

Chapitre 11. Actions et forces

Connaissances et compétences exigibles :

- ✓ Modéliser l'action d'un système extérieur sur le système étudié par une force. Représenter une force par un vecteur ayant une norme, une direction, un sens.
- ✓ Exploiter le principe des actions réciproques.
- ✓ Distinguer actions à distance et actions de contact.
- ✓ Identifier les actions modélisées par des forces dont les expressions mathématiques sont connues *à priori*.
- ✓ Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle.
- ✓ Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet, approché par la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant sur cet objet à la surface d'une planète.
- ✓ Représenter qualitativement la force modélisant l'action d'un support dans des cas simples relevant de la statique.

I. La modélisation d'une action mécanique par une force

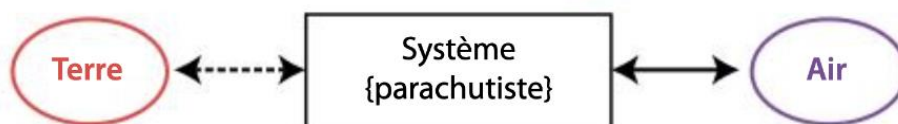
1. Action de contact et action à distance

A retenir :

- UNE ACTION QUI NE S'EXERCE QUE LORSQU'IL Y A CONTACT ENTRE LE SYSTEME ETUDIE ET L'EXTERIEUR EST APPELEE ACTION DE CONTACT.
- UNE ACTION QUI S'EXERCE SANS CONTACT ENTRE LE SYSTEME ETUDIE ET L'EXTERIEUR EST APPELEE ACTION A DISTANCE.

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

Exemple : Un parachutiste



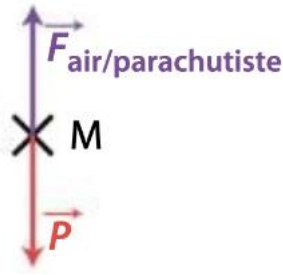
2. Modélisation d'une action par une force

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

* Cette force est représentée par un vecteur qui a :

- Un **POINT D'APPLICATION** : le point où l'on considère que la force s'exerce.
- 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

Exemple : le parachutiste



- L'action mécanique exercée par la Terre sur le parachutiste est modélisée par le poids \vec{P} .
- L'action mécanique exercée par l'air sur le parachutiste est modélisée par la force $\vec{F}_{\text{air/parachutiste}}$.

II. Le principe des actions réciproques

1687 : Isaac Newton énonce le **principe des actions réciproques**, appelé **troisième loi de Newton**, entre deux systèmes.

(Principe : affirmation qu'aucune expérience n'a invalidée et qui ne se démontre pas)

A retenir :

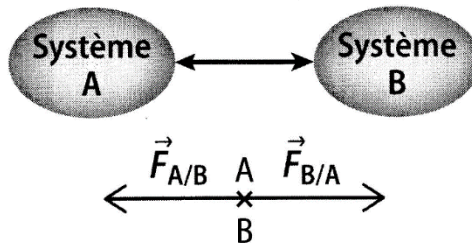
Lorsque deux systèmes sont en interaction, ils exercent l'un sur l'autre des forces opposées.

Ces forces ont :

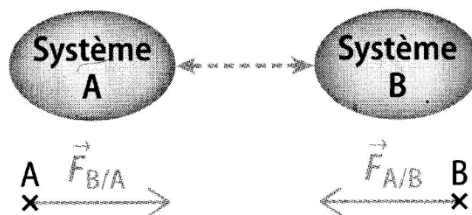
- La même direction
- Des sens opposés
- La même valeur.

Exemple : Le principe d'actions réciproques

Actions de contact



Actions à distance



III. Des exemple de forces

1. Forces d'interactions gravitationnelles

Isaac Newton a montré que deux objets s'attirent mutuellement. Ils ont en interaction sous l'effet de la gravitation, c'est **l'interaction gravitationnelle**.

A retenir :

L'interaction gravitationnelle entre deux objets de centre respectifs A et B, de masse 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 :

- **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 $\vec{F}_{B/A}$;
- **même valeur F** :

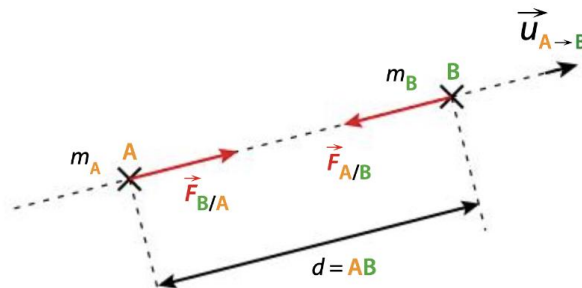
$$F = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

F en N
G en $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
 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



2. Poids d'un objet

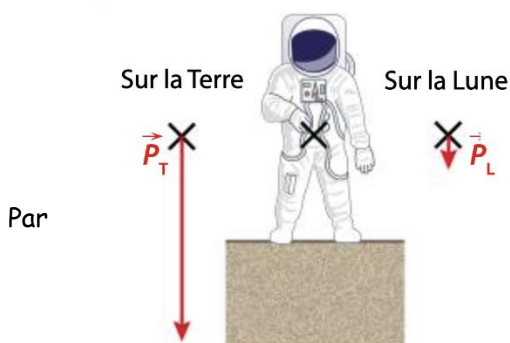
Le poids \vec{P} d'un système de masse m au voisinage d'un astre est la force d'attraction exercée à **distance** par cet astre sur le système.

A retenir :

* Les caractéristiques du poids \vec{P} d'un système de masse m (en kg) au voisinage de l'astre :

- direction : **verticale** du lieu
- sens : vers le centre de l'astre.
- valeur : $P = m \times g$ avec P en N, m en kg et g en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Exemple : Poids d'un astronaute de masse m



Par

➤ La masse de l'astronaute est la même sur la Terre et sur la Lune, mais la valeur de son poids est différente puisque $g_T \neq g_L$.

Remarques :

- L'intensité de la pesanteur g dépend de l'astre sur lequel se trouve l'objet.

Exemples $g_{\text{Terre}} = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ $g_{\text{Mars}} = 3,7 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$
 $g_{\text{Lune}} = 1,6 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

- La valeur du poids d'un objet dépend donc à la fois de la masse **de l'objet** et **de l'astre** sur lequel il se trouve.

Le poids \vec{P} d'un système de masse m au voisinage d'un astre est assimilé à la **force d'interaction gravitationnelle exercée par l'astre sur le système** :

$$\vec{P} = \vec{F}_{\text{Astre/système}}$$

Ces deux forces ont la même direction, le même sens et la même valeur.

On a donc

$$P_A = F_{A/\text{système}} = G \times \frac{m_A \times m_{\text{système}}}{R_A^2} = m_{\text{système}} \times g_A$$

La comparaison des expressions de P_A et $F_{A/\text{système}}$ conduit à :

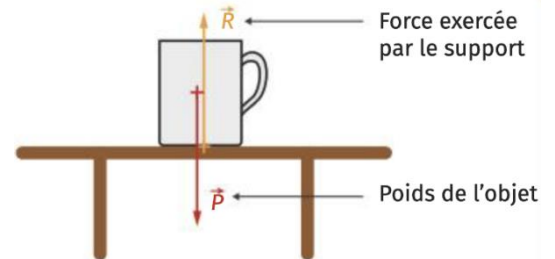
$$g_A = G \times \frac{m_A}{R_A^2}$$

g_A en N.kg^{-1}
 G en Unité du Système International
 m_A en kg
 R_A en m

3. Force exercée par un support

La **force exercée par un support** $\vec{F}_{\text{support/système}}$, aussi appelée **réaction \vec{R} du support**, est la force de **contact** exercée par le support sur le système étudié.

Pour un système immobile ou en mouvement sans frottements sur une surface lisse sur lequel ne s'exerce que le poids et la force exercée par le support, la force \vec{R} compense exactement le poids de ce système :



$$\vec{R} = - \vec{P}$$

4. Force exercée par un fil

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

Cette force est définie par :

- **Point d'application** : point de contact entre le fil et le système (l'objet)
- **Direction** : celle du fil
- **Sens** : de l'objet vers le fil

