

# Cours 2° - Gravitation universelle

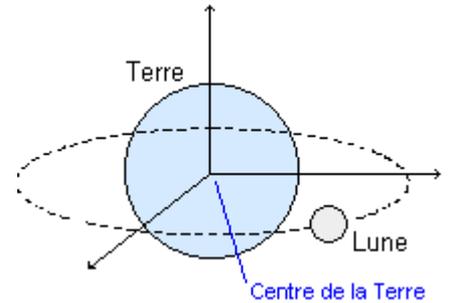
## I. Le référentiel géocentrique

### 1. Mouvement de la Lune

Le mouvement de la Lune observé dans le référentiel terrestre est complexe (elle se lève vers l'Est et se couche vers l'Ouest avec une trajectoire différente chaque jour).

**Définition:** On appelle référentiel géocentrique un solide imaginaire constitué du centre de la Terre et d'étoiles suffisamment lointaines pour sembler immobiles.

Dans ce référentiel, le mouvement de la Lune est pratiquement circulaire uniforme (trajectoire circulaire et vitesse constante).



### 2. Cause du mouvement de la Lune

Le référentiel géocentrique est un référentiel Galiléen (dans lequel s'applique le principe de l'inertie).

Dans ce référentiel, le mouvement de la Lune n'est pas rectiligne uniforme.

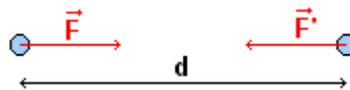
D'après le principe de l'inertie, la Lune est donc soumise à une force.

## II. L'interaction gravitationnelle

### 1. Définition

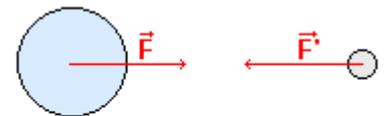
Deux corps ponctuels de masses  $m$  et  $m'$  exercent l'un sur l'autre des forces  $\vec{F}$  et  $\vec{F}'$  attractives de même valeur:

|                                           |             |                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $F = F' = G \cdot \frac{m \cdot m'}{d^2}$ | <b>avec</b> | <p>G: Constante de gravitation: <math>G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}</math></p> <p>d: Distance séparant les masses <math>m</math> et <math>m'</math>.</p> |
|-------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



**Exemple:** Calcul de la force de gravitation s'exerçant sur deux masses ponctuelles de 10,0g séparées d'une distance de 5,00cm.

$$F = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (10 \cdot 10^{-3})^2}{(5 \cdot 10^{-2})^2} \iff F = 2,67 \cdot 10^{-12} \text{N}$$



Forces d'interaction gravitationnelle existant entre la Terre et la Lune

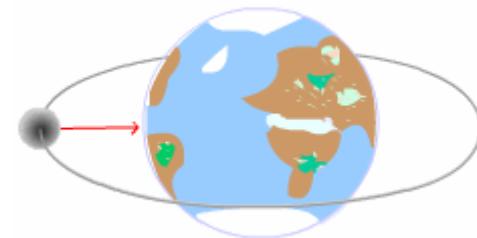
### 2. Application aux corps célestes

Le résultat précédent peut-être généralisé aux corps à répartition sphérique de masse (RSDM), c'est à dire dont la masse est régulièrement répartie autour de leur centre.

Soient  $M_T$  la masse de la Terre et  $M_L$  la masse de la Lune.

$$F = F' = G \cdot \frac{M_T \cdot M_L}{d^2}$$

La Lune est soumise à la force de gravitation exercée par la Terre.



### 3. Poids d'un corps

Comparons la force de gravitation qu'exerce la Terre sur un objet de masse  $m$  et le poids de ce même objet.

|                      | Direction                                 | Sens                       | Valeur                                                                                                                                                                                          |
|----------------------|-------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Poids                | Verticale<br>(vers le centre de la Terre) | Vers le bas                | $P=m \cdot g$<br>avec $g=9,81 \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$                                                                                                                                    |
| Force de gravitation | Vers le centre de la Terre                | Vers le centre de la Terre | $F = m \cdot \frac{GM_T}{d^2}$ <p>avec</p> $\frac{GM_T}{d^2} = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{(6380 \cdot 10^3)^2}$ $\frac{GM_T}{d^2} = 9,8 \text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$ |
| Conclusion           | <b>Identique</b>                          | <b>Identique</b>           | <b>Identique</b>                                                                                                                                                                                |

On observe qu'à la précision choisie, le poids d'un corps peut être identifié à la force de gravitation exercée par la Terre sur ce corps.

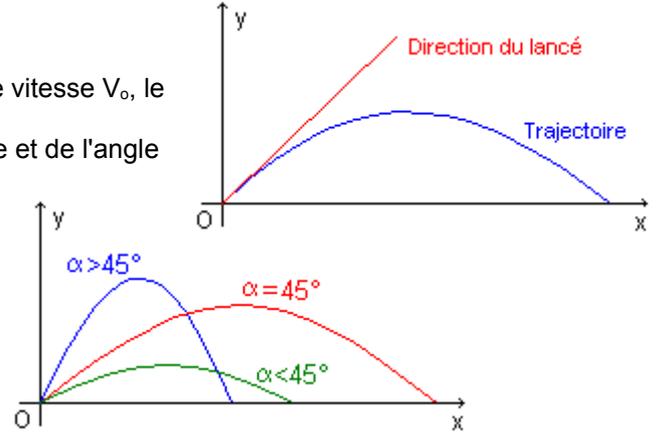
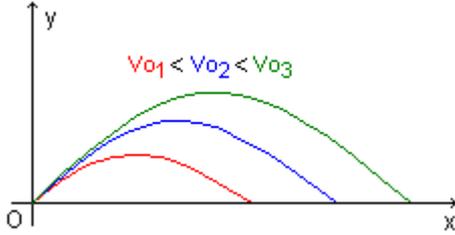
Avec une précision plus grande on s'apercevrait d'une légère différence entre les valeurs de ces deux forces. **Nous dirons donc que ces deux forces sont égales en première approximation.**

### III. La satellisation

#### 1. Chute libre parabolique

Lorsqu'on lance un objet placé au voisinage de la Terre avec une vitesse  $V_0$ , le mouvement de cet objet est parabolique (image ci-contre).

**Remarque:** La trajectoire dépend de la valeur de la vitesse initiale et de l'angle que fait la direction du lancé avec l'horizontale.



#### 2. Satellisation

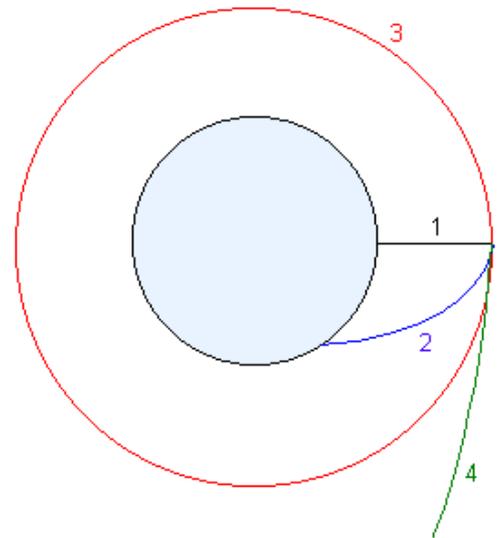
Lorsque qu'on lance un objet d'un point proche de la Terre avec une vitesse de direction tangente à la surface terrestre, plusieurs cas sont possibles.

1: Vitesse initiale nulle: chute verticale.

2. Vitesse initiale trop faible.

3. Satellisation:  $V_0$  est appelée première vitesse cosmique.

4.  $V_0 > 11,2 \text{ km.s}^{-1}$  (vitesse de libération). Le corps échappe à l'attraction terrestre.



#### 3. Le mouvement de la Lune

Dans le référentiel géocentrique, la Lune possède un mouvement circulaire uniforme. La Lune ne s'éloigne pas de la Terre car la force de gravitation la ramène continuellement vers la Terre.

C'est la force de gravitation qui est responsable du mouvement circulaire uniforme de la Lune.