

# La gravitation universelle

Pourquoi les planètes du système solaire restent-elles en orbite autour du Soleil ?

## 1) Qu'est-ce que la gravitation universelle ?

→ activité : Attraction universelle

La cohésion du système solaire, et plus généralement celle de l'Univers, est due aux actions mutuelles qu'exercent ses constituants les uns sur les autres, ils sont en interaction. Chaque planète du système solaire est attirée par le Soleil et par toutes les autres planètes.

Conclusion : La gravitation universelle est une des interactions de l'Univers. Elle est attractive et s'exerce à distance.

## 2) L'interaction gravitationnelle entre deux corps

### 1) Force d'attraction gravitationnelle

Issac NEWTON a montré que 2 corps A et B, exercent l'un sur l'autre des actions d'attraction gravitationnelle.

Deux corps A et B de centre respectif  $C_A$  et  $C_B$  et de masse respective  $m_A$  et  $m_B$  distants de  $d$ , exercent des actions attractives l'un sur l'autre.

L'action attractive exercée par le corps A sur le corps B est modélisée par une **force notée  $F_{A/B}$**  dont les caractéristiques sont :

- une direction : la droite passant par  $C_A$  et  $C_B$
- un sens : de B vers A

- une valeur  $F_{A/B} = G \frac{M_A \times M_B}{d^2}$  avec  $m_A$  et  $m_B$  en kg,  $d$  en m, et la valeur  $F_{A/B}$  en N, G est la constante universelle de gravitation qui vaut :

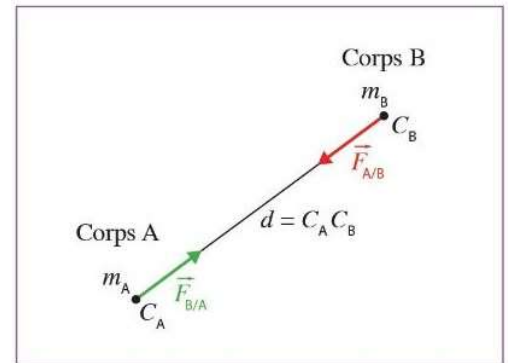
$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}.$$

## 2) Interaction gravitationnelle

De la même manière, l'action exercée par le corps B sur le corps A est modélisée par une force notée  $\vec{F}_{B/A}$  qui s'applique au centre  $C_A$  du corps A. Les corps A et B sont **en interaction**

Les deux forces  $\vec{F}_{A/B}$  et  $\vec{F}_{B/A}$  ont :

- la même direction ;
- des sens opposés ;
- la même valeur ;
- des points d'application différents.



Interaction gravitationnelle entre deux corps A et B.

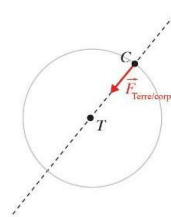
## 3) La pesanteur

### 1) Le poids sur la Terre

Tout corps, de centre  $C$  et de masse  $m$ , placé au voisinage de la Terre subit son attraction.

Le centre de la Terre noté  $T$ , sa masse  $m_T$  et son rayon  $R_T$ . L'attraction exercée par la Terre sur ce corps est modélisée par la force  $F_{\text{Terre/corps}}$  dont les caractéristiques sont :

- une direction : la droite (CT)
- un sens : de C vers T
- une valeur :  $F_{\text{Terre/corps}} = G \frac{m_T \times m}{R_T^2}$  [car  $CT \approx R_T$ ]



Cette force est orientée vers le centre de la Terre. Elle est donc verticale et vers le bas.

On applique la formule pour avoir  $F_{\text{Terre/corps}}$  en fonction de  $m$ , la masse d'un corps sur Terre :

$$F_{\text{Terre/corps}} = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 6,0 \times 10^{24} \times m}{(6,38 \times 10^6)^2} = 9,8 m$$

On retrouve bien l'expression du poids d'un corps de masse  $m$  au voisinage de la Terre :  **$P = m \cdot g$**   
Avec  $g$ , l'**intensité de pesanteur** terrestre qui vaut 9,8 N/kg.

La démonstration précédente permet donc de calculer l'intensité de pesanteur et ainsi le poids d'un corps sur chaque planète, satellites ... du système solaire.

Le **centre de gravité** du corps est le point d'application de la force exercée par la Terre sur ce corps.

### Conclusion :

Le poids  $\vec{P}$  d'un corps de masse  $m$  au voisinage de la Terre :

– est assimilé à la force d'attraction exercée par la Terre sur ce corps :

$$\vec{P} = \vec{F}_{\text{Terre/corps}} ;$$

– a une valeur  $P = m \times g$ , avec  $g = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

## 2) Le poids sur la Lune

Comme précédemment, la valeur  $P_L$  du poids d'un corps sur la Lune et de masse  $m$  est :

$$P_L = F_{\text{Lune/corps}} = G \frac{m_L \times m}{R_L^2}$$

On applique la formule pour avoir  $F_{\text{Lune/corps}}$  en fonction de  $m$ , la masse d'un corps sur la Lune :

$$F_{\text{Lune/corps}} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,4 \times 10^{22} \times m}{(1,74 \times 10^6)^2} = 1,6 \times m.$$

### Conclusion :

Le poids  $\vec{P}_L$  d'un corps de masse  $m$  au voisinage de la Lune :

– est assimilé à la force d'attraction exercée par la Lune sur ce corps :

$$\vec{P}_L = \vec{F}_{\text{Lune/corps}} ;$$

– a une valeur  $P_L = m \times g_L$ , avec  $g_L = 1,6 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

**Pour comparer les valeurs du poids d'un corps sur deux astres différents, il suffit de calculer le rapport des intensités de pesanteur :**

Exemple pour la Terre et la Lune :  $9,8/1,6 = 6,1$

Donc la valeur du poids d'un corps sur la Lune est environ 6 fois plus faible que celle du même corps sur Terre.