

TRAVAIL ET ENERGIE

I- TRAVAIL D'UNE FORCE CONSTANTE

① Expression du travail d'une force CONSTANTE

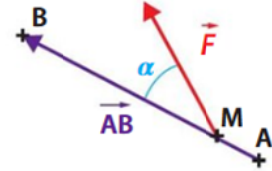
Le travail $W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$ d'une force constante $\vec{F}$ dont le point d'application se déplace de A à B est égal au **PRODUIT SCALAIRE** du vecteur force $\vec{F}$ par le vecteur déplacement $\vec{AB}$:

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos \alpha$$

F : valeur de la force en **Newton (N)**

AB : distance entre les points A et B en **mètre (m)**

$W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$: travail de la force $\vec{F}$ pour le déplacement $\vec{AB}$ en **joule (J)**



Si $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) > 0$	Si $\alpha = 90^\circ$ $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 0$	Si $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ $W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) < 0$
Le travail est moteur.	Le travail est nul.	Le travail est résistant.

② Force conservative – force non conservative

Force conservative : Une force est dite **CONSERVATIVE** si son travail entre deux points A et B **NE DEPEND PAS** du chemin suivi entre A et B.

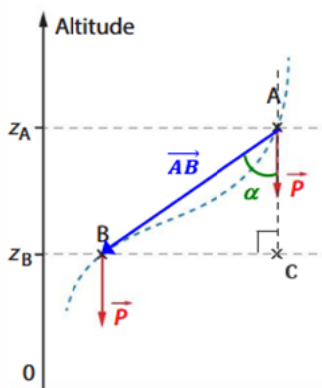
Exemple : le poids

Force non conservative : Une force est dite **NON CONSERVATIVE** si son travail entre deux points A et B **DEPEND** du chemin suivi entre A et B.

Exemple : les forces de frottement

③ Travail de quelques forces

a- Travail du poids



Champ de pesanteur $\vec{g}$ uniforme

$\Rightarrow$ Le poids $\vec{P} = m \times \vec{g}$ est une force constante.

Travail de $\vec{P}$ pour le trajet de A à B :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{AB} = P \times AB \times \cos \alpha = m \times g \times AB \times \cos \alpha$$

Or dans le triangle ABC rectangle en C :

$$\cos \alpha = \frac{AC}{AB} = \frac{z_A - z_B}{AB} \Rightarrow AB \times \cos \alpha = z_A - z_B$$

Donc le travail du poids peut s'écrire :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = m g \times (z_A - z_B)$$

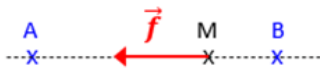
m en kg ; g en $N.kg^{-1}$ ou $m.s^{-2}$; z_A et z_B en m

b- Travail d'une force de frottement constante pour un déplacement rectiligne

Sur un trajet rectiligne, la force de frottement d'intensité constante :

garde la même direction
garde le même sens

La force de frottement $\vec{f}$ est constante.



Travail de $\vec{f}$ pour le trajet de A à B :

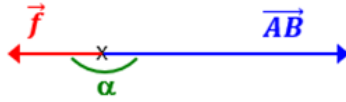
$$W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB} = f \times AB \times \cos \alpha$$

Or ici l'angle $\alpha = 180^\circ \Rightarrow \cos \alpha = -1$

Donc le travail de la force de frottement peut s'écrire :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) = -f \times AB$$

f en N ; AB en m



II- THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE

L'énergie cinétique $\mathcal{E}_c$ d'un système de masse m se déplaçant à la vitesse de valeur v dans le référentiel d'étude est donnée par la relation :

$$\mathcal{E}_c \text{ en J} \rightarrow \mathcal{E}_c = \frac{1}{2} m \times v^2$$

m en kg
 v en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

La variation de l'énergie cinétique d'un système en mouvement, d'une position A à une position B, est égale à la somme des travaux de toutes les forces appliquées au système entre A et B :

$$\mathcal{E}_c \text{ en J} \rightarrow \Delta \mathcal{E}_{cA \rightarrow B} = \mathcal{E}_{cB} - \mathcal{E}_{cA} = \sum_i W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_i)$$

W en J

III- THEOREME DE L'ENERGIE MECANIQUE

1-Energie potentielle

À chaque force conservative $\vec{F}_C$, est associée une énergie appelée **énergie potentielle** $\mathcal{E}_p$.

La variation de cette énergie potentielle, lorsque le système se déplace entre une position A et une position B, est égale à l'opposé du travail de cette force conservative, qui s'applique sur le système entre A et B :

$$\mathcal{E}_p \text{ en J} \rightarrow \Delta \mathcal{E}_{pA \rightarrow B} = \mathcal{E}_{pB} - \mathcal{E}_{pA} = -W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_C)$$

W en J

2-Energie potentielle de pesanteur

Le poids étant une force conservative, on lui associe une énergie potentielle dite de pesanteur : $\Delta \mathcal{E}_{p_{A \rightarrow B}} = -W_{A \rightarrow B}(\vec{P})$ (schéma B).

Comme $W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_B)$, on a $\Delta \mathcal{E}_{p_{A \rightarrow B}} = -m \times g \times (z_A - z_B)$

D'où $\Delta \mathcal{E}_{p_{A \rightarrow B}} = m \times g \times (z_B - z_A)$

On en déduit : $\Delta \mathcal{E}_{p_{A \rightarrow B}} = \mathcal{E}_{p_B} - \mathcal{E}_{p_A} = m \times g \times z_B - m \times g \times z_A$

Il vient $\mathcal{E}_{p_B} = m \times g \times z_B$ et $\mathcal{E}_{p_A} = m \times g \times z_A$

L'énergie potentielle de pesanteur $\mathcal{E}_p$ d'un système de masse m situé à l'altitude z est donnée par la relation :

$$\begin{array}{c} m \text{ en kg} \quad \quad \quad g \text{ en N} \cdot \text{kg}^{-1} \\ \mathcal{E}_p \text{ en J} \quad \rightarrow \quad \mathcal{E}_p = m \times g \times z \quad \leftarrow \quad z \text{ en m} \end{array}$$

À l'altitude $z = 0$ m choisie comme référence, $\mathcal{E}_p = 0$ J. L'axe Oz est orienté vers le haut.

3-Energie mécanique

L'énergie mécanique $\mathcal{E}_m$ d'un système de masse m est la somme de son énergie cinétique $\mathcal{E}_c$ et de son énergie potentielle $\mathcal{E}_p$.

$$\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_p$$

4- Théorème de l'Energie mécanique

La variation de l'énergie mécanique d'un système en mouvement d'une position A à une position B est égale à la somme des travaux des forces non conservatives $\vec{F}_{NC}$ appliquées au système :

$$\Delta \mathcal{E}_{m_{A \rightarrow B}} = \mathcal{E}_{m_B} - \mathcal{E}_{m_A} = \sum_i W_{A \rightarrow B}(\vec{F}_{NC,i})$$

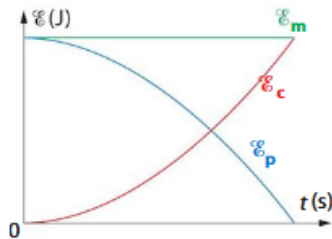
Cette relation permet de déterminer le travail ou la valeur des forces non conservatives qui s'appliquent sur le système étudié lors de son déplacement.

S'il n'y a pas de forces non conservatives ou si la somme des travaux de ces forces est nulle alors :

$$\Delta \mathcal{E}_{m_{A \rightarrow B}} = \mathcal{E}_{m_B} - \mathcal{E}_{m_A} = 0$$

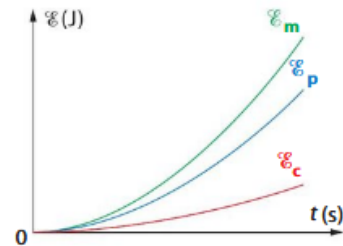
Cette relation, qui traduit la **conservation** de l'énergie mécanique, permet de déterminer la valeur de la vitesse ou l'altitude du système étudié en une position de sa trajectoire.

Exemple : Lorsqu'elle retombe de son saut, la perchiste est considérée en chute libre si l'action de l'air est négligeable. Elle n'est alors soumise qu'à son **poids** qui est une **force conservative**.



Au cours de la chute, l'énergie potentielle de pesanteur $\mathcal{E}_p$ perdue par le système est entièrement convertie en énergie cinétique $\mathcal{E}_c$. L'énergie mécanique $\mathcal{E}_m$ du système **se conserve**.

Exemple : Lors de son décollage, la fusée est soumise à son poids et à une **force de poussée $\vec{F}$** qui est une **force non conservative**.



Au cours du décollage, l'énergie cinétique $\mathcal{E}_c$ et l'énergie potentielle de pesanteur $\mathcal{E}_p$ du système augmentent. L'énergie mécanique $\mathcal{E}_m$ du système **ne se conserve pas**.

La variation de l'énergie mécanique d'un système entre deux positions permet de déterminer, selon les données disponibles : la valeur initiale ou finale de la vitesse du système, l'altitude initiale ou finale du système, le travail de forces non conservatives ou la valeur de ces forces.

Voir Vidéos sur l'ENT :

Theoreme Energie Cinetique et Em : <https://leon-blum.mon-ent-occitanie.fr/disciplines/sciences-physiques/specialite-1ere/cv23-spe-theoreme-energie-cinetique-et-energie-mecanique-16476.htm>

+ Experience en vidéo : <https://leon-blum.mon-ent-occitanie.fr/disciplines/sciences-physiques/specialite-1ere/ae24-spe1ere-conservation-ou-non-de-l-energie-mecanique-16508.htm>