



# Fiche de synthèse n°6

## Interactions, actions et forces

### 1. Rappels sur les interactions, actions et forces

#### 1.1. L'interaction mécanique et sa représentation

##### Définition d'un système

On appelle **système** un objet, une partie d'objet ou un ensemble d'objets (le choix découpage en système est fait par celui qui étudie la situation).

##### Interaction entre deux systèmes

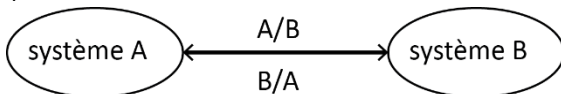
Quand un système A agit sur un système B, alors simultanément B agit sur A.  
On dit que A et B sont **en interaction**.

L'action de A sur B est notée  $A/B$  et l'action de B sur A est notée  $B/A$ .

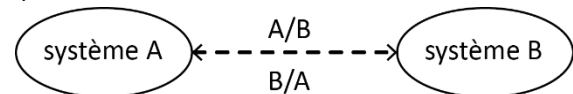
Cet énoncé est applicable dans **toutes** les situations, c'est-à-dire quand les systèmes sont au repos et aussi quand ils sont en mouvement.

##### Représentation des interactions

Représentation d'une interaction « de contact » :



Représentation d'une interaction "à distance" :

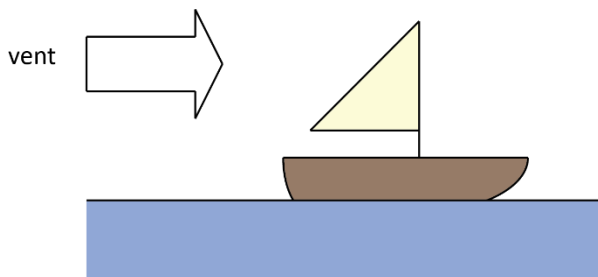


##### Le diagramme système-interactions

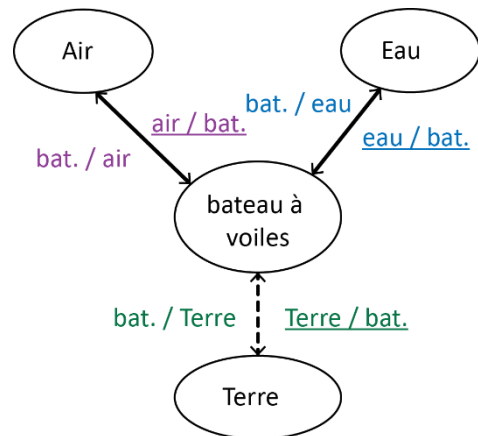
Établir le diagramme système – interactions, c'est :

- déterminer tous les systèmes qui interagissent avec le système étudié ;
- représenter le système au centre du diagramme ;
- représenter, autour de lui, les systèmes qui interagissent avec le système étudié ;
- représenter les interactions entre le système étudié et les autres systèmes.

► **Exemple** : un bateau à voilure avance sur l'eau. Le vent souffle vers l'est. On étudie le système bateau.



La situation



Le diagramme bateau – interactions



## 1.2. Représentation d'une action : le vecteur force

### Définition de la force

Une force est un **vecteur** qui modélise une action. Ses caractéristiques sont les suivantes :

- son origine est le point représentant le système ;
- sa direction et son sens sont ceux de l'action ;
- sa valeur est exprimée en **newton (N)**.

**Remarque :** à chaque interaction correspondent DEUX forces : l'une s'exerce SUR le système, l'autre PAR le système.

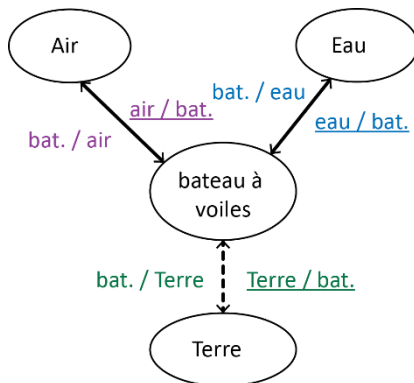
### Inventaire et représentation des forces

Faire l'inventaire des forces exercées sur le système, c'est :

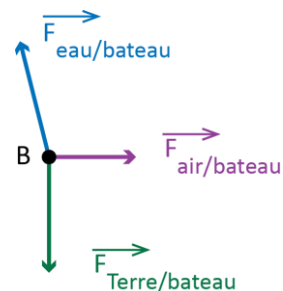
- parmi les actions auxquelles participe le système étudié, identifier celles qui s'exercent SUR (et non par) le système (on peut, par exemple, les souligner dans le diagramme) ;
- représenter les vecteurs-force correspondant à chacune de ces actions en respectant la direction, le sens et la valeur en newton de l'action correspondante.

Il y a toujours autant de forces exercées sur le système que d'interaction représentées dans le diagramme.

► **Exemple** du bateau à voiles :



Le diagramme bateau - interactions



Le schéma des forces exercées sur le bateau

## 2. Quelques forces particulières

### 2.1. La force d'attraction gravitationnelle

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**.

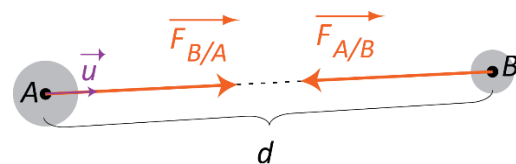
Ses caractéristiques sont :

- sa direction : la droite (AB)
- son sens : attractif
- sa valeur :

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

Unités :

- $F_{A/B}$  et  $F_{B/A}$  : forces en newton ;
- $m_A$  et  $m_B$  : masses en kg ;
- $d$  : distance en m ;
- $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$  : constante de gravitation universelle



**Énoncé vectoriel de la loi de la Gravitation :**

Si l'on définit un vecteur unitaire  $\vec{u}$  orienté de A vers B comme sur la figure ci-dessus, toutes les caractéristiques de la force d'attraction gravitationnelle sont données par l'expression :

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

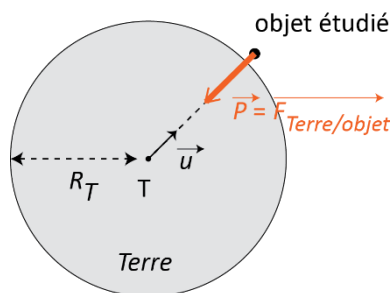
**Interprétation de cette relation :**

- La présence des masses au numérateur indique que **plus les corps sont massifs, plus ils s'attirent**.
- La présence de  $d^2$  au dénominateur indique que **plus les corps sont éloignés, moins ils s'attirent**.
- La présence de  $\vec{u}$  indique que cette force est portée par la droite (AB).
- Le signe « - » indique que  $\vec{F}_{A/B}$  est de sens opposé à  $\vec{u}$ , c'est-à-dire orientée de B vers A.

**2.2. 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 :

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

On définit alors le **champ de pesanteur** terrestre par :

$$\vec{g} = -G \frac{M_{Terre}}{R_T^2} \vec{u}$$

C'est un vecteur dont les caractéristiques sont :

- sa direction : verticale ;
- son sens : vers le bas ;
- sa valeur :  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$  (valable sur Terre au niveau de la mer).

Le poids de l'objet s'exprime alors simplement par la relation :

$$\vec{P} = m\vec{g}$$

Remarque importante :

Le poids est un cas particulier de force d'attraction gravitationnelle.  
C'est **une force, exprimée en newton**, il ne faut pas le confondre avec la masse !



### 2.3. La poussée d'Archimède

La poussée d'Archimède, souvent notée  $\vec{\Pi}$ , est la force qu'exerce un fluide (liquide ou gazeux) sur un objet partiellement ou totalement immergé. Cette force a pour caractéristiques :

- sa direction : verticale ;
- son sens : vers le haut ;
- sa valeur dépend de la masse volumique du fluide et du volume immergé du système (son expression n'est pas à connaître).

La poussée d'Archimède permet notamment d'interpréter la flottabilité des objets.

► **Exemple** : un glaçon flotte à la surface d'un verre d'eau

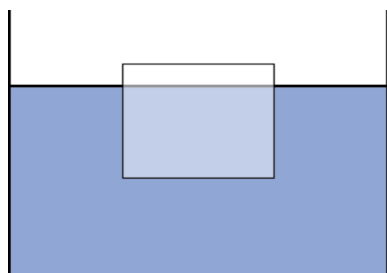


Schéma de la situation

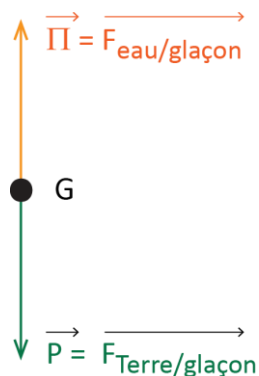


Schéma des forces exercées sur le glaçon

### 2.4. Le force de frottement exercée par un fluide

Lorsqu'un système est en mouvement dans un fluide, il subit de la part de celui-ci une force de frottement, souvent notée  $\vec{f}$ , dont les caractéristiques sont :

- sa direction : tangente à la trajectoire ;
- son sens : opposé à celui du mouvement ;
- sa valeur : d'autant plus élevée que la vitesse du système est grande (son expression n'est pas à connaître).

► **Exemple** : un volant de badminton en vol

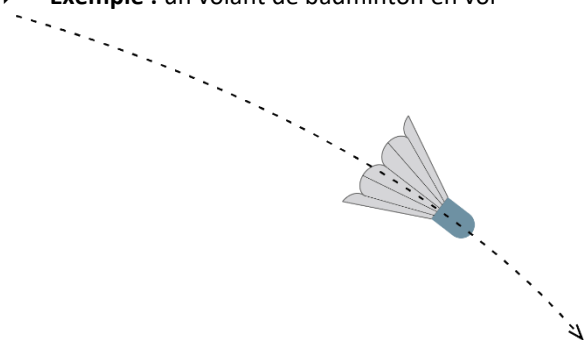


Schéma de la situation

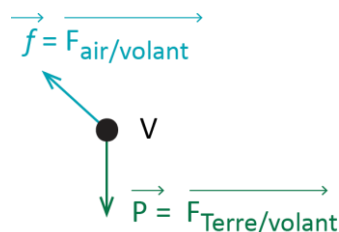


Schéma des forces exercées sur le volant