

# Energie cinétique de translation, énergie potentielle, énergie mécanique.

## Conservation de l'énergie Classes concernées : 1<sup>ère</sup>S

### Introduction

Comment se fait-il qu'une bille posée sur une gouttière un U poursuive un mouvement de va et vient ? pourquoi le pendule oscille autour de son axe ? Intuitivement, on parle d'énergie emmagasinée par la bille ou par le pendule au cours de la descente qui lui permet ensuite de remonter. Quelle est ou quelles sont ces énergies ? Existe-t'il d'autres formes d'énergie ? Nous allons le découvrir au cours de ce montage.

## I. Chute libre d'un corps

### I.1 Relation entre travail et énergie cinétique

Matériel : balle de golf, webcam, logiciel d'acquisition, synchronie 2003, PC, vidéoprojecteur.

Chute verticale dans l'air sans vitesse initiale (ou à défaut mouvement de chute parabolique). (livre 1<sup>ère</sup> S p.99)

- Tracer  $V=f(\text{Time}) \rightarrow$  on constate que la vitesse augmente. Pourquoi ???
- Quelles sont les forces extérieures appliquées à la balle ?
- Existe-t'il une relation entre la vitesse du centre d'inertie et le travail des forces extérieures ?

Travail du poids :  $W_{AB}=m\vec{g}\cdot\vec{AB}=mg(z_A-z_B)$ . Ici,  $z_A=0$ . D'où  $W_{AB}=-mg(z_B)=-mgY$ .

On trace  $V=f(Y)$  ;  $V^2=f(Y)$  ;  $1/V=f(Y)$

Dans le cas où la représentation graphique est une droite, calculer sa pente.

Réponses aux questions : le travail du poids a servi à faire varier la vitesse du solide.

- Il existe une relation entre la vitesse du centre d'inertie et le travail des forces extérieures :  $v_{GB}^2=-19,69 Y$

On pourrait montrer que cette relation est indépendante de la masse de l'objet en faisant une autre chute dans exactement les mêmes conditions avec un objet de même forme mais plus lourd.  $v_{GB}^2=-19,69 Y$  d'où  $\frac{1}{2}mv_{GB}^2=-mgY$   $v_{GB}$ =vitesse au pt  $Z_B$   $v_{GA}$ =vitesse au pt  $Z_A$

On peut généraliser :  $\mathbf{W}(\vec{P})_{AB}=m\mathbf{g}(z_A-z_B)=\frac{1}{2}mv_{GB}^2-\frac{1}{2}mv_{GA}^2$   $\mathbf{W}(\vec{F}_{ext})_{AB}=\frac{1}{2}mv_{GB}^2-\frac{1}{2}mv_{GA}^2$

Attention, ne pas parler de théorème de l'énergie cinétique (c'était dans les programmes 1998, mais enlevé de ceux de 2002) : cette relation est donnée, mais n'a pas de nom. Cf accompagnement 1<sup>ère</sup> S.

On définit l'énergie cinétique d'un solide en translation par la relation :  $E_c=\frac{1}{2}mv_G^2$  ; Elle est homogène à un travail (cf relation précédente) et s'exprime en Joule.

L'énergie cinétique est donc une grandeur caractéristique de l'état de mouvement d'un solide.

### I.2 Energie cinétique et énergie potentielle de pesanteur (« énergie potentielle d'un solide en interaction avec la Terre ») et énergie mécanique.

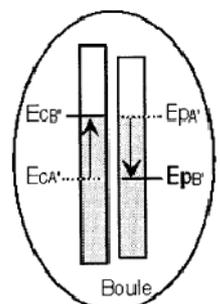
Extrait BO : « On introduit qualitativement la variation d'énergie potentielle de pesanteur comme étant le travail qu'il faut fournir pour éloigner un corps du centre de la Terre d'un point A à un point B, le corps étant au repos en A et en B. Pour élever le centre d'inertie de ce corps de l'altitude  $Z_A$  à l'altitude  $Z_B$ , il faut lui appliquer et faire travailler une force  $\mathbf{F}$  (c'est la force exercée par l'opérateur). L'application de la loi précédente s'écrit alors :  $\frac{1}{2}MV_B^2 - \frac{1}{2}MV_A^2 = \Sigma W_{AB}(\mathbf{F}_{ext}) = W_{AB}(\mathbf{P}) + W_{AB}(\mathbf{F})$ .  $V_A$  et  $V_B$  étant nulles, on en déduit que  $W_{AB}(\mathbf{F}) = -W_{AB}(\mathbf{P}) = mg(Z_B - Z_A)$ . L'énergie potentielle de pesanteur est définie par la grandeur  $MgZ$ ,  $Z$  étant l'altitude. »

Accompagnement : « Nous faisons le choix de parler de l'énergie potentielle de pesanteur comme l'énergie potentielle d'un solide en interaction avec la Terre, ce qui permet d'éviter le recours systématique au système Terre-objet (souvent démesuré) »

Attention, comme l'origine de l'axe des Y (orienté vers le haut) est définie au point de lâcher de la balle, il convient de faire un changement de variable pour pouvoir calculer une énergie potentielle de pesanteur correcte. On définit  $YY=Y+2$ .

Tracé de  $E_c=f(\text{Time})$  ;  $E_p=f(\text{Time})$  ;  $E_m=f(\text{Time})$

Interprétation :



- L'énergie cinétique augmente au cours de la chute
- L'énergie potentielle diminue au cours de la chute, lorsque l'on perd de l'altitude
- On définit l'énergie mécanique comme étant la somme de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique. On constate que  $E_m$  est constant au cours de la chute. Il y a transformation d'énergie potentielle (maximale au moment du lâcher) en énergie cinétique.

## II. Autres formes d'énergie

Le travail d'une force peut modifier la valeur de la vitesse d'un système. Le travail d'une force peut également :

- Elever sa température (le travail des forces de frottement entre le disque de la meuleuse et la plaque de métal provoque une élévation de température),
- Le déformer (lors du saut à l'élastique, l'élastique se tend puis se rétracte)
- Le faire changer d'état (bouclier thermique d'une capsule spatiale subit des forces de frottement de l'atmosphère qui provoquent une élévation de température qui le fait passer de l'état solide à l'état gazeux)

Toutes ces formes d'énergie sont regroupées sous la dénomination « énergie interne  $U$  »

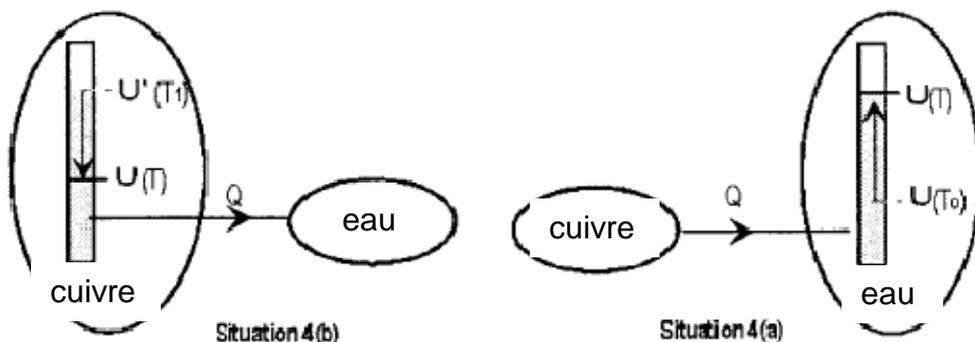
### ⌚ Approche du principe de conservation de l'énergie

Extrait BO « A tout système dans un état donné, on peut associer une grandeur appelée « énergie ».  $E = E_m + U$ . Si l'énergie d'un système augmente ou diminue, c'est qu'il a reçu ou cédé de l'énergie, que ce soit sous la forme de travail, de transfert thermique ou de rayonnement. » Au contraire, s'il n'y a pas d'échange d'énergie avec l'extérieur, l'énergie du système reste constante.

Nous allons utiliser ce principe pour mesurer la capacité thermique massique du cuivre. (p.136) à partir de cette relation, on peut remonter à la valeur de la capacité thermique massique du cuivre :  $m_{\text{cuivre}}c_{\text{cuivre}}(\theta_f - \theta_{i\text{cuivre}}) + (m_{\text{eau}} + m_{\text{calo}})c_{\text{eau}}(\theta_f - \theta_{i\text{eau}}) = 0$

### Protocole (pas pris dans un bouquin...) :

- Peser  $m_{\text{cuivre}}$
- Mettre le morceau de cuivre dans le bain thermostaté (eau à ébullition ?)
- Tarer le calorimètre, introduite environ 100 mL d'eau et peser la masse d'eau introduite dans le calorimètre
- Attendre que la température se stabilise et mesurer  $\theta_{i\text{eau}}$
- Mesurer  $\theta_{i\text{cuivre}}$
- Sécher le cuivre et l'introduire dans le calorimètre.
- Attendre 10 mn environ que la température se stabilise et mesurer  $\theta_f$
- **Livre 1<sup>ère</sup> S pour les valeurs de  $c$**



Extrait du doc d'accompagnement : « On évite l'emploi du terme de « chaleur » compte tenu des difficultés conceptuelles importantes qu'il soulève et de la polysémie qui s'est installée de fait dans l'opinion autour de ce mot. On utilise le terme de « transfert thermique ». De plus, le transfert thermique est différencié du rayonnement (électromagnétique). »

### Conclusion

Nous avons vu dans ce montage différentes formes d'énergie : l'énergie cinétique, l'énergie potentielle de pesanteur, l'énergie potentielle élastique et l'énergie interne. La notion d'énergie est fondamentale en sciences et notamment le concept de conservation de l'énergie. C'est également une notion délicate à enseigner.

### BIBLIO

- Manuel de 1<sup>ère</sup> S Physique Hachette collection Durandau/BO/Comp