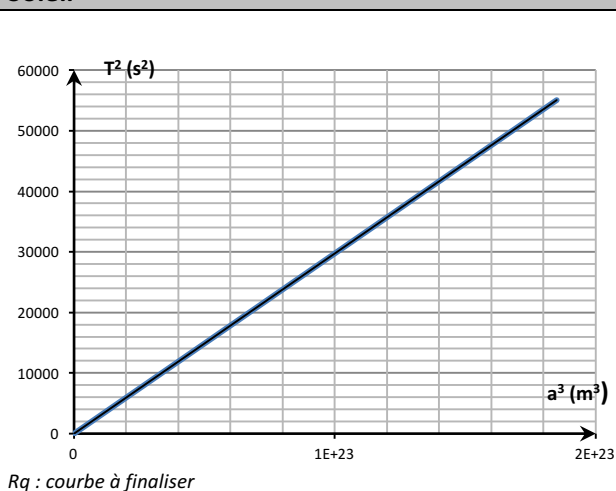
#### 3<sup>e</sup> loi :

Le rapport du carré de la période de révolution T d'une planète autour du Soleil au cube du demi-grand axe a de l'ellipse est constant :

$$T^2 = k \cdot a^3$$

Où k est une constante.

### Graphique traduisant la 3<sup>ème</sup> loi de Kepler appliquée au Soleil



### Données astronomiques

Constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Masse de la Terre :  $M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$

Rayon de la Terre :  $R_T = 6,37 \times 10^3 \text{ km}$

Distance moyenne Soleil-Terre :  $d = 150 \times 10^6 \text{ km}$

Rayon du Soleil :  $R_S = 6,96 \times 10^5 \text{ km}$

### Propriété de l'accélération d'un objet en mouvement circulaire uniforme

Dans le cas d'un mouvement circulaire uniforme.

Le vecteur accélération est dirigé vers le centre du cercle selon la « normale » à la trajectoire, sa valeur s'exprime en fonction de la vitesse de l'objet :

$$a_N = \frac{V^2}{R}$$

où R est le rayon du cercle.

Joker n° 1

Appliquer la deuxième loi de Newton  
Rechercher un lien entre poids et force  
d'attraction gravitationnelle

Joker n° 2

$$\overrightarrow{F_{A/B}}$$

Exprimer la force de gravitation universelle en fonction des masses des corps.

Joker n° 3

Comparer l'accélération trouvée à celle  
établie à partir des informations du  
document.

Joker n° 4

Etablir une relation entre la vitesse et la  
période du mouvement.

Joker n° 5

On finit par retrouver la troisième loi de

$$\text{Kepler : } T^2 = \frac{4\pi^2}{G.M_S} . a^3$$

Compétences de la démarche scientifique	Critères d'évaluation	Niveau atteint A B C D
S'approprier	Reformuler la question Identifier les lois utiles Schématiser	
Analyser	Identifier les grandeurs à déterminer et les grandeurs connues	
Réaliser	Etablir l'expression littérale permettant de calculer la grandeur recherchée. Présenter clairement le calculs	
Valider et communiquer	Porter un regard critique sur l'ordre de grandeur de la valeur obtenue	