



CH2 ENERGIE MECANIQUE

Un réservoir d'énergie : l'énergie potentielle de pesanteur

Du fait de son altitude, un corps possède « en réserve » une énergie appelée « énergie potentielle gravitationnelle », liée à l'interaction gravitationnelle qui existe entre l'objet et la Terre.

Pour un objet situé au voisinage de la Terre ($g = g_0 = \text{cste}$), cette énergie est appelée « énergie potentielle de pesanteur » et est notée E_{pp} .

$$E_{pp} = \underbrace{\hat{m}}_J \underbrace{g}_{\frac{kg}{m}} \underbrace{z}_m$$



!! L'axe (oz) est orienté vers le haut dans cette relation !!

Rq :

- **La valeur de l'altitude z dépend de l'origine choisie.** La valeur de l'énergie potentielle de pesanteur n'est donc pas unique, mais dépend également de l'origine de l'axe (Oz).

$$E_{pp} = mgz + \underbrace{K}_{\text{pour une origine donnée}}$$

Toutefois, le choix de l'origine n'a souvent pas de conséquences. En effet, lors de l'étude énergétique d'une situation, ce sont les variations d'énergie potentielle qui sont importantes :

$$\Delta E_{pp} = E_{ppf} - E_{ppi} = (mgz_f + K) - (mgz_i + K) = mgz_f - mgz_i = mg(z_f - z_i) : \text{la constante disparaît.}$$

- **Il existe d'autres formes d'énergie potentielle.**

Un ressort comprimé, par exemple, possède « en réserve » de l'énergie potentielle élastique.

$$E_{p_{\text{él}}} = \frac{1}{2}kx^2, \text{ avec } k \text{ la constante de raideur du ressort et } x \text{ son allongement.}$$

Energie mécanique

On définit l'énergie mécanique macroscopique par :



$$E_m = E_c + E_p$$

Rq : Dans cette formule, E_p peut inclure E_{pp} (énergie potentielle de pesanteur), ou toute autre énergie potentielle (**ex** : E_{pe} , énergie potentielle élastique).

1. FORCE CONSERVATIVE VS NON-CONSERVATIVE

D'un point de vue énergétique, on peut distinguer deux types de forces :

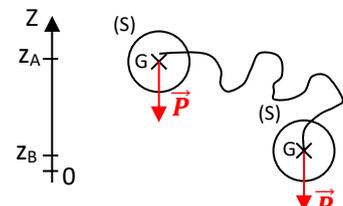
- Une force est dite **conservative** lorsque son travail est indépendant du chemin suivi. C'est le cas par exemple du poids, de la tension d'un ressort ou de la force électrostatique.
- Une force est dite **non-conservative** lorsque son travail dépend du chemin suivi. C'est le cas par exemple des forces de frottement, des forces de pression...

2. TRANSFERT D'ENERGIE MACROSCOPIQUE

- **Travail du poids et énergie potentielle de pesanteur :**

$$W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B) = mgz_A - mgz_B = E_{pp}(A) - E_{pp}(B)$$

$$\Rightarrow W_{AB}(\vec{P}) = - \underbrace{\Delta E_{ppA \rightarrow B}}_{\text{variation d'énergie potentielle de pesanteur entre les états A et B}}$$





• **Travail des forces extérieures appliquées à un solide et énergie mécanique :**

La variation d'énergie mécanique entre deux états A et B s'écrit :

$$\begin{aligned} \Delta E_{m_{A \rightarrow B}} &= \Delta E_{c_{A \rightarrow B}} + \Delta E_{pp_{A \rightarrow B}} \quad (\text{On supposera que la seule énergie potentielle est } E_{pp} \text{ pour la démonstration}) \\ &= \sum W_{AB}(\vec{F}_{\text{ext}}) - W_{AB}(\vec{P}) \\ &= \left(\sum W_{AB}(\vec{F}_{\text{ext}} \text{ autres que } \vec{P}) + W_{AB}(\vec{P}) \right) - W_{AB}(\vec{P}) = \sum W_{AB}(\vec{F}_{\text{ext}} \text{ autres que } \vec{P}) \end{aligned}$$

On peut montrer plus généralement que :

$$\Delta E_{m_{A \rightarrow B}} = \Delta E_{c_{A \rightarrow B}} + \Delta E_{p_{A \rightarrow B}} = \sum W_{AB}(\vec{F}_{\text{ext non conservatives}})$$

3. APPLICATION DU PRINCIPE DE CONSERVATION DE L'ENERGIE A UN SYSTEME EN MOUVEMENT

Lorsque le système étudié n'est soumis :

- Qu'à des forces qui ne travaillent pas,
- Et/ou à des forces qui travaillent mais dont le travail est indépendant du chemin suivi, c'est-à-dire des forces conservatives,

Alors son énergie mécanique se conserve au cours du temps :

$$\Delta E_{m_{A \rightarrow B}} = 0 \quad (E_{m_B} - E_{m_A} = 0) \quad E_{p_{A \rightarrow B}} \leftrightarrow E_{c_{A \rightarrow B}}$$

Il y a transformation d'énergie cinétique en énergie potentielle et vice-versa.

Pas de perte d'énergie vers le milieu extérieur, ni de gain d'énergie depuis le milieu extérieur. Le système est isolé ou pseudo-isolé.

Rq : Le travail permet le transfert d'énergie.



4. DISSIPATION D'ENERGIE AU COURS D'UN MOUVEMENT

Ex : Balle de tennis

- Au cours de son mouvement, une balle de tennis subit des forces de frottement (résistantes) de la part de l'air environnant. Il y a transfert d'énergie de la balle vers l'air qui se réchauffe localement (effet Joule). Une partie de l'énergie perdue par la balle est donc récupérée par l'air.
- Lors de chaque rebond, la balle subit des forces de la part du sol qui se réchauffe également localement. Une partie de l'énergie perdue par la balle est donc récupérée par le sol.

