

THEME 1 ENERGIE CINETIQUE ET SECURITE ROUTIERE

CHAP 2 TRAVAIL D'UNE FORCE

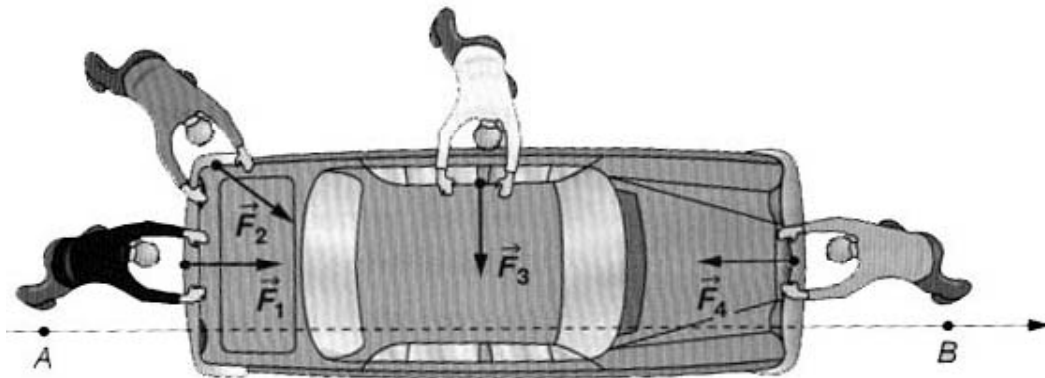
1. EFFETS POSSIBLES DU DEPLACEMENT DU POINT D'APPLICATION D'UNE FORCE.

Une force dont le point d'application se déplace peut:

modifier la trajectoire du déplacement ou modifier sa vitesse de déplacement.

Les effets seront d'autant plus importants que

la valeur de la force est grande, le déplacement long, la masse de l'objet est petite.

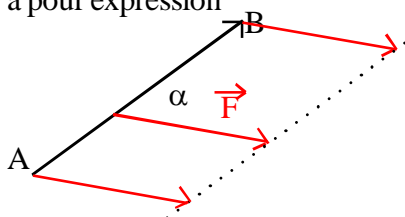


Les quatre personnes qui poussent une voiture de A et B exerçant des forces de même valeur F mais de directions différentes comme l'indique le schéma, n'ont pas la même efficacité dans leur action pour déplacer la voiture de A à B. On dit que les forces F ne produisent pas le même travail.

Ces constatations ont conduit les physiciens à introduire une nouvelle grandeur appelée **le travail de la force**

2. DEFINITION TRAVAIL D'UNE FORCE

Le travail, notée $W_{AB}(\vec{F})$, d'une force constante \vec{F} , lors d'un déplacement rectiligne de son point d'application de A vers B, a pour expression



$$W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos \alpha \quad \text{ou} \quad \alpha \text{ est l'angle entre les vecteurs } \vec{F} \text{ et } \vec{AB}.$$

$W_{AB}(\vec{F})$ s'exprime en **Joule** F en **Newton**

AB en **mètre**

Remarque.

Le travail que nous venons de définir s'appelle aussi travail mécanique. Cette précision permet de distinguer du terme travail utilisé dans le langage courant, qui peut désigner un travail intellectuel, physique, hebdomadaire, etc... Un travail physique peut être épuisant sans pour cela correspondre à un travail mécanique.



Exemple.

Quand l'haltérophile maintient pendant quelques secondes la barre à bout de bras, les forces qu'il exerce sur celle-ci sont très importantes. Comme leur point d'application ne se déplace pas, elles ne travaillent pas. Elles ont seulement travaillé quand le sportif a élevé la barre du sol jusqu'à sa position actuelle. Pourtant, maintenir une telle position n'est pas facile: le travail physique de l'haltérophile est important.

3. TRAVAIL MOTEUR RESISTANT.

La valeur de $\cos \alpha$ appartient à l'intervalle $[-1, 1]$: le travail $W_{AB}(F)$ est donc une grandeur algébrique qui peut être positive, négative ou nulle. On classe les travaux en trois catégories:

- Si $W_{AB}(F) > 0$, le travail est dit **moteur**

L'angle α est compris dans l'intervalle $[0^\circ, 90^\circ]$: $\cos \alpha > 0$. Le travail est moteur si AB et le projeté orthogonal de la force F sur l'axe orienté par AB sont de même sens.

Exemple: **La force F_1 est motrice car elle est dans le sens du mouvement.**

- Si $W_{AB}(F) < 0$, le travail est dit **résistant**

L'angle α est compris dans l'intervalle $[90^\circ, 180^\circ]$: $\cos \alpha < 0$. Le travail est résistant si AB et le projeté orthogonal de la force F sur l'axe orienté par AB sont de sens contraire.

Exemple: **La force F_4 est résistante car elle est opposée au sens du mouvement.**

- Si $W_{AB}(F) = 0$, le travail est : **nul**

L'angle α vaut 0° : $\cos \alpha = 0$. Le travail d'une force est nul lorsque le droite d'action de cette force reste constamment perpendiculaire au déplacement de son point d'application.

Exemple: **Les forces F_2 et F_3 ont un travail nul**

Exercice 1:

Le personnage exerce une force horizontale de valeur $F = 2\,000\text{ N}$.

1. Représenter cette force. On prend pour échelle $1\text{ cm} \leftrightarrow 500\text{ N}$.

Le personnage déplace la voiture sur une distance de 500 m .

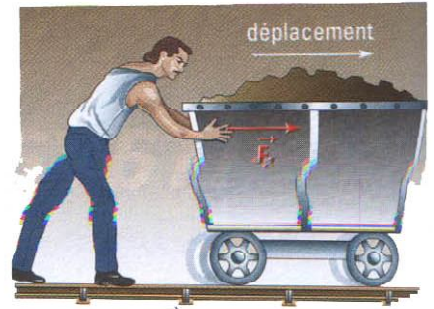
2. Calculer le travail de cette force.

$$W(F)_{AB} = F \times AB \times \cos(F, AB) = 2\,000 \times 500 \times \cos 0$$

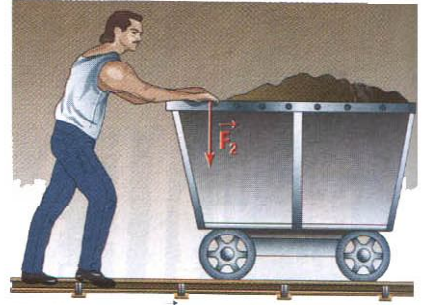
$$= 2\,000 \times 500 = 10^6\text{ J}$$

3. Indiquer si le travail est moteur, résistant ou nul. Justifier.

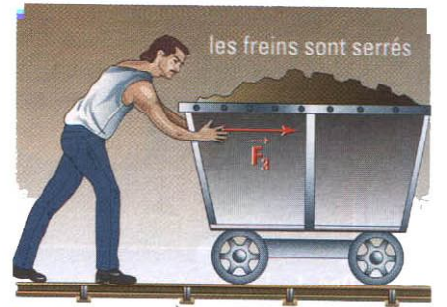
La force est motrice car le travail de la force est positif.



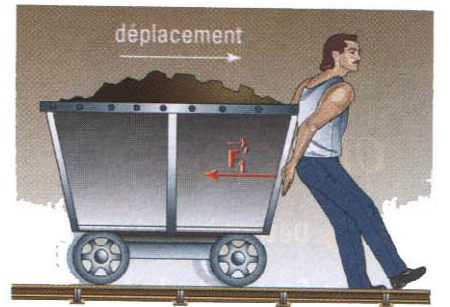
Doc. 2 – La force F_1 travaille.



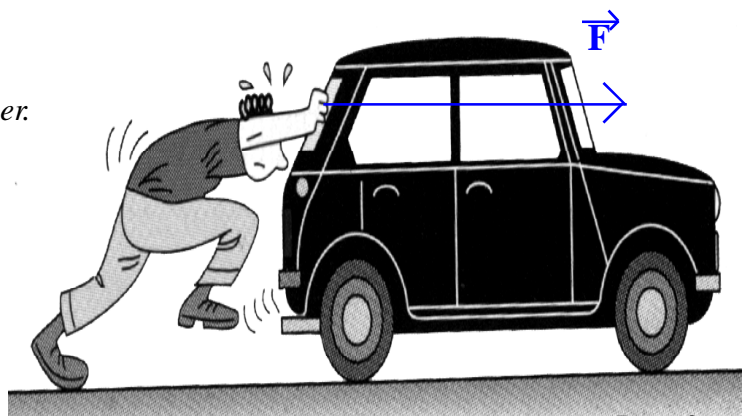
Doc. 3 – La force F_2 ne travaille pas.



Doc. 4 – La force F_3 ne travaille pas.



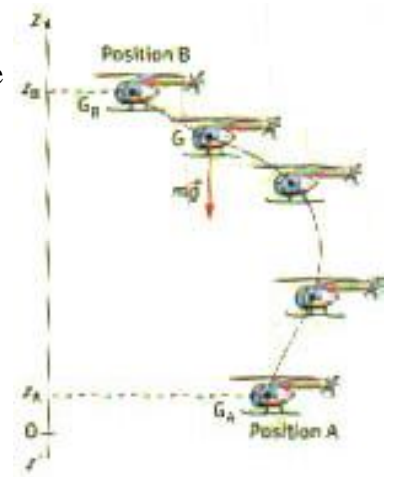
Doc. 5 – La force F_4 travaille. Son travail est résistant.



4. TRAVAIL DU POIDS.

Nous admettrons sans démonstration, que lorsque le centre de gravité G d'un corps passe d'un point A à un point B, le travail du poids dépend seulement de l'altitude z_A du point de départ et de l'altitude z_B du point d'arrivée.

$$W_{AB}(p) = m \times g \times (z_A - z_B)$$



Si l'altitude z_A est **supérieur** à l'altitude z_B , le travail est **moteur** puisque $z_A - z_B > 0$, alors $W_{AB}(p) > 0$

Si l'altitude z_A est **inférieur** à l'altitude z_B , le travail est **résistant** puisque $z_A - z_B < 0$, alors $W_{AB}(p) < 0$

Exercice 2:

Une pomme de masse $m = 50 \text{ g}$ tombe de l'arbre. On prendra $g = 10,0 \text{ N/kg}$.

1. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la pomme au cours de la chute.
Donner leurs caractéristiques.

La seule force qui s'exerce sur la pomme au cours de sa chute est son poids

$$\vec{p} = \vec{F}_{\text{Terre/Pomme}}$$

Point: G (centre de gravité)
Direction: verticale
Sens: vers le bas
Valeur: $p = m \times g = 50 \times 10^{-3} \times 10 = 784 \text{ N}$

2. Représenter la (ou les) force(s) sans souci d'échelle.

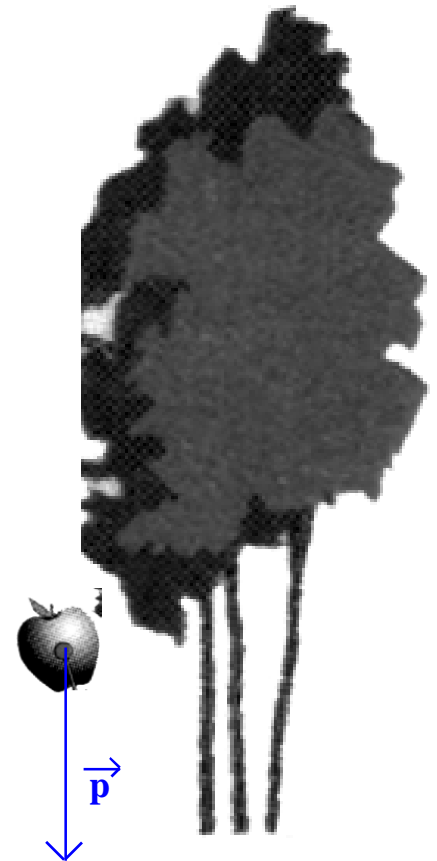
La pomme était accrochée sur une branche à 10 m du sol.

3. Calculer le travail du poids de la Pomme au cours de la chute.

$$W_{AB}(p) = m \times g \times (z_A - z_B) = 50 \times 10^{-3} \times 10 \times 10 = 7840 \text{ J}$$

4. Indiquer si le travail est moteur, résistant ou nul. Justifier.

Ce travail est moteur puisqu'il est positif.



Exercice 3:

Le cheval exerce une force de valeur $F = 10\,000\text{ N}$.

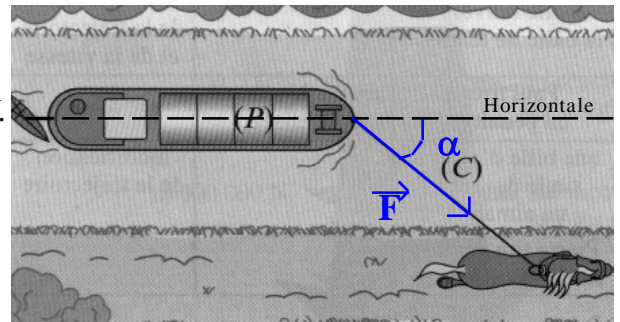
1. Représenter cette force. On prend pour échelle $1\text{ cm} \leftrightarrow 5\,000\text{ N}$.

La corde fait un angle de 40° avec l'horizontale

2. Représenter l'angle α sur le schéma.

Le cheval parcourt une distance de 1 km .

3. Calculer le travail de la force exercée par le cheval.



$$W(\mathbf{F})_{AB} = F \times AB \times \cos(\mathbf{F}, AB) = 10\,000 \times 1\,000 \times \cos 40 =$$

3. Indiquer si le travail est moteur, résistant ou nul. Justifier.

Ce travail est moteur puisqu'il est positif.

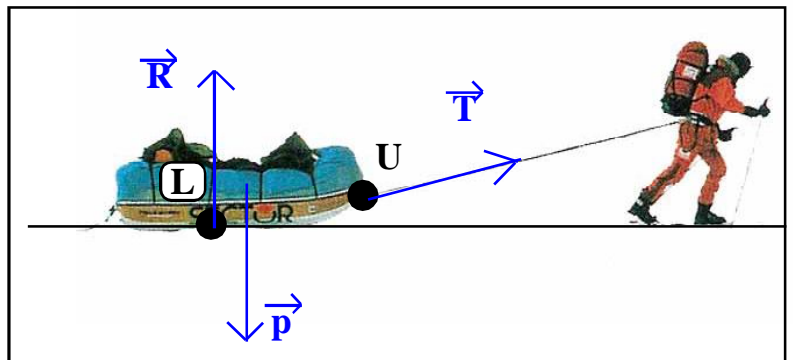
Exercice 4:

Borge Ousland, un explorateur, a traversé en 60 jours, de novembre 1996 à janvier 1997, les $2\,845\text{ km}$ de l'Antarctique en tirant lui-même son traîneau sur la neige (Figure 1). La corde de traction, qui fait un angle de 30° avec la piste horizontale, exerce une force de traction de 500 N sur le traîneau qui a une masse $m = 100\text{ kg}$.

Le contact du traîneau avec la neige qui se fait rigoureusement sur toute la surface de contact du traîneau avec la neige, est ramené à un seul point de contact L. Le sol est parfaitement lisse, en conséquence la réaction R du sol est perpendiculaire au sol.

Donnée. $g = 9,8\text{ m.s}^{-2}$.

1. Représenter symboliquement sur le schéma sans souci d'échelle, les 3 forces qui s'exercent sur le traîneau, et détailler le calcul du poids.



Le bilan des forces se résume au poids \vec{p} , à la réaction \vec{R} du sol et la tension \vec{T} de la corde sur le traîneau.

2. Calculer le travail de chacune de ces forces. Indiquer si le travail est moteur, résistant ou nul. Justifier.

$$W_{AB}(\mathbf{p}) = W_{AB}(\mathbf{R}) = 0\text{ J car les deux forces sont perpendiculaires au sol.}$$

$$W(\mathbf{T})_{AB} = T \times AB \times \cos(\mathbf{T}, AB) = 500 \times 2\,845 \times 10^3 \times \cos 30 = 1,23 \times 10^9\text{ J}$$