

1 Travail d'une force

- Expression du travail d'une force

On appelle travail d'une force l'**énergie** échangée par cette force pour effectuer un déplacement.

Le travail d'une force constante \vec{F} se déplaçant de A vers B est égal à : $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos \alpha$

Le travail est une énergie !

F : intensité de la force en Newton (N)

AB : distance du déplacement en mètre (m)

α angle orienté entre \vec{F} et \vec{AB}

$W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$: travail de \vec{F} entre A et B en Joule (J)

Le travail d'une force peut être **moteur**, **résistant** ou **sans efficacité** sur le déplacement d'un objet.



Caractéristiques de la force par rapport au déplacement	Travail de la force		
La force est perpendiculaire au déplacement	<p>$\alpha = 90^\circ$</p>	$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos 90^\circ$ $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 0$	La force ne travaille pas
La force est dans le sens du déplacement	<p>$\alpha < 90^\circ$</p>	$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos \alpha$ $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) > 0$	Le travail est moteur
La force est dans le sens opposé au déplacement	<p>$\alpha > 90^\circ$</p>	$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos \alpha$ $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) < 0$	Le travail est résistant

J'ai compris, je m'exerce :

Un tracteur tire une péniche le long d'un canal à vitesse constante. Le tracteur roule sur une route parallèle au canal. Il est attaché à la péniche par un câble qui fait un angle de 20° avec la direction du canal. Le tracteur exerce une force de 1500 N sur le câble.

Calculer le travail W de la force motrice pour déplacer la péniche d'une distance de 5 km.

- Puissance moyenne

La **puissance moyenne** développée lors d'un travail $W_{A \rightarrow B}$ pendant une durée Δt vaut : $P_{\text{moy}} = \frac{\text{Energie}}{\text{durée}} = \frac{W_{A \rightarrow B}}{\Delta t}$

J'ai compris, je m'exerce :

Le moteur d'une grue d'un port permet de soulever, à vitesse constante, d'une hauteur $h = 12$ m un conteneur de masse $m = 3$ tonnes en une durée $\Delta t = 20$ s.

- Calculer le travail de la force exercée par le câble de la grue.
- En déduire la puissance moyenne développée cette force.

P_{moy} : puissance moyenne en Watt (W)

$W_{A \rightarrow B}$: travail fourni en Joule (J)

Δt : durée du déplacement en seconde (s)

Remarque :

La puissance moyenne peut se calculer aussi par la relation : $P_{\text{moy}} = F \times v$
où v est la vitesse de déplacement de l'objet sur lequel agit la force.

2 Théorème de l'énergie cinétique

La variation de l'énergie cinétique d'un solide pour un déplacement de A à B est égale à la somme des travaux des forces extérieures qui lui sont appliquées :

$$\Delta E_{C A \rightarrow B} = E_C(B) - E_C(A) = \sum W_{AB}(\vec{F})$$

On note $\Delta E_{C A \rightarrow B}$ la variation d'énergie cinétique entre le point A et B.

Rappel : lors d'un mouvement de translation, l'énergie cinétique E_C d'un solide de masse m se déplaçant à la vitesse v est définie comme : $E_C = \frac{1}{2} \times m \times v^2$

avec E_C : énergie cinétique en Joule (J)

m : masse en kilogramme (kg)

v : vitesse en mètre par seconde (m/s)

Par conséquent : $\sum W_{AB}(\vec{F}) = 0 \Leftrightarrow E_C(B) = E_C(A) \Leftrightarrow$ la vitesse est constante.

$\sum W_{AB}(\vec{F}) > 0$ (le travail de l'ensemble des forces est moteur) $\Leftrightarrow E_C(B) > E_C(A) \Leftrightarrow$ la vitesse augmente

$\sum W_{AB}(\vec{F}) < 0$ (le travail de l'ensemble des forces est résistant) $\Leftrightarrow E_C(B) < E_C(A) \Leftrightarrow$ la vitesse diminue

3 Energie potentielle

L'énergie potentielle est une énergie qui ne dépend pas du mouvement d'un solide mais uniquement de sa position.

On distinguera deux formes d'énergie potentielle :

- L'énergie potentielle de pesanteur

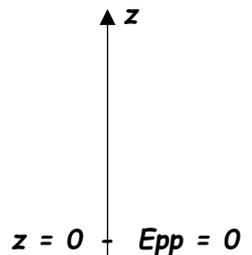
L'énergie potentielle de pesanteur E_{PP} d'un solide de masse m est définie par : $E_{PP} = m \times g \times z$

Avec E_{PP} : énergie potentielle de pesanteur en Joule (J)

m : masse en kilogramme (kg)

g : intensité de la pesanteur en m/s^2

z : altitude du centre de masse de l'objet en mètre (m).



L'énergie potentielle de pesanteur **augmente** lorsque l'**altitude augmente**.

- L'énergie potentielle élastique

L'énergie potentielle élastique E_{PE} d'un ressort est définie par :

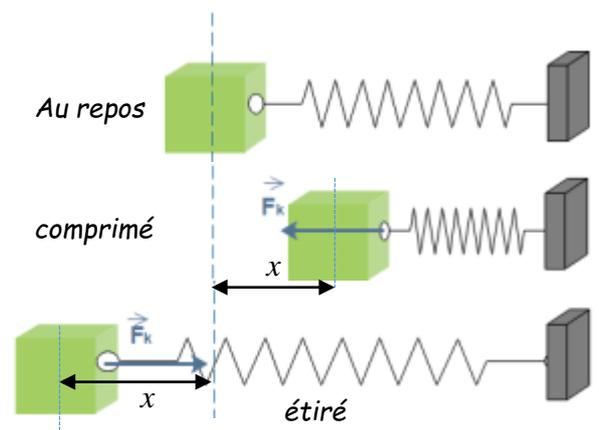
$$E_{PE} = \frac{1}{2} \times k \times x^2$$

avec E_{PE} : énergie potentielle élastique en Joule (J)

k : constante de raideur du ressort en N/m

x : allongement ou compression du ressort en mètre (m)

E_{PE} est choisie égale à 0 lorsque le ressort est au repos.



4 Energie mécanique

On appelle **énergie mécanique** E_m la somme de l'énergie cinétique E_C et de l'énergie potentielle E_p :

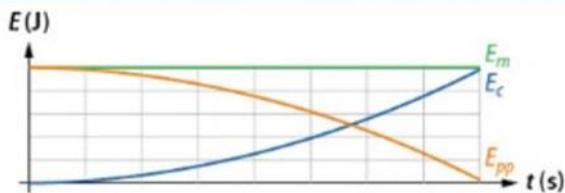
$$E_m = E_C + E_p$$

E_m , E_C et E_p : énergies en Joule (J)

Au cours du mouvement d'un corps, des **transferts énergétiques** ont lieu entre son énergie cinétique et son énergie potentielle.

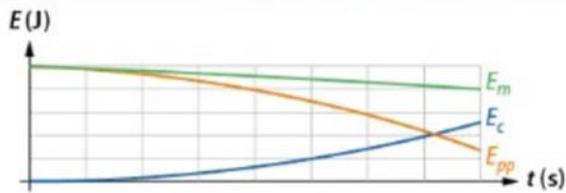
Exemple : au cours d'une chute verticale, l'énergie cinétique augmente et l'énergie potentielle de pesanteur diminue : il y a conversion de l'énergie potentielle en énergie cinétique.

Exemple d'une chute verticale en l'absence de frottements



L'énergie mécanique est constante.

Exemple d'une chute verticale en présence de frottements



L'énergie mécanique diminue au cours du temps.

En l'absence de frottements, il y a conservation de l'énergie mécanique.

En présence de frottements, une partie de l'énergie mécanique est dissipée sous forme d'énergie thermique.

J'ai compris, je m'exerce :

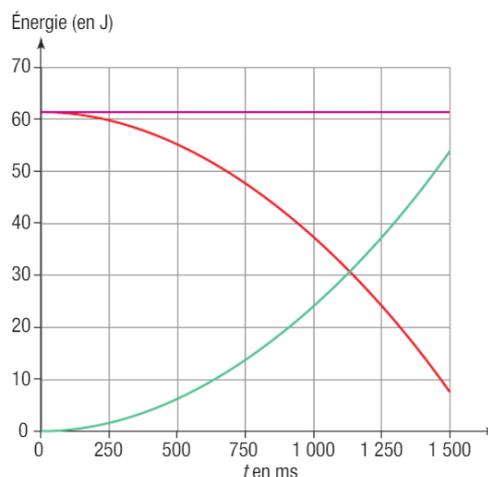
Exercice n°1

Ci-contre le graphique montre l'évolution des énergies lors de la chute d'un objet de masse $m = 500 \text{ g}$.

L'origine des altitudes a été prise au niveau du sol.

1/ Quelle courbe représente l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} ? En déduire la hauteur de chute.

2/ Quelle courbe représente l'énergie cinétique E_c ? En déduire la vitesse de l'objet lorsqu'il touche le sol.



3/ Quelle énergie est représentée par la dernière courbe ? Y a-t-il des frottements au cours de cette chute ?

Exercice n°2 :

Le martin-pêcheur est un oiseau de petite taille, sa masse est d'environ 40 g .

Positionné sur un perchoir, lorsqu'il repère un poisson dans l'eau il plonge à la verticale et l'avale dans le sens des écailles.

On assimile son plongeon à une chute libre, c'est à dire que la seule force qui s'exerce sur l'oiseau est son poids.

On considère que le martin-pêcheur est perché sur une branche d'arbre située à une hauteur $h = 10,0 \text{ m}$ par rapport à la surface de l'eau.

1/ Quelle est son énergie cinétique lorsqu'il est sur la branche ?

2/ Calculer le travail du poids \vec{P} lors de son plongeon.

3/ Calculer son énergie cinétique lorsqu'il atteint la surface de l'eau (où $z = 0 \text{ m}$).

