

Dynamique des corps

I. Introduction

* L'application la plus importante des lois de Newton est la **dynamique des corps**, c'est-à-dire l'étude du mouvement des corps soumis à des forces.

* En effet, la 2^{ème} loi de Newton (principe fondamental de la dynamique) relie l'accélération du centre d'inertie d'un système à la résultante des forces appliquées, ce qui permet deux grands types de raisonnement : « Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un système de masse m constante, est égale au produit de cette masse et du vecteur accélération \vec{a}_G du centre d'inertie G du système ».

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}_G$$

Connaissant les forces, on en déduit l'accélération, et il est alors possible de déterminer les équations horaires du mouvement, par intégrations successives (si on précise les conditions initiales).

Inversement, connaissant la trajectoire et la vitesse, il est alors possible de déduire des informations sur l'accélération puis sur les forces.

II. Méthode de résolution d'un problème en dynamique

Lorsqu'on aborde un problème de mécanique il est primordial de suivre systématiquement la démarche qui suit :

- 1) Faire un croquis de la situation.
- 2) Définir le système d'étude : "le système étudié est ... de masse ... et de centre d'inertie ...".
- 3) Choisir un référentiel et définir un repère d'étude (le représenter sur le croquis).
- 4) Faire le bilan des forces appliquées au système et les représenter sur le croquis.
- 5) Appliquer la 2^{ème} loi de Newton pour trouver la relation entre l'accélération du mobile et la résultante des forces appliquées au système.
- 6) Projeter cette relation (vectorielle) sur un ou plusieurs axes afin d'obtenir les équations du mouvement.
- 7a) Si les forces sont connues : intégrer les composantes de l'accélération (a_x , a_y), puis celles de la vitesse (v_x , v_y) pour obtenir les lois horaires du mouvement ($x(t)$ et $y(t)$) en exploitant les conditions initiales
- 7b) Si l'accélération est connue, il est alors possible d'en déduire des informations sur les forces .

* **Remarques** :

Très souvent l'énoncé donne déjà des éléments de réponse (par exemple le repère d'étude) ; Il faut exploiter les informations connues pour simplifier l'étude. Par exemple :

- si le mouvement est rectiligne, la direction de la vitesse et celle de l'accélération sont connues,
- si le mouvement est circulaire uniforme, l'expression de l'accélération est connue (dans le repère de Frenet).

Si toutes les forces sont connues, le mouvement est complètement déterminé dès lors que les conditions

initiales sont précisées.

Si une force est inconnue (réaction du sol par exemple) il est possible malgré tout de projeter sur un axe **perpendiculaire** à cette force, ce qui l'élimine lors de la projection.

III. Troisième loi de Newton (ou principe des actions réciproques)

Quand un corps A exerce sur un corps B une force $\vec{F}_{A/B}$, simultanément B exerce sur A la force $\vec{F}_{B/A}$ opposée à $\vec{F}_{A/B}$.

Remarque: $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont la même droite d'action et $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$. Les vecteurs $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont donc:

- même direction ;
- même valeur ;
- **mais un sens contraire.**

IV. Étude de l'équilibre des corps (STATIQUE)

La première application des lois de Newton est la **statique des corps**, c'est-à-dire l'étude de l'équilibre des corps.

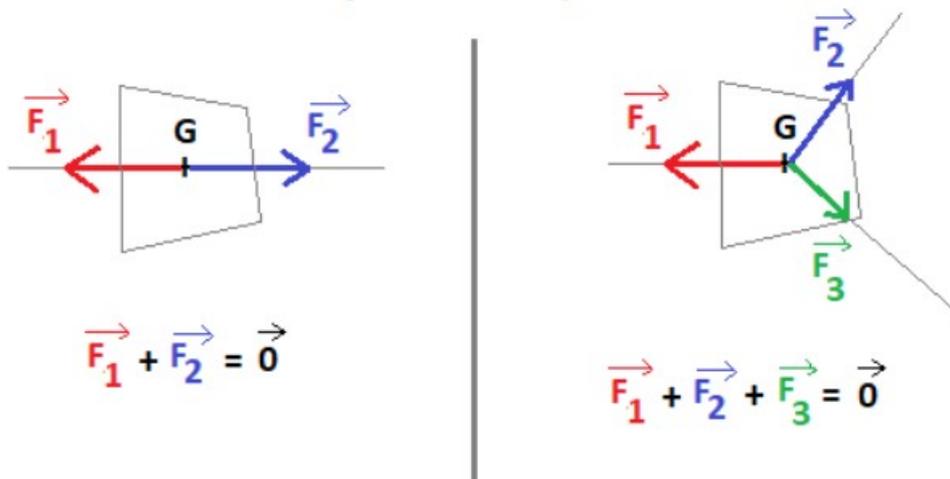
Condition d'équilibre:

* Dans un référentiel galiléen, le principe d'inertie stipule qu'un système **immobile** reste immobile tant que les forces se compensent.

* On en déduit une condition d'équilibre d'un système :

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

Systemes à l'équilibre



Remarques:

- Cette condition est suffisante pour un point matériel, mais pour un solide il y a une deuxième condition pour maintenir l'équilibre (hors programme).
- Un système soumis à une seule force ne peut donc pas être à l'équilibre !

Si un corps **est déjà lancé** à une certaine vitesse \vec{v}_G , il gardera cette vitesse tant que les forces se compensent (en vertu du principe d'inertie) !