

## Les forces

### I Rappel

#### a. Définition

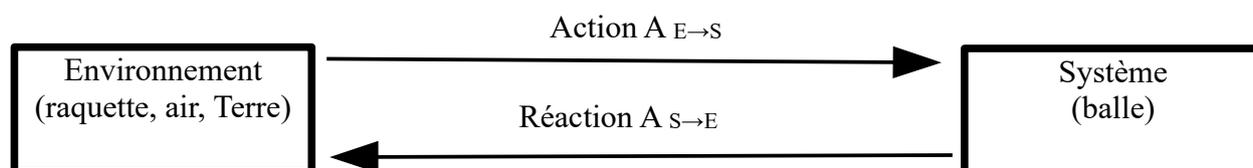
Lorsqu'un solide (le système) subit une modification de son mouvement et/ou une déformation, c'est qu'il a subi une influence de son environnement. On dit qu'il y a eu **une action mécanique**.



Lorsqu'un tennismen frappe une balle initialement au repos, celle-ci va être mis en mouvement avec une déformation lors de l'action mécanique (image cliquable) de la raquette sur elle.

#### b. Description

L'environnement E exerce une action mécanique sur le système S. On peut noter la valeur de cette action  $A_{E \rightarrow S}$ . Le physicien Isaac Newton a montré que cette action est réciproque et que dans ce cas le système agit en réponse avec une action mécanique de même valeur  $A_{S \rightarrow E}$ . Cependant cette réaction s'applique dans l'autre sens. [Film la 3<sup>e</sup> loi de Newton \(principe de l'action et de la réaction\)](#).



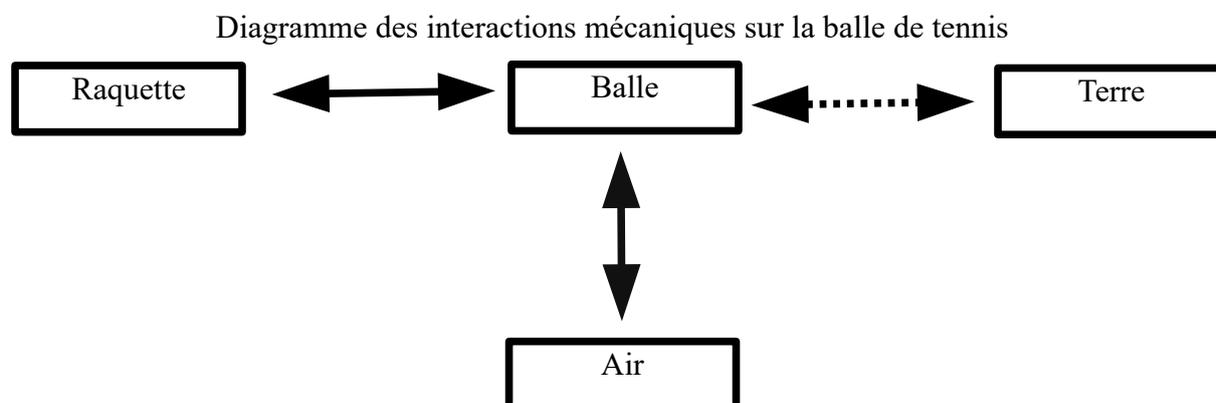
**Il y a une action réciproque entre le système et l'environnement**

#### c. Les modes d'actions mécaniques

Les actions de contact qui s'exercent lorsqu'il y a un contact entre le système et l'environnement.

Les actions à distance qui s'exercent lorsqu'il n'y a aucun contact entre le système et l'environnement.

On peut représenter les actions réciproques (interactions) mécaniques avec un diagramme. On peut préciser avec des flèches pleines les actions de contact tandis que les flèches en pointillées indiquent les actions à distance.

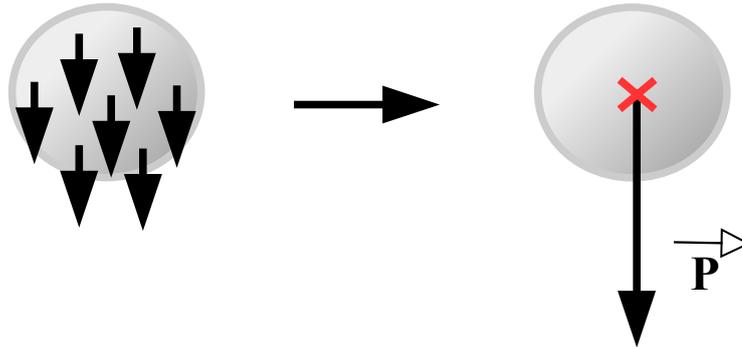


## II Les forces

### a. Définition

On peut souvent modéliser une action mécanique sur un système par une force. C'est une simplification du problème. Une force peut se représenter géométriquement par un vecteur (une flèche). Elle comporte quatre composantes. **Le newton (N) est l'unité (dérivée) internationale d'une force.**

#### Exemple : une balle attirée vers la Terre



- Chaque point de la balle, qui est un solide, est attiré par la Terre et subit une action de celle-ci
- On simplifie le problème par une **action globale** décrite par **une force** : C'est son poids  $\vec{P}$

### b. Représenter une force

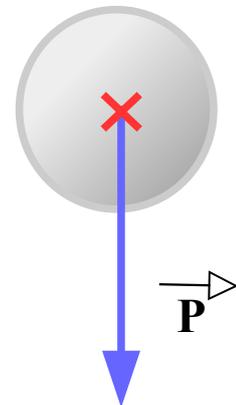
Une force peut se représenter géométriquement par un vecteur (une flèche)

- Elle a un point d'application (non exigible au programme)
- Elle a une direction
- Elle a un sens
- Elle a intensité (ou une valeur)

#### Exemple : Une balle attirée vers la Terre

- Référentiel : le sol
- Force considérée : Le poids de la balle
- Action à distance
- Échelle : 1 cm  $\Leftrightarrow$  2 N

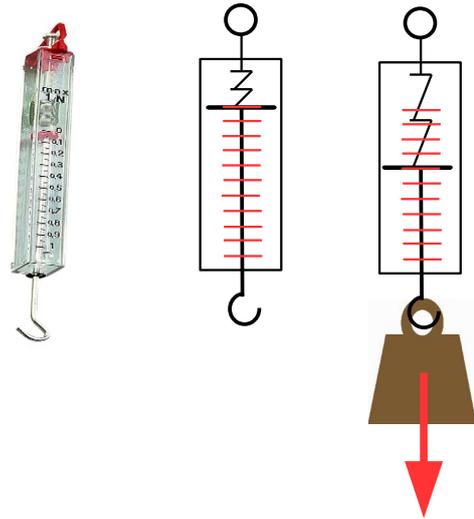
- Application au centre de la balle (centre de gravité)
- Direction : verticale
- Sens : de haut en bas
- L'intensité du poids :  $P = 8 \text{ N}$  (on retire la flèche du vecteur)



Le **vecteur** aura donc une longueur (norme) de 4 cm, une direction verticale, dirigé vers le bas et commençant au centre de la balle.

### III Mesurer l'intensité d'une force

Pour mesurer l'intensité d'une force, on utilise un **dynamomètre** (image ci-dessous). L'allongement du ressort permet de mesurer l'intensité de la force de gravité (le poids) ci-dessous. Plus la force exercée sur le ressort est importante et plus le ressort réagit. Il y a des graduations pour mesurer l'intensité de la réaction du ressort dont la valeur est égale à celle de la force appliquée.



### IV Équilibre de forces

#### a. Objet immobile

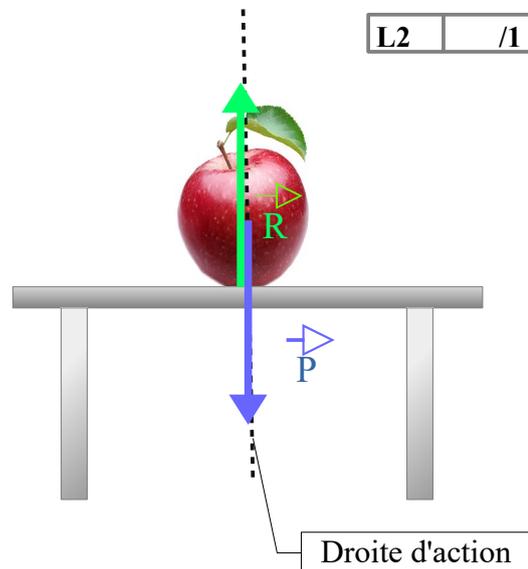
Dans le référentiel terrestre, cette pomme est immobile mais elle subit des forces. Principalement son poids puisqu'elle est attirée par la Terre mais aussi **la réaction** de la table qui l'empêche de tomber et de bouger sous l'action du poids.

• Comment sont ces deux forces l'une par rapport à l'autre ?

.....  
 .....  
 .....  
 .....

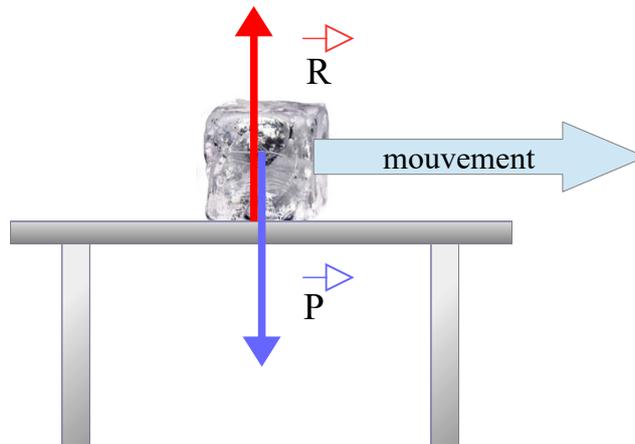
#### A retenir

Notons qu'un objet immobile sur ou à proximité de la Terre (de même avec d'autres astres) doit obligatoirement être soumis à au moins deux forces pour que **leurs actions s'annulent**.



### b. Objet en mouvement uniforme

Prenons un glaçon, en mouvement rectiligne uniforme (sans frottement) sur une table. Il a une vitesse initiale et glisse. Les forces principales en présence sont le poids du glaçon et la réaction de la table (on néglige les autres actions).



- Comment sont le poids et la réaction l'un par rapport à l'autre ?

L2	/1
----	----

.....

.....

- Quelle est la forme de la trajectoire décrite par le glaçon ? Dans quel référentiel ?

L2	/1
----	----

.....

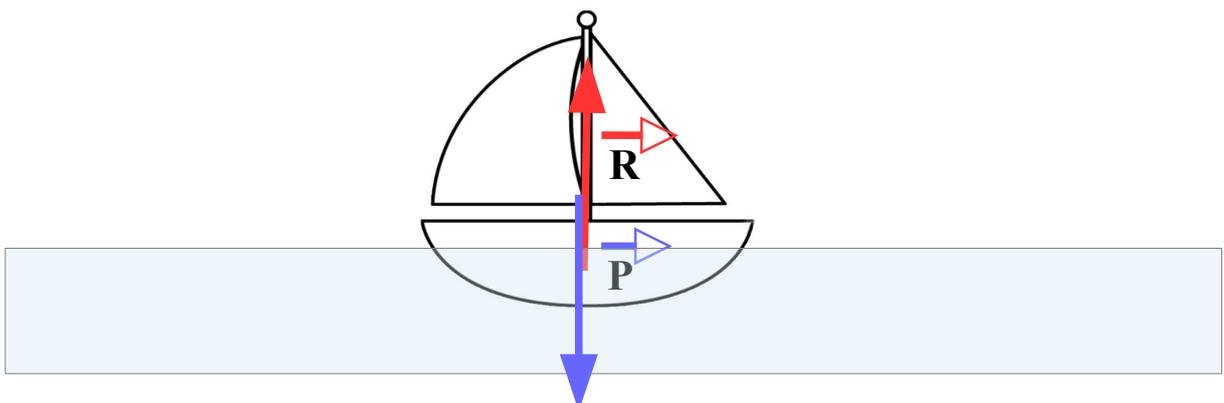
.....

### A retenir

- Lorsqu'on a un solide immobile dans un champ de pesanteur, il faut au minimum qu'une autre force annule les effets de son poids. Sinon il tombe.
- Si cette force est unique (réaction de la table par exemple) alors elle est de même direction, de même valeur (même intensité) mais **de sens opposé**. Elle s'appelle le plus souvent la réaction (elle réagit à l'action du poids). Ces deux forces seront sur une même droite d'action.

### Exemple avec un bateau

- Pour un bateau qui flotte la réaction de l'eau s'appelle **la poussée d'Archimède de l'eau** (elle est liée à la pression de l'eau sur la coque). Il en est de même avec une montgolfière avec l'air.



**c. Objet en mouvement en l'absence de force**

- Quelle sera la trajectoire décrite par un vaisseau spatial comme «l'USS Enterprise» lorsqu'il voyage loin des étoiles (en l'absence de forces gravitationnelles) sans la poussée de ses moteurs ?



.....  
 .....  
 .....  
 .....

Un objet qui ne subit aucune action mécanique aura un mouvement rectiligne uniforme dans un référentiel galiléen (ou inertiel). Si le référentiel n'est pas galiléen alors le mouvement ne sera pas rectiligne uniforme.

- Quel référentiel «galiléen» pourrait-on imaginer dans ce cas pour décrire son mouvement ?

.....

[Entrainement avec simulateurs ici et ici aussi](#)

**d. Application pratique**

- Prendre un dynamomètre et une trousse pleine. Mesurer le poids de celle-ci. Faire valider votre mesure par l'enseignant en respectant les consignes orales.

**P** = ..... N

- Indiquer une échelle et représenter sur l'image le poids de la trousse.
- Indiquer la force de réaction du dynamomètre sur la trousse en respectant l'échelle.



Compétences évaluées	• Utiliser un appareil de mesure
	• Savoir représenter une force
	• Respecter les consignes

## V Effets des forces

Lorsque des forces sont appliquées sur un système et qu'il n'y a pas d'équilibre alors le système n'est pas au repos. Il y aura de fait un mouvement.

### a. Mise en mouvement

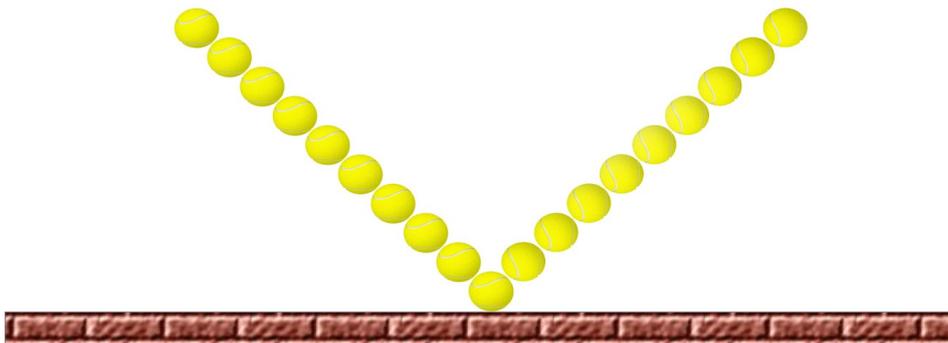


Le moteur de la moto fournit une force de propulsion qui n'est pas équilibrée par d'autres forces. Il y a une mise en mouvement de la moto.

- Quel est le mouvement décrit par la moto ? Quel est le référentiel ?

.....  
.....

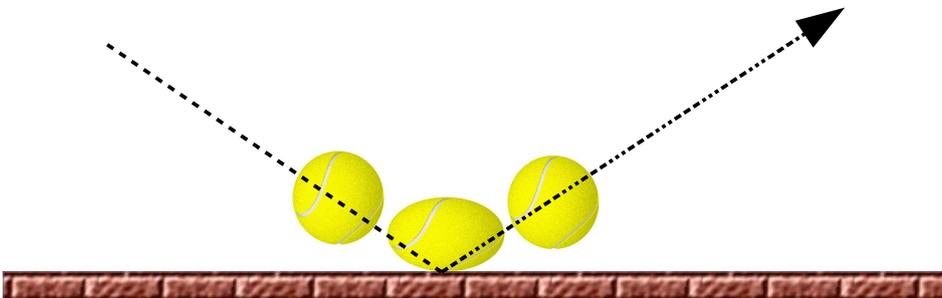
### b. Modification d'un mouvement



- Quelle force modifie le mouvement de la balle ? Représenter cette force (sans échelle)

.....  
.....

### c. Déformation

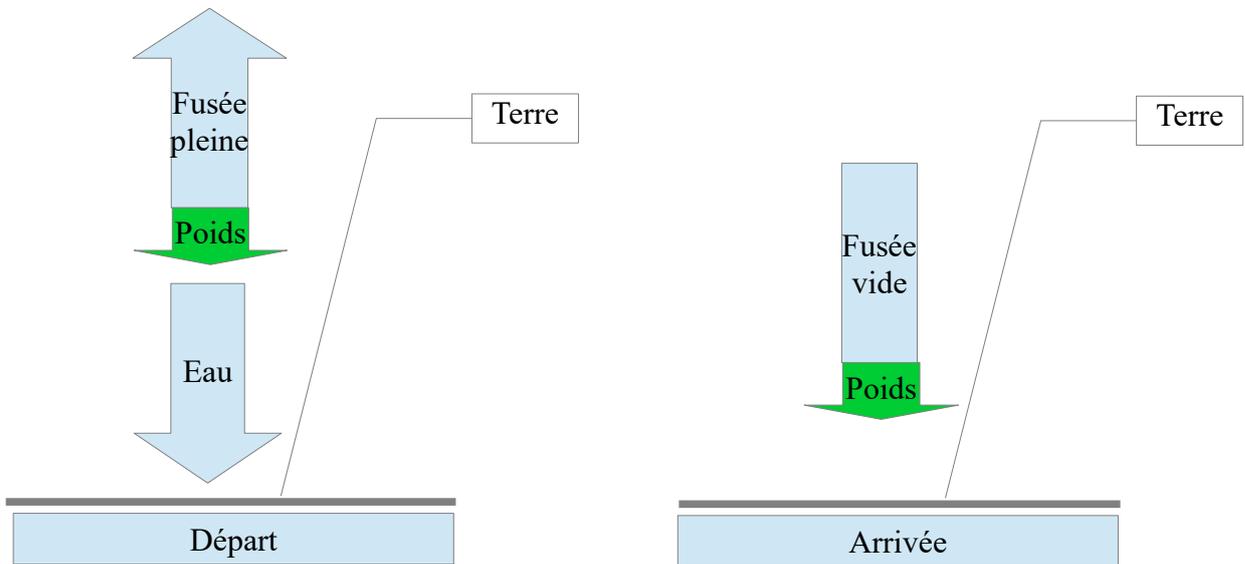


- Quelle force déforme la balle ? Quelle sera le résultat de cette force sur le mouvement ?

.....  
.....

**d. Analyse d'une vidéo et observer le principe de l'action et de la réaction**

Analyser le mouvement de cette fusée en faisant le bilan des actions sur la fusée en complétant le texte.



**Quelques interprétations avec la 3<sup>o</sup> loi de Newton**

- L'eau est propulsée par un gaz comprimé vers le sol (il y a une action). Elle provoque en sortant de la fusée, en échange, une ..... de la fusée qui est propulsée vers le haut. L'..... de l'eau est égale à la ..... de la fusée mais de sens opposé.
- La réaction de la fusée lorsque l'eau est éjectée est supérieure à l'action de la ..... ce qui permet à la fusée de s'éloigner de la Terre.
- Il y a également des actions considérées négligeables comme les frottements de l'..... ou la poussée d'..... exercée par l'air.
- Lorsqu'il n'y a plus d'eau et que la fusée est vide, seule l'action de la gravité terrestre agit. Celle-ci va retomber. L'action de l'eau n'est pas suffisante pour échapper à la gravité terrestre....
- Dans l'espace ou au décollage, pour propulser un vaisseau avec un moteur, la fusée doit perdre de la masse..... pour que le principe de l'action/réaction soit respecté. On utilise principalement les moteurs à combustion (qui expulse des gaz chauds). Mais d'autres possibilités existent.

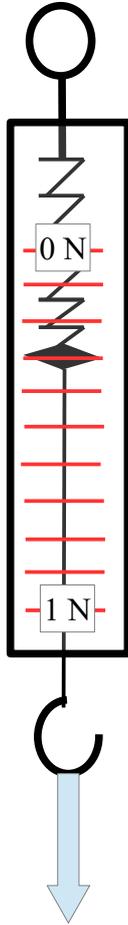
**Question**

Mais existe-il une réaction à l'action de la Terre sur la fusée ?  
.....  
.....

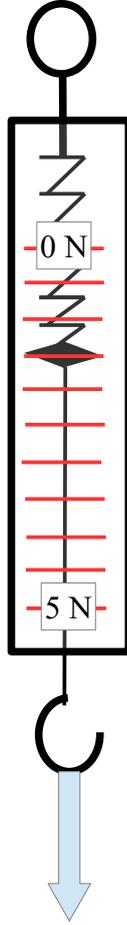
## Exercices

### Exercice n°1

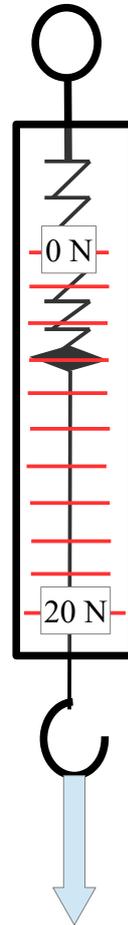
Indiquer les valeurs de la force appliquée dans chaque cas :



.....



.....

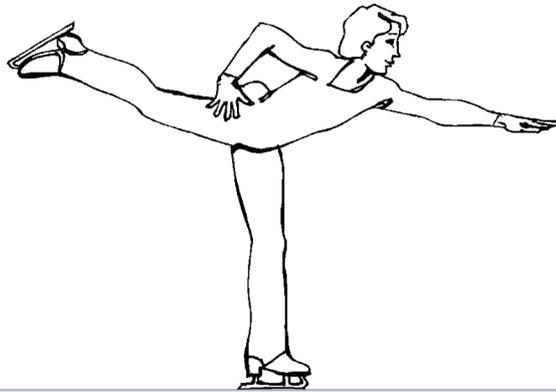


.....

### Exercice n° 2 : Réaliser un bilan des forces en présence pour le patineur ci-dessous

L'intensité du poids du patineur est de  $P = 800 \text{ N}$ . Centre de gravité à définir au mieux vers le nombril. On prendra comme échelle :  $1 \text{ cm} \leftrightarrow 100 \text{ N}$

- Indiquer le poids du patineur et la réaction de la patinoire avec leurs caractéristiques.



### Exercice n°3 : Système Terre-Lune

- Représenter la force d'attraction de la Terre sur la Lune dont l'intensité sera notée  $F_{T/L}$ .
  - Représenter la force d'attraction de la Lune sur la Terre dont l'intensité sera notée  $F_{L/T}$ .
- On donne l'intensité de la force d'attraction de la Terre sur la Lune :  $F_{T/L} = 2 \cdot 10^{20} \text{ N}$ . On prendra comme échelle :  $0,5 \cdot 10^{20} \text{ N} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$



### Exercice n°4 : Mousqueton de sécurité en escalade

Ce mousqueton d'escalade a trois intensités indiquées dessus.

- Que signifie kN ?

.....

- Lorsque que le mousqueton est fermé, quelles sont les intensités maximales possibles avant rupture dans le sens de la longueur et dans le sens de la largeur ?

.....

.....

- Lorsque le mousqueton est ouvert, quelle est l'intensité maximale possible avant rupture dans le sens de la longueur ?

.....

.....

- Représenter une force de 800 N s'exerçant sur le mousqueton avec pour échelle : 200 N ↔ 1 cm.



### Exercice n°5 : Mesurer des forces avec un dynamomètre

- Donner les caractéristiques de la force s'exerçant sur le dynamomètre par le cube suspendu :

- Direction : .....
- Sens : .....
- Intensité de la force : .....

- Indiquer une notation de cette force sur le schéma du type  $\vec{F} \dots / \dots$  et dessiner une flèche (un vecteur) avec les caractéristiques écrites ci-dessus.

On prendra comme échelle : 0,5 N ↔ 1 cm

