

**Objectifs**

- Connaître et exploiter la force de gravitation et la loi de Newton
- Connaître et exploiter la force électrostatique et la loi de Coulomb

RAPPELS DE SECONDE et INTRODUCTION**DOC 1 : Action mécanique**

Un objet A (**acteur**) exerce une **action mécanique**

sur un objet B (**receveur**) s'il est capable de

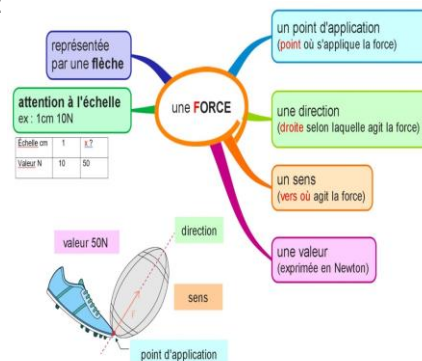
- provoquer le mouvement du corps A
- modifier le mouvement du corps A
- déformer le corps A

**DOC 2 : Modélisation d'une action mécanique**

On modélise une **action mécanique** par une **force** représentée par un **vecteur**.

Ce vecteur est représenté par une **flèche** et a les caractéristiques suivantes :

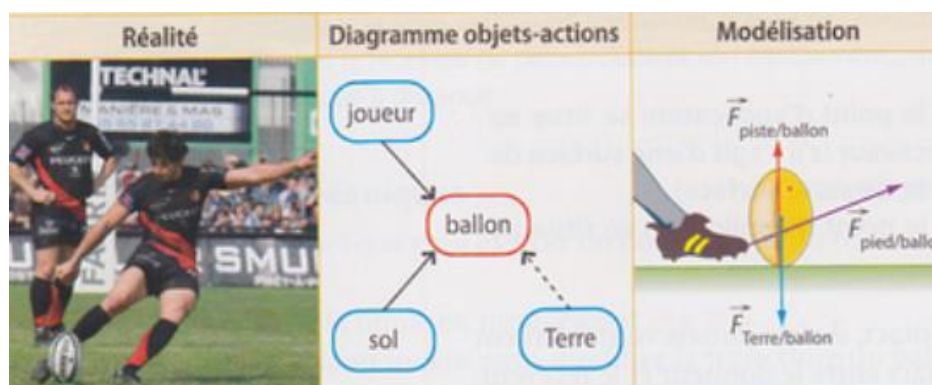
- Une **norme** (une **intensité**) : c'est la valeur de la force en Newton (N)
- Une **direction** : horizontale, verticale, diagonale
- Un **sens** : vers le haut, vers le bas, vers la droite, vers la gauche
- Un **point d'application** : l'endroit où s'exerce l'action



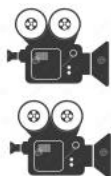
Les actions exercées par l'extérieur sur le système peuvent être de 2 sortes

- action de **contact**: il y a contact entre l'acteur et le receveur
- action à **distance**: il n'y a pas de contact entre l'acteur et le receveur

On peut réaliser un **diagramme objet-action** représentant les différentes actions subies par un objet.

Exemple**DOC 3 : Particules élémentaires et interactions entre elles**

Visionner les 2 vidéos suivantes pour répondre aux questions



<https://www.youtube.com/watch?v=SoL7YjpDpTg>

<https://www.youtube.com/watch?v=HOADqcln7Cw> (jusqu'à 5 min30)



LES PARTICULES ELEMENTAIRES

L'ensemble des particules de la matière qui nous entoure est composée uniquement de 3 types de particules que l'on appelle les **particules élémentaires**.

Il y a :

Particule	Masse (kg)	Ordre de grandeur de la masse (kg)	Charge électrique (C)
Electron(e⁻)	$9,109 \times 10^{-31}$	10^{-30}	$-1,60 \times 10^{-19}$
Proton (p)	$1,673 \times 10^{-27}$	10^{-27}	$1,60 \times 10^{-19}$
Neutron (n)	$1,673 \times 10^{-27}$	10^{-27}	0

LES 2 TYPES D'INTERACTIONS ENTRE LES PARTICULES

Les particules élémentaires agissent les unes sur les autres : on dit qu'elles **interagissent**

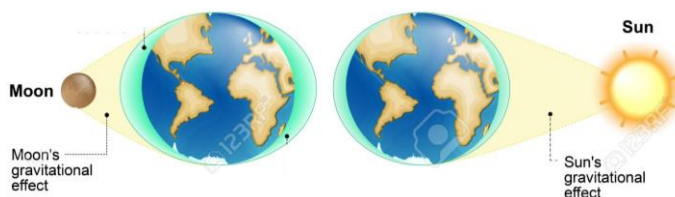
Nous allons étudier 2 types d'interactions :

- ✓ Interaction **électrostatique**
- ✓ Interaction **gravitationnelle**



INTERACTION GRAVITATIONNELLE

1) Mise en évidence



Le mouvement d'une planète est dû à **l'action attractive**, à distance, exercée par le Soleil.

Les planètes exercent également une attraction sur le Soleil.

On parle **d'interaction gravitationnelle**.

La Terre et la Lune sont aussi en interaction gravitationnelle : la Lune attire la Terre.

Comme l'eau est plus à même de se déformer que les roches, l'eau de la Terre se déforme davantage sous l'effet de l'attraction gravitationnelle lunaire.

Ainsi un bourrelet d'eau se forme en regard de la lune : ce sont les marées. Le soleil, la rotation terrestre, le relief océanique, ... jouent également un rôle dans cette mécanique.



Situation particulière :

Lors de l'alignement de la lune, du soleil et de la Terre, l'attraction de la lune se cumule avec l'attraction du soleil :

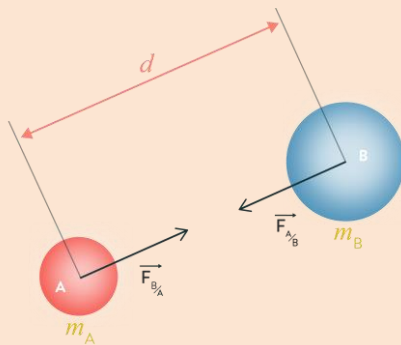
les marées sont alors particulièrement fortes : on parle de marées de vives eaux.

Conclusion :

Les marées résultent de l'attraction que la Lune et le Soleil exercent sur les masses d'eau terrestres.

2) Loi de Newton

Deux particules matérielles ponctuelles A et B de masses respectives m_A et m_B , situées l'une de l'autre à la distance d , s'attirent mutuellement avec une force d'intensité : $F_{A/B} = F_{B/A}$



$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \frac{m_A m_B}{d^2}$$

Bon à Savoir!

Avec $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$: force en Newton
 m_A et m_B : masses des corps A et B en kg
 d : distance entre les 2 corps en m
 G : constante gravitationnelle

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

3) Application

Données : $m_{\text{Terre}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ $m_{\text{Lune}} = 7,34 \times 10^{25} \text{ g}$ $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

- a) **Calculer** la force de l'interaction gravitationnelle notée $F_{g \text{ T/L}}$ exercée par la Terre sur la Lune dont les centres sont éloignés $d = 3,85 \times 10^5 \text{ km}$ afin de montrer que $F_{g \text{ T/L}} = 1,99 \times 10^{20} \text{ N}$

$$F_{g \text{ T/L}} = G \times m_{\text{terre}} \times m_{\text{lune}} / d^2 = 6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24} \times 7,34 \times 10^{22} / (3,85 \times 10^8)^2 = 1,99 \times 10^{20} \text{ N}$$

- b) **Calculer** la force de l'interaction gravitationnelle notée $F_{g \text{ L/T}}$ exercée par la Lune sur la Terre à cette même distance

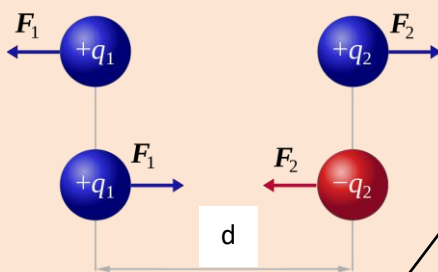
$$F_{g \text{ L/T}} = F_{g \text{ T/L}} = 1,99 \times 10^{20} \text{ N}$$

INTERACTION ELECTROSTATIQUE

1) Loi de COULOMB

Deux particules matérielles ponctuelles A et B de charges respectives q_1 et q_2 , situées l'une de l'autre à la distance d , s'attirent ou se repoussent mutuellement avec une force d'intensité :

$$F_{1/2} = F_{2/1}$$



$$|F_1| = |F_2| = k_e \frac{|q_1 \times q_2|}{d^2}$$

Bon à Savoir!

Avec $F_1 = F_2$: force en Newton
 q_1 et q_2 : charges des corps en Coulomb
 d : distance entre les 2 corps
 k : constante électrostatique

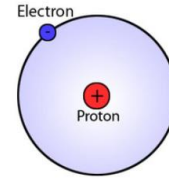
$$k = 8,99 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$$

Remarque

Ce symbole signifie **valeur absolue**, en effet les charges pouvant être négatives, la valeur de la force elle est toujours positive

2) Application et comparaison

Pour représenter l'atome d'hydrogène on utilise parfois le modèle planétaire avec un proton central autour duquel un électron unique tourne.



Données :

$$d_{\text{proton-électron}} = 5,3 \times 10^{-11} \text{ m}$$

$$m_{\text{proton}} = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_{\text{électron}} = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

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

$$k = 8,99 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$$

- a) $F_g = G \times m_{\text{proton}} \times m_{\text{électron}} / d^2$
 $= 6,67 \times 10^{-11} \times 1,67 \times 10^{-27} \times 9,11 \times 10^{-31} / (5,3 \times 10^{-11})^2$
 $= 3,6 \times 10^{-47} \text{ N}$
 $\approx 10^{-47} \text{ N}$
- b) $F_e = k \times |q_{\text{proton}}| \times |q_{\text{électron}}| / d^2$
 $= 8,99 \times 10^9 \times 1,602 \times 10^{-19} \times 1,602 \times 10^{-19} / (5,3 \times 10^{-11})^2$
 $= 8,2 \times 10^{-8} \text{ N}$
 $\approx 10^{-7} \text{ N}$
- c) Voir ci-dessus
- d) $F_e / F_g = 10^{-7} / 10^{-47} = 10^{40}$
Cela signifie que F_e est 10^{40} fois supérieure à F_g