

## Ch 7

# La gravitation universelle

### I – La gravitation : une action mutuelle

#### 1) Observations

La lune tourne autour de la terre.  
Les planètes tournent autour du soleil.

**L'existence du système solaire, des galaxies et de l'univers en général est le résultat d'actions mutuelles s'exerçant entre tous les constituants.**

**Au niveau astronomique, l'action responsable de cette cohésion est la gravitation universelle. C'est une interaction attractive entre deux corps.**

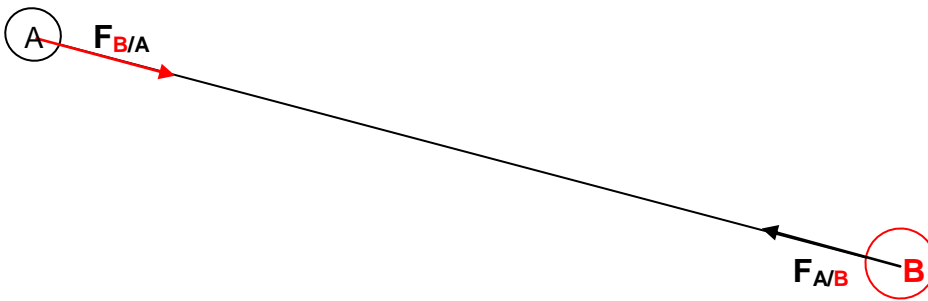
Remarque : cette interaction existe aussi au niveau microscopique mais elle est négligeable.

Cette interaction dépend de différents facteurs. Elle diminue quand la distance entre les corps augmente et augmente quand les masses des corps augmentent.

**Sa prépondérance au niveau astronomique s'explique par le gigantisme des masses des corps.**

#### 2) La force gravitationnelle

Schéma



Si l'on considère deux corps A et B, de masses  $m_A$  et  $m_B$ , il existe entre eux une action mutuelle appelée force gravitationnelle dont l'expression est la suivante :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times m_A \times m_B / AB^2$$

$F_{A/B}$  représente la force exercée par A sur B en Newton N

$F_{B/A}$  représente la force exercée par B sur A en Newton N

Les forces sont exprimées en Newton (N)

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

AB est la distance séparant les centres des corps en m

Les masses  $m_A$  et  $m_B$  sont en kg.

### II – La pesanteur

#### 1) L'attraction terrestre : le poids

Si je lâche un corps, il tombe. Pourquoi ? Parce qu'il est attiré vers le sol ce qui signifie qu'il est soumis à l'attraction terrestre et donc à une force attractive de type gravitationnelle.

**Expression du poids d'un corps A :  $P_A = m_A \times g$**

$m_A$  : masse du corps A en kg

$g$  : intensité de la pesanteur terrestre avec  $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

**$P_A$ , en N, représente l'action de la Terre sur le corps A :  $P_A = F_{T/A}$**

#### 2) Gravités universelle et terrestre

À présent, adaptons la formule de la force gravitationnelle aux caractéristiques de la Terre de masse  $M_T$  en nous intéressant à un corps à sa surface donc à la distance  $R_T$  du centre de la Terre.

$$F_{A/T} F_{T/A} = G \times m_A \times M_T / R_T^2 = m_A \times (G \times M_T / R_T^2)$$

Tous les termes présents dans la parenthèse sont des termes constants.

Si je compare avec la formule du poids de A :  $P_A = F_{T/A} = m_A \times g$

J'en déduis que le terme de la parenthèse correspond à g.

$$g = G \times M_T / R_T^2$$

Vérification de la valeur de g :

Données :  $M_T = 6,0 \cdot 10^{24}$  kg

$R_T = 6400$  km

$$g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$$

Attention !  $R_T$  doit être converti en m !

$$R_T = 6400 \text{ km} = 6400 \times 10^3 \text{ m}$$

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \times 6,0 \cdot 10^{24} / (6400 \cdot 10^3)^2$$

$$g = 9,8 \text{ N.kg}^{-1} \text{ (2 CS)}$$

### 3) Et sur la Lune ?

Il existe un poids lunaire d'expression :  $P_{AL} = m_A \times g_L$

$$\text{Avec } g_L = G \times M_L / R_L^2$$

Données :  $M_L = 7,35 \cdot 10^{22}$  kg

$R_L = 1740$  km

$$g_L = 1,62 \text{ N.kg}^{-1}$$

$$g_L = 6,67 \cdot 10^{-11} \times 7,35 \cdot 10^{22} / (1740 \cdot 10^3)^2$$

$$g_L = 1,62 \text{ N.kg}^{-1} \text{ (3 CS)}$$

Comparaison des valeurs de g sur Terre et sur la Lune :  $g / g_L = 9,8 / 1,62 = 6,0$

**L'attraction sur la Lune est 6 fois plus faible que celle sur Terre.**

Si vous pesez 60 kg sur Terre, vous aurez l'impression sur la Lune de ne plus en peser que 10 !

## III – Et si la force gravitationnelle n'existait pas ?

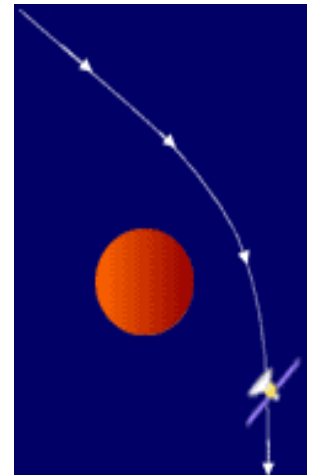
### 1) Comment agit-elle ?

Si un satellite échappe à l'attraction de la Terre, il part dans l'espace animé d'un mouvement rectiligne uniforme et s'il ne rencontre aucune autre planète, il continuera ainsi jusqu'aux confins de l'univers.

Quel est le mouvement du satellite autour de la Terre ? Il est circulaire uniforme.

Sans la Terre ? Il devient rectiligne uniforme.

**L'attraction gravitationnelle peut donc modifier la trajectoire d'un point.**



### 2) Actions d'une force

**Une force peut modifier la trajectoire d'un point ou sa vitesse ou les deux.**

Remarque : si une force est compensée par une autre, leurs actions s'annulent et le point poursuit sa route sans modification.

### 3) Principe d'inertie

**Un corps est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme si les forces qui s'appliquent sur lui se compensent ou s'il n'est soumis à aucune force et réciproquement.**

Remarque : Un corps soumis à des forces ne se compensant pas, ne peut être ni immobile, ni en mouvement rectiligne uniforme.