

Atelier Astro : "train spatial"

1 Comment peser étoiles et planètes ?

Cette question paraît insensée et pourtant il est possible d'y répondre en reproduisant la démarche scientifique de certains astronomes du début du 17e siècle.

Notre histoire commence avec Tycho Brahe (1546-1601) le dernier astronome pré-télescopique. Ce personnage haut en couleur (il perdit une partie de son nez dans un duel), intéressé par l'astronomie, l'alchimie ou encore l'astrologie, voua sa carrière à l'observation méticuleuse des étoiles. Le roi Frederic II lui offrit l'île de Hven sur laquelle il construisit le château-observatoire d'Uraniborg ("Palais des Cieux"). Celui-ci était doté des meilleurs instruments de visée à l'oeil nu comme le "quadrant mural", permettant à Tycho Brahe d'effectuer les observations les plus précises de l'époque.

Son disciple, Johannes Kepler (1571-1630) utilisa ces observations pour déduire 3 lois du mouvement planétaire.

- (1609) Les orbites planétaires sont des courbes planes, fermées de type elliptique dont le soleil occupe un des foyers.

A partir de cette première loi, nous allons mettre en évidence un phénomène observationnel, le mouvement rétrograde des planètes.

- (1609) Le rayon vecteur balaie des aires égales en des temps égaux.
- (1618) Le rapport a^3/P_{orb}^2 est identique pour toutes les planètes du système solaire.

Newton déduit des trois lois de Kepler la forme analytique de la force de gravitation universelle :

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

Le $\frac{1}{r^2}$ peut se déduire directement de la 3e loi de Kepler.

La constante de gravitation universelle (G) a, quant à elle, été mesurée par Henry Cavendish (1731-1810) à l'aide d'un pendule à torsion. Le principe est d'obtenir un système qui établit l'équilibre entre la force de torsion d'un fil et la force d'attraction gravitationnelle.

Afin d'intégrer le paramètre d'attraction gravitationnelle, on utilise, en plus du premier système de sphères, un second système, fixe et dont les masses des sphères sont beaucoup plus importantes que les premières. Ces dernières vont alors s'équilibrer en un point qui dépend de la force d'attraction gravitationnelle et de la force de rappel du pendule à torsion.

2 Exercices de calcul des masses

La 3e loi de Kepler,

$$\frac{a^3}{P_{orb}^2} = G \frac{Mm}{4\pi^2}$$

permet de calculer la masse de certains objets. Nous calculeront celle du soleil, de Jupiter ou encore le rapport de la masse de la Terre et de celle de la Lune.