

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Les forces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

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.

2. Modélisation d'une action mécanique : la force

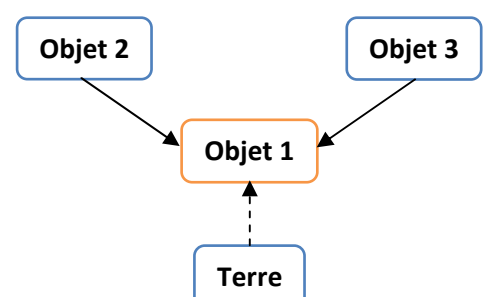
2.1. Diagramme objets-interactions

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 qui exercent une action mécanique et la **Terre**, responsable de l'action mécanique à distance liée à la pesanteur
- Schématiser ces objets dans des ovales en mettant **au centre l'objet d'étude** ;



Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Les forces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

- 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**.

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 ».

Définitions :

- 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 :

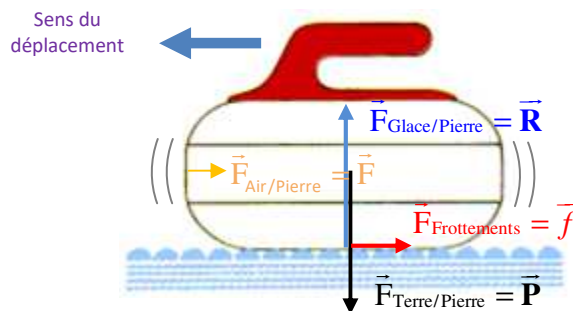
- Pour une **action mécanique de contact**, le **point d'application de la force sera le point de contact** entre le donneur et le receveur ; s'il s'agit d'une surface de contact alors le point d'application de la force sera le centre de cette surface ;
- Pour une **action mécanique à distance**, le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

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.
- **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.

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Les forces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde



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 qu'exerce la Terre sur l'objet :

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

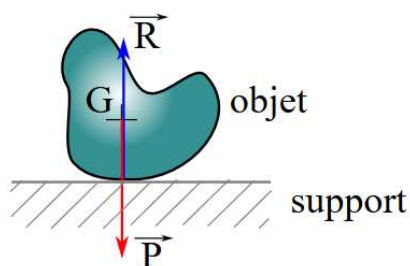
- Les caractéristiques du poids d'un objet :

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

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.

2.4. Cas particulier : la réaction du support

Lorsqu'un objet est au repos sur un support, il est soumis à deux forces :



- Son poids : \vec{P} ;
- La réaction du support : \vec{R}

Ces deux forces se compensent, l'objet est en équilibre :

$$\vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$$

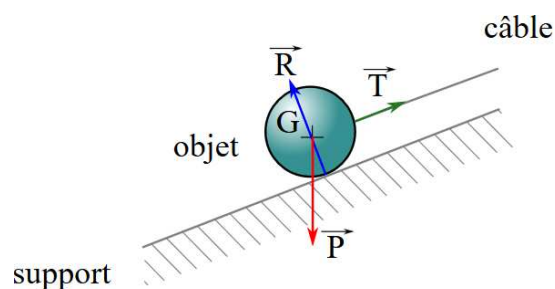
A RETENIR :

Lorsqu'un objet est à l'équilibre, alors la somme des forces qui s'appliquent sur lui est nulle.

2.5. Cas particulier : la tension d'un fil

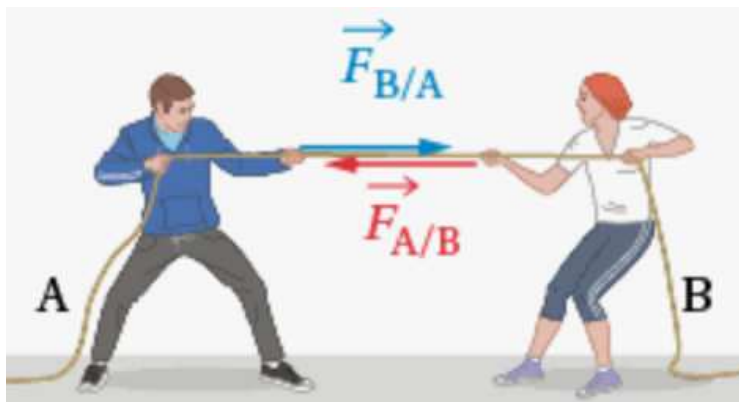
Il s'agit d'une force exercée par un fil inextensible, on la note \vec{T} , sa direction est celle du fil et elle est orientée de l'extrémité en contact avec le système vers l'extrémité opposée du fil.

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Les forces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde



3. Principe des actions réciproques

Lorsqu'un système A exerce sur un système B une force $\vec{F}_{A/B}$, alors B exerce sur A une force $\vec{F}_{B/A}$:



Ces deux forces ont :

- **même direction** : elles sont toutes les deux portées par la même droite d'action ;
- **sens contraire** : chacune agit dans le sens contraire de l'autre.

$$\vec{F}_{A/B} = - \vec{F}_{B/A}$$

- **même intensité** : elles ont toutes les deux la même valeur.

$$F_{A/B} = F_{B/A}$$

⇒ Ce principe s'appelle « **principe des actions réciproques** », également connue sous le nom de « **troisième loi de Newton** ».

Application 1

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Les forces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

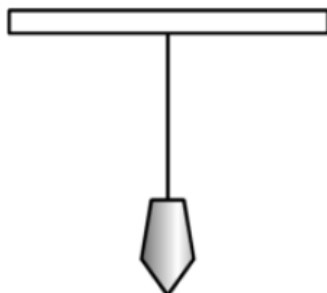
Soit un pendule suspendu à une ficelle.

1°- Définir le système.

2°- Définir le référentiel.

3°- Faire le bilan de toutes les forces qui agissent sur le système.

4°-Quelle est la tension dans la ficelle d'un pendule, lorsque celui-ci est immobile, sachant que la masse du pendule est de 100 grammes? On prendra $g=9,8 \text{ N.Kg}^{-1}$.



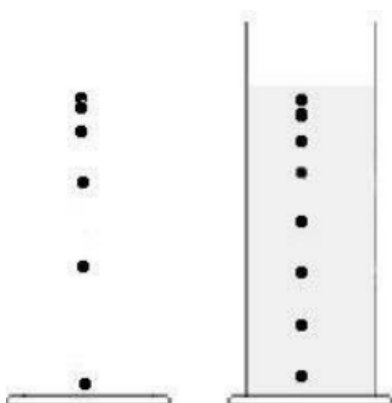
Correction

1. Système pendule.
2. Référentiel : terrestre_galliléen.
3. Le système est soumis à :
 T : Verticale, vers le haut, appliqué au point de contact fil- boule.
 p : verticale, vers le bas appliquée en G.
4. $P = m \cdot g = 100 \cdot 10^{-3} \cdot 9,8 = 0,98 \text{ N}$.
 Le système étant en équilibre $P = T = 0,98 \text{ N}$

Application 2

1. On étudie dans le référentiel terrestre une bille qui tombe dans l'air (fig. a).

a. Comment évolue la vitesse de la bille au cours du temps ? Justifier à l'aide de la chronophotographie.



en utilisant le modèle des lois de la mécanique, que peut-on dire des forces

qui s'exercent sur la bille ? On énoncera la loi utilisée. (fig. a) (fig.b)

c. Faire la liste des forces qui s'exercent sur la bille et les représenter sur un schéma.

2. La même bille tombe dans une longue éprouvette contenant de la glycérine (fig. b). On étudie son mouvement toujours dans le

référentiel terrestre.

Professeur	Bahloul Khalid (+212) 622-17-65-52
Chapitre	Les forces (l'essentiel du cours + applications)
Niveaux	Seconde

a. On peut distinguer deux phases dans le mouvement de la bille. Comment évolue la vitesse de la bille pour chacune de ces deux

phases ? Justifier à l'aide de la chronophotographie.

A partir de maintenant on étudie la 2e phase du mouvement.

b. En utilisant le modèle des lois de la mécanique, que peut-on dire des forces qui s'exercent sur la bille ? On énoncera la loi

utilisée.

c. Faire la liste des forces qui s'exercent sur la bille et les représenter sur un schéma

Correction

1.a. La vitesse augmente car la distance parcourue par la bille dans un intervalle de temps donné augmente.

b. Si un système n'est ni immobile ni en mouvement rectiligne uniforme, alors les forces qui s'exercent sur le système ne se compensent pas. Les forces exercées sur le système bille ne se compensent pas car la vitesse varie.

c. Force exercée par l'air (les frottements).



Force exercée par la Terre (le poids);

2. a. Au cours de la première phase, la vitesse de la bille augmente car celle-ci parcourt une distance de plus en plus grande dans des intervalles de temps égaux (intervalle entre deux photographies).

Dans la deuxième phase, la vitesse de la bille est constante car la distance parcourue reste la même pour chaque intervalle de temps.

b. Si un système est en mouvement rectiligne uniforme, alors les forces qui s'exercent sur le système se compensent : les forces exercées sur la bille se compensent donc.

c. Force exercée par la Terre ;



Force exercée par la glycérine.