



## Chapitre 3 : Forces s'exerçant sur un solide

### I Actions mécaniques exercées sur un corps:

Le mouvement ou la forme d'un corps sont influencés par les actions mécaniques exercées sur ce celui-ci par d'autres corps.

Il existe deux types d'actions mécaniques :

➤ Actions de contact :

Elles ne peuvent s'exercer qu'entre des corps en contact.

Ex : le cahier sur la table (l'action mécanique exercée par la table sur le cahier empêche celui-ci de tomber), action exercée par le joueur de rugby sur le ballon lorsqu'il le lance.

➤ Actions à distances :

Elles peuvent s'exercer entre deux corps même s'il n'y a pas de contact entre eux.

Ex : Forces gravitationnelles, forces électriques.

Ces deux types d'actions peuvent être qualifiées de :

➤ Localisées:

Si elles **s'exercent sur une portion de l'objet** de dimensions très petites par rapport à celles de l'objet lui-même.

Ex : le joueur de billard exerce une action localisée sur la bille.

➤ Réparties :

Si elles **s'exercent en plusieurs points**, souvent sur toute une surface ou dans tout un volume.

Ex : le vent exerce une action mécanique répartie sur la voile du bateau.

Remarque : Différence entre action et interaction :

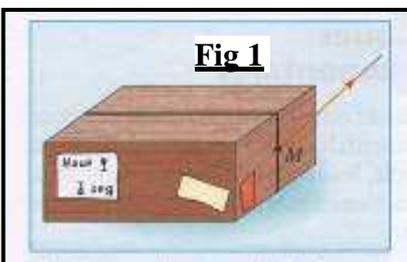
Action : effet qu'un corps exerce sur un autre.

Interaction : action réciproque.

### II Modélisation d'une action mécanique localisées : forces :

1) Représentation de la force :

➤ Caractéristiques de l'action :



L'action mécanique de la corde sur le colis s'exerce :

- Selon la direction de celle-ci.
- Dans le sens où le colis est tiré.
- Avec une certaine grandeur, on attribue une valeur à l'action mécanique.
- En un point précis, le point d'attache de la corde.

➤ Le vecteur force :

Comme pour la vitesse, nous avons les caractéristiques direction, sens et valeur. Nous allons donc utiliser un vecteur afin de représenter l'action mécanique : **le vecteur-force  $\vec{F}$**

Dans le SI, l'unité de force est le **newton (N)**.

Comme pour le vecteur-vitesse on le représentera à l'aide d'une échelle (Ex : 1cm  $\Leftrightarrow$  5 N)



➤ La force :

C'est l'association du vecteur-force et d'un point d'application.

On appelle **droite d'action ou droite support** la droite qui a même direction que la force et qui passe par son point d'application.

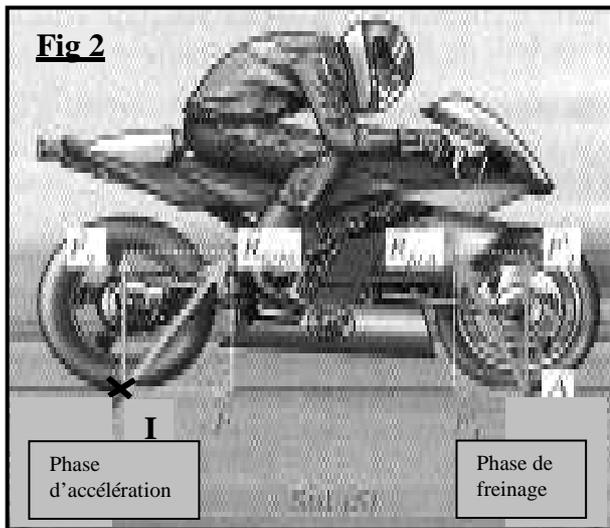
La force exercée par un fil tendu est généralement appelée **force de tension**.

➤ Mesure d'une force :

On peut mesurer certaines forces à l'aide d'un **dynamomètre**. Il est composé de graduations qui relève la déformation d'un ressort proportionnel à l'intensité de la force à mesurer.

2) Force de contact ponctuel entre deux solides :

Le meilleur exemple est la force entre une roue et le sol.



- On modélise la petite surface commune entre la roue et le sol par un point nommé point de contact et noté I.
- On note la réaction de la route par un vecteur-force  $\vec{R}$ . Elle empêche la roue de s'enfoncer dans le sol, elle est donc toujours orientée de la route vers la roue. Sa direction et sa valeur dépendent de l'état de mouvement de la moto.
- On décompose généralement cette réaction en :
  - Une composante normale  $\vec{F}_2$
  - Une composante tangentielle qui constitue la force de frottement  $\vec{F}_1$

- Entre ces trois forces, on a la relation :  $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

On verra par la suite l'intérêt de la force de frottements dans la propulsion et le freinage.

**III Les actions mécaniques réparties :**

1) Poids d'un objet :

Le poids d'un objet est la **force gravitationnelle exercée par la Terre sur l'objet**.

C'est une action à distance.

➤ Expression :

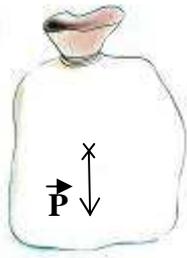
*Questions élèves :*

- a. A partir de la loi de la gravitation, montrer que le poids d'un objet à la surface de la Terre est proportionnel à sa masse  $m$ . On appelle  $g$  le coefficient de proportionnalité, donner l'expression de  $g$ . Quelle est son unité ?
- b. Calculer la valeur moyenne de  $g$  à la surface de la Terre. ( $m_T = 5,97.10^{24} \text{ kg}$  ;  $R_T = 6370 \text{ km}$ )

$$F_{T/\text{objet}} = G \cdot \frac{m m_T}{R_T^2} \quad F_{T/\text{objet}} = P = \frac{G \cdot m_T}{R_T^2} m \quad \text{D'où } g = \frac{G \cdot m_T}{R_T^2} \text{ et } P = mg$$

P en N ; m en kg ; g en  $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$

➤ Représentation :



**Fig 3**

*Question élève :*  
*Représenter la force poids sur cet objet ?*

Chaque grain de farine remplissant un sac peut être assimilé à un point, chaque point a son propre poids très petit. Le poids du sac de farine résulte des poids de chacun des grains.  
L'action macroscopique résultante peut être représentée par une force unique.

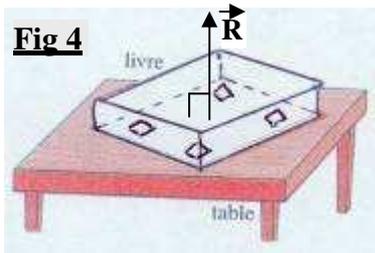
On représente donc le poids d'un objet par **force résultante** qui s'applique au **centre de gravité (ou centre d'inertie)** du solide considéré.

Caractéristique de  $\vec{P}$  ➔ { Direction : la verticale du lieu  
Sens : de haut en bas  
Valeur :  $P = m \cdot g$

Exercices n°19,21 ,23,  
30 et 32 p 59-60

2) Réaction d'un plan sur un objet :

➤ Une action de contact répartie :

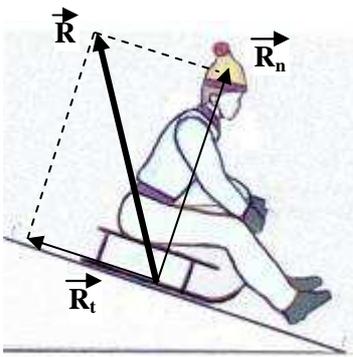


**Fig 4**

L'action d'une table sur un livre est la **résultante** des forces de contact exercée par la table **en chaque point** de la surface du livre.

L'action de la table se modélise par une **force appliquée au centre** de la couverture du livre et appelée **REACTION de la table**.  
La réaction est dans ce cas **perpendiculaire** (normale) à la table

➤ Si le plan est incliné :



**Fig 5**

Il est commode, comme pour la force de contact ponctuel, de décomposer la réaction :

- La **réaction normale** du support  $\vec{R}_n$ . Elle est perpendiculaire au plan du support. C'est la réaction à l'enfoncement.
- La **réaction tangentielle** de la table  $\vec{R}_t$ . Elle est parallèle au plan de la table. C'est la force de frottement exercée par la table sur le solide en glissement.

On a la relation :  $\vec{R} = \vec{R}_n + \vec{R}_t$

Remarque :

- Somme vectorielle de forces : méthode du parallélogramme.
- Ne pas confondre roulement et glissement. Si à la place de la luge, on considère une bille qui roule, la force de frottement sera dirigée vers le bas de la pente : c'est elle qui permet à la bille de rouler.

➤ Contact sans frottement :

Dans le cas où les surfaces sont lisses ou lubrifiées ou que l'objet glisse sur coussin d'air, la **réaction tangentielle est négligée**.



### 3) La poussée d'Archimède :

#### Expérience prof :

Prendre un cintre, et attacher (avec de la ficelle) à ses extrémités deux bananes de poids à peu près égal. Plonger alors une des deux bananes dans un saladier rempli d'eau.

Obs : On remarque alors que la balance est déséquilibrée, comme si une des bananes pesait moins lourd que l'autre.

Int : Ceci est dû à la poussée d'Archimède qui est une force qui s'oppose au poids d'un objet plongé dans un fluide.

Elle représente l'action qu'exerce un fluide (air, eau) sur un solide. Ses caractéristiques sont :

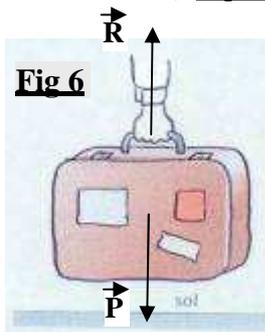
- C'est une force verticale.
- Elle est ascendante.
- Elle est appliquée au centre d'inertie du fluide déplacé.
- Sa valeur est égale au poids du fluide déplacé :

$$\Pi = \rho_{\text{fluide}} * V_{\text{déplacé}} * g$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Pi : \text{poussée d'Archimède (N)} \\ \rho_{\text{fluide}} : \text{masse volumique du fluide déplacé (kg/m}^3\text{)} \\ V_{\text{déplacé}} : \text{volume du fluide déplacé (m}^3\text{)} \\ g : \text{intensité de la pesanteur (N.kg}^{-1}\text{)} \end{array} \right.$$

### IV Les effets d'une force : équilibre et mise en mouvement

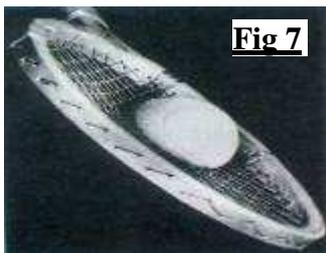
#### 1) Equilibre et déformation :



Une force peut empêcher le mouvement d'un objet. Dans ce cas, la force exercée par la main sur la valise compense le poids de la valise. Elle est donc en équilibre.

Il y a équilibre si  $\vec{\Sigma F} = \vec{0}$ .

Ici on a  $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$



La force exercée par la raquette sur la balle provoque la déformation de celle-ci.

#### 2) Mise en mouvement :

- Une force peut modifier la **valeur de la vitesse** des points d'un solide. (Ex : enfant qui pousse sa luge).
- Une force peut modifier la **direction du mouvement** des points d'un solide. (Ex : force du vent sur un ballon)
- Une force peut modifier le **sens du mouvement**.

#### ➤ Cas d'un solide en rotation autour d'un axe fixe :

*Expérience prof : roue tournant autour d'un axe fixe*

- a. On suspend une masse marquée en un point A quelconque situé à droite, le solide étant initialement au repos.



Le solide tourne dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à une position d'équilibre où A est situé tout en bas.

La force est celle du poids de A.

- b. *On exerce une force de traction ayant pour direction une droite passant par l'axe de rotation.*

Le solide ne bouge pas.

- c. *On place la roue à l'horizontale, on suspend une masse à un côté de la roue.*

Le solide ne bouge pas

Conclusion :

Pour mettre en rotation un solide autour d'un axe fixe, il faut lui appliquer une force :

- **ni parallèle à son axe de rotation.**
- **ni portée par une droite qui couperait l'axe de rotation.**

Matériel :

- Un cintre + deux bananes + de la ficelle + un cristalliseur plein d'eau.
- Solide en rotation autour d'un axe fixe (roue verticale puis horizontale) + masse de 100 g + ficelle.