

# La conservation de l'énergie

" On met plus de passion à obtenir ce qu'on n'a pas qu'à conserver ce qu'on a. "

*Stendhal, écrivain français du XIX<sup>e</sup> siècle*

## Prérequis :

- ✓ Un objet possède une **énergie de position** au voisinage de la Terre.
- ✓ Un objet possède également une énergie de mouvement appelée **énergie cinétique**.
- ✓ La somme de l'énergie de position et de l'énergie cinétique d'un objet constitue son **énergie mécanique**.
- ✓ L'énergie mécanique d'un système se conserve au cours d'une chute si l'on néglige les frottements.

## Objectifs :

- ✓ Connaître diverses formes d'énergie, dont l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide en translation dans un champ de pesanteur uniforme.
- ✓ Exploiter le principe de conservation de l'énergie dans des situations mettant en jeu différentes formes d'énergie.

## Les applications dans la vie de tous les jours :

- ✓ L'énergie chimique du mélange essence-air est transformée en énergie cinétique par le moteur pour faire avancer une voiture. Pour la faire ralentir, le principe de conservation de l'énergie implique qu'une partie se dégrade sous forme d'énergie thermique dissipée par les plaquettes de frein et les pneus.

**I – Energie cinétique**1) Référentiel (rappel 2°) :

**Définition :** on appelle référentiel un objet par rapport auquel le physicien étudie le mouvement.

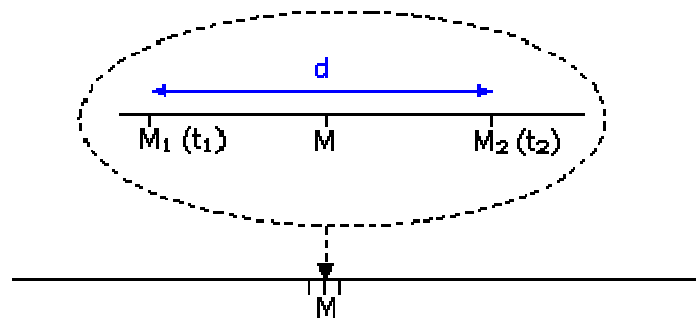
Tout mouvement est relatif au référentiel utilisé.

2) Vitesse instantanée (rappel 2°) :

**Définition :** on appelle vitesse instantanée d'un solide ponctuel la vitesse moyenne du solide pendant une brève durée.

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

- ✓ v est la vitesse du mobile en  $m.s^{-1}$
- ✓ d est la distance parcourue en m
- ✓  $\Delta t$  est la durée du parcourt en s.

3) Energie cinétique d'un système (rappel 3°) :

**Définition :** l'énergie est une grandeur caractérisant la capacité d'un système à modifier sa forme, sa position ou son mouvement. Elle s'exprime en joules (J).

**Définition :** l'énergie cinétique d'un système est l'énergie qu'il possède du fait de son mouvement.

Pour un solide en translation, l'énergie cinétique a pour expression :

$$E_C = \frac{1}{2}mv^2$$

- ✓  $E_C$  est l'énergie cinétique en J.
- ✓ m est la masse du système en kg
- ✓ v est la vitesse du système en  $m.s^{-1}$

4) Variation de l'énergie cinétique :

Lorsqu'un système se déplace, sa vitesse n'est pas forcément constante.

Soit  $v_i$  la vitesse du système à l'instant  $t_i$  (instant initial).

Soit  $v_f$  la vitesse du système à l'instant  $t_f$  (instant final).

**Définition :** la variation d'énergie cinétique du système entre les instants  $t_i$  et  $t_f$  est :

$$\Delta E_C = E_C(\text{finale}) - E_C(\text{initial}) = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

Remarques :  
 si le système accélère,  $\Delta E_C > 0$   
 si le système ralentit,  $\Delta E_C < 0$



Le surfeur possède de l'énergie cinétique due à sa vitesse



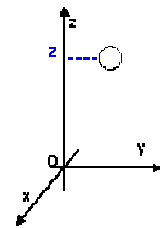
Le parapente possède de l'énergie potentielle de pesanteur due à sa position par rapport à la Terre

## II – Energie potentielle de pesanteur :

### 1) Expression :

Un système possède de l'énergie potentielle de pesanteur (appelée énergie de position en 3<sup>e</sup>) du fait de sa proximité avec la Terre (le système est situé dans le champ de pesanteur de la Terre, considéré comme uniforme).

**Définition :** soit un système de masse  $m$  dont l'altitude du centre de gravité est situé à l'altitude  $z$ . On appelle énergie potentielle de pesanteur du système la quantité :



$$E_{pp} = mgz$$

- ✓  $E_{pp}$  est l'énergie potentielle de pesanteur en J.
- ✓  $m$  est la masse du système en kg
- ✓  $g$  est l'intensité de la pesanteur en  $N.kg^{-1}$
- ✓  $z$  est l'altitude en m

### 2) Variation de l'énergie potentielle de pesanteur :

Lorsqu'un système se déplace, l'altitude de son centre de gravité n'est pas forcément constante.

Soit  $z_i$  l'altitude du centre de gravité du système à l'instant  $t_i$  (instant initial).

Soit  $z_f$  l'altitude du centre de gravité du système à l'instant  $t_f$  (instant final).

**Définition :** on appelle variation d'énergie potentielle de pesanteur du système entre les instants  $t_i$  et  $t_f$  la quantité :

$$\Delta E_{pp} = E_{pp}(\text{finale}) - E_{pp}(\text{initial}) = mgz_f - mgz_i$$

Remarques :  
 si le système s'élève,  $\Delta E_{pp} > 0$   
 si le système descend,  $\Delta E_{pp} < 0$

## III – Energie totale :

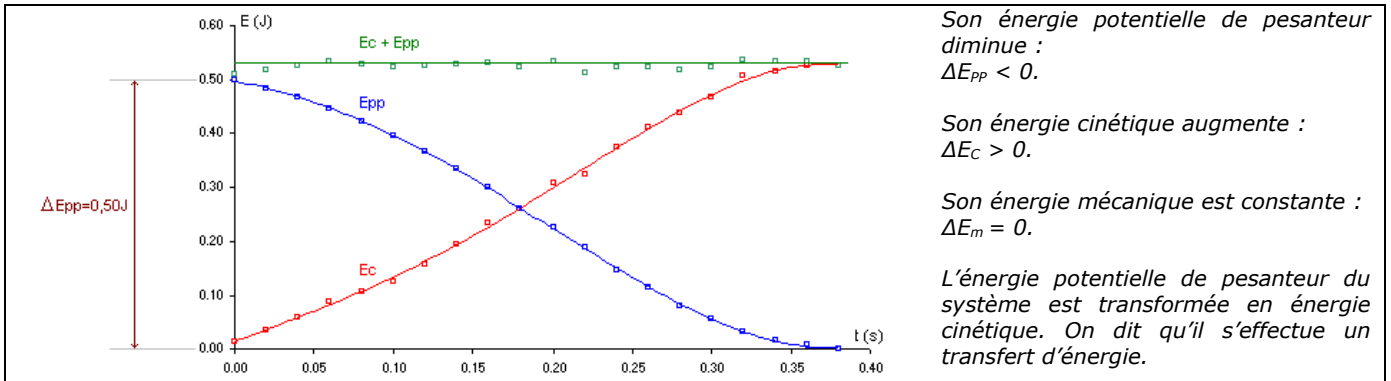
### 1) Energie mécanique :

**Définition :** on appelle énergie mécanique d'un système la somme  $E_m = E_C + E_{pp}$ .

2) Conservation de l'énergie mécanique :

Lorsqu'un système évolue sans subir de frottements, son énergie mécanique se conserve :  $E_m = \text{cste}$ .

Exemple : le graphe ci-dessous représente l'évolution des énergies d'un solide qui se déplace sans frottements et dont l'altitude diminue.

3) Non conservation de l'énergie mécanique :

**Lorsque le système est soumis à des forces de frottements, son énergie mécanique diminue.**

L'agitation thermique du système et de son environnement augmente. Il y a dissipation d'énergie par transfert thermique (effet Joule).

4) Autres formes d'énergie :

Il existe d'autres formes d'énergie :

- ✓ L'énergie thermique, due à l'agitation des particules, qui se manifeste par la température.
- ✓ L'énergie potentielle élastique (cas d'un ressort).
- ✓ L'énergie électromagnétique (associée à un rayonnement).
- ✓ L'énergie chimique (libérée lors d'une combustion par exemple).
- ✓ L'énergie électrique.
- ✓ L'énergie nucléaire (entre les nucléons).

5) Principe de conservation de l'énergie :

**Principe :** toute variation de l'énergie d'un système s'accompagne d'une variation de même valeur et de signe opposé de l'énergie d'autres systèmes.

6) Application à la découverte du neutrino :

Le physicien Ernest Rutherford a découvert que lors de la désintégration  $\beta^-$ , un noyau radioactif père est transmuté en un noyau fils avec émission d'un électron :  ${}_Z X \rightarrow {}_{Z+1} Y + {}_{-1} e^-$

En 1914, James Chadwick mesure la distribution en énergie de cet électron. Le résultat est contraire au principe de conservation de l'énergie :  $E_{\text{lib}} > E_c(Y) + E_c(\beta^-)$ .

En 1930, Wolfgang Pauli propose que lors de cette désintégration, il y ait aussi émission d'une particule neutre de masse très faible, jusqu'alors inconnue, le neutrino (= petit neutre), afin que le principe de conservation de l'énergie soit respecté :  ${}_Z X \rightarrow {}_{Z+1} Y + {}_{-1} e^- + {}_0 \bar{\nu}_e$

La conservation de l'énergie s'écrit alors :  $E_{\text{lib}} = E_c(Y) + E_c(\beta^-) + E({}_0 \bar{\nu}_e)$

L'existence du neutrino ne fût attestée qu'en 1956.