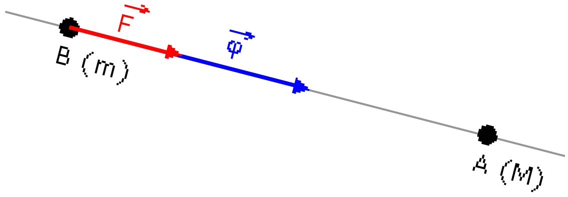
Mouvement dans un champ de gravitation

I. Force et champ de gravitation

D'après la loi de Newton, deux corps A et B, de masses respectives M et m sont soumis à des forces gravitationnelles attractives tels que :

$$\overrightarrow{F_{A/B}} = -\overrightarrow{F_{B/A}} = -G \times \frac{M \times m}{d_{AB}^2} \times \overrightarrow{u_{AB}}$$



La masse M, placée en A, crée en son voisinage un champ de gravitation $\vec{\varphi}$. La masse m, placée en B, est dans le champ de gravitation $\vec{\varphi}$ créé par la masse M. Cette masse m est soumise à une force $\vec{F}_{A/B} = m . \overrightarrow{\varphi_A}$.

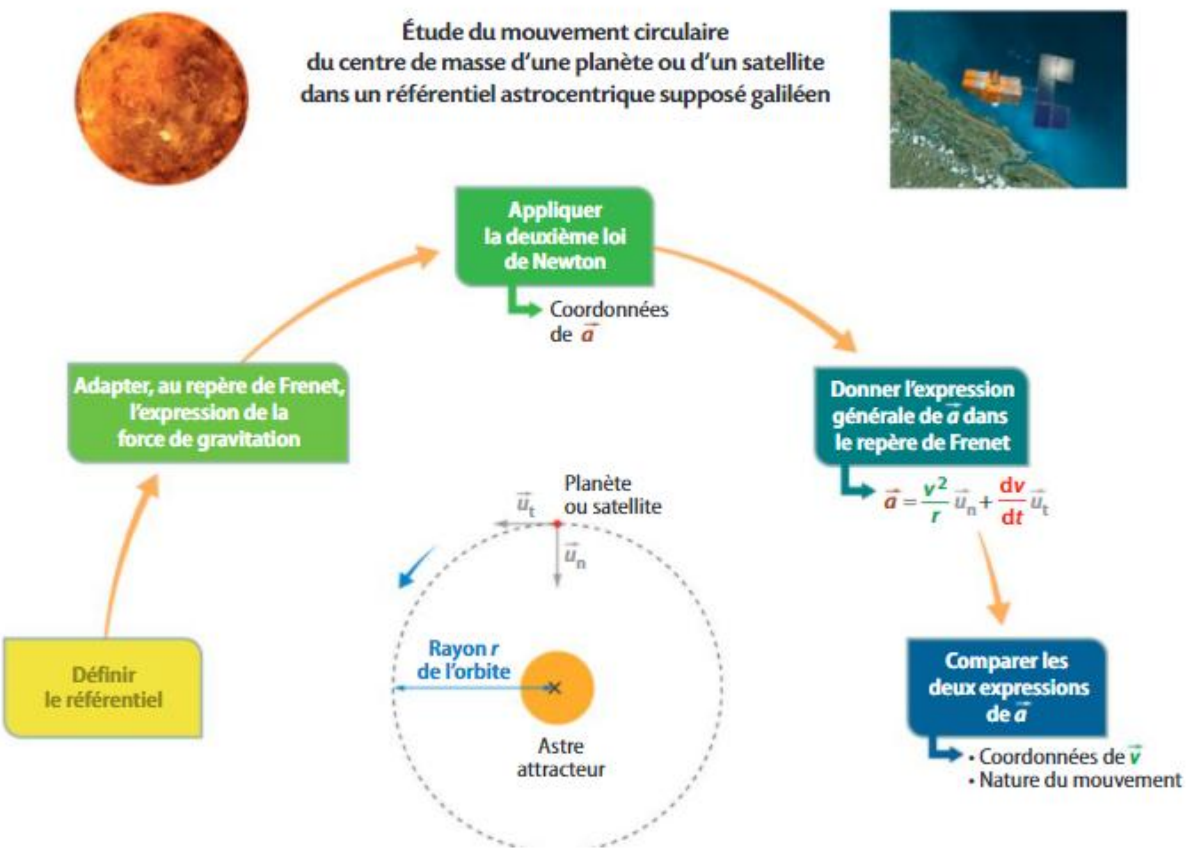
Remarque (pour prendre du recul):

La valeur du champ de gravitation φ n'est rien d'autre que $\varphi = G\frac{M}{d^2}$.

Le champ de gravitation est donc un champ vectoriel.
On représente le champ de gravitation en un point A de l'espace par un vecteur champ de gravitation $\vec{\varphi}$ tel que:

- Son origine est le point A.
- Sa direction est la même que celle de la force de gravitation $\vec{F}$.
- Les sens de $\vec{\varphi}$ et $\vec{F}$ sont les mêmes.
- La valeur de $\vec{\varphi}$ est donnée par $\varphi = \frac{F}{m}$ avec F en N, m en kg, φ en N .kg $^{-1}$ (ou en m/s ^{2})

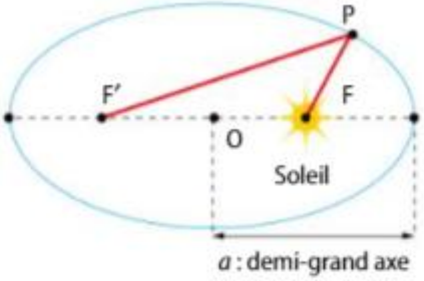
II. Mouvement des satellites et des planètes



III. Les lois de Kepler

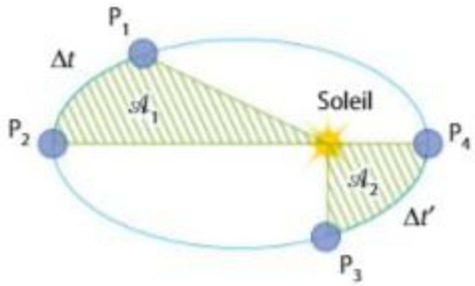
- 1re loi : loi des orbites (1609)

Chaque planète décrit une ellipse dont le centre du Soleil est l'un des foyers.



- 2eme loi : loi des aires (1609)

Le segment reliant le centre de masse du Soleil à celui de la planète balaye des surfaces égales pendant des durées égales. La valeur de la vitesse d'une planète le long de sa trajectoire elliptique autour du Soleil n'est pas constante. Elle est maximale lorsque la planète est au plus proche du Soleil.



- 3eme loi : loi des périodes (1618)

Le carré de la période de révolution T d'une planète est proportionnel au cube du demi-grand axe a de sa trajectoire elliptique : $\frac{T^2}{a^3}$ = Constante

Les trois lois de Kepler permettent d'étudier le **mouvement d'un corps autour d'un astre attracteur**.

L'application de la deuxième loi de Newton, dans le référentiel astrocentrique auquel est associé le repère de Frenet, permet de retrouver la troisième loi de Kepler dans le cas d'un mouvement circulaire et uniforme :

Expression de T, période de révolution : $T = \frac{2\pi \times r}{v}$

→ Remplacement de v par son expression établie à l'aide de la deuxième loi de Newton

→ Réarrangement de l'expression de T : $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{G \times M} = \textbf{constante}$

Troisième loi de Kepler dans le cas d'un mouvement circulaire