

*Comètes que l'on craint à l'égal du tonnerre,
Cessez d'épouvanter les peuples de la Terre,
Dans une ellipse immense achevez votre cours,
Remontez, descendez près de l'astre des jours,
Lancez vos feux, volez, et revenant sans cesse,
Des mondes épuisés ranimez la vieillesse.*

Voltaire

« Écrits en 1738 par Voltaire à son amie la marquise du Châtelet, ces vers illustrent d'une façon remarquable une révolution capitale dans l'histoire de la compréhension des comètes par l'humanité. Jusque-là, ces astres au cours apparemment erratique, à l'apparition imprévisible, à l'aspect spectaculaire et rapidement changeant, étaient considérés avec crainte et superstition comme des présages néfastes et annonciateurs de grandes catastrophes. Mais au XVII^e siècle, on comprenait enfin, grâce notamment aux travaux de Johannes Kepler, d'Isaac Newton et d'Edmund Halley que le mouvement apparemment étrange des comètes sur la voûte céleste obéit en fait aux mêmes lois que le mouvement des planètes. (...) Dans le cas des comètes l'ellipse est simplement beaucoup plus allongée – plus excentrique – que celles qui sont parcourues par les planètes. »

(Le Grand Atlas Universalis de l'Astronomie)

Selon des annales chinoises, les premières observations de la comète de Halley datent d'au moins 240 av. J.C. Edmund Halley (1656 – 1743) ayant déterminé les orbites des 24 comètes les plus brillantes a observé que les orbites des comètes de 1531, 1607 et 1682 se ressemblaient : il en a tiré la conclusion qu'il s'agit de la même comète. Il a alors prédit le retour de cette comète pour 1758. La comète fut au rendez-vous en décembre 1758, vérifiant ainsi les lois de Kepler, mais Halley n'a pas vécu la confirmation de ses prédictions.

Données géométriques et astronomiques.

Une ellipse de foyers F_1 et F_2 est l'ensemble des points M d'un plan tels que $MF_1 + MF_2 = \text{constante} = 2a$ (où a est le demi grand axe de l'ellipse). Cette courbe fait partie avec le cercle, la parabole et l'hyperbole, de ce qu'on appelle les sections coniques.

Par rapport à F_1 , qui coïncide ici avec le centre S du Soleil, le point le plus proche porte le nom de périhélie P et le point le plus éloigné celui d'aphélie A . Pour la Terre on parle de périégée et d'apogée.

La trajectoire du centre de la Terre autour du Soleil est pratiquement un cercle dont le centre est le centre du Soleil.

La distance moyenne entre le centre de la Terre et le centre du Soleil vaut $D = 150 \times 10^6 \text{ km} = 1 \text{ u.a.}$ (unité astronomique)

Comète de Halley

-Périhélie : 0,59 u.a. (0,5845 à 0,5932)

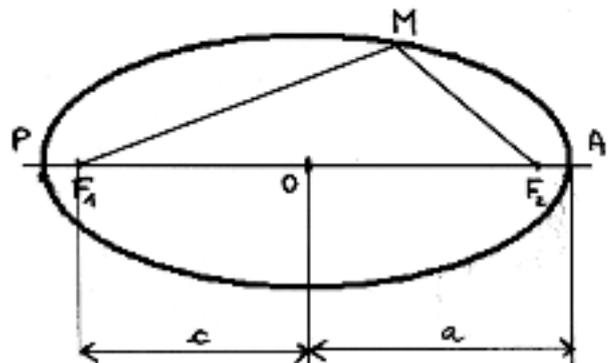
-Aphélie : 35 u.a.

-Excentricité : $e = c / a = 0,967$ (0,9666 à 0,9675)

-Période de révolution : $T = 76,1$ ans

-Diamètre du noyau : 10 km

-Inclinaison sur l'écliptique : $162,2^\circ$
(mouvement rétrograde)



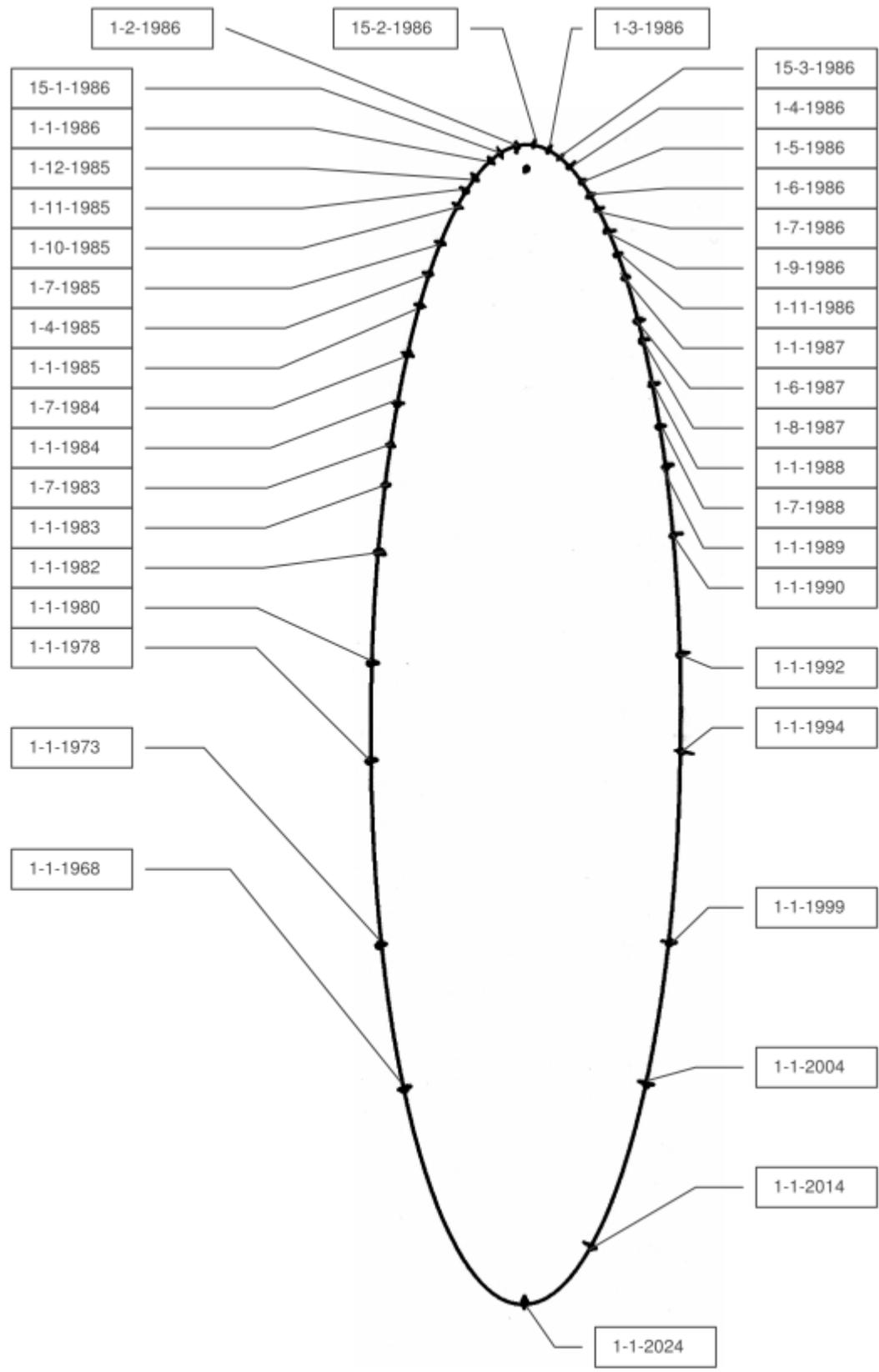
1. 1^{ère} Loi de Kepler (loi des orbites 1609):

1. Sur la reproduction de la trajectoire, tracer au mieux le grand axe et placer les 2 foyers. Mesurer le demi grand axe a . Donner le résultats en u.a. et en mètres.

2. En choisissant 3 dates, vérifier que les points correspondant appartiennent à une ellipse dont l'un des foyers est S, centre du Soleil.

3. Si les résultats des mesures sont concluants, énoncer la 1^{ère} loi de Kepler pour la comète de Halley.

éch : 1cm = 2 u.a.



2. 2^{ème} Loi de Kepler (loi des aires 1609) :

1. Rappeler la définition d'un mouvement uniforme. Le mouvement de la comète de Halley est-il uniforme ? Sans faire de calculs, déterminer dans quelles positions la vitesse de la comète est maximale ou minimale.
2. Construire 3 aires balayées pendant une même durée par le vecteur position reliant le centre du Soleil au centre de la comète.
3. Déterminer les valeurs de ces 3 aires.
4. Comparez ces valeurs et concluez.
5. Énoncer la 2^{ème} loi de Kepler.

3. Etude d'un mouvement circulaire uniforme

On peut considérer que le centre de Vénus a un mouvement circulaire uniforme dans un plan proche de celui de l'écliptique. Le plan de l'écliptique est le plan contenant le Soleil et la trajectoire de la Terre.

On donne, l'enregistrement de la trajectoire de Vénus :
Ouvrir le fichier venusvierge.xls

La durée τ séparant deux positions successives de Vénus est de 10 jours : $\tau = 10$ jours.

1. Quel est le référentiel d'étude du mouvement de Vénus ?
2. Calculer, en secondes, la valeur de τ .
3. Donner la valeur du rayon R pour chaque position : $R = \sqrt{X^2 + Y^2}$
4. Pourquoi le mouvement de Vénus est considéré comme circulaire ?
5. Calculer les composantes V_x et V_y de la vitesse.
6. Calculer la valeur de la vitesse. $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$
7. Pourquoi le mouvement de Vénus est considéré comme uniforme ?
8. Pour calculer la valeur de l'accélération, on utilise :
$$a = \frac{\Delta v}{2\tau}$$
9. Comparer cette valeur à $\frac{v^2}{R}$.
10. Dans quelle direction particulière est orientée le vecteur accélération ?

4. 3^{ème} Loi de Kepler.

1. Faire un bilan des forces pour la planète Vénus et appliquer la deuxième loi de Newton.
2. En supposant que la relation $a = \frac{v^2}{R}$ est encore valable, réécrire l'équation du mouvement.
3. Exprimer la vitesse en fonction du rayon et de la période.
4. Énoncer la 3^{ème} loi de Kepler pour une planète du Système Solaire ayant une trajectoire quasi-circulaire autour du Soleil.
5. A partir des valeurs relatives à la Terre, calculer la quantité $\frac{T^2}{a^3}$
Donner cette valeurs en année² / u.a.³ puis en s² / m³
6. Calculer la constante T^2 / a^3 dans les 2 unités précédentes pour la comète de Halley, sachant que sa période est de 76 ans.
7. La comète de Halley appartient-elle au Système Solaire ?
8. Énoncer la 3^{ème} loi de Kepler pour un corps céleste ayant une orbite elliptique.