

# Mécanique - Chapitre 3 : Dynamique du point matériel

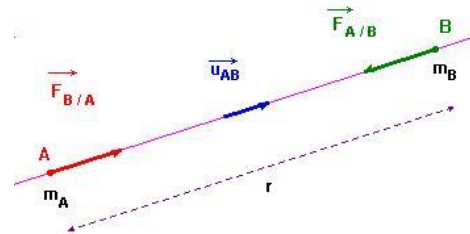
## Ce qu'il faut retenir...

### LES FORCES :

Une force caractérise l'action mécanique d'un système sur un corps. Une force est un vecteur décrit par une direction, un sens, une norme (en N) et un point d'application.

- Force de gravitation :**

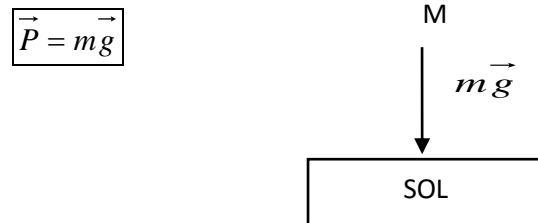
Force d'attraction entre deux points matériels A et B de masses respectives  $m_A$  et  $m_B$ .



$$\vec{F}_{A/B} = -G \frac{m_A m_B}{r^2} \vec{u}_{AB} \quad G \text{ est la constante de gravitation universelle.}$$

- Poids d'un corps :**

Force de gravitation exercée par la Terre de centre T et de masse  $M_T$  sur un point matériel M de masse m au voisinage du sol terrestre.



$\vec{g}$  est le champ de pesanteur, sa direction définit la verticale du lieu.

En 1<sup>ère</sup> approximation, le champ de pesanteur est tel

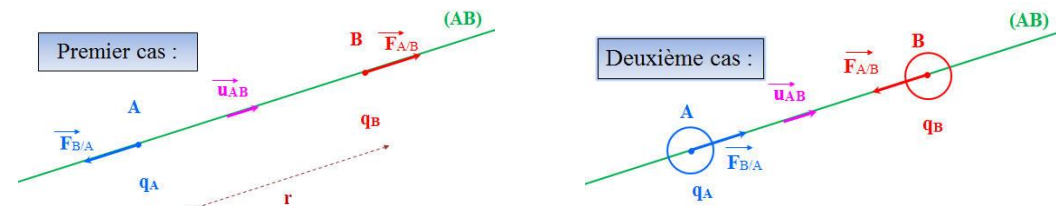
$$\vec{g} \approx -G \frac{M_T m}{(R_T + z)^2} \vec{u}_{TM}$$

Il est considéré uniforme au voisinage du sol terrestre ( $z \ll R_T$ ):

$$\vec{g} \approx -G \frac{M_T m}{R_T^2} \vec{u}_{T \rightarrow M}$$

- Force électrostatique ou interaction coulombienne :**

Force de répulsion (1<sup>er</sup> cas) ou d'attraction (2<sup>ème</sup> cas) entre deux points matériels A et B de charges respectives  $q_A$  et  $q_B$ .



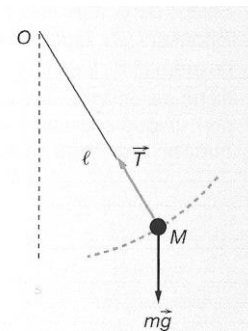
$$\vec{F}_{A/B} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_A q_B}{r^2} \vec{u}_{AB} \quad \epsilon_0 \text{ est la permittivité du vide.}$$

A l'échelle atomique, on négligera la force de gravitation devant la force électrostatique.

- Tension du fil :**

Force subie par un point matériel accroché à un fil inextensible.

Sa norme est a priori inconnue.



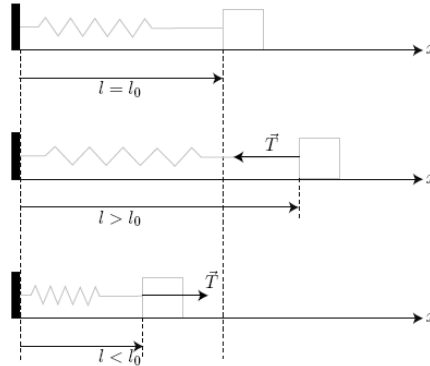
• **Force de rappel élastique :**

$$\vec{F} = -k(l - l_0)\vec{u}_{\text{allongement}}$$

$\vec{u}_{\text{allongement}}$  : dans le sens d'allongement du ressort (du point d'attache vers le point matériel étudié)

$l_0$  : longueur à vide du ressort

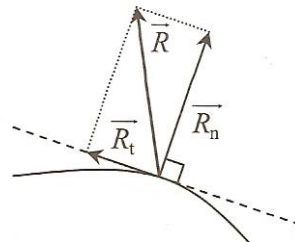
$k$  : constante de raideur du ressort (en  $N.m^{-1}$ )



• **Réaction du support :**

Force exercée par un support sur un point matériel M lorsque celui-ci est astreint à se déplacer sur ce support.

On la décompose en 2 termes :  $\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{R}_T$



-  $\vec{R}_N$  est la réaction normale, elle est perpendiculaire au support et est dirigée du support vers l'objet assimilé au point matériel. Condition de contact :  $R_N > 0$ .

-  $\vec{R}_T$  est la réaction tangentielle ou force de frottement solide, elle est tangente au support en M et s'oppose au mouvement et donc au vecteur vitesse du point par rapport au support s'il existe.

**M immobile :**  $\|\vec{R}_T\| < \mu_s \|\vec{R}_N\|$ ,  $\mu_s$  : coefficient de frottement statique

**M en mouvement :**  $\|\vec{R}_T\| = \mu_D \|\vec{R}_N\|$ ,  $\mu_D$  : coefficient de frottement dynamique

• **Force de frottement fluide linéaire :**  $\vec{f} = -\alpha\vec{v}$

• **Poussée d'Archimède :** Tout corps immergé dans un fluide au repos est soumis de la part du fluide à une poussée verticale, appelée poussée d'Archimède, dirigée vers le haut, d'intensité égale au poids du volume de fluide déplacé et appliquée au centre de masse de ce fluide :  $\vec{\Pi}_a = -\rho_{\text{fluide}} V_{\text{immergé}} \vec{g}$

**LOIS DE NEWTON :**

**Principe d'inertie :** Il existe une classe de référentiels privilégiés, appelés référentiels galiléens, par rapport auxquels tout point matériel isolé (soumis à aucune force) est en translation rectiligne et uniforme.

*Cette loi postule l'existence des référentiels galiléens.*

Les référentiels galiléens sont en mouvement de translation rectiligne uniforme les uns par rapport aux autres.

Meilleure approximation : Référentiel de Copernic (centre = centre de masse du système solaire, axes vers 3 étoiles suffisamment éloignées pour être considérées comme fixes)

Référentiel géocentrique (centre = centre de masse de la Terre, axes parallèles à ceux du référentiel de Copernic) : bonne approximation à condition de négliger l'effet des autres astres que la Terre.

Référentiel terrestre (lié au sol terrestre) : bonne approximation à condition de négliger les effets dus à la rotation de la Terre.

**Relation fondamentale de la dynamique :** Par rapport à un référentiel galiléen R, le mouvement d'un point matériel M de masse m soumis à un ensemble de forces de résultante  $\sum \vec{F}$  est tel que :  $m \vec{a}_{M/R} = \sum \vec{F}$ .

**Principe des actions réciproques :** Si le point matériel A exerce sur le point B une force  $\vec{F}_{A \rightarrow B}$  alors B exerce sur A la force opposée :  $\vec{F}_{B \rightarrow A} = -\vec{F}_{A \rightarrow B}$ .