

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Modélisation d'une action par une force

<input checked="" type="checkbox"/> Objectifs	👤 Classe
<input type="checkbox"/> Modéliser l'action d'un système extérieur sur le système force. Représenter une force par un vecteur ayant une norme, une direction, un sens. <input type="checkbox"/> Exploiter le principe des actions réciproques. <input type="checkbox"/> Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle. <input type="checkbox"/> Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet, approché par la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant sur cet objet à la surface d'une planète.	2 ^{nde}
	🕒 Durée
	1,5 h

✂ Sur la paillasse

- Ordinateur connecté à internet,
- Deux dynamomètres,
- Un support universel avec une pince,
- Une masselotte de 200 g (ou similaire).

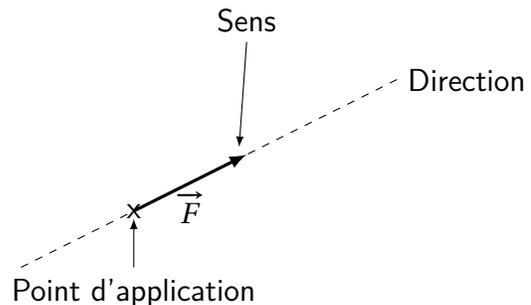
1 Modélisation d'une action mécanique par une force

📄 Document 1: Comment modéliser une action mécanique ?

Lorsqu'un système agit sur un autre, il exerce une **action mécanique**. Le système qui crée l'action est appelé l'**auteur**, celui qui subit l'action est appelé le **receveur**.

On modélise une action mécanique par une force notée F que l'on représente par un vecteur noté \vec{F} . Une force est caractérisée par:

- son **point d'application**: le point où agit la force,
- sa **direction** (ou droite d'action) : droite selon laquelle elle agit (horizontale, verticale, ...),
- son **sens** (vers la droite, vers la gauche, vers le haut, vers le bas, ...),
- son **intensité** (la valeur de la force), aussi appelée norme.



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

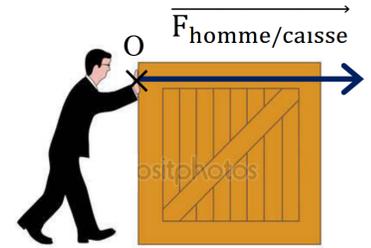
Le vecteur représentant la force aura une norme (une longueur) proportionnelle à l'intensité de cette force. Il faudra donc définir une échelle des forces.

Remarque: La lettre F est utilisée pour indiquer l'intensité de la force, alors que le symbole \vec{F} est utilisé pour le vecteur. On écrit $F = 5\text{N}$ et non pas $\vec{F} = 5\text{N}^1$.

¹Ce TP est basé sur le travail de Mme Fasseu du lycée Watteau.

1. Compléter l'exemple suivant:

- Force exercée par l'homme sur la caisse: $\vec{F}_{\text{homme/caisse}}$
- point d'application : le point O
- direction : horizontale
- sens : vers la droite
- intensité : $F_{\text{homme/caisse}} = 300 \text{ N}$



Échelle de représentation:
1 cm pour 100 N

2. Déterminer l'intensité de la force en newton dans les situations suivantes:

Le footballeur tire au but: Échelle de représentation: 1 cm pour 40 N $F = 80 \text{ N}$	Le basketteur lance la balle: Échelle de représentation: 1 cm pour 5 N $F = 10 \text{ N}$

3. (a) Compléter les pontillés suivants en donnant les caractéristiques des forces.
 (b) Sur le dessin, tracer le vecteur représentant les forces suivant l'échelle : 1 cm pour 100 N.
 (c) Noter à côté du vecteur la notation de la force.

Action du marteau sur le clou: 150 N Notation de la force: $\vec{F}_{\text{marteau/clou}}$ Direction: verticale Sens: vers le bas Point d'application: Point M	Action de la main sur le pot de peinture: 250 N Notation de la force : $\vec{F}_{\text{main/pot}}$ Direction: verticale Sens: vers le haut Point d'application: Point A

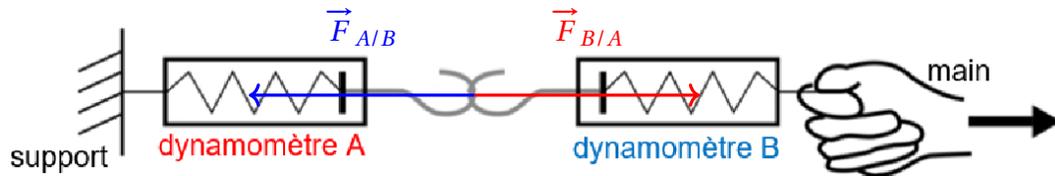
4. Tracer les vecteurs représentant les forces dans les cas suivants:

Force exercée par la valise sur la main du voyageur: Échelle de représentation: 1 cm pour 20 N	Force exercée par l'élève sur la corde: Échelle de représentation: 1 cm pour 100 N

2 Principe des actions réciproques



- Accrocher un premier dynamomètre sur un support fixe.
- Accrocher le deuxième dynamomètre au premier, selon le schéma ci-dessous.
- Tirer **délicatement** et à l'horizontale sur le deuxième dynamomètre.



5. Que constate-t-on sur les intensités des forces mesurées sur les deux dynamomètres ?

Solution: On constate que les deux intensités sont égales: $\|\vec{F}_{A/B}\| = \|\vec{F}_{B/A}\|$.

6. Quels sont les deux objets exerçant une action sur le dynamomètre A ? On négligera l'attraction de la Terre.

Solution: Les deux objets exerçant une action sur le dynamomètre A sont:

- le dynamomètre B;
- le support.

7. Quels sont les deux objets exerçant une action sur le dynamomètre B ? On négligera l'attraction de la Terre.

Solution: Les deux objets exerçant une action sur le dynamomètre B sont:

- le dynamomètre A;
- la main.

8. Sur le schéma précédent, tracer uniquement avec deux couleurs différentes les deux vecteurs représentant les forces exercées par un dynamomètre sur l'autre, sans souci d'échelle. Ajouter la notation sur chaque force.

Document 2: Principe des actions réciproques

Le physicien anglais Isaac Newton énonce un des grands principes de la physique appelé principe des actions réciproques:
 « Tout système A exerçant une force sur un système B subit de la part du système B une force de même direction, de même intensité mais de sens contraire. »



9. Le principe des actions réciproques est-il vérifié dans l'expérience précédente ? Justifier.

Solution: Le principe des actions réciproques est bien vérifié puisque $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

3 Action de contact



- Suspendre une masse de 200 g au dynamomètre.

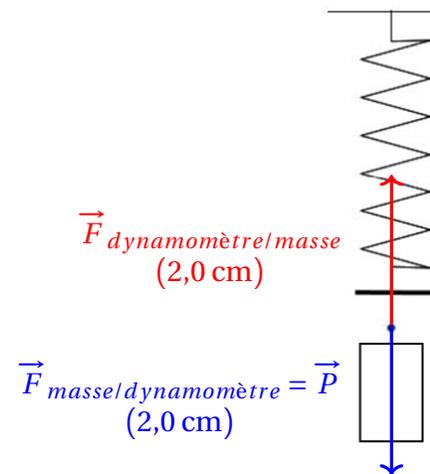
10. Relever l'intensité de la force mesurée par le dynamomètre :

Solution: On mesure une intensité de 2 N environ.

11. Sur le schéma ci-contre, tracer au point de contact entre le dynamomètre et la masse les deux vecteurs représentant les forces exercées :

- par la masse sur le dynamomètre.
- par le dynamomètre sur la masse.

Utiliser pour cela l'échelle des forces suivante : 1 cm représente 1 N. Ajouter la notation sur chaque force



4 Action à distance : le poids et la force d'interaction gravitationnelle

Document 3: Le poids et la masse

Dans le langage de tous les jours, personne ne fait la différence entre le poids et la masse d'un objet. Mais c'est une erreur car le poids et la masse sont deux grandeurs différentes qui ne rendent pas compte du même phénomène !

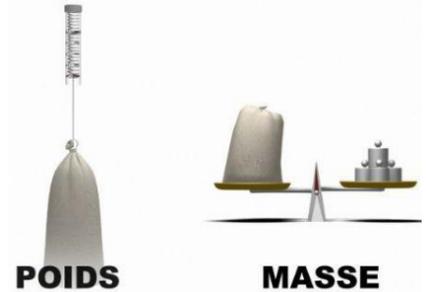
La masse d'un objet, notée m , représente simplement la quantité de matière contenue dans cet objet c'est-à-dire la somme des masses des particules qui constituent cet objet. Cette masse sera la même quel que soit l'endroit où se trouve l'objet dans l'univers. L'unité de masse est le kilogramme (kg).

Le poids, quant à lui, est noté P et mesure la force d'attraction qu'exerce un astre sur un objet. Ce qui signifie que le poids d'un objet varie dans l'univers et dépend de l'astre qui exerce l'attraction. Le poids, comme toute force, se mesure en newton (N).

Masse et poids sont des grandeurs différentes mais sont quand même reliées l'une à l'autre par la relation suivante :

$$P = m \times g \quad (1)$$

avec g l'intensité de la pesanteur en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$.



12. Sur Terre, l'intensité de la pesanteur g est proche de $10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$. Est-ce cohérent avec la mesure du dynamomètre dans l'expérience précédente ? Justifier par un calcul.

Solution: Le calcul du poids de la masse donne:

$$P = mg = 0,200 \text{ kg} \times 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} = 2,0 \text{ N}$$



- Ouvrir l'animation « Gravité et orbite, Modèle » à l'url suivante: https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_fr.html.
- Cliquer sur « Force de gravité ».
- Faire varier la distance de la planète au soleil et les masses de chaque objet.

13. En utilisant l'animation, entourer les bonnes réponses dans les phrases suivantes:

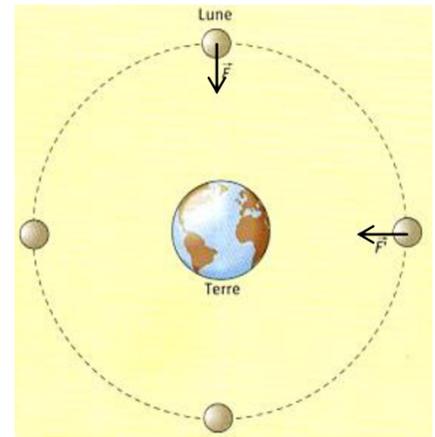
L'intensité de force gravitationnelle augmente quand la masse du satellite **augmente** et lorsque la masse de la planète **augmente** .

L'intensité de force gravitationnelle augmente quand la distance entre la Terre et le satellite **diminue** .

Document 4: L'interaction gravitationnelle

« La Lune gravite vers la Terre, et par la force de gravité elle est continuellement retirée du mouvement rectiligne et retenue dans son orbite. La force (exercée par la Terre) qui retient la Lune dans son orbite est dirigée vers la Terre et sa valeur est inversement proportionnelle au carré de la distance entre le centre de la Lune et le centre de la Terre. [...] La gravité appartient à tous les corps, et elle est proportionnelle à la masse que chaque corps contient. »

Isaac Newton, « Principes mathématiques de la philosophie naturelle », 1687



14. Parmi les expressions suivantes, entourer celle correspondant à la description de Newton :

$$F = G \times m_T \times m_L \times d^2$$

$$F = G \times \frac{d^2}{m_T \times m_L}$$

$$F = G \times \frac{m_T \times m_L}{d^2}$$

où F est en newton (N), d est la distance en mètre (m), m_T et m_L sont les masses en kilogramme (kg) et G est une constante: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

Appel 1

Appeler le professeur pour vérifier le bon choix de la formule.

15. Un objet situé à la surface de la Terre se situe à une distance du centre de la Terre égale au rayon terrestre (R_T). À l'aide des données ci-dessous, poser le calcul puis calculer l'intensité de la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur la masse de 200 g, située à la surface de la Terre.

Données:

- Masse de la Terre: $m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
- Constante de gravitation: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
- Rayon de la Terre: $R_T = 6,378 \times 10^6 \text{ m}$

Solution:

$$F_{\text{Terre/masse}} = G \frac{m_T m}{R_T^2}$$

$$= 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \times \frac{5,98 \times 10^{24} \text{ kg} \times 0,200 \text{ kg}}{(6,378 \times 10^6 \text{ m})^2}$$

$$F_{\text{Terre/masse}} = 1,96 \text{ N}$$

16. Comparer cette dernière valeur avec celle du poids mesuré par le dynamomètre.

Solution: $P \approx F_{Terre/masse}$

17. Que peut-on alors dire du poids P d'un objet par rapport à la force d'interaction gravitationnelle F exercée par la Terre sur l'objet à sa surface ?

Solution: On peut donc affirmer que le poids P d'un objet et la force d'interaction gravitationnelle $F_{Terre/masse}$ exercée par la Terre sur l'objet à sa surface sont presque égaux.