

Chapitre 9 : Les forces

1. Les actions mécaniques

1.1. Définition

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

Il existe deux grandes familles d'actions mécaniques :

- **L'action mécanique de contact** lorsqu'il y a contact entre le donneur et le receveur ;
- **L'action mécanique à distance** lorsqu'il n'y a pas contact entre le donneur et le receveur.

1.2. Les effets d'une action mécanique



Fig. 1 : Lancement de la pierre de curling



Fig. 2 : Modification de la trajectoire du ballon par la tête du joueur



Fig. 3 : Ralentissement de la chute par le parachute



Fig. 4 : Déformation de la voile par le vent

Une action mécanique peut :

- Mettre en mouvement un objet (Fig. 1) ;
- Modifier la trajectoire d'un objet (Fig. 2) ;
- Modifier la vitesse d'un objet (Fig. 3) ;
- Déformer un objet (Fig. 4).

A RETENIR :

Les effets d'une action mécanique d'un donneur sur un receveur peuvent être :

- La **mise en mouvement** du receveur ;
- La **modification de la trajectoire et/ou de la vitesse** du receveur ;
- La **déformation** du receveur.

Remarque : ces effets dépendent de la **masse du receveur**, ils sont d'autant plus faibles que la masse du receveur est grande.

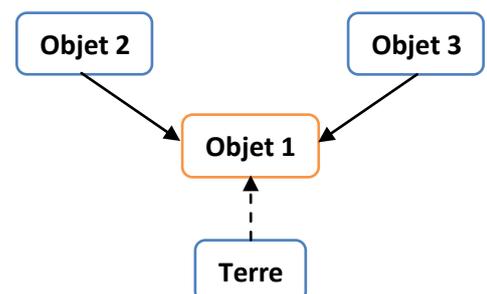
2. Modélisation d'une action mécanique : la force

2.1. Diagramme objets-interactions

Un objet peut être soumis à plusieurs actions mécaniques. Afin d'expliquer son mouvement, il est important de connaître toutes les actions mécaniques qui agissent sur lui. Pour cela, on réalise un **bilan de ces actions mécaniques** en construisant un **diagramme objets-actions** (DOA) ou **diagramme objets-interactions** (DOI) :

Construction du diagramme :

- Faire **l'inventaire des objets** concernés par l'étude, en n'oubliant pas les **appuis** (le sol par exemple) qui exercent une action mécanique (sinon l'objet s'enfoncerait) et la **Terre**, responsable de l'action mécanique à distance liée à la pesanteur ;
- Schématiser ces objets dans des ovals en mettant **au centre l'objet d'étude** ;
- Lorsqu'un objet agit sur l'objet d'étude, on représente cette action par une **flèche** (en **trait plein** pour une **action de contact**, en **pointillés** pour une **action à distance**) qui pointe selon le sens de l'action.



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

2.2. Définition d'une force

L'action mécanique n'est pas directement saisissable et mesurable. Pour pouvoir l'étudier, on la modélise par une grandeur appelée « force ».

Définition :

- Une force est la **modélisation d'une action mécanique** ;
- Une **force** est caractérisée par :
 - **un point d'application** ;
 - **une droite d'action (ou direction)** ;
 - **un sens d'action** ;
 - **une intensité**.
- On la représente par un **segment fléché** (ou vecteur) et on la note :

$\vec{F}_{\text{donneur/receveur}}$

origine: **point d'application de la force**

direction: **direction de la force**

sens: **sens de la force**

longueur: **proportionnelle à l'intensité de la force (avec échelle adaptée)**

→ Le point d'application d'une force :

- Pour une **action mécanique de contact**, le **point d'application de la force sera le point de contact** entre le donneur et le receveur ; s'il s'agit d'une surface de contact alors le point d'application de la force sera le centre de cette surface ;
- Pour une **action mécanique à distance**, le **point d'application de la force sera le centre de gravité** du receveur.

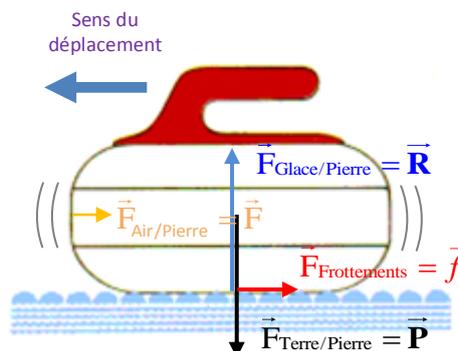
→ L'intensité d'une force se note $F_{\text{donneur/receveur}}$, elle se mesure à l'aide d'un **dynamomètre** et s'exprime en **newton** (symbole : **N**).

Remarque : Effet d'une force sur un mouvement

Une force peut modifier la vitesse et/ou la trajectoire d'un corps donc son mouvement.

Exemples de forces :

- **Le poids \vec{P}** : voir §2.3 ;
- **La réaction du support \vec{R}** : un objet posé sur un support (ex : table) ne tombe pas car le support exerce une force de contact qui compense son poids.
- **Les forces de frottements \vec{f}** : tout corps en mouvement est soumis à des forces de frottements qui sont des forces de contact qui s'opposent au déplacement de l'objet. Elles peuvent être exercées soit par le solide, soit par le fluide (liquide ou gaz) avec lequel le corps est en contact.
- **Les forces pressantes \vec{F}** : un corps entouré par un fluide (gaz ou liquide) est soumis à une (des) force(s) de contact exercée(s) par le fluide, que le corps soit immobile ou en mouvement.



Pierre de curling en mouvement

2.3. Cas particulier : le poids

La Terre exerce une action mécanique (attraction) **sur tous les corps** situés dans son environnement. C'est une action mécanique à distance.

Définition :

- Le poids modélise l'action mécanique de la Terre sur l'objet :

$$\vec{P} = \vec{F}_{\text{Terre/Objet}}$$

- Les caractéristiques du poids d'un objet :

\vec{P}	point d'application : le centre de gravité de l'objet étudié
	direction : la verticale du lieu considéré
	sens : vers le centre de la Terre
	intensité : $P = mg$

$P =$ intensité du poids (en N)
 $m =$ masse de l'objet (en kg)
 $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Remarque : La valeur de g dépend de la distance à laquelle le corps (l'objet) étudié se trouve par rapport au centre de la Terre.

3. Le principe d'inertie

Que se passe-t-il lorsqu'un corps est soumis à deux forces qui se compensent ?

Exemple ① : pierre de curling au repos

Le poids de la pierre est $P \approx 190 \text{ N}$ ($m = 19 \text{ kg}$)

Diagramme objets-actions pour la pierre de curling (au repos) :

```

    graph LR
      A[Glace] --> B[Pierre]
      C[Terre] -.-> B
      style B stroke:#f96
      style A stroke:#3498db
      style C stroke:#3498db
    
```

Inventaire des forces :

- Le poids \vec{P} : action de la Terre sur la pierre ;
- La réaction de la piste de glace \vec{R} : action de la glace sur la pierre, qui la maintient sur la piste.

⇒ Ces deux forces \vec{P} et \vec{R} se compensent : elles ont la même direction, la même intensité mais sont de sens opposé.

Exemple ② : la pierre de curling en mouvement

Diagramme objets-actions pour la pierre de curling (en mouvement) :

```

    graph TD
      A[Glace] --> B[Pierre]
      C[Terre] -.-> B
      D[Air] --> B
      E[Glace (frottements)] --> B
      style B stroke:#f96
      style A stroke:#3498db
      style C stroke:#3498db
      style D stroke:#95a5a6
      style E stroke:#3498db
    
```

Inventaire des forces :

- Le poids \vec{P} : action de la Terre sur la pierre ;
- La réaction de la piste de glace \vec{R} : action de la glace sur la pierre, qui la maintient sur la piste.
- La force de frottements \vec{f} : action de la glace sur la pierre qui ralentit son mouvement ;
- La force de frottement de l'air \vec{F} : action de l'air sur la pierre qui ralentit son mouvement.

⇒ Les forces **ne se compensent pas**, la pierre finit par s'arrêter. Mais si les forces de frottement disparaissaient, elle serait animée d'un mouvement rectiligne uniforme.

A RETENIR :

Dans le référentiel terrestre, un corps qui est soumis à des forces qui se compensent est soit au repos soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme. Ce phénomène est général et constitue le **principe d'inertie**.

Définition :

Tout corps persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme s'il n'est soumis à aucune action mécanique ou si les actions mécaniques qui s'exercent sur lui se compensent.

Réciproque du principe d'inertie :

Si un corps en mouvement n'a pas un mouvement rectiligne et uniforme, dans un référentiel donné, alors les forces qui s'exercent sur lui ne se compensent pas.

Remarques :

- Lorsqu'un corps est soumis à des forces qui se compensent, on dit qu'il est **pseudo-isolé** ;
- Lorsqu'un corps n'est soumis à aucune force, on dit qu'il est **isolé**.

4. Influence de la masse d'un corps

La masse d'un corps caractérise son inertie, c'est-à-dire la difficulté à le mettre en mouvement ou à modifier son mouvement.

→ L'effet d'une force sur le mouvement d'un corps dépend de sa masse : plus la masse du corps est faible et plus la perturbation engendrée par la force sur le mouvement du corps est grande.

Chapitre 9 : Les forces

Les objectifs de connaissance :

- Définir une action mécanique et déterminer ses effets sur le mouvement d'un objet ;
- Définir une force et ses effets sur le mouvement d'un objet ;
- Connaître le principe d'inertie.

Les objectifs de savoir-faire :

- Modéliser une action mécanique par une force ;
- Construire un diagramme objets-interactions ;
- Utiliser le principe d'inertie pour interpréter des mouvements.

Je suis capable de	Oui	Non
- Définir les mots : action mécanique, force, poids, principe d'inertie.		
- D'énoncer les différents types d'actions mécaniques. (cf. §1.1 et activité sur les actions mécaniques)		
- D'énoncer les effets d'une action mécanique sur un receveur. (cf. §1.2)		
- Construire un diagramme objets – interactions. (cf. §2.1)		
- Établir les caractéristiques d'une force. (cf. §2.2)		
- Énoncer les caractéristiques du poids. (cf. §2.3)		
- Faire un bilan des forces agissant sur un objet (ou système). (cf. §3)		
- Interpréter le mouvement d'un corps à partir du principe d'inertie. (cf. §3)		