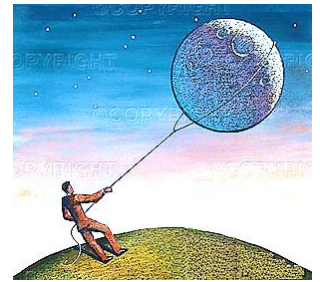


# LA FORCE GRAVITATIONNELLE

En 1687, Newton élaborera une théorie universelle qui permit d'expliquer à la fois le mouvement d'une pomme tombant sur Terre, mais aussi de la Lune autour de la Terre et de toutes les planètes autour du Soleil.



L'objectif de cette activité est de comprendre l'origine de la force gravitationnelle et d'apprendre à la représenter pour prévoir le mouvement des astres ...

## 1) Pourquoi la Lune tourne-t-elle autour de la Terre ?



C'est Newton qui trouva le premier la réponse à cette question grâce à sa théorie de la gravitation universelle.

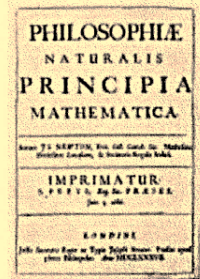
La légende raconte que par un beau soir d'automne 1665, alors qu'il était dans un verger en train d'observer la Lune, une pomme lui tomba sur la tête. Il eu alors l'idée d'étendre l'action de la pesanteur à la Lune et d'en chercher les effets sur son mouvement ...

Bien évidemment Newton n'eut pas, malgré son génie, une soudaine révélation. Comme il l'a dit lui-même, son oeuvre repose "sur les épaules des géants" qui l'ont précédé (Copernic, Kepler, Galilée...) et est le fruit d'années de travail de mesures, de calculs et de réflexions. Newton a publié ses travaux dans un ouvrage nommé « Principes mathématiques de la philosophie naturelle » dont voici quelques extraits :

« La lune gravite vers la Terre et, par la force de gravité, est continuellement retirée de son mouvement rectiligne » [...]

« La force qui retient la Lune dans son orbite tend vers la Terre et est en raison réciproque du carré de la distance des lieux de la Lune au centre de la Terre » [...]

« La gravité appartient à tous les corps et est proportionnelle à la quantité de matière que chaque corps contient » [...]



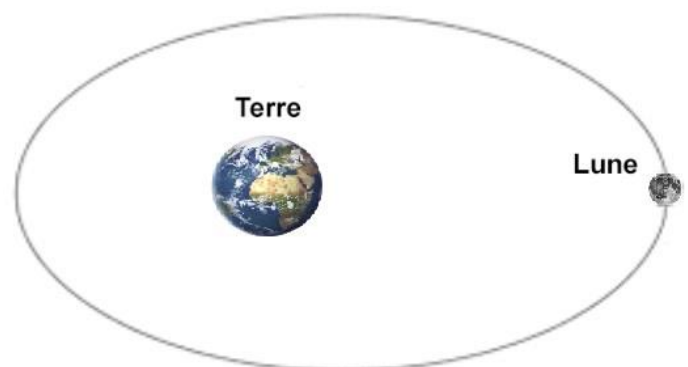
Q1. D'après les « principes mathématiques » de Newton, laquelle expression de ces relations pourrait modéliser la force gravitationnelle décrite par Newton ? (justifier)

(a)  $F = G \times M_L \times D^2$       (b)  $F = G \times \frac{M_L \times M_T}{D}$       (c)  $F = G \times \frac{M_T}{D^2}$       (d)  $F = G \times \frac{M_L \times M_T}{D^2}$

(  $M_L$  : masse de la Lune ;  $M_T$  : masse de la Terre ;  $D$  : distance Terre-Lune ;  $G$  : constante de proportionnalité )

Q2. Calculer la valeur de la force  $\vec{F}_{\text{Terre/Lune}}$ .

Données :  $M_T = 5,98 \times 10^{24}$  kg ;  $R_T = 6,38 \times 10^3$  km  
 $M_L = 7,34 \times 10^{22}$  kg ;  $d_{T/L} = 3,80 \times 10^5$  km  
 Constante gravitationnelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11}$



Q3. Représenter la forces  $\vec{F}_{\text{Terre/Lune}}$  sur le schéma ci-contre.

Q4. Énoncer le principe des actions réciproques puis représenter la force  $\vec{F}_{\text{Lune/Terre}}$  sur le schéma ci-dessus.

Échelle : 1cm  $\Leftrightarrow$  1.10<sup>20</sup> N

## 2) Poids et force d'interaction gravitationnelle :

### Doc. 1 L'interaction gravitationnelle

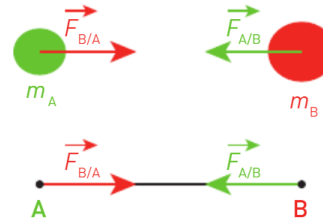
Deux corps A et B, de masses respectives  $m_A$  et  $m_B$ , séparés par une distance  $d$ , exercent l'un sur l'autre des actions attractives modélisées par des forces, appelées **forces d'attraction gravitationnelle**,  $\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$ .

Elles ont :

- la **même direction** (droite joignant les corps modélisés par des points) ;
- des **sens opposés** ;

- la **même valeur** : 
$$F = F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

avec  $m_A$  et  $m_B$  en kilogramme (kg) ;  $d$  en mètre (m) ;  $F$  en newton (N) ;  
 $G$  la constante de gravitation universelle :  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$



### Doc. 2 Le poids $\vec{P}$ (ou force de pesanteur)

Le poids  $\vec{P}$  d'un objet de masse  $m$  situé à la surface d'un astre

est la force que cet astre exerce sur lui :  $\vec{P} = m \times \vec{g}_{\text{Astre}}$

avec  $g$ , l'intensité de pesanteur, en  $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

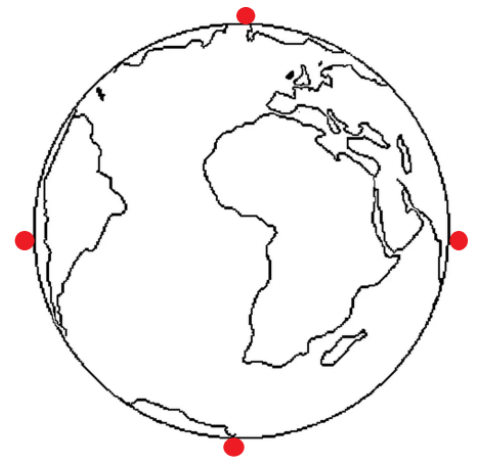
$g$  dépend de l'astre :  $g_{\text{Terre}} = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$  et  $g_{\text{Lune}} = 1,62 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

### Doc. 3 Données sur les astres

Astres	Terre	Mars	Lune
Masse (en kg)	$5,97 \cdot 10^{24}$	$6,42 \cdot 10^{23}$	$7,34 \cdot 10^{22}$
Rayon (en km)	6 371	3 390	1 737

**Q5.** Rappeler quels sont la direction et le sens de la force poids.

Représenter le poids de la balle rouge ci-contre en différents endroits de la surface de la Terre :



**Q6.** Le poids d'un objet sur un astre (ex : la Terre) peut être considéré comme étant la force gravitationnelle exercée par cet astre sur l'objet. En vous aidant des documents 1 et 2, montrer que :

$$g_{\text{Astre}} = G \times \frac{m_{\text{Astre}}}{R_{\text{Astre}}^2}$$

**Q7.** Retrouver les valeurs de  $g_{\text{Terre}}$  et  $g_{\text{Lune}}$  par le calcul.

**Q8.** Quel serait votre poids à la surface de la Lune ? de Mars ?