



Fiche de synthèse n°7

Quelques interactions et forces particulières

1. Rappels sur les interactions, actions et forces

- Lorsqu'un système A agit sur un système B, alors réciproquement, B agit sur A. On dit que A et B sont en **interaction**.
- L'action d'un système sur un autre est modélisée par un vecteur appelé **vecteur-force**.
- La norme du vecteur-force est la valeur de la force représentée et s'exprime en **newton** (symbole : N).

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.

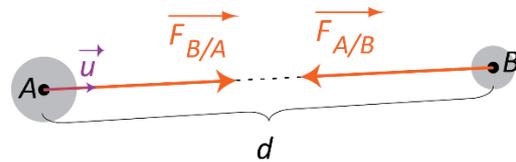
Énoncé de la loi :

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.

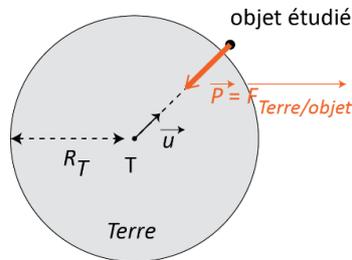


2.2. Le poids

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 :

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

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

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

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 !

Le poids sur les autres planètes

La valeur $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ n'est valable que sur Terre au niveau de la mer.

Sa valeur change selon le rayon et la masse de la planète qui attire l'objet et doit être calculé à l'aide d'une relation analogue à celle établie à la surface de la Terre :

$$g = G \frac{M_{\text{planète}}}{R_{\text{planète}}^2}$$

Exemple du champ de pesanteur lunaire :

Le rayon de la Lune vaut : $R_{\text{Lune}} = 1\,737 \text{ km} = 1,737 \times 10^6 \text{ m}$.

La masse de la Lune vaut : $M_{\text{Lune}} = 7,34 \times 10^{22} \text{ kg}$.

Le champ de pesanteur lunaire vaut donc :

$$g_{\text{Lune}} = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{7,34 \times 10^{22}}{(1,737 \times 10^6)^2} = 1,62 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Ce calcul montre que le champ de pesanteur lunaire est environ 6 fois plus faible que le champ de pesanteur terrestre. Donc un objet à la même masse sur Terre et sur la Lune mais un poids six fois plus faible sur la Lune : cela signifie que la Lune attire six fois moins que la Terre les objets de sa surface.



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

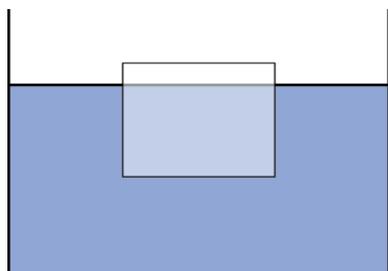


Schéma de la situation

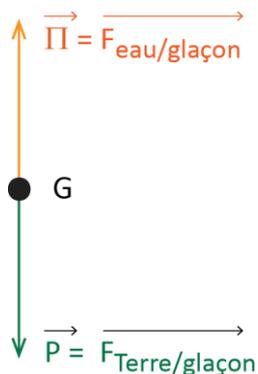


Schéma des forces exercées sur le glaçon

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

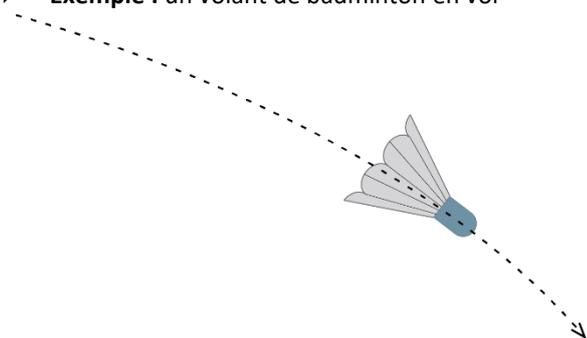


Schéma de la situation

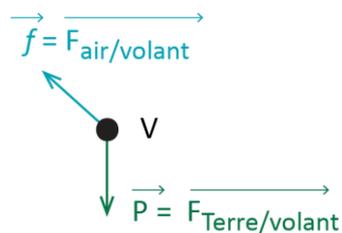


Schéma des forces exercées sur le volant