

I Forces conservatives et non conservatives

1) Forces conservatives

Une force conservative est une force

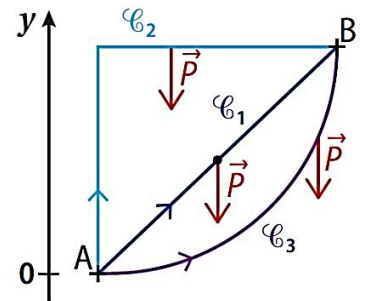
.....

.....

Nous avons démontré dans le chapitre précédent que le travail du poids exercé sur un système s'exprime en fonction de l'altitude y_A du point de départ A et de l'altitude y_B du point d'arrivée B selon la relation :

- $W_{AB}(\vec{P})$: Travail du poids en (J)
- m : masse en (kg)
- g : intensité du champ de pesanteur $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$
- y_A et y_B : altitude en (m)

Exemple : Sur le schéma suivant, le travail du poids
 que le système suive les chemins \mathcal{C}_1 , \mathcal{C}_2 ou \mathcal{C}_3 car
 les altitudes des points A et B sont les mêmes.
 Le travail du poids est donc



.....

2) Forces non conservatives

Une force non conservative est une force

.....

Exemple : les forces de frottement avec une surface ou un fluide.

Nous avons vu au chapitre précédent que l'expression du travail d'une force de frottement **d'intensité** constante f , sur un déplacement rectiligne d'un point A à un point B est :

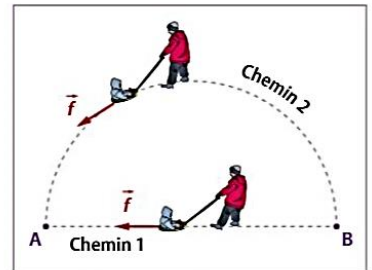
- $W_{AB}(\vec{f})$: Travail de la force de frottement en (J)
- f : intensité de la force de frottement en (N)
- AB : longueur du déplacement en (m)

La force de frottement reste en permanence
 de ce déplacement.

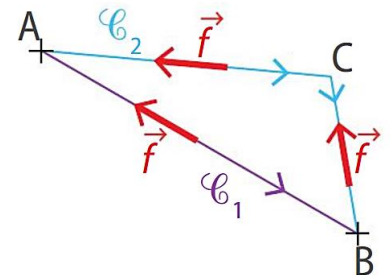
Exemple : Sur le schéma suivant, le travail de la force de frottement \vec{f} vaut :

- Sur le chemin \mathcal{C}_1 , $W_{AB}(\vec{f}) = -f \times AB$
- Sur le chemin \mathcal{C}_2 , $W_{AB}(\vec{f}) = -f \times (AC + CB)$ car le système passe par C, le trajet est donc plus long.

Ces deux valeurs sont différentes car A, B et C ne sont pas alignés, donc \vec{f} est une force non conservative.



Doc. 3. Le travail de la force de frottement dépend du chemin suivi : $|W_{AB}(\vec{f}) (\text{chemin 1})| < |W_{AB}(\vec{f}) (\text{chemin 2})|$.



.....

.....

II L'énergie potentielle

1) Définition de l'énergie potentielle

On considère une force conservative notée \vec{F} . Le travail de cette force ne dépend que des positions initiale et finale A et B du trajet.

Ce travail peut alors s'exprimer comme la différence entre la valeur d'une grandeur, nommée
....., prise en A, et la valeur de cette même grandeur prise en B.

..... est associée une
telle que :

Remarque : on ne peut pas associer à une force non conservative une énergie potentielle car son travail dépend du chemin suivi.

2) Energie potentielle de pesanteur E_{pp}

L'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} est associée au qui est une force conservative.

Soit une grandeur X dont la valeur varie d'une valeur initiale X_i à une valeur finale X_f . La **variation de la grandeur X** est notée ΔX et s'écrit Δ est la lettre grecque delta majuscule.

Exemples : - Variation de température entre T_i et T_f :
- Variation de l'énergie cinétique entre les points A et B :

On en déduit la variation d'énergie potentielle de pesanteur d'un système qui va d'un point A à un point B :
 $\Delta E_{pp} =$ Or, d'après la définition de l'énergie potentielle de pesanteur, on en déduit que :

La d'un système qui va d'un point A à un point B est sur ce trajet.

Par ailleurs, le travail du poids s'écrit : $W_{AB}(\vec{P}) =$

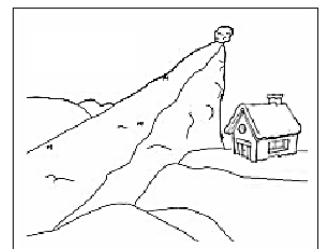
On en déduit que : $\Delta E_{pp} =$

On en déduit
..... :

E_{pp} : énergie potentielle de pesanteur en joule (J) g : intensité du champ de pesanteur $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$
 m : masse en kilogramme (kg) y : altitude en mètre (m)

L'**énergie potentielle de pesanteur** E_{pp} est l'énergie emmagasinée par l'objet et due à la hauteur à laquelle il se trouve.

.....
Du fait de son altitude par rapport au sol, un objet possède de l'énergie en réserve, qu'il peut « potentiellement » restituer.



Remarque : En réalité, l'énergie potentielle de pesanteur est définie par : $E_{pp} = m g y + \dots$
 Cependant, on peut choisir comme on veut le niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.
 On choisit donc en général le niveau de référence pour avoir l'expression simplifiée : $E_{pp} = m g y$. **On prend pour cela** car : « ça ne peut pas tomber plus bas ». Bref, il ne faut pas trop se préoccuper de cette constante mais garder à l'esprit que E_{pp} est défini « à une constante près ».

Exemple : Calculer l'énergie potentielle de pesanteur d'un pot de fleur de masse $m = 3,0 \text{ kg}$, posé sur le rebord d'une fenêtre située à $5,0 \text{ m}$ du sol. On fixe la référence d' E_{pp} au niveau du sol.

III L'énergie mécanique

1) Définition de l'énergie mécanique

Si le poids est la seule force conservative que subit un système, l'énergie mécanique du système, notée E_m , est égale à la somme de son énergie cinétique E_c et de son énergie potentielle de pesanteur E_{pp} :

On démontre que :

La variation d'énergie mécanique d'un système est égale à la somme de la variation de son énergie cinétique et de la variation de son énergie potentielle de pesanteur.

Exercice : Calculer l'énergie mécanique d'un dromadaire de masse $m = 350 \text{ kg}$ se déplaçant à la vitesse de $1,8 \text{ km.h}^{-1}$ sur une dune haute de 100 m par rapport l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur.



2) Théorème de l'énergie mécanique

On va exprimer les variations d'énergie cinétique et d'énergie potentielle de pesanteur ΔE_c et ΔE_{pp} avec ce qui a déjà été vu, puis on va les « réinjecter » dans l'expression :

- D'après le théorème de l'énergie cinétique, la variation d'énergie cinétique ΔE_c du système entre les points A et B est égale à la somme des travaux des forces qu'il subit :
 Or les forces que le système subit sont le poids \vec{P} et des forces non conservatives \vec{F}_{nc} .
 Donc :
- On a vu que la variation d'énergie potentielle du système qui va d'un point A à un point B est égal à l'opposé du travail de la force conservative sur le trajet AB :
- Dans l'expression $\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_{pp}$, on remplace ΔE_c et ΔE_{pp} par celles avec les travaux des forces : Cela se simplifie en :

Soit un système soumis uniquement à son poids \vec{P} et à des forces non conservatives \vec{F}_{nc} .

3) Conservation de l'énergie mécanique

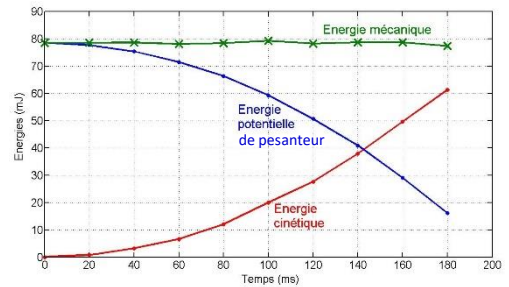
Si le système ne subit pas de forces non conservatives (en général : pas de frottements), ou quand leur travail est nul (forces perpendiculaires au déplacement), alors
 On en déduit que Il n'y a pas de variation d'énergie mécanique entre les points A et B. Cette énergie se conserve.

.....

Remarque : cela explique le nom des forces « conservatives » : elles entraînent la conservation de l'énergie mécanique.

Exemple : Graphique représentant l'évolution des énergies d'un solide en chute libre sans frottements.

- Son altitude diminue : son
- Au cours de la chute, sa vitesse augmente : son
- Son



Exemple : Graphique représentant l'évolution des énergies d'un solide lancé en l'air et en chute libre sans frottements.

- Son altitude augmente puis diminue, ainsi que son énergie potentielle de pesanteur ;
- Sa vitesse et donc son énergie cinétique diminuent jusqu'à son altitude maximale, puis augmentent à nouveau ;
- Son



4) Non-Conservation de l'énergie mécanique

Quand un solide chute dans l'air (comme une météorite entrant dans l'atmosphère), il apparaît que l'on ne peut pas toujours négliger.

On observe que



..... au fur et à mesure de la trajectoire car les forces de frottements sont résistantes.

En présence de forces non conservatives qui travaillent, l'énergie mécanique ne se conserve pas. On observe :

-
-

