

# Les lois de Kepler

Johannes Kepler (1571-1630) est un astronome germanique qui étudia le mouvement des planètes autour du Soleil, à l'aide des mesures très précises effectuées par Tycho Brahé, et faites sans instrument d'optique. Il énonça trois lois qui décrivent les orbites des planètes. Isaac Newton les démontra à l'aide de sa nouvelle théorie de la gravitation.

## La première loi de Kepler (1609)

« Les planètes du système solaire décrivent des trajectoires elliptiques, dont le Soleil occupe l'un des foyers. »

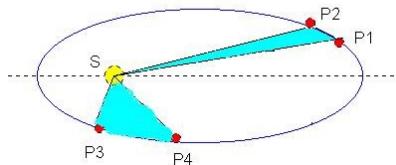
Depuis les grecs antiques, il était précisé que les trajectoires des astres étaient divines, donc sphériques. L'excentricité de ces ellipses dans le système solaire est très faible, ce qui fait que les trajectoires des planètes sont « presque » circulaires. Les excentricités les plus élevées sont celles de Mercure et de Mars. Ce sont les mesures des positions de cette dernière planète qui ont permis à Kepler d'énoncer et de valider ses lois.

## La deuxième loi de Kepler (1609)

« Le mouvement de chaque planète est tel que le segment de droite reliant le soleil et la planète balaye des aires égales pendant des durées égales. »

C'est la « loi des aires ». Les aires ici en bleu sont égales. Le chemin parcouru par la planète entre P1 et P2 est égal à celui parcouru entre P3 et P4.

La vitesse des planète est plus importante au plus près du Soleil.



## La troisième loi de Kepler (1618)

« Pour toutes les planètes, le rapport entre le carré de la période de révolution et le cube du demi grand-axe est constant. »

Si  $a$  est le demi grand-axe et  $P$  est la période de révolution, alors :

$$\frac{P^2}{a^3} = \text{Constante}$$

### Exemple :

Terre :  $P = 1$  an,  $a = 1$  ua\*. Le rapport vaut 1  
Jupiter :  $P = 11,86$  ans,  $a = 5,2$  ua\*. Le rapport vaut 1  
Saturne :  $P = 29,4$  ans,  $a = 9,5$  ua\*. Le rapport vaut 1

\*1 ua = 150 000 000 km = 1 unité astronomique

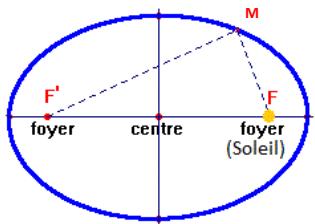
## Pour aller un peu plus loin...

L'astronomie à Maillet

Les lois de Kepler s'appliquent aux planètes, mais aussi à tous les autres astres qui tournent autour du Soleil, comme les astéroïdes, les planètes naines ou les comètes. Dans ce dernier cas, les orbites sont généralement très elliptiques (plus que pour les planètes).

L'ellipse est définie comme le lieu des points dont la somme des distances à deux points fixes appelés foyers est constante. Autrement dit, pour tout point M sur l'ellipse, la somme  $MF + MF'$  est constante.

Dans le système solaire, notre étoile occupe l'un des foyers. M est une planète. L'aplatissement de l'ellipse est ici exagérée.

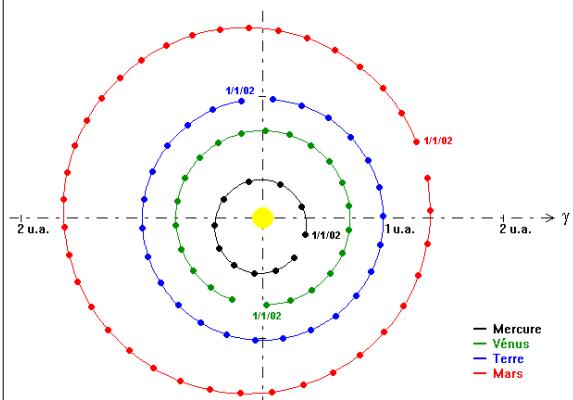
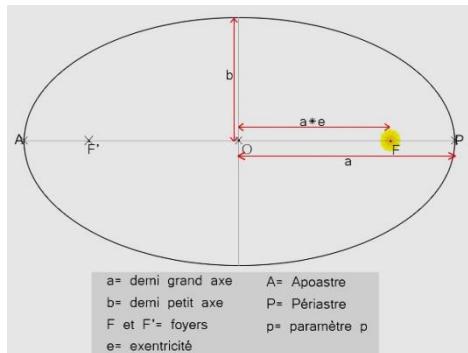


### Demi grand-axe et excentricité des planètes

Le demi grand-axe ( $a$ ) d'une planète est la distance qui sépare le centre de l'ellipse à son extrémité la plus éloignée.

L'excentricité est notée  $e$ .

La distance entre le centre de l'ellipse et un foyer est le produit de l'excentricité par le demi grand-axe ( $a \cdot e$ ).



Les excentricités de Mercure, de Mars et de la planète naine Pluton sont les plus élevées.

Mercure	$e = 0,205$
Vénus	$e = 0,0068$
Terre	$e = 0,0167$
Mars	$e = 0,0934$
Jupiter	$e = 0,0483$
Saturne	$e = 0,0541$
Uranus	$e = 0,0444$
Neptune	$e = 0,0086$
Pluton	$e = 0,249$