

Activité 2 : Forces

Compétences travaillées	Niveau d'acquisition
Savoir reconnaître et représenter une force.	
Savoir modéliser un système soumis à des forces par un schéma.	

I MANIFESTATION D'UNE FORCE

On désigne par "force" toute cause capable de modifier la forme ou le mouvement de l'objet sur lequel elle s'applique.

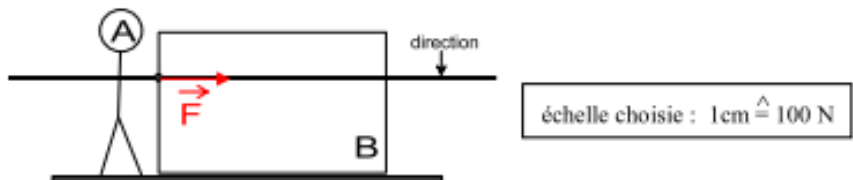
- *exemples* : -- si j'appuie sur une bouteille en plastique, elle se déforme → elle est "soumise" à une force
 -- une boîte est immobile (au "repos"), je la pousse → elle est "soumise" à une force
 -- un objet en fer lancé près d'un aimant est dévié de sa trajectoire → il est **soumis à une force**.
- **Rq** : on utilise souvent aussi le mot "**action**" pour parler d'une force.

II CARACTERISTIQUES ET REPRESENTATION D'UNE FORCE

- Une force est toujours exercée par un auteur A sur un objet B.
 Elle est caractérisée par : -- sa **direction** (c'est une droite)
 -- son **sens** (= orientation sur la droite)
 -- son **intensité** (ou **valeur**), exprimée en **Newton** (N)
 -- un **point d'application** (sur l'objet B soumis à cette force)
- Sur un schéma, comme pour une vitesse, un **vecteur force** \vec{F} représente toutes ces caractéristiques, à condition de choisir une échelle pour l'intensité.

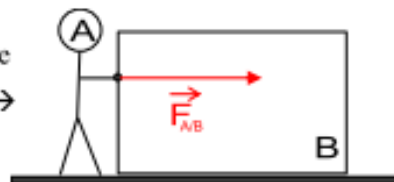
→ *exemple* :

(cas de la boîte que l'on pousse)



L'intensité de \vec{F} se note F (sans la flèche), et ici, $F = 100 \text{ N}$.

Si je pousse plus fort, l'intensité F de \vec{F} est plus grande
 par exemple, si $F = 200 \text{ N}$ →



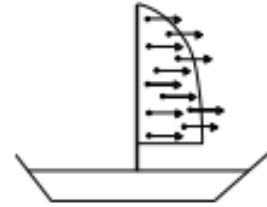
Rq : on utilise souvent des notations du type $\vec{F}_{A/B}$ ou $\vec{F}_{A \rightarrow B}$ pour parler de la force exercée par A sur B.

- L'intensité d'une force se mesure avec un **dynamomètre** (quand c'est possible) :
 → pour se faire une idée, intensité de la force exercée par le doigt sur le poussoir d'un stylo : 1 N
 intensité de la force exercée par un homme portant une charge de 50 kg : 500 N
 intensité de la force exercée par un fusil sur une balle : 4000 N

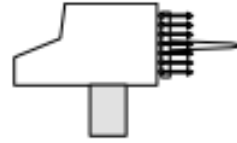
III FORCES RÉPARTIES

- La plupart des forces sont "**réparties**" : elles s'exercent en plusieurs points d'u

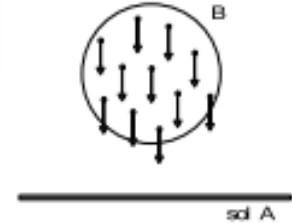
exemples : (a) force exercée par le vent sur la voile d'un bateau ----->



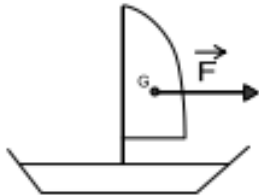
- (b) force exercée par un marteau sur la "tête" d'un clou :



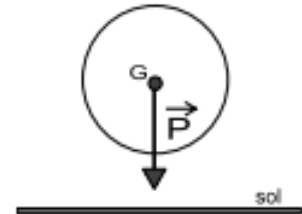
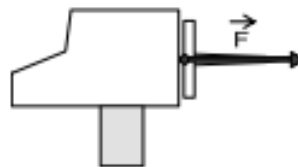
- (c) tout objet est attiré vers le sol car sur chacun de ses atomes s'exerce une **force de pesanteur** ----->



- Pour simplifier, on représente ces forces comme une force unique s'appliquant en un seul point (généralement **le centre d'inertie** de l'objet, confondu dans la plupart des cas avec le centre de gravité **G**) et dont l'intensité est la somme des intensités de toutes les "petites" forces s'appliquant réellement sur l'objet.



(b)



Rq : pour le cas (b), on choisit le **centre de la surface de contact** entre le marteau et le clou comme point d'application.

IV CAS PARTICULIER : LE POIDS → Dans le cas (c), \vec{P} est le **poide de l'objet**.

- Attention → en physique, **la masse et le poids ne sont pas la même chose** :
 - la masse d'un objet est la grandeur, exprimée en kilogrammes, qu'on lit sur une balance
 - **le poids d'un objet est une force, la force de pesanteur exercée par une planète sur cet objet.**
- On s'est rendu compte que **les objets s'attirent du fait de leur masse**, c'est un phénomène qu'on ne sait pas expliquer et qui s'appelle la **gravitation**. Et : $\left\{ \begin{array}{l} \text{plus la masse des objets est importante, plus ils s'attirent.} \\ \text{plus ils sont proches l'un de l'autre, plus ils s'attirent.} \end{array} \right.$
 - Si les deux objets sont de masse équivalente, ils bougent tous les deux. Mais si l'un est beaucoup plus léger que l'autre, il est le seul à bouger : c'est le cas de tout objet commun à proximité d'une planète ou d'une étoile.
 - On ne peut pas observer cette attraction entre deux objets posés sur le sol car elle est très faible par rapport à celle exercée par la Terre (excessivement plus lourde) sur chacun d'entre eux et qui les maintient au sol.

V Exercice

Pour chacune des situations suivantes :

- Identifier les forces qui s'exercent sur le système étudié.
- Réaliser un schéma en modélisant les forces.

Un bateau à voile, une personne qui fait du ski nautique, un cycliste qui descend une pente.

--	--	--

V PRINCIPLE D'INERTIE

- Un "principe" est une loi de physique qu'on ne sait pas démontrer et qui est admise tant que rien ne prouve le contraire.

Principe d'inertie : -- si un objet est soumis à des forces qui se compensent (ou à aucune force), alors il est soit au repos (= immobile) soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme.
 -- si un objet est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme, alors il n'est soumis à aucune force ou à des forces qui se compensent.

→ on dit aussi que cet objet est "en équilibre statique".

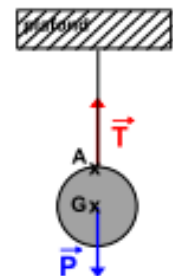
- exemple 1 → système étudié : une boule suspendue par un fil

La boule est soumise à deux forces : -- son poids \vec{P} qui l'attire vers le sol
 -- la "tension" \vec{T} du fil qui la retient.

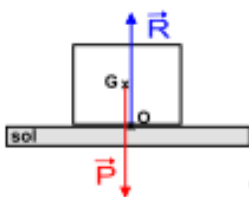
La boule étant immobile, d'après le principe d'inertie, \vec{P} et \vec{T} se compensent parfaitement...

... et les caractéristiques de \vec{T} sont forcément :

- direction : verticale
- sens : vers le haut
- point d'application : le point A de fixation sur la boule
- intensité : $T = P$



- exemple 2 → système étudié : une boîte posée sur le sol



Au total, deux forces s'exercent sur le système boîte : son poids \vec{P} et la force \vec{R} de "réaction" due au contact sur le sol.

S'il n'y avait que le poids, la boîte s'enfoncerait continuellement dans le sol...

La boîte étant immobile, il y a bien une force qui compense le poids et ses caractéristiques sont \vec{R} :

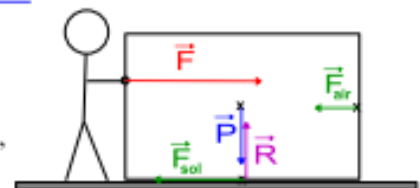
- direction : verticale
- sens : vers le haut
- point d'application : le centre O de la surface de contact
- intensité : $R = P$

Rq : pour la clarté du schéma, on a décalé \vec{P} et \vec{R} mais ces vecteurs sont portés par la même droite

- exemple 3 → système étudié : une boîte que l'on pousse à vitesse constante

La boîte est soumise à cinq forces : -- son poids \vec{P} , la réaction \vec{R} du sol
 -- la force \vec{F} exercée par le pousseur
 -- les forces de frottement sur le sol et de l'air : \vec{F}_{sol} et \vec{F}_{air} .

D'après le principe d'inertie, si le mouvement de la boîte est rectiligne uniforme, c'est que toutes ces forces se compensent. C'est toujours le cas pour \vec{P} et \vec{R} , et donc ici, on a forcément $F = F_{sol} + F_{air}$ (intensités des forces).



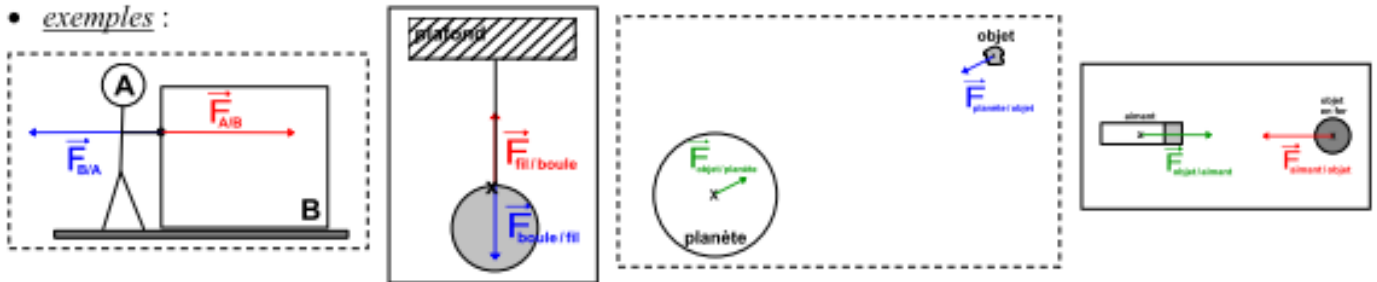
- Rq : deux forces se compensent, si elles ont la même direction, la même intensité, mais des sens opposés.

Cela se traduit par $T = P$ et $R = P$ pour les intensités des exemples 1 et 2, et par $\vec{T} = -\vec{P}$ et $\vec{R} = -\vec{P}$ pour les vecteurs.

VI INTERACTIONS

- Une force n'existe jamais seule :
quand un objet A exerce une force sur un objet B, l'objet B exerce toujours la même force sur l'objet A mais en sens inverse. On parle d'**interaction** entre les deux objets ou encore d'action/réaction.

- *exemples :*



- Quand A pousse la boîte B, la boîte B pousse A en retour car elle le ralentit : sans elle, avec les mêmes impulsions musculaires, A irait plus vite. Et on a : $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ et $F_{A/B} = F_{B/A}$
- La boule suspendue tend le fil : elle exerce une force $\vec{F}_{\text{boule/fil}}$ sur celui-ci, et le fil la retient : le fil exerce une force $\vec{F}_{\text{fil/boule}}$ sur la boule. $\vec{F}_{\text{boule/fil}} = -\vec{F}_{\text{fil/boule}}$ et $F_{\text{boule/fil}} = F_{\text{fil/boule}}$
- Par gravitation, deux corps s'attirent mutuellement : chacun agit sur l'autre donc 2 forces sont mises en jeu. Pour une planète et un objet, il y a la force exercée par la planète sur l'objet (le poids \vec{P} de l'objet) et la force exercée par l'objet sur la planète (qui est trop faible pour faire bouger l'énorme planète). Et on a $\vec{P} = \vec{F}_{\text{planète/objet}} = -\vec{F}_{\text{objet/planète}}$ et $F_{\text{planète/objet}} = F_{\text{objet/planète}}$
- Quand un aimant attire un objet en fer, l'objet attire aussi l'aimant (et s'ils sont de masse équivalente, ils bougent tous les deux). Les deux forces liées à cette interaction sont telles que : $\vec{F}_{\text{aimant/objet}} = -\vec{F}_{\text{objet/aimant}}$
- Une fusée expulse les gaz issus de la combustion du carburant avec une certaine force et en retour, ces gaz exercent la même force sur la fusée mais en sens inverse, ce qui la fait décoller.
- **attention** : -- quand on parle d'interaction, on considère deux objets et seulement deux forces
 -- quand on travaille sur le principe d'inertie, on n'étudie qu'un objet et toutes les forces qu'il subit.