

TRAVAIL ET ENERGIE

Préambule :

Cette leçon prolonge le thème « mouvements et interactions » puisque nous allons analyser les situations d'un autre point de vue : celui de l'énergie.

Pour cela, nous allons mettre en relation la notion de forces et celle d'énergie en introduisant une nouvelle grandeur : **le travail d'une force**.

Grâce à cette nouvelle notion, nous allons pouvoir évaluer des transferts d'énergie et faire des bilans d'énergie (via le TEc).

I. DEFINITION DU TRAVAIL D'UNE FORCE CONSTANTE*.

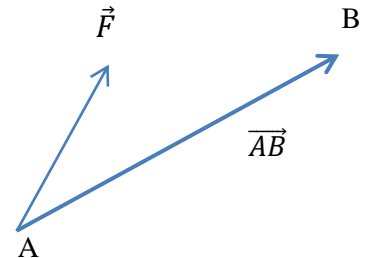
*Une force est **constante** si sa norme, son sens, sa direction et son point d'application restent inchangés ; en revanche, au cours du mouvement, le point d'application peut se déplacer mais l'endroit où s'applique la force, lui, est inchangé.

Le travail d'une force est un mode de transfert d'énergie : il représente l'énergie transmise par une force à un corps lors du déplacement de son point d'application.

1) Définition mathématique :

Le travail $W_{AB}(\vec{F})$ d'une force \vec{F} constante dont le point d'application se déplace de A vers B est égal à :

F en N
 AB en m
 W en J



Remarques :

A retenir :

Le travail d'une force est nul si :

**

**

2) Travail moteur et résistant.

Soit un objet en mouvement vers la droite, se déplaçant de A à B avec une vitesse horizontale.

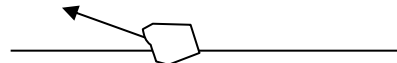
Le travail d'une force est **moteur** si la force favorise le déplacement, donc si elle est dans son sens.

Le travail d'une force est **résistant** si la force s'oppose au déplacement.

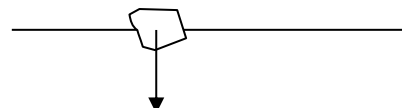
$W(\vec{F}) > 0$ si \vec{F} est dans le sens du mouvement



$W(\vec{F}) < 0$ si \vec{F} est dans le sens opposé au mouvement



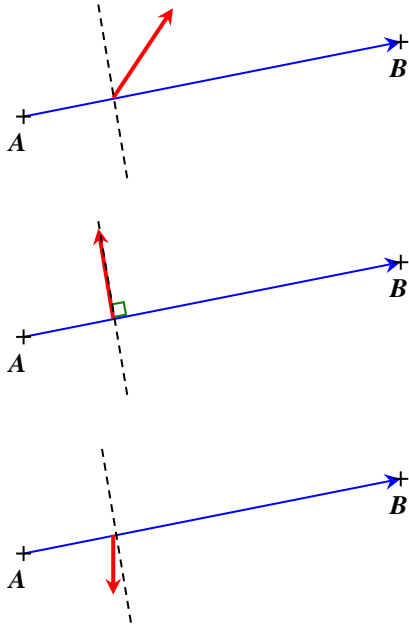
$W(\vec{F}) = 0 \rightarrow \vec{F}$ a une direction perpendiculaire au déplacement.



Application 1 :

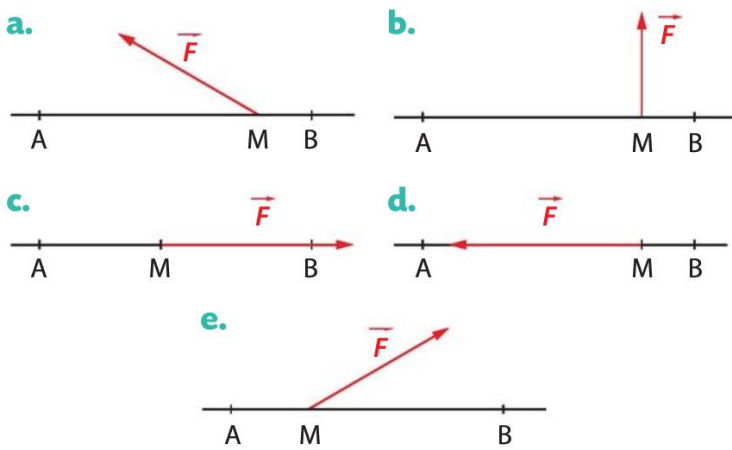
Indiquer dans chaque cas si le travail de la force est moteur, résistant ou nul (déplacement de A vers B).

Faire le lien entre votre réponse et la comparaison de l'angle $\alpha = (\vec{F}, \overrightarrow{AB})$ par rapport à 90° .



| Travail | Comparaison de l'angle α avec 90° |
|---------|---|
| | |
| | |
| | |

Application 2 : dans chaque situation ci-dessous, déterminer le signe de $W_{AB}(\vec{F})$.



Application 3 :

Montrer que $W_{BA}(\vec{F}) = -W_{AB}(\vec{F})$.

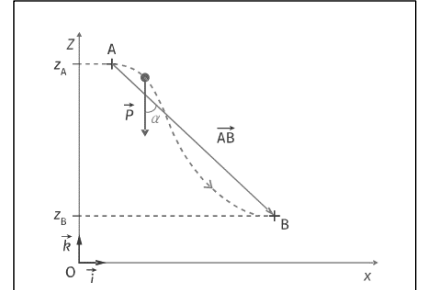
II. DETERMINATION DU TRAVAIL DE QUELQUES FORCES CONSTANTES.

Nous allons voir qu'en fonction du travail de certaines forces, on peut dégager des propriétés pour certaines forces.

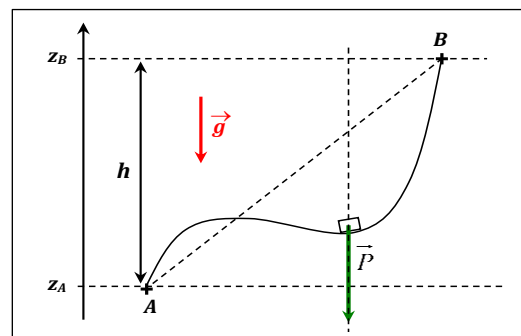
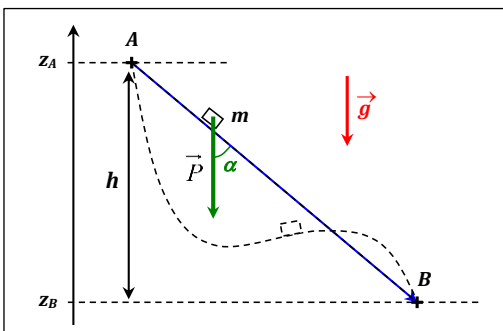
1) Travail du poids.

a) Considérons un objet de masse m dont le centre d'inertie se déplace d'un point A à un point B suivant le chemin indiqué ci-contre.

Déterminons le travail du poids au cours du déplacement de l'objet de A à B :



Applications : donner l'expression de $W_{AB}(\vec{P})$ en fonction de h et commenter son signe.



A retenir :

$$W_{AB}(\vec{P}) =$$

2) Travail de la force de frottement.

Lors d'un mouvement rectiligne de longueur AB , le travail d'une force de frottement constante \vec{f} est donné par :



III. THEOREME DE L'ENERGIE CINETIQUE (noté TEc).

Rappel collègue : $E_c = \frac{1}{2}.mv^2$ avec E_c en J, m en kg et v en $m.s^{-1}$.

1) Enoncé.

La variation ΔE_c de l'énergie cinétique d'un système S en mouvement, d'une position A à une position B, est égale à la somme des travaux de toutes les forces qui s'exercent sur S entre A et B :

Le théorème de l' E_c permet de quantifier le lien entre le travail des forces et la variation de la vitesse :

- si $\Sigma W_{AB}(\vec{F}) > 0$:

Application au lancer parabolique d'un objet en chute libre :

2) Méthode d'utilisation.

- définir le système étudié et préciser le référentiel d'étude
- faire un bilan des forces et les représenter
- écrire l'expression littérale du TEc en précisant les points entre lesquels on l'applique
- exprimer les différents W et éliminer les termes nuls s'il y en a
- identifier la grandeur recherchée et l'isoler pour déterminer son expression littérale.

Exemple : un enfant de masse m se lâche d'un point A pour glisser sur un toboggan, modélisable par une portion rectiligne AB, sur laquelle s'exerce une force de frottement de norme f constante.
Donner l'expression littérale de la vitesse atteinte par l'enfant au point B, situé en bas du toboggan.

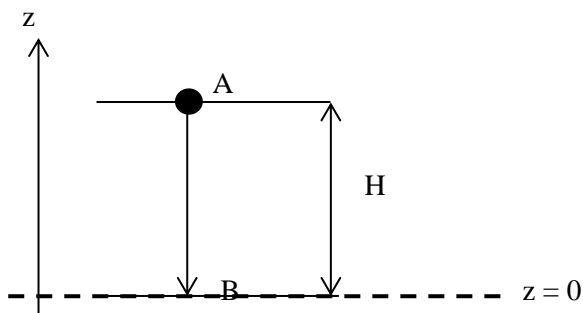
IV. TRANSFERTS ENERGETIQUES.

1) Energie potentielle de pesanteur (notée E_{pp}).

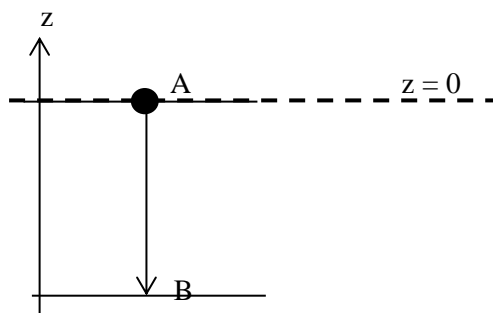
Un corps de masse « m » placé dans un champ gravitationnel possède, grâce à sa position, une énergie « en réserve » appelée **énergie potentielle de pesanteur** ; cette énergie en réserve (donc potentielle) pourra être transférée en E_c si ce corps se déplace, soumis à son poids (càd soumis à l'interaction gravitationnelle).

Si l'origine des E_{pp} est prise en $z = 0$, alors $E_{pp(z=0)} = 0$; on retiendra que $\mathbf{E}_{pp} = \mathbf{mgz}$ avec l'axe Oz vers le haut

IMPORTANT : la valeur et le signe de E_{pp} dépendent de l'origine des altitudes.



$$\begin{aligned} E_{pp}(A) &= \\ E_{pp}(B) &= \\ \Delta_{AB} E_{pp} &= E_{pp}(B) - E_{pp}(A) = \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} E_{pp}(A) &= \\ E_{pp}(B) &= \\ \Delta_{AB} E_{pp} &= E_{pp}(B) - E_{pp}(A) = \end{aligned}$$

A retenir : E_{pp} n'a pas de signification physique puisque sa valeur et son signe de E_{pp} dépendent de l'origine des altitudes ; en revanche, la variation de E_{pp} , notée ΔE_{pp} , est indépendante du choix de l'origine des z !

Existe-t-il un lien entre $\Delta_{AB} E_{pp}$ et $W_{AB}(\vec{P})$?

| | Objet qui descend de A à B | Objet qui monte de A à B |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| $E_{pp} \uparrow$ ou \downarrow ? | | |
| $\Delta_{AB} E_{pp} > 0$ ou < 0 ? | | |
| $W_{AB}(\vec{P}) > 0$ ou < 0 ? | | |

A retenir :

2) Conservation de l'énergie mécanique (notée E_m).

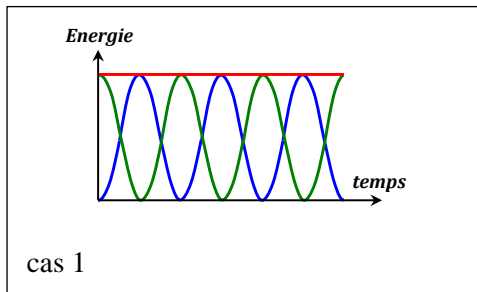
L'énergie mécanique est définie par $E_m = E_c + E_{pp}$.

Définitions :

-Certaines forces ne font pas varier l'énergie mécanique du système : on les appelle des **forces conservatives** (ex : le poids, la force électrique ...).

Par exemple, un objet en chute libre va perdre de l' E_{pp} mais en même temps gagner de l' E_c donc au final, son E_m sera conservée.

Applications au cas d'un pendule lâché d'une hauteur h :



- 1/ Identifier les différentes énergies représentées en f° de t.
- 2/ Expliquer pourquoi le transfert d' E_{pp} en E_c est total.
- 3/ Identifier les forces présentes et énoncer une phrase indiquant les conditions dans lesquelles E_m se conserve.

A retenir :

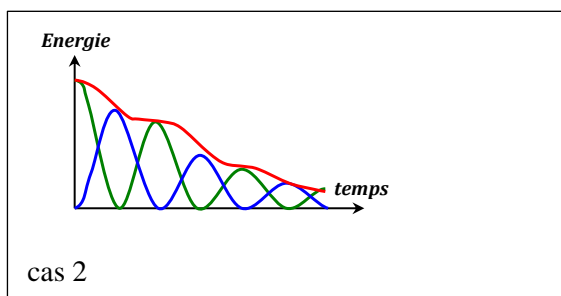
3) Non conservation de l'énergie mécanique.

-D'autres forces font varier l'énergie mécanique du système, on les appelle des **forces non conservatives** (ex : les forces de frottement font perdre de l' E_m ; les forces de traction font gagner de l' E_m).

Lorsqu'un système est soumis à des forces non conservatives (ne se compensant pas), son énergie mécanique ne se conserve pas : $\Delta_{AB} E_m = \Sigma W_{AB} (\vec{F}_{\text{non conservatives}})$

Applications :

Cas d'un pendule lâché d'une hauteur h , en présence de frottements : dans ce cas, il y a **transfert partiel** d'énergie potentielle en énergie cinétique ou inversement.



Application du TEc entre 2 points A et B :