

I. Les actions mécaniques

Lors de l'étude, tout ce qui ne constitue pas le système étudié est appelé le **système extérieur** (ou plus simplement extérieur).

Le système étudié est **modélisé par un point** et ce système peut-être soumis à différentes actions mécaniques de la part de l'extérieur.

Une action mécanique correspond à l'action d'un système extérieur sur le système étudié.

On distingue deux types d'actions mécaniques :

- **Action de contact** : action qui ne s'exerce que lorsqu'il y a contact entre le système étudié et l'extérieur.
- **Action à distance** : action qui s'exerce sans contact entre le système étudié et l'extérieur.

Un **diagramme objets-interactions (D.O.I)** permet de faire l'inventaire des interactions à distance (représentées par des pointillés) et de contact (représentées par des traits pleins) dans lesquelles un système est engagé.

II. Modélisation d'une action mécanique

Une action mécanique exercée par l'extérieur sur le système étudié est modélisée par **une force**.

Cette force est représentée par un vecteur $\vec{F}_{\text{donneur / système}}$ dont les caractéristiques sont :

- Une **direction** : celle de la droite d'action de la force ;
- Un **sens** : celui de la force ;
- Une **norme** : proportionnelle à la valeur de la force et exprimée en Newton de symbole N.

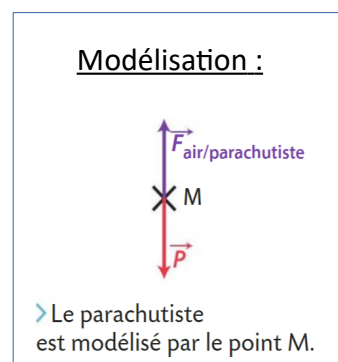
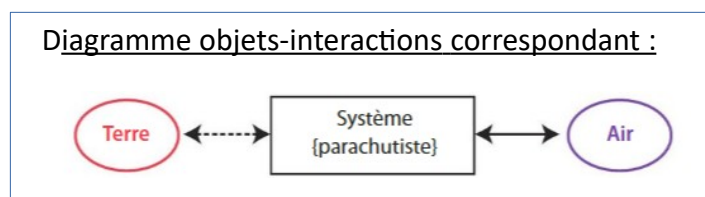


Lorsque le système est modélisé par un point, ce point est considéré comme le **point d'application** de la force.

Exemple :



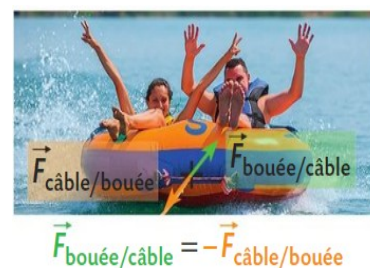
> Le système étudié est le parachutiste et son équipement. Tout le reste (air, Terre...) constitue l'extérieur.



III. Principe des actions réciproques (ou 3ème loi de Newton)

Lorsqu'un système A exerce sur un système B une force $\vec{F}_{A/B}$, alors B exerce sur A une force $\vec{F}_{B/A}$ telle que : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$.

→ Elles ont donc la même direction, la même valeur mais des sens opposés.



IV. Des exemples de forces

a) Force d'interaction gravitationnelle

Le physicien anglais Isaac Newton a montré que deux corps s'attirent mutuellement. Ils sont en interaction sous l'effet de la gravitation, c'est **l'interaction gravitationnelle**.

L'interaction gravitationnelle entre deux objets de centres respectifs A et B, de masses m_A et m_B , distants de d , peut être modélisée par deux forces attractives, notées $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$, appelées **forces d'interaction gravitationnelle**.

Ces deux forces sont opposées : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$. Elles ont :

- une même direction : celle de la droite d'action passant par A et B ;
- des sens opposés : de B vers A pour $\vec{F}_{A/B}$ et de A vers B pour $\vec{F}_{B/A}$;
- une même valeur F :

$$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

F en N
 G en $N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$
 m_A et m_B en kg
 d en m

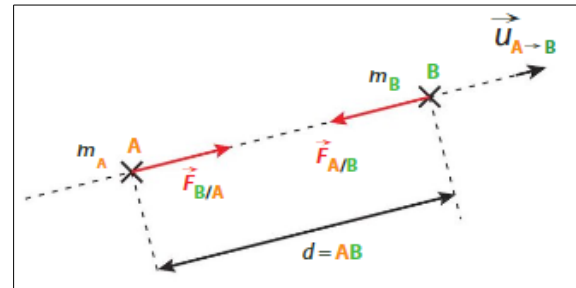
- des points d'application différents : celui de la force $\vec{F}_{A/B}$ est le point B, celui de la force $\vec{F}_{B/A}$ est le point A.

Vectoriellement :

$$\vec{F}_{A/B} = -F \vec{u}_{A \rightarrow B}$$

$\vec{u}_{A \rightarrow B}$ est un vecteur unitaire, sa direction est celle de la droite (AB) et son sens est de A vers B.

Modélisation :



La force $\vec{F}_{A/B}$ a pour expression vectorielle :

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

Remarque :

G est la constante de gravitation universelle dont la valeur n'est pas à connaître.

Elle est de $6,67 \times 10^{-11} N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$ et il ne faut surtout pas la confondre avec g l'intensité de pesanteur !!

Exercice :

On considère le système Terre-Lune.

Données : $m_T = 5,98 \times 10^{24} kg$ $m_L = 7,35 \times 10^{22} kg$ $d = 3,84 \times 10^8 m$

- a) Calculer la valeur F de la force d'interaction qui s'exerce entre la Terre et la Lune.

.....

.....

.....

- b) Représenter la force exercée par la Terre sur la Lune $\vec{F}_{T/L}$, puis la force exercée par la Lune sur la Terre $\vec{F}_{L/T}$. Echelle : $1 cm \leftrightarrow 1 \times 10^{20} N$.



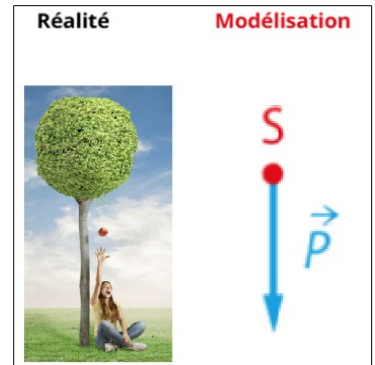
b) Poids

À la surface d'une planète, un système de masse m est soumis à l'attraction de cet astre.

Cette action à distance est modélisée par une force appelée **poids** représentée par un vecteur noté \vec{P} dont l'expression vectorielle est : $\vec{P} = m \times \vec{g}$.

Les caractéristiques de cette force sont :

- **direction** : verticale du lieu ;
 - **sens** : vers le centre de l'astre ;
 - **valeur** : $P = m \times g$
- P : norme du poids (N)
 m : masse (kg)
 g : intensité de pesanteur (N.kg^{-1})



Remarques :

- En première approximation, le poids d'un objet à la surface d'un astre est assimilé à la force d'interaction gravitationnelle exercée par cet astre sur l'objet.
- Ne pas confondre le **poids** (en N) qui dépend d'où se trouve l'objet et la **masse** (en kg) qui représente la quantité de matière et qui ne dépend pas du lieu où se trouve l'objet !!

Exercices :

On prendra $g_T = 9,8 \text{ N.kg}^{-1}$ sur Terre et $g_L = 1,6 \text{ N.kg}^{-1}$ sur la Lune
Une voiture a une masse m de 1250 kg. Calculer son poids P_T sur la Terre, puis son poids P_L sur la Lune.

.....

.....

.....

.....

.....

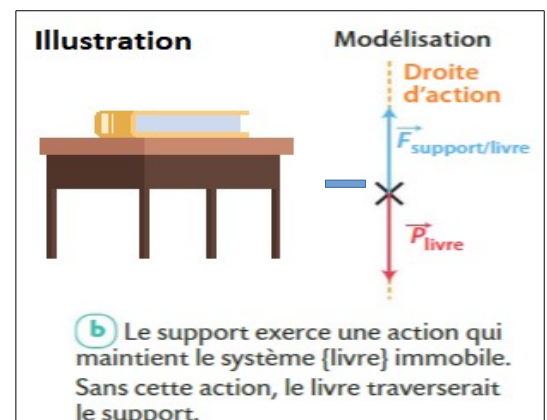
c) Force exercée par un support

Un livre posé sur un support, comme une table, ne tombe pas ou ne traverse pas la table car celle-ci exerce une force de contact sur le livre qui s'oppose à son poids (voir exemple).

Cette force est aussi appelée réaction du support notée R .

Les caractéristiques de cette force sont :

- **direction** : perpendiculaire au support ;
- **sens** : du support vers le système étudié ;
- **norme** : proportionnelle à la valeur de la force.

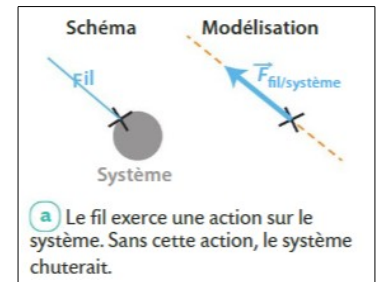


c) Force exercée par un fil

La force exercée par un fil $\vec{F}_{\text{fil}/\text{système}}$, aussi appelée **tension \vec{T} du fil**, est la force qui modélise l'action de contact exercée par le fil sur le système étudié.

Les caractéristiques de cette force sont :

- **direction** : celle du fil ;
- **sens** : du système étudié vers le fil ;
- **norme** : proportionnelle à la valeur de la tension T.

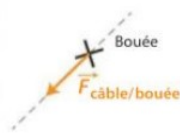


Résumé :

1 La modélisation d'une action mécanique par une force

Actions mécaniques sur un système

- Actions de contact
- Actions à distance

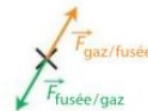


Modélisation



2 Le principe des actions réciproques

Deux systèmes en interaction exercent l'un sur l'autre des forces opposées.



Ces forces ont :

- la même droite d'action ;
- la même valeur ;
- des sens opposés.

3 Des exemples de forces

	Force d'interaction gravitationnelle	Poids	Force exercée par un support*	Force exercée par un fil
Direction	Droite reliant le centre du système étudié et le centre de l'astre attracteur	Verticale du lieu	Verticale du lieu	Celle du fil
Sens	Du centre du système étudié vers le centre de l'astre attracteur	Vers le bas	Vers le haut	De l'objet vers le fil
Valeur	$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$	$P = m \times g$	$F_{\text{support}/\text{système}} = P$	Elles dépendent des autres forces exercées sur le système.
Expression vectorielle	$\vec{F}_{A/B} = -G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \vec{u}_{A \rightarrow B}$	$\vec{P} = m \vec{g}$ \vec{g} est le vecteur associé à la pesanteur, il est vertical et dirigé vers le bas	$\vec{F}_{\text{support}/\text{système}} = -\vec{P}$	

*Lorsque le système étudié est immobile et soumis seulement au poids et à l'action du support.