Chap 5 : INTERACTIONS, FORCES ET CHAMPS

1. Rappels de seconde

1.1. La notion de force

On appelle force, la modélisation d'une action mécanique entre un système soigneusement défini (le receveur) souvent noté entre accolades, et un objet extérieur au système (l'acteur).

Cette interaction peut se manifester de différentes manières : maintient en équilibre, mise en mouvement, modification de la trajectoire ou de la vitesse, déformation etc...

L'interaction mécanique ou force peut se décrire à l'aide de caractéristiques :

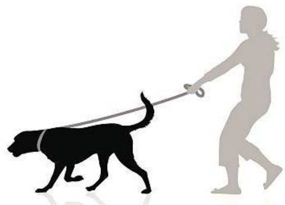
- Force de contact (n'existe qu'en cas de contact) ou force à distance (existe même s'il n'y a pas contact)
- Sens et direction de l'interaction
- Intensité de la force, se mesure en newton N

On modélise une force par un vecteur $\vec{F}$ qui reprend les caractéristiques précédentes et qui peut être tracé sur un schéma ou manipulé comme un outil mathématique (somme de vecteur, produit scalaire etc…)

$\overrightarrow{\mathbf{F}_{\text{acteur/receveur}}}$:

- **Le point d'application = origine du vecteur** : au point de contact si force de contact ou au centre de gravité du système si force à distance
- **La direction = trait du vecteur**, c'est la droite reliant acteur et receveur
- **Le sens = pointe de la flèche** : rend compte du sens de l'interaction (attractive ou répulsive)
- **La norme = longueur du vecteur** : proportionnel à l'intensité de la force en N, avec une échelle si besoin

Applications :

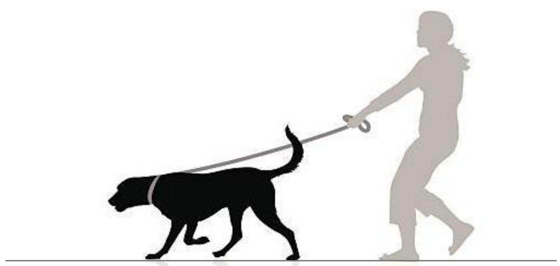


- À partir de la situation dessinée, lister les objets extérieurs agissant sur le système entre accolades.

  Noter la force associée sous la forme $\overrightarrow{\mathrm{F}_{\text{acteur/receveur}}}$ et préciser s'il s'agit d'une action de contact ou à distance

{chien}	{maitre}	{laisse}

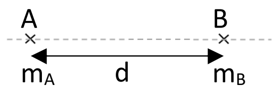
- Représenter sur le schéma toutes les forces s'exerçant sur le maitre du chien



1.2. L'interaction gravitationnelle

Deux corps A et B, de masses respectives m_A et m_B, dont les centres sont distants de d, exercent l'un sur l'autre une force attractive appelée interaction gravitationnelle.

Caractéristiques de la force gravitationnelle :

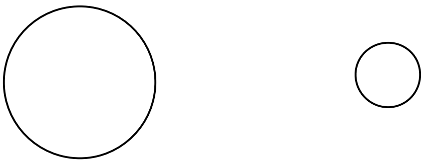


- Point d'application :
- Direction :
- Sens :
- Intensité :

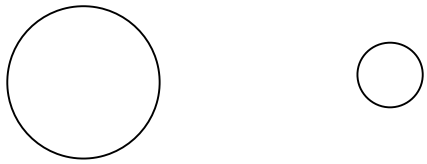
Application : Dans les deux cas suivants, calculer et tracer, avec l'échelle 1cm pour 10^{20} N, l'interaction gravitationnelle entre la Terre et la Lune

Données : $G = 6{,}67.10^{-11}$ (SI) $m_{Terre} = 5{,}98.10^{24}$ kg $m_{Lune} = 7{,}34.10^{22}$ kg $d_{Terre\text{-}Lune} = 380\ 000$ km

Système étudié {Lune}



Système étudié {Terre}



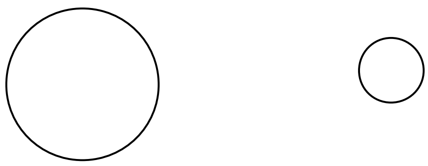
Notation vectorielle de l'interaction gravitationnelle :

Les caractéristiques indiquées plus haut peuvent être rassemblées dans une écriture vectorielle de la force. Pour cela, il faut attribuer un vecteur unitaire $\vec{u}$ ou $\overrightarrow{u_{AB}}$ à la droite (AB) reliant les deux corps A et B en interaction.

Par convention le vecteur unitaire $\vec{u}$, est le long de la droite (AB), orienté du corps qui crée la force vers le système qui la subit, et sa valeur vaut 1 (N)

Reprenons l'application précédente : Système étudié {Lune}

Tracer sur le schéma, sans souci d'échelle
- le vecteur unitaire $\vec{u}$,
- la force de gravitation $\overrightarrow{F_G}$, subie par le système {Lune}



Que remarque-t-on ?

En déduire une expression vectorielle de l'interaction gravitationnelle $\overrightarrow{F_G}$ en fonction de $\vec{u}$

Poids et interaction gravitationnelle

Le poids est le nom donné à l'attraction qu'exerce un astre (une planète par exemple) sur un système très proche de sa surface.

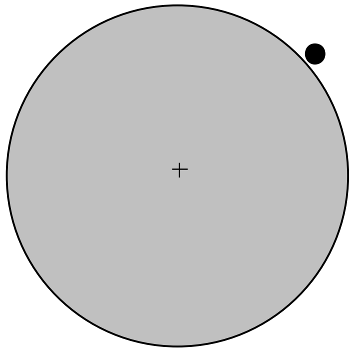
Schéma (référentiel planétocentrique) à légender et à compléter :

Légender le schéma avec les termes : planète, système

Tracer le vecteur poids du système

Faire apparaître sur le schéma les grandeurs :

- $R_{planète}$ (rayon de la planète)
- $M_{planète}$ et m (masses des corps en interaction)



Cette force est une interaction gravitationnelle, écrire son expression littérale.

Dans l'expression de la force, identifier les termes indépendants du système étudié.

En déduire une expression simplifiée du poids

Calculer la valeur numérique de la constante dans le cas de la Terre.

Données : $m_{Terre} = 5{,}98.10^{24}$ kg $R_{Terre} = 6370$ km $G = 6{,}67.10^{-11}$ (SI)

A retenir : Tout système qui a une masse, placé à proximité de la surface d'un astre, subit de la part de celui-ci une force attractive appelée le poids du système.

Schéma dans le référentiel terrestre :

Caractéristiques du poids :

- Point d'application :
- Direction :
- Sens :
- Intensité :

2. Une nouvelle interaction, l'interaction électrostatique ou force de Coulomb

2.1. Mise en évidence expérimentale (TP)   Relire le TP "Découverte de l'interaction électrostatique"

2.2. La loi de Coulomb

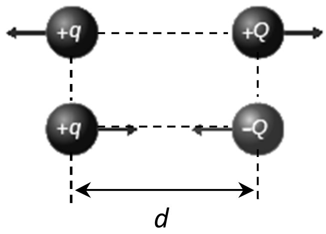
L'interaction électrostatique est une interaction qui existe entre des objets ayant une charge électrique. Elle peut être attractive ou répulsive selon les signes des charges électriques.

Cette force a été étudiée par Coulomb qui a donné son nom à cette force et à l'unité des charges électriques

Caractéristiques de la force de Coulomb :

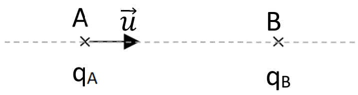
Soient deux objets de charge q et Q, distants de d, l'intensité de la force électrostatique qui existe entre ces deux systèmes se calcule avec la loi de Coulomb :

- Point d'application :
- Direction :
- Sens : **Deux charges de même signe se repoussent,**
  Deux charges de signes opposés s'attirent
- Intensité :



Notation vectorielle :

En attribuant un vecteur unitaire à la droite (AB) dirigé de l'objet chargé A qui crée la force vers le système B, la force de Coulomb s'écrit :



Application : Vérifier pour les quatre cas possibles que la notation vectorielle proposée est cohérente :

1[er] cas : $q_A>0$ et $q_B>0$  Sens de la force : ………………………. Signe du produit $q_A \times q_B$: ………………….. Comparaison des sens de $\overrightarrow{F_E}$ et $(q_A \times q_B)\vec{u}$	2[ème] cas : $q_A<0$ et $q_B<0$  Sens de la force : ………………………. Signe du produit $q_A \times q_B$: ………………….. Comparaison des sens de $\overrightarrow{F_E}$ et $(q_A \times q_B)\vec{u}$
3[ème] cas : $q_A>0$ et $q_B<0$  Sens de la force : ………………………. Signe du produit $q_A \times q_B$: ………………….. Comparaison des sens de $\overrightarrow{F_E}$ et $(q_A \times q_B)\vec{u}$	4[ème] cas : $q_A<0$ et $q_B>0$  Sens de la force : ………………………. Signe du produit $q_A \times q_B$: ………………….. Comparaison des sens de $\overrightarrow{F_E}$ et $(q_A \times q_B)\vec{u}$

Pour s'entrainer aux calculs : ex 6 et 19 pages 184 et 186 et exercice 3 de la feuille d'exercices