

Chapitre 13



Notion de force

La balançoire est retenue par deux cordes.

Chaque corde matérialise la direction de l'action mécanique qu'elle exerce sur la balançoire.

Plus l'effort exercé par le garçon sur les ressorts est grand, plus leur allongement est important.

- Comment peu-t-on modéliser (représenter) une action mécanique ?
- Avec quel appareil mesure-t-on l'intensité d'une force ?

Objectifs

A la fin du chapitre je dois:

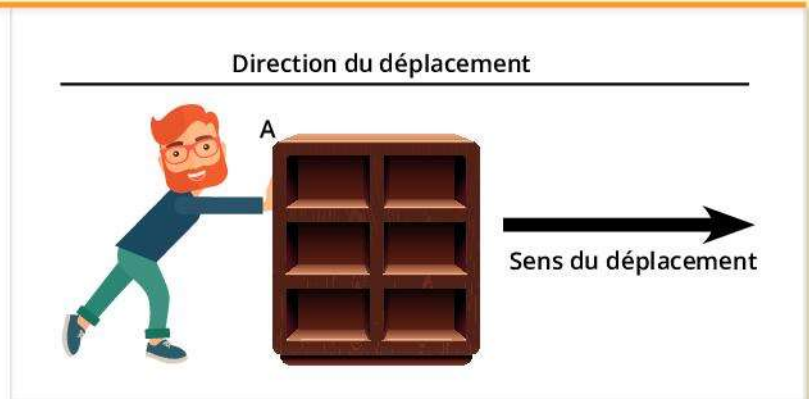
- 1** Connaître et déterminer les caractéristiques d'une force ;
- 2** Mesurer l'intensité d'une force à l'aide d'un dynamomètre ;
- 3** Représenter, en adoptant une échelle adéquate, une force par un vecteur.

Pour déclencher des investigations

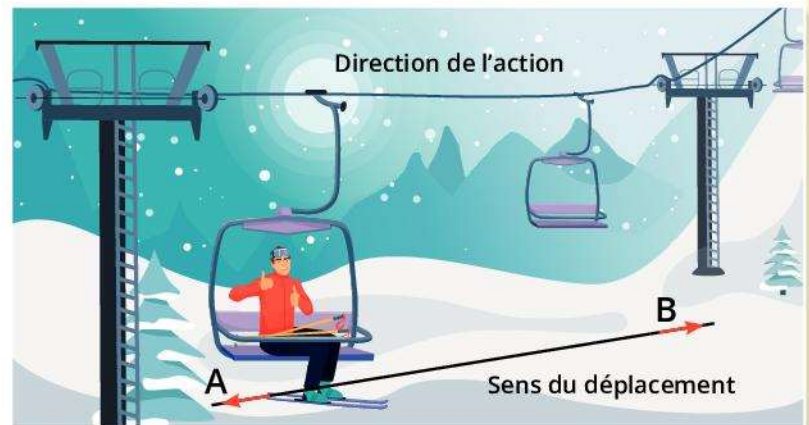
Situation

1

Le jeune homme exerce une action mécanique sur le meuble. L'action est appliquée au point A du meuble. L'homme peut ainsi provoquer le déplacement du meuble dans une direction et un sens bien déterminés.



La corde exerce une action de contact sur l'alpiniste. La corde est reliée à un système qui permet de remonter l'alpiniste en le tirant vers le haut de la montagne. La direction de la corde peut informer sur certaines caractéristiques de l'action mécanique exercée.



Question

Comment modéliser une action mécanique ?

Situation

2

Lors d'un concours de tir à la corde, celui qui réussit à tirer plus fort sur la corde gagne le concours.



Question

Comment mesurer la valeur de la force exercée sur un objet ?

1 Par quoi modélise-t-on une action mécanique ?

Activité expérimentale

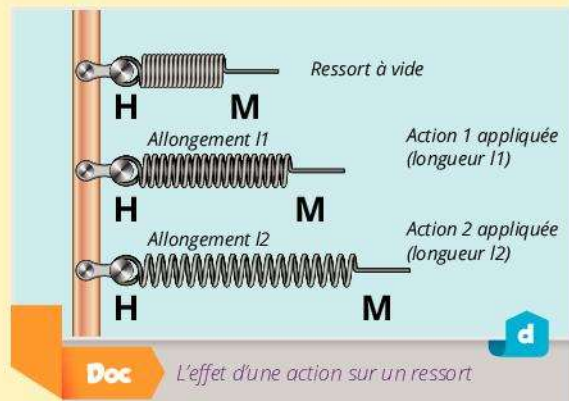
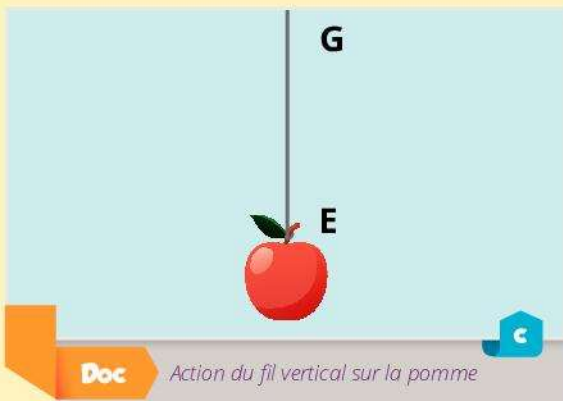
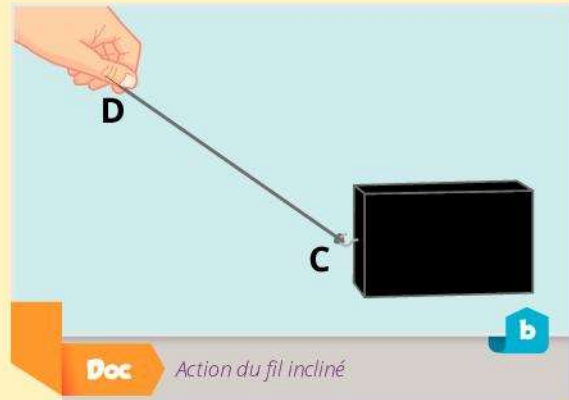
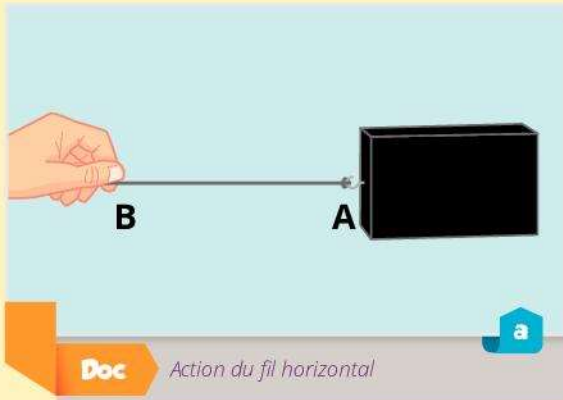
Matériel

- boîte muni d'un crochet
- fil inextensible
- ressort
- pomme
- support

Je réalise une expérience

Protocole expérimental :

- J'accroche le fil à la boîte, à l'aide du crochet ;
- Je tire horizontalement sur le fil pour mettre en mouvement la boîte (Doc.a) ;
- J'incline la position du fil, et je tire sur le fil pour mettre à nouveau, en mouvement la boîte (Doc.b) ;
- Je détache la boîte du fil et j'accroche une pomme au bout du fil ;
- Je maintiens, verticalement, la pomme stable à l'aide du fil (Doc.c) ;
- Je tire sur l'extrémité libre du ressort ; je note la longueur l_1 ;
- Je tire encore plus fort sur l'extrémité libre du ressort et je note sa nouvelle longueur l_2 (Doc.d) ;



→ Je dresse le tableau ci-dessous et je le complète.

Action mécanique	Doc.a	Doc.b	Doc.c	Doc.d
Point d'application	A	C	E	D
Direction	horizontale	inclinée	verticale	horizontale
Sens de l'action	de A → B	de C → D	de E → G	de M → K

→ Je note mes observations.

Questions

1. Qu'appelle-t-on point d'application d'une action mécanique ?
2. Les directions des différentes actions mécaniques exercées sur la boîte (Doc-a) et (Doc-b) et sur la pomme (Doc-c) sont-elles les mêmes ?
3. Les sens des différentes actions mécaniques exercées sur la boîte (Doc-a) et (Doc-b) sont-ils les mêmes ? Quel est le sens de l'action exercée sur la pomme ?
4. Comment varie la longueur du ressort, quand l'action exercée sur son extrémité libre devient importante ?
5. Comment peut-on représenter une action mécanique ?

J'interprète et je conclus

- Selon les résultats du tableau ci-dessus, une action mécanique possède quatre caractéristiques qui permettent de la décrire entièrement :
 - un point d'application (point où l'action mécanique se produit) : On appelle point d'application de l'action mécanique, le point de contact entre l'acteur et le receveur.
 - une direction (droite selon laquelle l'action se fait) : La direction de l'action mécanique est la droite qui porte l'action. Elle est matérialisée par la direction du fil (Doc.a), (Doc.b) et (Doc.c).
 - un sens (de ... vers ...) : Le sens de l'action mécanique est celui du mouvement que produirait cette action, si elle agissait seule. Il est représenté par une flèche.
 - une valeur ou intensité (l'action peut se faire de manière plus ou moins «forte») : L'action mécanique est caractérisée par sa valeur (ou intensité), plus l'intensité est grande plus l'effet de l'action est important.
- L'action, qui a la plus grande valeur, exercée sur l'extrémité du ressort provoque un allongement plus grand du ressort ($\ell_2 = 30 \text{ cm} > \ell_1 = 20 \text{ cm}$).
- On peut donc représenter (modéliser) chacune des actions mécanique présentes dans le tableau par un vecteur force, ce vecteur force noté \vec{F} est caractérisé par :
 - son origine ;
 - sa direction ;
 - son sens ;
 - sa valeur (intensité), exprimée en newton (N).
- L'intensité de la force est mesurée par un dynamomètre.

Remarques : Une actions à distances est également modélisée par un vecteur force possédant ces quatre caractéristiques.

Je récapitule

- Une action mécanique est modélisée par un vecteur-force noté \vec{F} , caractérisé par :
 - Son origine : point d'application de la force ;
 - Sa direction ;
 - Son sens ;
 - Son intensité F. Elle est exprimée en newton de symbole (N)

Mots importants

- force
- direction
- sens
- intensité
- vecteur

LEXIQUE

- force : قوة • direction : اتجاه • sens : منحنى • intensité : شدة • vecteur : متجهة

2 Comment mesurer la valeur (l'intensité) d'une force ?

Activité expérimentale

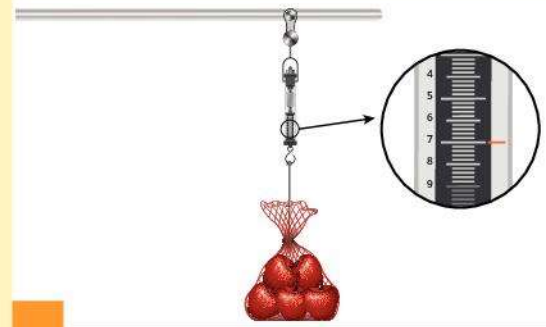
Je réalise une expérience

Protocole expérimental :

- J'accroche le dynamomètre au support ;
- Je règle la position de l'index du dynamomètre face au zéro, à vide il doit indiquer 0 ;
- J'accroche l'objet au crochet libre du dynamomètre ;
- J'attends que l'objet s'immobilise ;
- Je lis la valeur indiquée par le dynamomètre, la valeur en face de laquelle l'index se stabilise (Doc.1) ;

Matériel

- dynamomètre tubulaire
- objet
- support pour dynamomètre



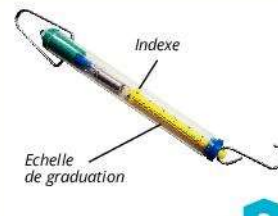
Doc 1 Mesure de l'intensité d'une force

Questions

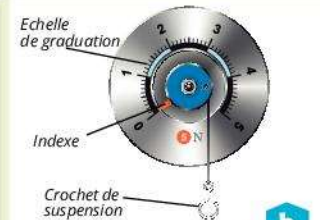
1. De quoi est constitué généralement un dynamomètre ?
2. Quelle est la valeur de la force exercée sur l'extrémité du dynamomètre ?

J'interprète et je conclus

- L'intensité d'une force se mesure avec un dynamomètre et s'exprime en newton (**N**).
- Un dynamomètre est constitué, généralement, d'un ressort, qui s'étire en fonction de l'intensité de la force exercée, d'une graduation calibrée en newtons (**N**) et d'un index. (Doc.2)
- L'intensité notée F de la force exercée par l'objet, mesurée par le dynamomètre est : $F = 7 \text{ N}$ (Doc.1).



Dynamomètre tubulaire

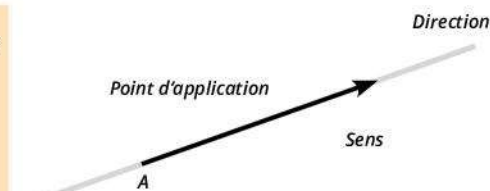


Dynamomètre circulaire

Doc 2 Exemples de dynamomètres

Je récapitule

- L'intensité de la force est mesurée à l'aide d'un dynamomètre et s'exprime en newton (**N**).
- Connaissant les quatre caractéristiques du vecteur force \vec{F} . On peut, en choisissant une échelle adéquate, le représenter, il aura une longueur l (Doc.3) (voir fiche méthode, page 117).



Doc 3 Représentation d'un vecteur force

Mots importants

- dynamomètre
- représentation

LEXIQUE

- dynamomètre : ديناومتر • représentation : تمثيل

Fiche méthode 1



J'apprends à mesurer la valeur d'une force à l'aide d'un dynamomètre

1 J'utilise un dynamomètre tubulaire (rectiligne) :

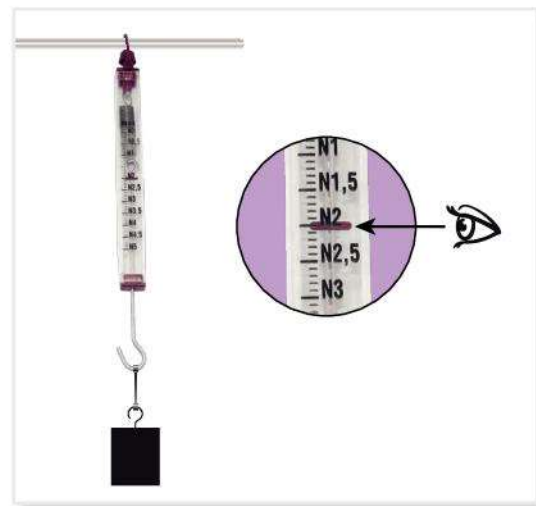
Étape 1 : Je règle le zéro du dynamomètre

- J'accroche le dynamomètre au support et je règle le zéro en tournant la visse jusqu'à amener l'index en face de la graduation 0



Étape 2 : Je réalise la mesure

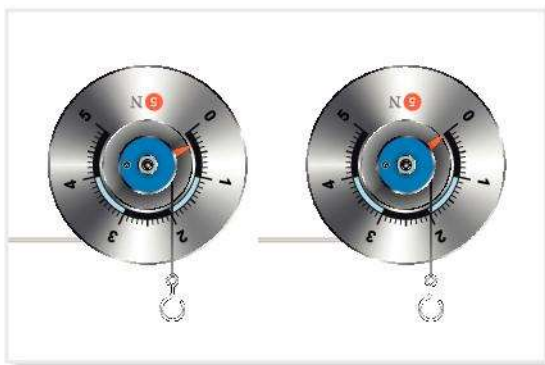
J'accroche la masse marquée au crochet du dynamomètre et j'attends que l'objet s'immobilise ; - je place mon oeil horizontalement au niveau de la position de l'index et je lis la valeur en face de laquelle l'index se stabilise.
- Je lis la valeur 2
- Je note $P = 2 \text{ N}$.



2 J'utilise un dynamomètre tubulaire (rectiligne) :

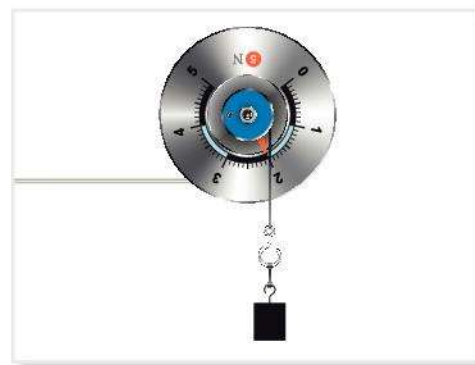
Étape 1 : Je règle le zéro du dynamomètre

- Je tourne le cercle gradué (ou l'index suivant les modèles), de telle sorte que l'index se positionne en face de 0..



Étape 2 : Je réalise la mesure

- J'accroche la masse et je lis la valeur du poids en me plaçant face au disque gradué.
- Je lis : $P = 2 \text{ N}$.



Fiche méthode 2



J'apprends à représenter le vecteur force

Je représente le vecteur-force modélisant l'action exercée par Saïd sur une porte. L'intensité de la force exercée est : $F = 45 \text{ N}$.

Je choisis une échelle : 1 cm sur la feuille représente une intensité de 15 N .

Étape n° 1 : Je détermine le type de la force associée à l'action exercée

L'auteur est Saïd, le receveur est la porte. La main qui exerce l'action est posée sur la porte. C'est une force de contact répartie.

Étape n° 2 : Je détermine le point d'application

Je choisis un point qui appartient à la surface de contact entre la main et la porte, qui sera le point d'application A de l'action.

Étape n° 3 : Je trace la direction de la force

Je trace la direction de l'action, c'est la droite nommée (Δ) selon laquelle agit l'action mécanique, elle est matérialisée par la direction du bras de Saïd.

Étape n° 4 : Je détermine la longueur du vecteur représentant la force

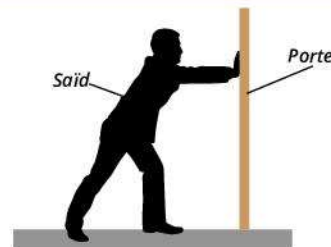
Selon l'échelle choisie, 1 cm sur la feuille représente une intensité de 15 N . La force a une intensité de 45 N , elle sera représentée par un vecteur de longueur l .

On utilise la relation de proportionnalité suivante :

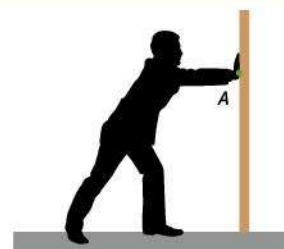
$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ cm} \longleftrightarrow 15 \text{ N} \\ 1 \text{ cm} \longleftrightarrow 45 \text{ N} \end{array} \right. ; \text{ d'où } \frac{1}{l} = \frac{15}{45}; \text{ d'où } l = \frac{45}{15} \text{ d'où } l = 3 \text{ cm}$$

Étape n° 5 : Je représente le vecteur force \vec{F}

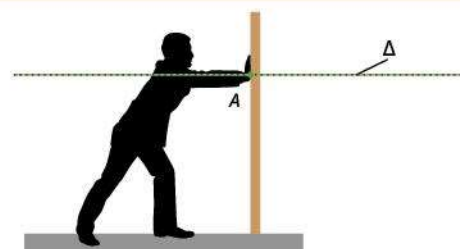
Le vecteur-force associée à l'action mécanique exercée par Saïd, sera tracé à partir du point d'application A et sera dirigé dans le sens de l'action de Saïd, vers la droite. Il a une longueur :



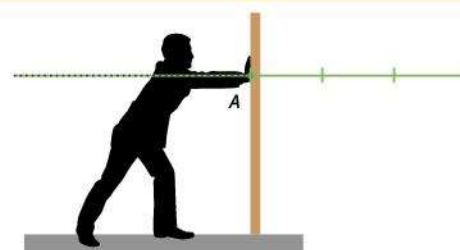
1. Action de contact répartie



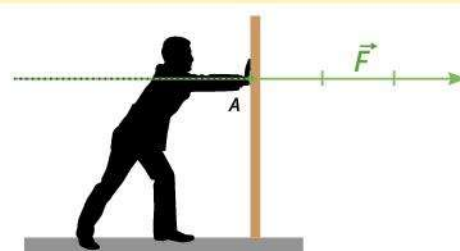
2. Point d'application de la force



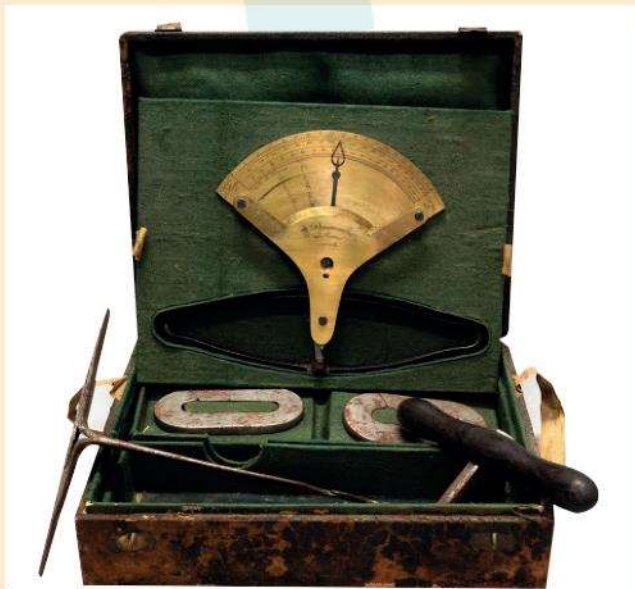
3. Je détermine et je trace la direction



4. Je détermine la longueur du vecteur force



5. Je représente le vecteur force en précisant son sens



Doc

Dynamomètre de Régnier

Le dynamomètre est un appareil destiné à mesurer l'intensité des forces, il est utilisé dans de nombreux secteurs d'activités, notamment dans le domaine de l'industrie. C'est Edme Régnier (1751- 1825) inventeur français, à la fin du XVIIIe siècle, qui inventa le premier dynamomètre moderne.

C'est un outil capable de mesurer la force musculaire humaine mais aussi animale. Cet appareil était à l'époque constitué d'un ressort elliptique surmonté d'une double échelle en laiton, gravée en myriagrammes (104 grammes) et en kilogrammes. Une aiguille d'acier à deux flèches permet la lecture.

La première échelle, graduée tous les 5 kg, permet d'utiliser le dynamomètre en extension, comme pour la mesure de la force des muscles du bas du dos. La deuxième échelle était pensée pour une utilisation en compression, notamment pour la mesure de la force des mains.

Régnier commença à travailler sur cet instrument dès 1780. De nos jours, le dynamomètre mécanique est composé d'un index de mesure, d'une graduation avec une intensité maximale à mesurer et un crochet pour attacher l'objet en question. Pour effectuer une mesure, il suffit de suspendre l'objet sur le crochet, d'attendre qu'il se stabilise et de lire la mesure.



Questions

- 1 En quelle année a été inventé le premier dynamomètre moderne ? Par qui a-t-il été inventé ?
- 2 Que mesure un dynamomètre ?
- 3 Quels sont les principaux constituants d'un dynamomètre mécanique ?
- 4 Que se passe-t-il dans un dynamomètre quand on accroche un corps au crochet ?