



# Fiche de synthèse n°8

## Forces et interactions

Une force est un vecteur qui modélise l'action mécanique d'un objet sur un autre. Les notions d'interaction, d'action et de force ont été introduites en classe de 2<sup>nde</sup> et largement développées dans la collection numérique « PCM 1<sup>ère</sup> » (séquence 6). Nous revenons ici sur la force de gravitation, essentielle dans le programme de terminale, et introduisons une nouvelle force fondamentale : la force électrostatique.

### 1. Le poids et la force de Gravitation : rappels de 1<sup>ère</sup>

#### 1.1. La loi de la Gravitation Universelle

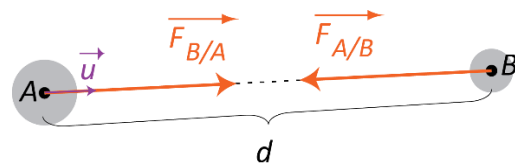
Pour interpréter à la fois le mouvement des satellites, des planètes et la chute des objets au voisinage de la Terre, Isaac Newton a énoncé la loi de la Gravitation Universelle.

##### Énoncé de la loi :

Deux systèmes de centres  $A$  et  $B$ , placés à une distance  $d$  l'un de l'autre et de masses  $m_A$  et  $m_B$  sont en interaction attractive. La force attractive qu'ils exercent l'un sur l'autre s'appelle la **force d'attraction gravitationnelle**.

Ses caractéristiques sont :

- sa direction : la droite (AB)
- son sens : attractif
- sa valeur :  $F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{m_A m_B}{d^2}$



On retiendra l'expression vectorielle de la force exercée par A sur B :

$$\vec{F}_{A/B} = -G \frac{m_A m_B}{d^2} \vec{u}$$

Unités :

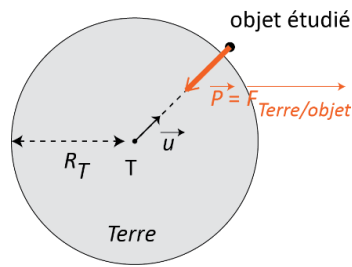
- $\vec{F}_{A/B}$  : force exercée par A sur B, valeur en newton (N) ;
- $m_A$  et  $m_B$  : masses des systèmes qui interagissent en kg ;
- $d$  : distance entre les centres d'inertie des systèmes qui interagissent, en m ;
- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$  : constante de gravitation universelle ;
- $\vec{u}$  : vecteur unitaire dirigé de  $A$  vers  $B$ .

#### 1.2. Le poids

Définition du poids :

Le poids est le nom particulier que l'on donne à la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet proche de sa surface.

On appelle aussi « poids » la force exercée par les autres astres sur les objets proches de leur surface.



### Expression du poids :

Lorsqu'il est proche de la surface de la Terre, un objet de masse  $m$  est soumis à la force d'attraction :

$$\vec{P} = \vec{F}_{Terre/Objet} = -G \frac{M_{Terre} m}{R_T^2} \vec{u} = m\vec{g} \text{ avec } \vec{g} = -G \frac{M_{Terre}}{R_T^2} \vec{u}$$

On retiendra donc l'expression du poids :  $\vec{P} = m\vec{g}$

$\vec{g}$  et le champ de pesanteur (terrestre si la planète considérée est la Terre). C'est un vecteur vertical, vers le bas et dont la valeur dépend de la planète considérée. Sur Terre, au niveau de la mer :  $g \approx 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

## 2. Champ électrostatique et force électrostatique

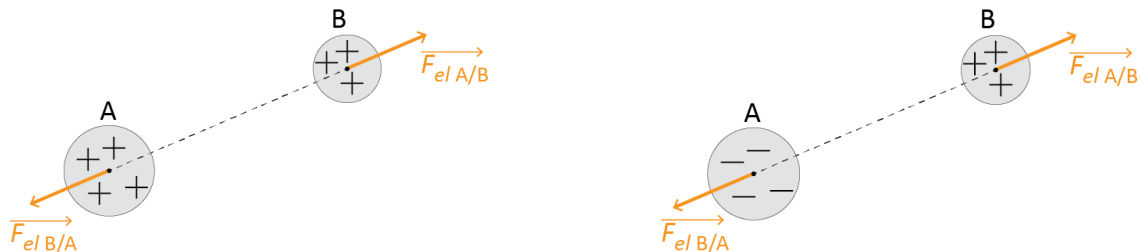
### 2.1. La force électrostatique

S'ils sont chargés électriquement, deux systèmes interagissent **à distance**. Cette interaction est appelée **interaction électrostatique**. Chaque système subit donc de la part de l'autre une force électrostatique, que nous noterons  $\vec{F}_{el}$ .

Cette force est :

- attractive si les deux systèmes ont des charges électriques de signes opposés ;
- répulsive s'ils ont des charges électriques de même signe.

Les quatre situations possibles sont donc :



Si les deux systèmes ont des charges de même signe, chacun exerce sur l'autre une force électrostatique répulsive



Si les deux systèmes ont des charges de même signe, chacun exerce sur l'autre une force électrostatique attractive

### 2.2. Le champ électrostatique

Lorsqu'une force électrostatique s'exerce sur un système, on peut toujours exprimer cette force par :

$$\vec{F} = q\vec{E}$$

- $q$  : charge électrique du système en coulomb (C) ;
- $\vec{E}$  : **champ électrostatique** et  $\text{N} \cdot \text{C}^{-1}$  ou  $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$  (ce sont deux unités identiques).



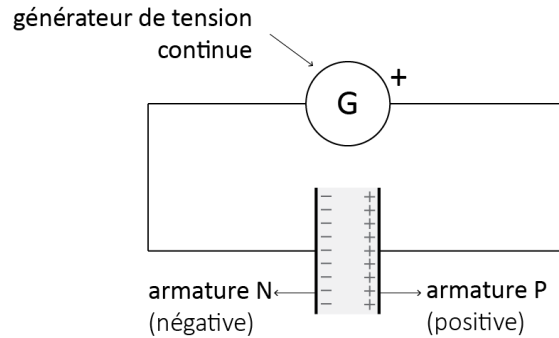
Le champ électrostatique ne dépend pas du système mais de son environnement. C'est la présence d'autres systèmes électriquement chargés qui crée le champ électrostatique. Son expression, dans le cas général, n'est pas à connaître.

### 2.3. Le champ électrostatique créé par un condensateur plan

**Le condensateur plan :**

On appelle condensateur plan l'ensemble de deux armatures conductrices pouvant porter des charges électriques de signes opposés, séparées par un matériau isolant.

Expérimentalement, on obtient un condensateur chargé à l'aide du dispositif :



**Champ électrostatique dans un condensateur plan :**

Le champ électrostatique, dans le condensateur, possède les propriétés suivantes :

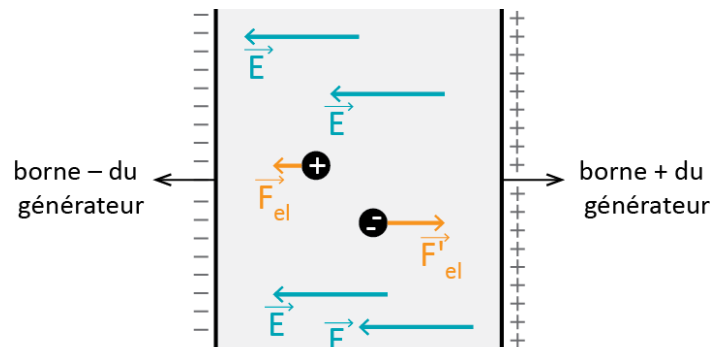
- $\vec{E}$  est uniforme : sa direction, son sens et sa valeur sont indépendants de la position entre les armatures ;
- sa direction est perpendiculaire aux armatures ;
- son sens est : de l'armature P (chargée positivement) vers l'armature N (chargée négativement) ;
- sa valeur est :

$$E = \frac{U_{PN}}{d}$$

Unités SI :

- $U_{PN}$  : tension électrique entre les deux armatures en volt (V) ;
- $d$  : distance séparant les deux armatures en m ;
- $E$  : valeur du champ électrostatique en  $V \cdot m^{-1}$  (ou  $N \cdot C^{-1}$ )

Une particule électriquement chargée placée dans un condensateur plan subit donc une force électrostatique dont la valeur dépend du champ électrostatique (uniforme), de la valeur de sa charge et dont le sens dépend du signe de sa charge :



Cette figure illustre que le champ électrostatique est uniforme dans le condensateur et que la force électrostatique exercée sur une particule est de même sens que  $\vec{E}$  si la particule est chargée positivement, dans le sens opposé sinon.