

Chapitre 05 : la dynamique du point

principe d'inertie

Le mouvement ou l'immobilité d'un corps dans un référentiel peuvent être expliqués grâce à la notion de force, à l'aide du principe d'inertie.

La dynamique a pour **but de comprendre et prévoir** le mouvement d'un corps.

1. Les actions mécaniques et leurs effets

Lorsqu'un corps agit sur un autre corps, on parle **d'action mécanique**. L'objet qui agit est appelé le donneur, celui qui reçoit le receveur.

1.1. Différents types d'actions mécaniques



Il existe deux grandes familles d'actions mécaniques :

- les actions mécaniques de contact (par exemple les sangles qui relient un parachutiste à son parachute)
- les actions mécaniques à distance (par exemple la Terre qui agit sur le parachutiste).

Si une action mécanique est appliquée en un endroit précis du receveur, elle est **localisée**.

Si une action mécanique est appliquée sur l'ensemble (ou une partie) du receveur, elle est **répartie**.

1.2. Effets d'une action mécanique d'un donneur sur un receveur

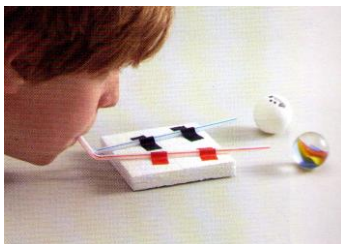
Une action mécanique d'un donneur sur un receveur peut:

- **modifier** le mouvement (trajectoire et/ou sa vitesse) du receveur ;
- **déformer** le receveur.

Illustration : ballon de volley-ball, modification de son mouvement et déformation



1.3. Influence de la masse du corps



Une même action mécanique exercée sur deux objets différents n'a pas le même effet. Plus la masse est importante, plus il sera difficile de modifier le mouvement du receveur.

L'objet s'oppose d'autant plus à la modification de son mouvement que sa masse est importante, c'est **l'inertie de cet objet**.

Illustration :

influence de la masse sur la mise en mouvement

2. La force : une modélisation de l'action mécanique

En physique, une force modélise l'action qu'un objet exerce sur un autre pouvant changer son état de mouvement (ou de repos).

Une force **ne caractérise pas un objet** mais traduit une interaction entre un donneur et un receveur.

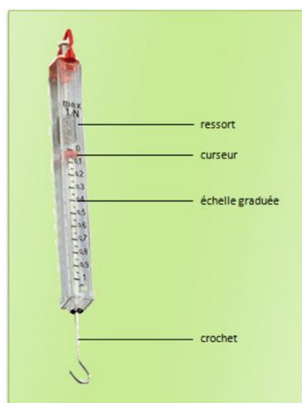
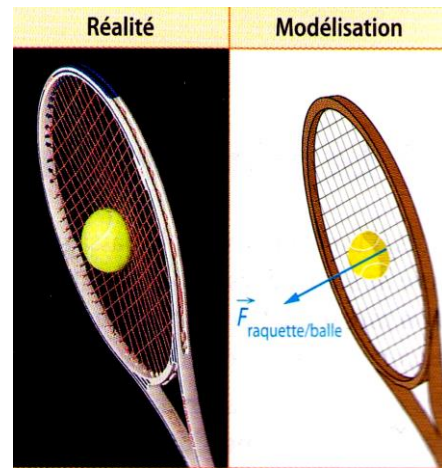
2.1. Modélisation par une force

Le vecteur force \vec{F} modélise une action mécanique sur un corps. Le vecteur force est un segment fléché caractérisé par :

- une **origine** (c'est le **point d'application** de la force) ;
- une **direction** et un **sens** qui indiquent les effets de la force (attraction, répulsion, etc.) ;
- une longueur : proportionnelle à la **valeur** de la force.

Illustration :

modélisation d'une action mécanique (raquette sur la balle de tennis) par une force.



Dynamomètre

La valeur d'une force peut être mesurée à l'aide d'un **dynamomètre** et son unité est le **newton (N)**.

Remarque

Il est impossible d'observer une force, il est uniquement possible d'en observer les effets sur un objet.

2.2. Le point d'application

Le point d'application représente l'endroit où l'action mécanique s'applique sur le receveur.

Pour une action mécanique **de contact**, le point d'application se situe **au point de contact** entre le donneur et le receveur (s'il s'agit d'une surface de contact, le point d'application est le centre de cette surface).

Pour une action mécanique **à distance**, le point d'application se situe **au centre d'inertie/de gravité** du receveur.

3. Principe d'inertie

3.1. Énoncé du principe d'inertie



Lorsque les forces qui s'exercent sur un corps se compensent (ou quand il ne subit aucune force), il persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme.

Les forces s'exerçant sur un corps se compensent si leurs effets combinés n'engendrent aucune modification du mouvement de ce corps.



Illustration

Sans ceinture, le mannequin du crash-test poursuit son mouvement rectiligne et uniforme après le choc.

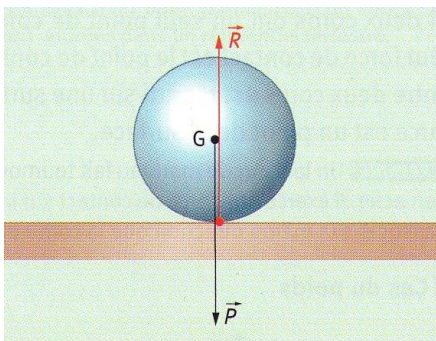
Remarque : la vitesse **n'est pas** une action mécanique, elle ne correspond pas à l'action d'un objet sur un autre.

Par conséquent, quand un point d'un corps n'a pas de mouvement rectiligne uniforme, dans un référentiel donné, alors les forces qui s'exercent sur ce corps **ne se compensent pas**.

3.2. Bilan des forces

Il est fréquent que plusieurs forces s'exercent simultanément sur un même corps.

Faire le bilan des forces consiste à **énoncer la totalité des forces s'exerçant sur un corps**.



Exemple

Bilan des forces (qui modélisent des actions mécaniques) sur une balle en mouvement rectiligne uniforme :

- la force \vec{R} est associée à l'action de la table sur la balle appliquée au point de contact, verticale et vers le haut. Elle a, ici, pour valeur 20 N.
- la force \vec{P} est associée à l'action de la Terre sur la balle est appliqué au centre d'inertie de la balle, verticale et vers le bas. Elle a, ici, pour valeur 20 N.

La somme des vecteurs associés à des forces qui se compensent est **un vecteur nul**.

3.3. Diagramme objets-(inter)actions

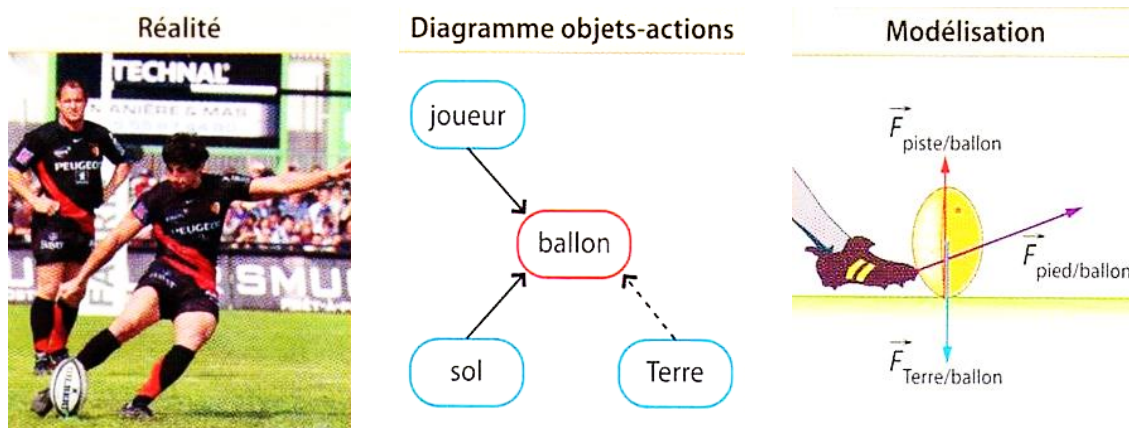
Pour établir un bilan des forces, il est conseillé de construire un **diagramme objets-actions**.

Pour construire ce diagramme, il faut :

- effectuer l'**inventaire des objets** concernés par l'étude, sans oublier l'appui au sol et la Terre, responsable du poids.
- schématiser ces objets dans des ovales, en mettant au centre l'**objet d'étude**.
- lorsqu'un corps agit sur l'objet d'étude, représenter cette interaction par un **trait de liaison** (en trait plein pour une action de contact ou en pointillés pour une action à distance) en indiquant le sens de l'action.

Il est ensuite possible de modéliser ces actions par des forces sur un schéma.

Exemple : bilan des forces s'exerçant sur le ballon lors de la frappe



4. Modification de l'énergie cinétique d'un corps

4.1. Énergie cinétique

L'énergie cinétique d'un corps est liée à son mouvement. Elle dépend de la masse et de la vitesse du corps (dans un référentiel donné).

L'énergie cinétique s'exprime:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Unités SI :

m en kilogramme (kg)
 v en mètre par seconde ($m.s^{-1}$)
 E_c en joule (J)

Exemple :

Le pilote Lewis Hamilton établit un record de vitesse à 372 km.h^{-1} à bord d'une voiture de formule 1 de 640 kg. À cette vitesse, l'énergie cinétique de son véhicule est égale à :


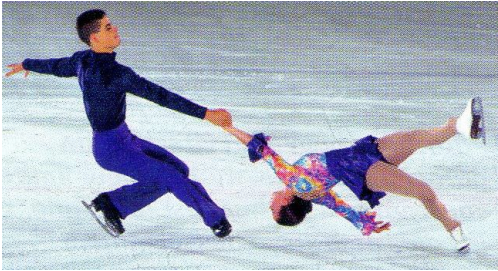
$$E_c = \frac{1}{2} \times 640 \times \left(372 \times \frac{1000}{3600} \right)^2 = 3,42 \times 10^6 \text{ J}$$

En roulant à la vitesse de 50 km.h^{-1} (soit 7,4 fois moins vite), son énergie cinétique est de $6,2 \times 10^4 \text{ J}$, soit 55 fois plus faible.

4.2. Effet d'une force sur l'énergie cinétique d'un corps

Une force qui s'exerce sur un corps **peut modifier l'énergie cinétique** de ce corps si elle n'est pas perpendiculaire à la direction de son déplacement.

Exemples

| avec modification de l'énergie cinétique | sans modification de l'énergie cinétique |
|--|---|
|  <p>Une fois qu'il a passé la barre, l'athlète a une faible vitesse, donc une faible énergie cinétique. Lors de sa chute vers le tapis, il n'est soumis qu'à son poids, dans le sens de son déplacement, et sa vitesse augmente, donc son énergie cinétique augmente : il doit se réceptionner sur un épais tapis pour ne pas se blesser.</p> |  <p>Lors de la spirale, la patineuse a une vitesse constante. Elle est soumise à son poids, à la réaction de la glace et la force de traction de son partenaire, mais toutes ses forces son perpendiculaire à son déplacement. Son énergie cinétique n'est pas modifiée par l'action de ses forces.</p> |