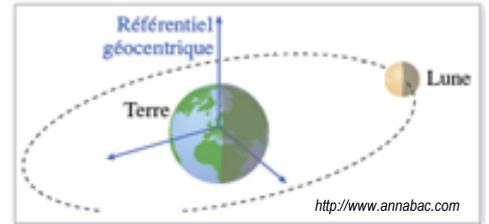




# Univers 06 La gravitation universelle

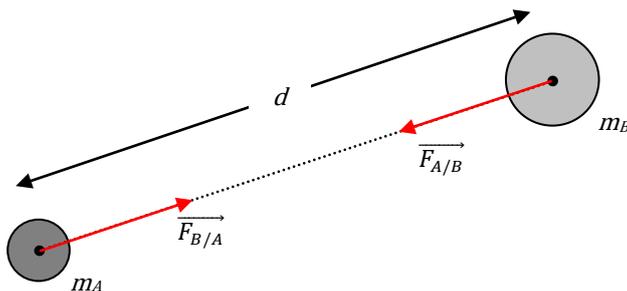
## Introduction : à propos du mouvement de la Lune

Dans le référentiel géocentrique, la Lune décrit approximativement une trajectoire circulaire à vitesse quasi constante. Pourquoi reste-t-elle en orbite autour de la Terre ?



## 1. L'interaction gravitationnelle

L'étude du mouvement de la Lune a conduit **Newton** à énoncer la loi de gravitation universelle (1687) : Cette loi stipule que deux corps sphériques et homogènes, exercent l'un sur l'autre des forces attractives de même valeur. Cela peut être représenté de la manière suivante :

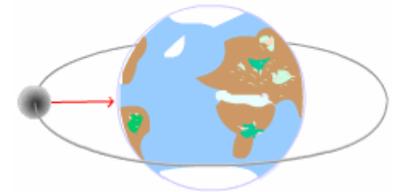


$$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B} \text{ et } F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \quad \text{avec } \begin{cases} m \text{ en kg} \\ d \text{ en m} \\ F \text{ en N} \end{cases}$$

Ces forces ont donc même direction, des sens opposés, même intensité mais des points d'application différents.

G est la constante de gravitation universelle,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{kg}^{-2} \cdot \text{m}^2$

Application : calculer la force attractive exercée par la terre sur la Lune.  
On donne :  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  ;  $m_L = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$  et  $d_{TL} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$



<http://www.web-sciences.com>

## 2. La pesanteur

### a) Origine du poids d'un corps sur la Terre

Appliquons la loi de Newton à un corps de masse  $m$  placé au voisinage de la Terre (altitude  $z$ ). Ce corps est soumis à une force attractive, dirigée vers le centre de la Terre, de valeur

$$F = G \times \frac{m \times M_T}{d^2} = G \times \frac{m \times M_T}{(R_T + z)^2}$$

Depuis la classe de troisième, nous savons qu'un corps de masse  $m$  placé au voisinage de la Terre subit une force verticale descendante appelée poids du corps, dont la valeur, proportionnelle à la masse du corps, est donnée par :  $P = m \times g$ , où  $g$  est la valeur de l'intensité de pesanteur.

**On considère, en première approximation, que le poids du corps est égal à la force attractive qu'exerce sur lui la Terre.**

On peut alors écrire :  $P = F$

$$m \times g = G \times \frac{m \times M_T}{(R_T + z)^2} \text{ ou encore : } m \times g = m \times G \times \frac{M_T}{(R_T + z)^2}$$

En divisant par  $m$  chaque membre de l'égalité, on peut obtenir la valeur de la pesanteur à une altitude  $z$  au voisinage de la Terre :

$$g = G \times \frac{M_T}{(R_T + z)^2} \quad g \text{ s'exprimant en } \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}.$$

### **b) Variations de pesanteur à la surface de la Terre**

A la surface de la terre (altitude  $z = 0$ ), en considérant la valeur moyenne du rayon de la Terre ( $R_T = 6380 \text{ km}$ ), on calcule la valeur de  $g$ .

L'expression mathématique montre que la valeur de  $g$  varie :

- ✓ avec l'altitude  
(variation très faible si  $z$  est négligeable devant  $R_T$  ce qui est très souvent le cas)
- ✓ avec la latitude  
(la Terre n'étant pas tout à fait sphérique,  $g$  est légèrement plus faible à l'équateur qu'aux pôles).

Cependant, compte tenu que ces variations sont souvent très faibles, il est fréquent de considérer que  $g$  est une constante au voisinage immédiat de la Terre, et l'on retient alors la valeur  $g = 9,80 \text{ N.kg}^{-1}$ .

### **c) Poids d'un corps sur la Lune**

Le poids d'un corps de masse  $m$  sur la Lune est dû, comme sur la Terre, à l'interaction gravitationnelle.

On peut donc écrire  $P_L = m \times g_L$

L'intensité de pesanteur lunaire peut être calculée par :  $g_L = G \times \frac{M_L}{R_L^2}$

$$g_L = 1,62 \text{ N.kg}^{-1} \quad \text{soit} \quad g_L \approx \frac{1}{6} g_T$$

On peut donc en conclure que le poids d'un corps sur la Lune est environ 6 fois plus faible que sur la Terre...

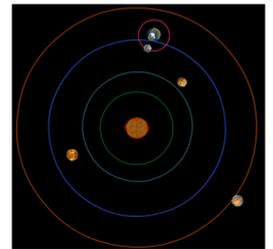
**La masse, quant à elle, reste la même !**

### **3. Mouvement d'un objet soumis à aucune force.**

#### **a) Que se passerait-il si le Soleil disparaissait brutalement ?**

Si la force de gravitation exercée par la Terre sur la Lune n'existait pas, quelle serait le mouvement de la Lune dans l'espace ?

On peut simuler : voir l'animation « [Système solaire et principe d'inertie](#) ».



#### **b) Principe d'inertie**

Si la Lune reste en orbite autour de la Terre, c'est grâce à la force gravitationnelle exercée par la Terre est constamment perpendiculaire à la direction du mouvement de la Lune.

Le mouvement de la Lune change donc à chaque instant de direction, la force incurve la trajectoire qu'elle aurait si aucune force n'était exercée.

Une force modifie le mouvement d'un objet mais n'est pas nécessaire pour entretenir un mouvement.

D'après le principe d'inertie, un objet en mouvement soumis à aucune force ne peut donc avoir qu'un mouvement rectiligne uniforme dans un référentiel tel que les référentiels héliocentrique ou géocentrique.

Galilée puis Newton ont formulé ce principe qui est repris dans le thème Sport.