Chapitre 7 : forces et interactions

I. Actions et interactions

Exemple : considérons un palet posé sur la glace. Le palet est immobile par rapport au référentiel de la patinoire.
L'objet *Palet* subit deux actions mécaniques : une de la Terre et une de la glace. En retour le palet exerce deux actions : une sur la glace (il ''pousse'' la glace) et une sur la Terre.

Énoncé général : si un objet A agit sur un objet B, alors simultanément B agit sur A (principe des actions réciproques). On dit que A et B sont en interaction (actions réciproques). L'action de A sur B est notée A→B et l'action de B sur A est notée B→A.
Cela est vrai que l'objet soit en mouvement ou immobile.

Il existe 2 types d'actions et d'interactions :
– les interactions de contact (les 2 objets se touchent) comme un ressort sur une porte, le sol sur une balle etc.
– les interactions à distance qui sont réparties dans tout le volume. Pour l'instant, on en verra que 3 :

- l'interaction gravitationnelle : exercée sur tout objet qui a une masse (par exemple la pesanteur sur Terre),
- l'interaction électromagnétique : exercée sur tout objet ''magnétique'' (par exemple un aimant),
- l'interaction électrique : exercée sur tout objet chargé (par exemple le noyau d'un atome sur les électrons qui tournent autour).

II. Représentation des interactions

→ FAIRE L'ACTIVITÉ 1

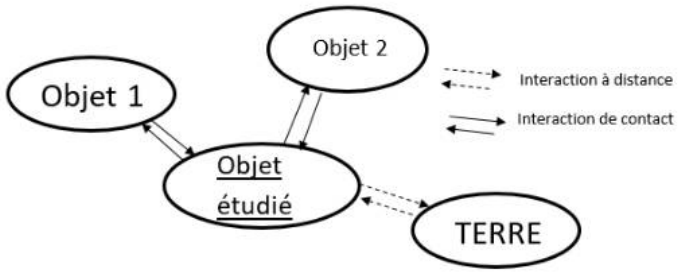
Activité 1 du chapitre 7 : le diagramme objet-interactions

Document 1 : des photographies

Femme sur une slackline ; le ballon de rugby avant le drop ; le vent gonfle les voiles du Black Pearl : L'étoile de la mort en lévitation magnétique

Document 2 : le diagramme objet-interactions

Un objet peut être soumis à plusieurs actions mécaniques.
Pour établir un bilan de toutes les actions mécaniques qui s'exercent sur l'objet, on utilise souvent un **diagramme objet-interactions** :



L'objet étudié est souligné et écrit dans une bulle au centre.

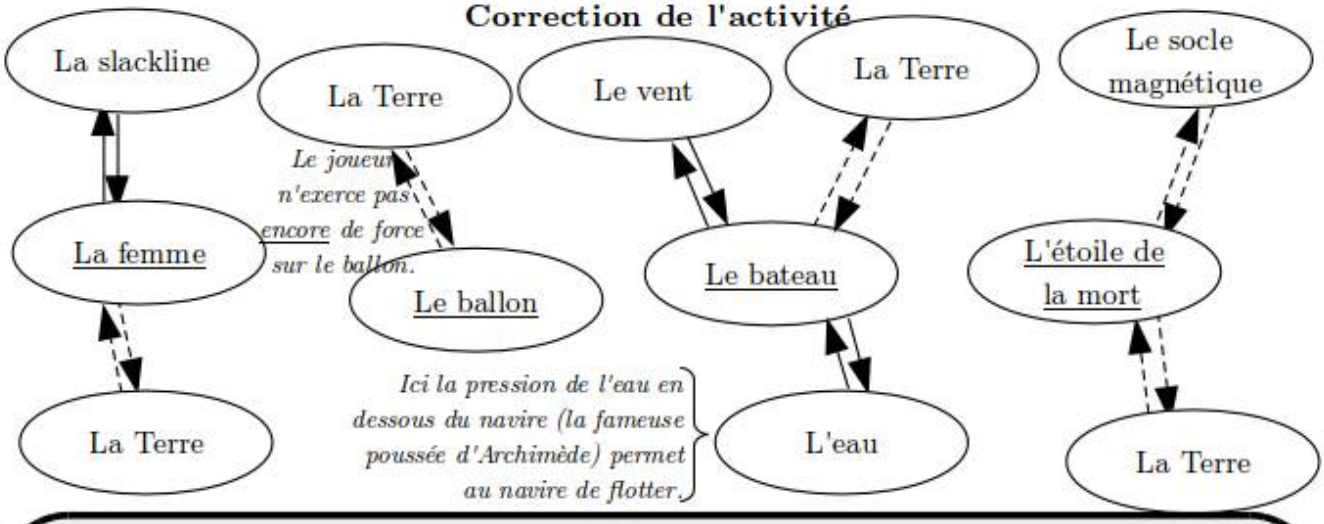
On place tous les objets en interaction dans des bulles.

Les interactions de contacts sont représentées avec une double flèche pleine.

Les interactions à distance sont représentées avec une double flèche en pointillés.

Consigne : réaliser le DOI des 4 photos ci-dessus.

Correction de l'activité



Point cours

On représente les interactions subies par un objet avec un DOI (Diagramme Objet Interactions). Pour le construire :

1. Placer **l'objet étudié** (le système étudié) dans un cercle et le souligner.
2. Dans des bulles, représenter TOUS les corps/objets interagissants avec le système étudié.
3. Relier le système aux autres corps avec

des doubles flèches en **pointillée** pour les interactions à distance

des doubles flèches **pleines** pour les interactions de contact.

III. Les forces et leurs effets

1. La force

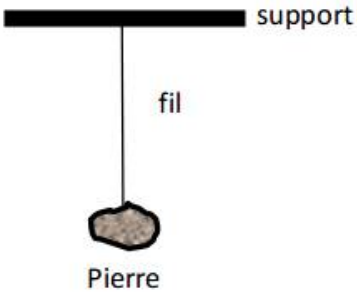
On modélise une action mécanique par une FORCE représentée par une flèche (vecteur) qui possèdent 4 caractéristiques :

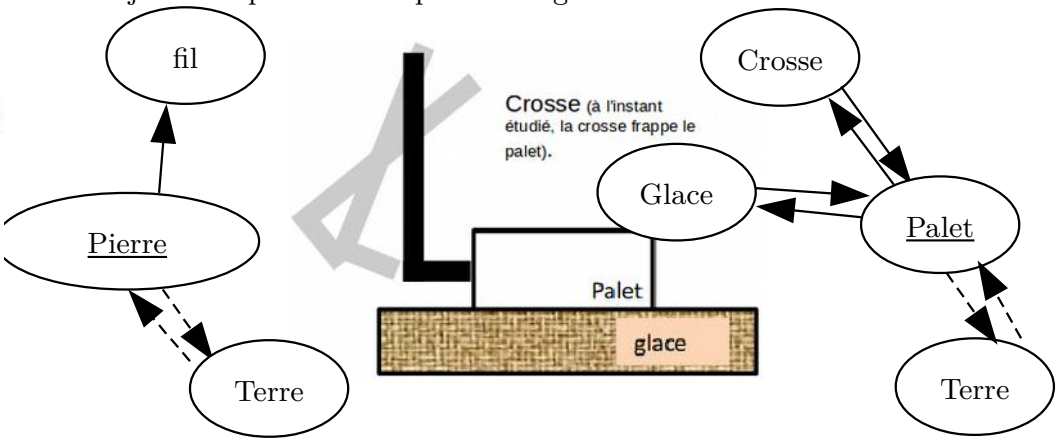
- une direction - - - - - - - - - -
- un sens →
- un point d'application × (origine).
  - → qui est le point de contact pour les actions de contact,
  - → qui est le centre de gravité pour les actions à distante
- une valeur (ou intensité) exprimée en Newton N qui fixe la taille de la flèche.

Une force se mesure avec un dynamomètre.

Exercice : construire le DOI de l'objet Pierre puis celui de l'objet Palet. Ensuite, représenter les forces qui s'exercent sur les deux objets. On prendra chaque force égale à 10N sauf celle de la crosse sur le palet qui est de 20N.

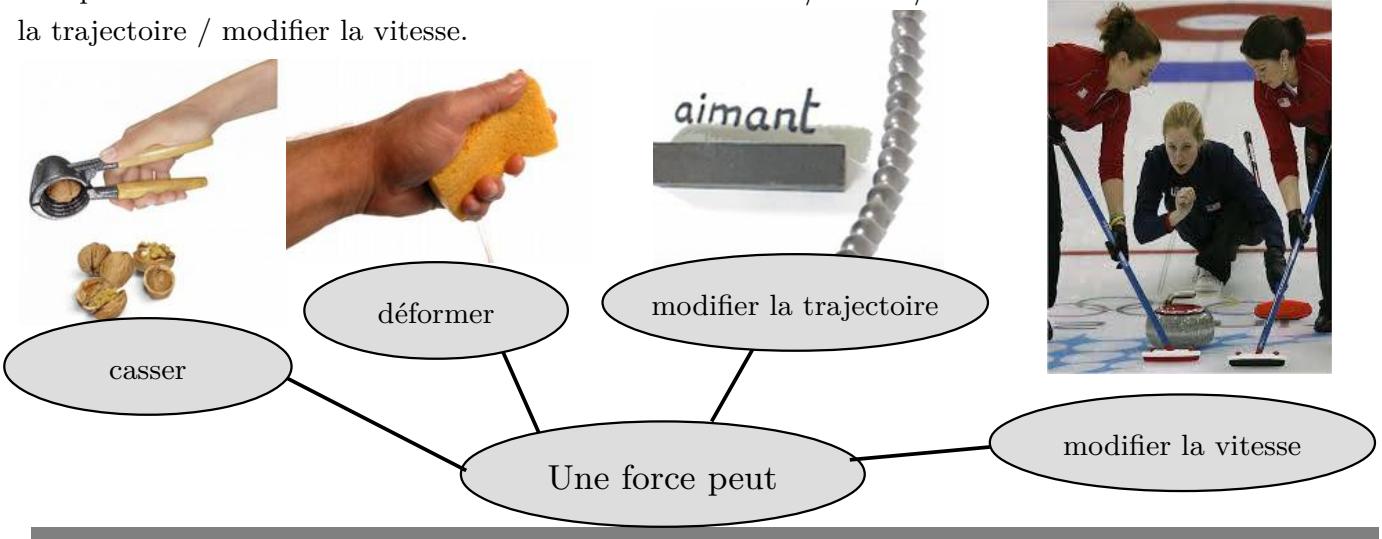
Échelle : 2cm = 10N.





2. Effets d'une force

Compléter le schéma avec les assertions suivantes déformer / briser / modifier la trajectoire / modifier la vitesse.



Si un objet est en équilibre, alors les forces qui s'exercent sur lui se **compensent**. Ces deux forces ont donc

– la même direction / ~~une direction différente~~

– la même valeur / ~~une valeur différente~~

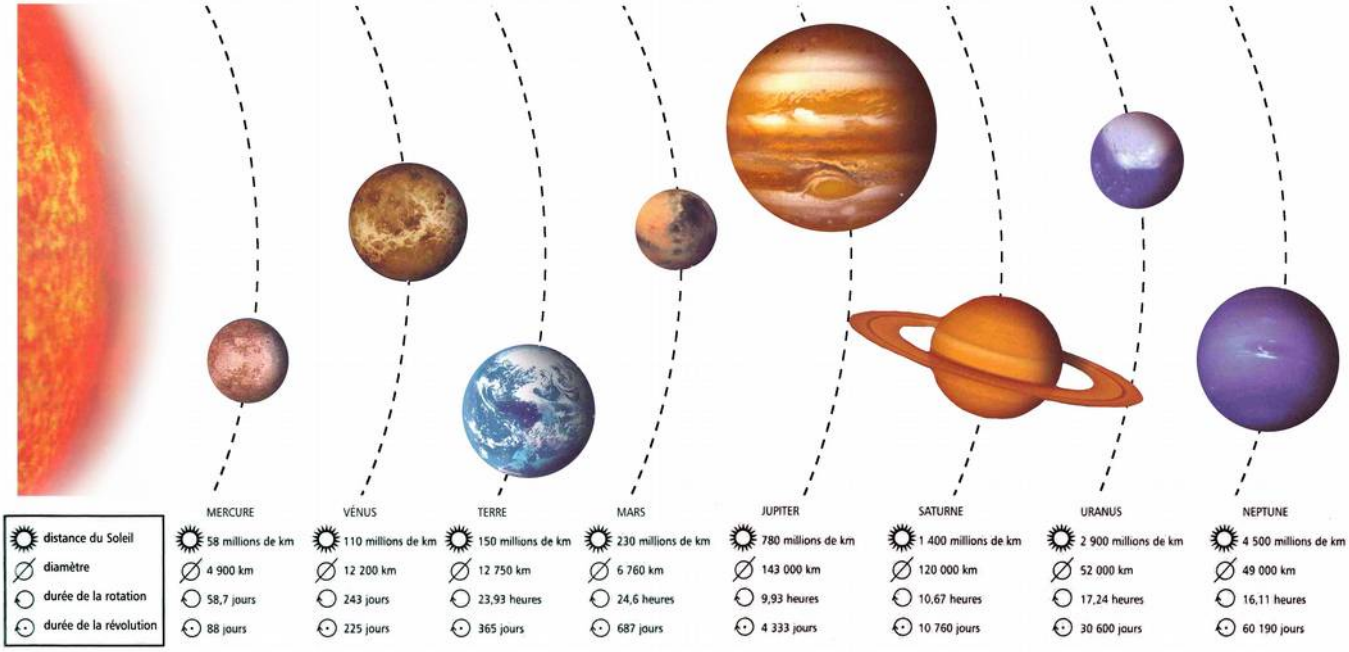
– ~~le même sens~~ / des sens opposés.

III. Poids et masse : l'interaction gravitationnelle

Activité : le système solaire et la force d'interaction gravitationnelle

1. Les planètes du système solaire

Indiquer le nom de chacune des planètes du système solaire ci-dessous.



Visionnage de [4] La gravité selon Newton, `youtube.com/watch?v=mZWA2UetWAg`

2. L'interaction gravitationnelle

Suite au visionnage de la vidéo, répondre au QCM.

Notations : dans tous l'exercice – et de manière générale -- on note,

m_A = masse de A ; V_A = volume de A ; m_B = masse de B ; V_B = volume de B ;

d_{AB} = distance entre A et B ; R_A = rayon de A ; R_B = rayon de B ;

$F_{A\to B}$ = force gravitationnelle qu'exerce A sur B ; $F_{B\to A}$ = force gravitationnelle qu'exerce B sur A.

1. Deux corps vont interagir l'un avec l'autre via interaction gravitationnelle si

■ ils ont une masse, ☐ ils ont un volume, ☐ ils ont une charge électrique.

2. La force de gravitation est

☐ répulsive, ■ attractive.

3. La force de gravitation entre deux corps A et B dépend

☐ du volume de A ■ de la masse de B ■ de la distance d_{AB} ☐ du rayon de A

4. Si la distance entre A et B augmente,

■ $F_{A\to B}$ diminue, ☐ $F_{A\to B}$ augmente, ☐ $F_{A\to B}$ reste la même.

5. Si le volume de A augmente mais sa masse reste constante,

☐ $F_{A\to B}$ diminue, ☐ $F_{A\to B}$ augmente, ■ $F_{A\to B}$ reste la même.

6. Si la masse de A augmente et son volume reste constant tout comme la distance entre A et B

☐ $F_{A\to B}$ diminue, ■ $F_{A\to B}$ augmente, ☐ $F_{A\to B}$ reste la même.

7. Si A est plus lourd que B alors

☐ $F_{A\to B} > F_{B\to A}$; ☐ $F_{A\to B} < F_{B\to A}$; ■ ça change rien : $F_{A\to B} = F_{B\to A}$

8. Étant données vos dernières réponses, quelle est l'unique formule qui donne la force gravitationnelle

$F_{A\to B}$ qu'exerce A sur B ? G est la constante de gravitation : $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot m^2/kg^2}$.

■ $F_{A\to B}=G\times\frac{m_A\times m_B}{d_{AB}^2}$ □ $F_{A\to B}=G\times\frac{d_{AB}^2}{m_A\times m_B}$ □ $F_{A\to B}=G\times\frac{m_A\times d_{AB}^2}{m_B}$

9. Le poids d'un humain sur la Terre est plus élevé que sur la lune

■Vrai □ Faux

Pourquoi ? *Le champs gravitationnel à la surface de la lune étant plus faible que celui de la Terre, le poids d'une personne est plus grand sur Terre que sur la lune. C'est pour cela d'ailleurs qu'il est possible de faire des bonds de plusieurs mètres de haut sur la lune.*

Bilan :

L'interaction gravitationnelle entre deux astres dépend de la masse de ces deux astres et de leur éloignement. Elle est dirigé vers l'autre astre et son point d'application est le centre de gravité de l'astre étudié. Sa valeur est donnée par

$$F_{A\to B}=F_{B\to A}=G\times\frac{m_A\times m_B}{d_{AB}^2}$$

TP cours: quelle relation y a-t-il entre masse et poids ?

Répondre sur le cahier. À la fin de l'heure, des cahiers seront ramassés et l'activité évaluée.

Protocole expérimental.

☞ Mesurer la masse d'un objet avec la balance. La convertir en kilogramme.

☞ Mesurer ensuite son poids en Newton à l'aide du dynamomètre.

☞ Effectuer de la même manière des mesures de masses et de poids en faisant des associations d'objets. Réaliser au moins 6 mesures.

☞ Noter les résultats dans un tableau.

Questions

1. Comment évolue le poids lorsque la masse augmente ?
2. Tracer le graphique représentant l'évolution du poids en fonction de la masse.
   ✏ *Échelle : 1 cm pour 0,2 N en ordonnée et 1cm pour 0,02 kg en abscisse.*
3. Le poids et la masse sont-ils proportionnels ? Justifier la réponse.
4. Pour chaque objet, calculer le rapport poids/masse en arrondissant les résultats au dixième. Comparer cette valeur à celle de l'intensité de pesanteur moyenne sur Terre.
5. Énoncer la relation mathématiques qui lie le poids P, la masse m et l'intensité de pesanteur g. Préciser les unités.

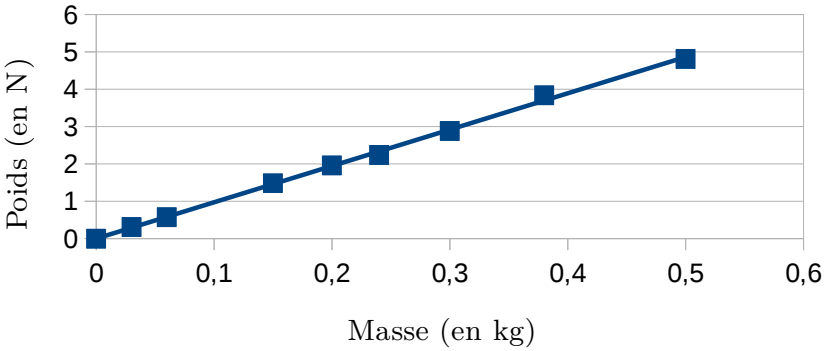
⚛ l'intensité de pesanteur est une grandeur physique, notée g, qui s'exprime en N/kg.
Sa valeur sur Terre est 9,8 N/kg.

Réponses

Mesure n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Masse (en kg)	0	0,03	0,06	0,15	0,2	0,24	0,3	0,38	0,5
Poids (en N)	0	0,309015	0,576828	1,486215	1,962	2,23668	2,88414	3,839634	4,8069
Rapport P/m (en N/kg)		10,3005	9,6138	9,9081	9,81	9,3195	9,6138	10,1043	9,6138

1. On observe que, lorsque la masse augmente, le poids augmente aussi.
2. Voir ci-contre.
3. Tous les points du graphiques sont répartis le long d'une droite qui passe par l'origine. On en déduit que le poids est proportionnel à la masse.
4. Les résultats de cette question sont situés dans la quatrième ligne du tableau ci-dessus. On observe que toutes les valeurs sont proches (à 0,5N/kg près) de la valeur de g qui est de 9,8 N/kg. De plus, on voit que le rapport P/m a pour unité le N/kg tout comme g.

Évolution du poids en fonction de la masse.



5. Étant donnée la réponse à la question précédente, on en déduit que

$$P = m \times g$$

où P s'exprime en newton (N), m en kg et g en N/kg.

Points cours

Définitions :

La masse d'un objet mesure simplement la quantité de matière contenue dans cet objet c'est à dire la masse des particules qui constituent cet objet. La masse s'exprime en kg et se note souvent m.

Le poids mesure la force d'attraction qu'exerce un astre sur un objet : il dépend de l'astre et de la masse de l'objet. Le poids s'exprime en newton (symbole N) et se note souvent P.

Dans un champs gravitationnel g, la relation liant la masse et le poids est

$$P = m \times g$$

Bibliographie

[1] T. Leparoux, *Forces et interactions*, `physikos.free.fr`, consulté le 2/02/2020.
[2] Daniel M., *Cours de physique de 3e* , collège de Mantes-La-Jolie, 2019.
[3] David Ch., *La masse et le poids*, `phys.free.fr/maspoids.htm`, consulté le 21/02/2020.
[4] Roussel A., *La gravité selon Newton,* `youtube.com/watch?v=mZWA2UetWAg`, ScienceClic, consulté le 21/02/2020.
[5] Dulaurans Th. et *al*, *Physique-chimie 3e,* Hachette Éducation, mars 2017.
[6] Daujeau Ch. et *al*, *Microméga Physique Chimie 3e*, Hatier, avril 2017.

Attendus de l'élève

À la fin du chapitre, l'élève devra
– connaître le principe des actions réciproques : si A agit sur B alors B agit aussi sur A avec la même force,
– connaître 3 interactions à distance et donner des exemples d'interactions de contact,
– savoir réaliser un DOI et représenter une force par une flèche (point d'application, direction, sens, valeur),
– pouvoir expliquer les différents effets que peut avoir une force,
– lorsque la formule est donnée, savoir calculer une interaction gravitationnelle entre deux objets,
– savoir définir et différencier masse et poids,
– connaître et savoir utiliser la formule $P = m \times g$
– savoir que l'intensité de pesanteur sur Terre est de un peu moins de 10N/kg (9,81N/kg).