

Chapitre 12 : Modéliser une action sur un système

À maîtriser pour commencer

- > Connaître les quatre caractéristiques d'une force : point d'application, direction, sens, valeur
- > Connaître et utiliser la force de pesanteur et son expression $P = m \cdot g$
- > Connaître la différence entre poids et masse

Numérique

Connectez-vous sur lelivrescolaire.fr pour tester vos connaissances sur le quiz en ligne ! LLS.fr/PC2P219

Objectifs du chapitre

- Modéliser une action mécanique par une force représentée par un vecteur
- Exploiter le principe des actions réciproques
- Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle
- Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet
- Représenter qualitativement la force exercée par un support sur un corps immobile

1) Actions mécaniques et forces

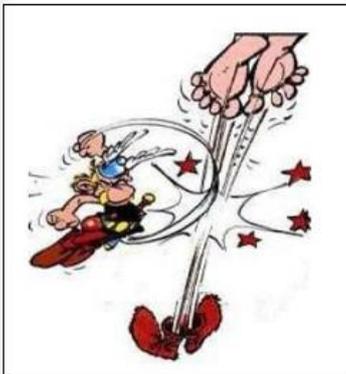
1.1) Pourquoi modéliser une action mécanique par une force ?

- Il y a 3 types d'actions mécaniques :

Créer ou modifier un mouvement

Maintenir un corps en équilibre ou au repos

Déformer un corps



On modélise une telle **action mécanique** par une force $\vec{F}_{A/B}$ représentée par un vecteur qui possède les trois caractéristiques suivantes :

- une **norme** notée $F_{A/B}$. Il s'agit de la **valeur** de la force, qui s'exprime en newton (N) ;
- une **direction** ;
- un **sens**.

En mécanique du point, le système étudié (ici, le corps B) est **modélisé** par un unique point ; c'est le modèle du point matériel.

Remarque : La mesure de la valeur de la force s'effectue avec un Dynamomètre et s'exprime en **Newton (N)**

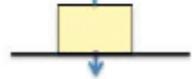


La mesure d'une force s'effectue à l'aide d'un dynamomètre.

Un dynamomètre est constitué d'un ressort dont l'allongement est proportionnel à la force qui lui est appliquée. On l'appelait autrefois peson car on s'en servait pour déterminer des masses.

1.2) 2 types de forces :

Types of Forces

Contact forces: interactions between objects that touch	Non-contact forces: attract or repel, even from a distance
	
applied force	magnetic force
	
spring force	electric force
	
drag force	gravitational force
	
frictional force	
	
normal force	

Il y a 2 types de forces :

- Les actions de contact (frottement de la roue du vélo sur la route)
- Les actions à distance (attraction terrestre)

1.3) Principe des actions réciproques :

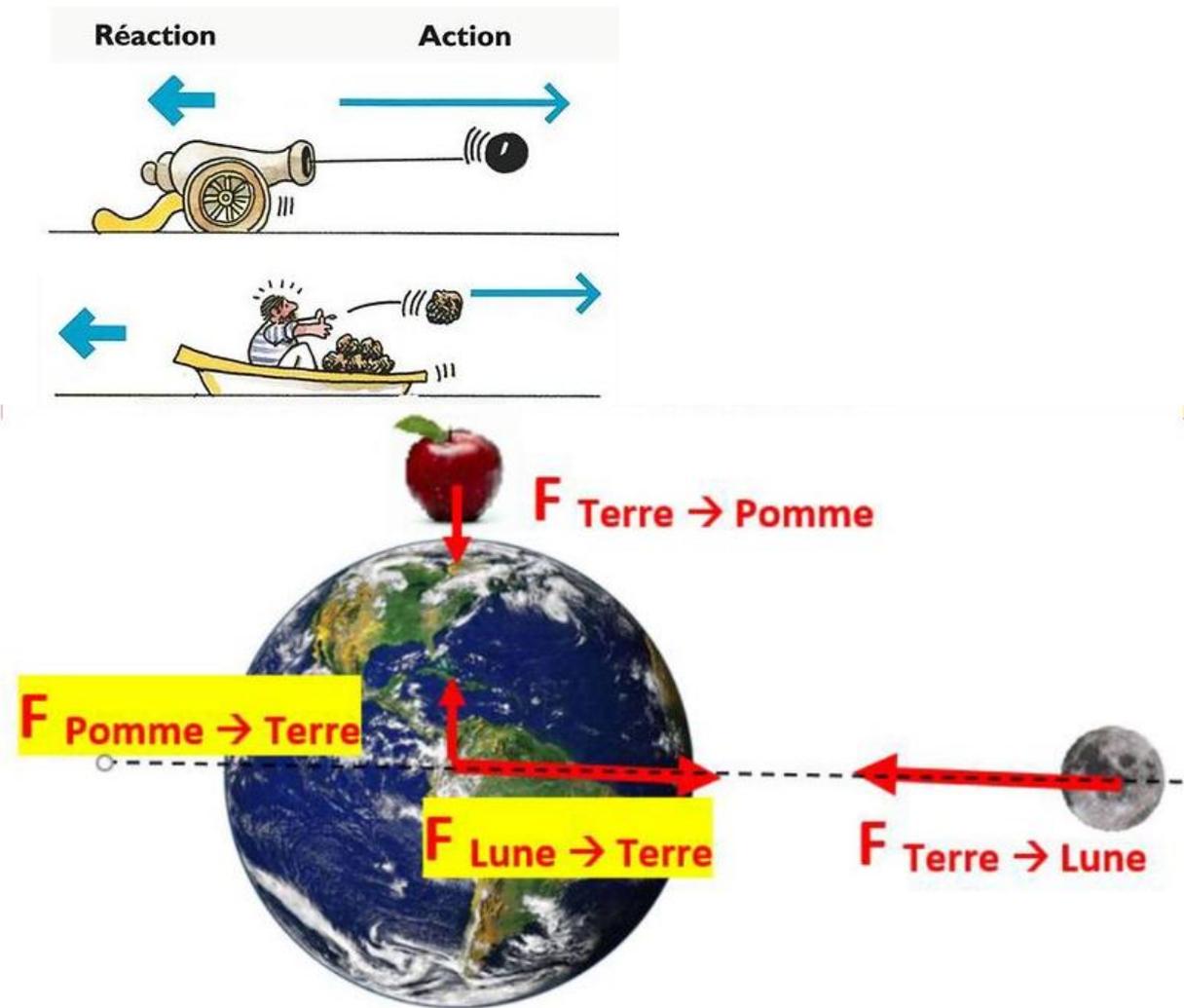
Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une force $\vec{F}_{A/B}$, alors B exerce sur A une force $\vec{F}_{B/A}$ telle que : $\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B}$.

La force $\vec{F}_{B/A}$ a donc ainsi :

- la **même direction** que $\vec{F}_{A/B}$;
- le **sens opposé** de celui de $\vec{F}_{A/B}$;
- la même valeur : $F_{B/A} = F_{A/B}$

Ce principe est également appelé **la troisième loi de Newton**.

Exemples :



2) Exemples de forces

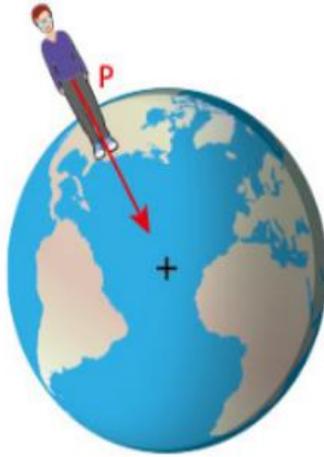
2.1) Le poids d'un corps

> À proximité de la surface d'un astre tel que la Terre, tout corps de masse m est soumis à une force dite de pesanteur. C'est cette force, aussi appelée poids, qui est à l'origine de la chute des objets.

Au point de l'espace où se trouve le corps, le poids peut être modélisé par un vecteur \vec{P} ayant pour caractéristiques :

- **une valeur** : $P = m \cdot g$, exprimée en newton (N), la masse m s'exprimant en kilogramme (kg), et avec g , l'intensité de la pesanteur ($N \cdot kg^{-1}$) ;
- **une direction** : verticale (du lieu considéré) ;
- **et un sens** : du haut vers le bas.

Direction :
la verticale du lieu
Sens :
vers le bas
Point d'application :
le centre du corps
étudié
Valeur :
 $P = m \times g$



Doc. 5 Le poids sur Terre

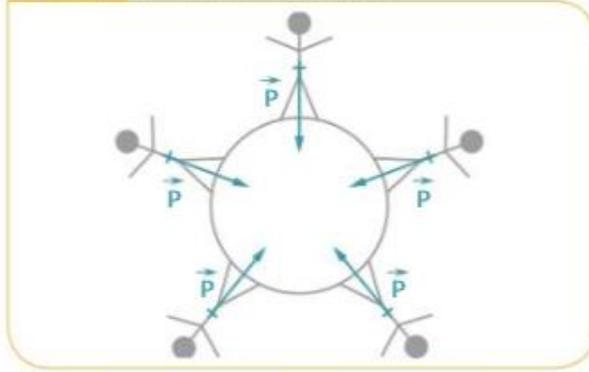
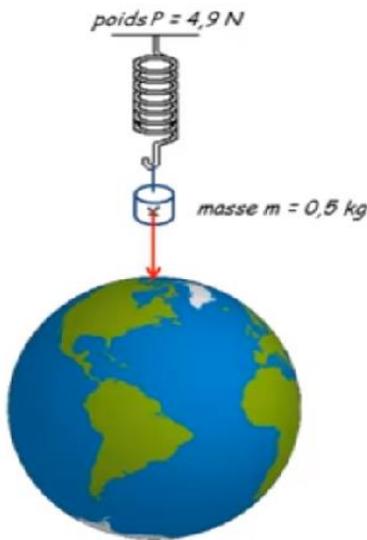


Tableau de valeurs expérimentales

Masse (kg)	0,5	1	2	4
Poids (N)	4,9	9,8	19,6	39,2

x 9,81



$P_{Terre} = 9,81 \times m$

$g_{Terre} = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$
Intensité de pesanteur

$P_{Terre} = g_{Terre} \times m$

Exercice 1 : N° 4-9 p 227

Données

• $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$; • $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$.

4 « Norme » en maths... et en physique ?

• En mathématiques, on parle de « norme » d'un vecteur. Donner deux équivalents en physique.

5 Connaître l'origine du poids

• Rappeler l'origine physique du poids d'un objet sur Terre.

6 Action de contact ou action à distance ?

L'eau liquide des océans permet aux icebergs de flotter.
• Déterminer la nature de l'action mécanique mise en jeu.

7 Là-haut

Un aigle a une masse de 5 kg.

1. Représenter le vecteur poids sans souci d'échelle.
2. Donner ses caractéristiques.

8 Parquer son char

Une voiture est garée dans une rue en pente à Montréal.

• Représenter la résultante des forces de contact exercées par la route sur la voiture.

9 Masse d'un globule rouge

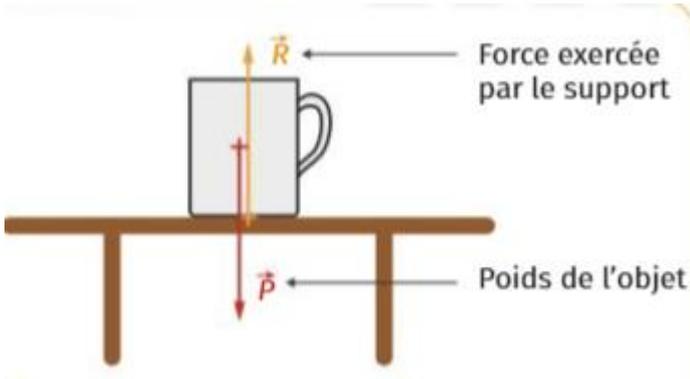
• Calculer la masse d'un globule rouge dont le poids sur Terre est 0,40 pN.

Rappel : 1 pN = 10^{-12} N.

2.2) Force exercée par un support

➤ Un corps de masse m reposant sur un autre corps (appelé support) exerce sur ce support des forces de contact. D'après la troisième loi de Newton, ce support exerce alors une force appelée réaction du support.

Dans le cas d'un corps **immobile** sur lequel ne s'exerce que le poids et la force exercée par le support, la force \vec{R} compense exactement le poids de ce corps : $\vec{R} = -\vec{P}$.



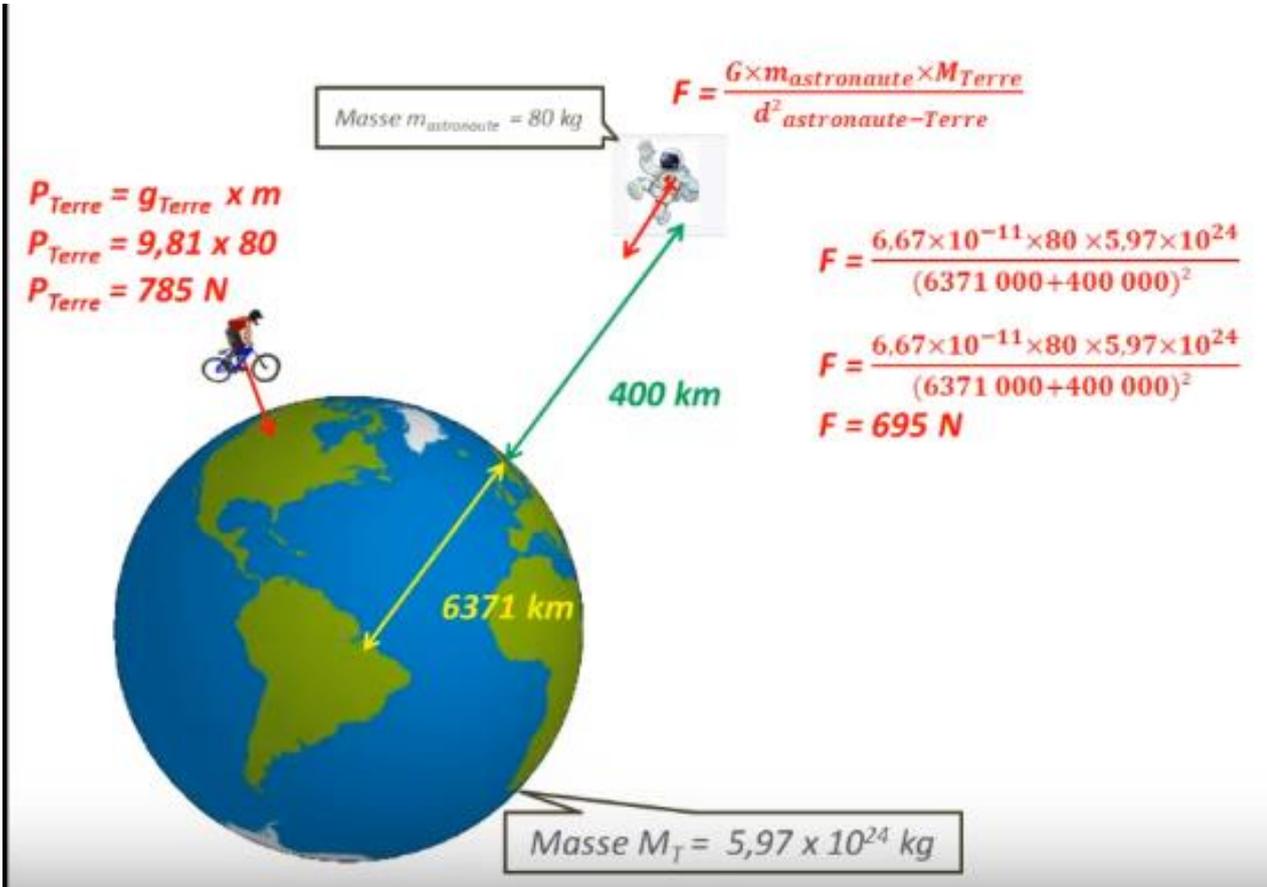
2.3) Force interaction gravitationnelle

Au point de l'espace où se trouve un corps B, on modélise l'attraction exercée par un corps A sur ce corps B par un vecteur $\vec{F}_{A/B}$ ayant pour caractéristiques :

- **une valeur** : $F_{A/B} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$, exprimée en newton (N), les masses m_A et m_B s'exprimant en kilogramme (kg), la distance d s'exprimant en mètre (m), et avec G , la **constante universelle de gravitation**, ayant pour valeur $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$;
- **une direction** : la droite passant par les centres des corps A et B ;
- **et un sens** : de B vers A (car il s'agit d'une force attractive).

Remarque : En première approximation, la surface de la Terre, la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre et le poids de ce corps sont deux forces égales : $\vec{P} \simeq \vec{F}_{\text{Terre/corps}}$ (**doc. 5**).

Alors $m \cdot g = G \cdot \frac{m \cdot m_T}{R_T^2}$ soit $g = G \cdot \frac{m_T}{R_T^2}$.



Exercice 2 : N°22 p 230

22 De l'équateur au Népal

- ✓ REA : Effectuer des calculs littéraux et numériques
- ✓ COM : Écrire un résultat de manière adaptée

Notre planète est partiellement composée de matériaux déformables. Tournant sur elle-même, elle a subi une légère déformation et apparaît comme une boule aplatie aux pôles et boursouflée au niveau de l'équateur. Une expérience a mesuré le poids P_{Ch} d'une masse de 1,000 kg au sommet du volcan Chimborazo (altitude : 6 263 m ; latitude : 1° 28' sud) et P_{Ev} au sommet du mont Everest (altitude : 8 848 m ; latitude : 27° 6' nord).

1. En faisant l'hypothèse simplificatrice que la masse de la Terre est concentrée en son centre, déterminer les distances entre ces deux sommets et le centre de la terre.
2. Le sommet le plus haut en altitude est-il le plus distant du centre de la Terre ? Argumenter.

Données

- $P_{\text{Ch}} = 9,778 \text{ N}$; • $P_{\text{Ev}} = 9,785 \text{ N}$;
- **Masse de la Terre** : $m_T = 5,9736 \times 10^{24} \text{ kg}$;
- **Constante de gravitation** : $G = 6,6741 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$.

Exercice 3 : N°15-16 p 228

15 Connaître le principe des actions réciproques

- ✓ REA : Réaliser un schéma

Guilhem est à la piscine et fait la planche. La force qui lui permet de flotter est appelée « poussée d'Archimède ». Elle est verticale et dirigée vers le haut.

1. Sans souci d'échelle, représenter cette force.
2. Représenter également la force que Guilhem exerce sur l'eau.

16 Utiliser le principe des actions réciproques

- ✓ ANA : Décrire un phénomène à l'aide d'un modèle

Baptiste est à la piscine. Il participe à une compétition de 100 mètres nage libre. Au bout de 50 mètres, il fait demi-tour en poussant sur le mur avec ses pieds.

- À l'aide du principe des actions réciproques, justifier l'intérêt pour Baptiste d'utiliser le mur pour faire son demi-tour.

Exercice 5 : N° 24 p 230**24****PROPOSITION DE PROTOCOLE****Io ou Ganymède**

✓ ANA : Proposer un protocole

Octobre 2158, un spationaute de masse $m = 200$ kg avec son équipement est chargé d'aller faire des prélèvements sur les sols de deux des satellites de Jupiter, Io et Ganymède. Malheureusement, il ne sait pas sur lequel il a atterri en premier. Dans son aéronef, il dispose d'un pèse-personne réglé pour être utilisé sur Terre.

- Comment le spationaute peut-il déterminer sur quel satellite il se trouve ? Répondre à l'aide d'un argumentaire détaillé s'appuyant sur des calculs.

Données

- Intensité de la pesanteur terrestre : $g_T = 9,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$;
- Intensité de la pesanteur sur Io : $g_I = 1,8 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$;
- Intensité de la pesanteur sur Ganymède : $g_G = 1,4 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$.

4) QCM

1 Actions mécaniques et forces	A	B	C
1. Pour représenter une force, il suffit de connaître :	sa valeur et le point où elle s'exerce.	sa direction ainsi que son sens.	tous ces éléments à la fois.
2. Une voiture tire une remorque. L'action que la voiture exerce sur la remorque :	est une action à distance.	est une action de contact.	est mise en jeu dans le phénomène d'interaction électromagnétique.
3. Un objet A exerce une force sur un objet B. La valeur de la force qu'exerce l'objet B sur l'objet A est :	plus faible que celle qu'exerce l'objet A sur l'objet B.	égale à celle qu'exerce l'objet A sur l'objet B.	nulle.
4. Le principe des actions réciproques peut se formuler sous la forme :	$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$	$F_{A/B} = -F_{B/A}$	$\vec{F}_{A/B} = \vec{F}_{B/A}$

2 Exemples de forces caractéristiques

1. Le vecteur \vec{P} d'un objet de masse m :	ne dépend pas de la masse m de l'objet.	est vertical et dirigé vers le bas.	a une norme P qui s'exprime en kg.
2. La valeur de la force d'interaction gravitationnelle exercée par un objet A sur un objet B est :	$F_{A/B} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$	$F_{A/B} = g \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$	$F_{A/B} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d}$
3. Quelle grandeur ne varie pas pour un corps quel que soit l'endroit où il se trouve ?	Son poids P .	Sa masse m ,	La force qu'exerce la Terre sur lui.
4. Un <i>smartphone</i> est posé sur une table horizontale. La force qu'exerce la table sur celui-ci est appelée :	constante universelle de gravitation.	force de frottement.	réaction du support.
5. La force exercée par la table sur le téléphone de la question 4. :	est une action à distance.	compense exactement le poids.	est verticale, dirigée vers le bas.
6. Un objet est immobile dans une pente. Quel tracé des forces qui s'exercent sur celui-ci est le bon ?	