

## But de l'activité : Découvrir les différents transferts d'énergies en mécanique.

Nous avons vu précédemment que l'application d'une force pouvait entraîner la modification d'un mouvement, en particulier de sa vitesse (seconde loi de Newton). Il existe donc, comme dans la majorité des phénomènes physiques, un transfert d'énergies liées au mouvement. C'est ce que nous allons découvrir dans cette activité.

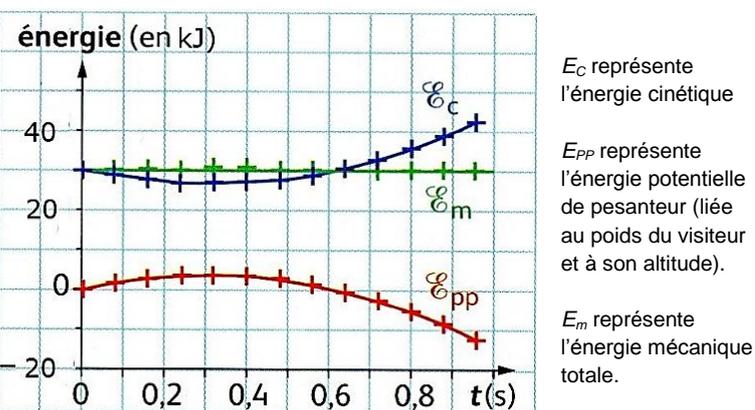
### Partie I : Energie mécanique

#### Document 1 : Sky Tower



La Sky Tower du parc Tivoli Friheden au Danemark permet de prendre de la hauteur pour atteindre ensuite une valeur élevée de vitesse par transfert d'énergie potentielle en énergie cinétique. Pour cela, le visiteur est amené au point de départ par ascenseur, à une hauteur de 30 m, gagnant ainsi en énergie potentielle de pesanteur (provenant de la force de gravitation). Il est alors fixé à un harnais puis lâché, réalisant une chute libre impressionnante et tombant avec une grande vitesse dans un filet de sécurité.

L'évolution des énergies du visiteur au cours du temps est donnée ci-dessous (en supposant qu'il n'y a pas de frottement).



#### Document 2 : Chronophotographie du rebond d'une balle soumise aux frottements de l'air.



#### Document 3 : Le curling

Le curling est un sport de précision pratiqué sur la glace avec des pierres en granite, taillées et polies. Le but est de placer les pierres



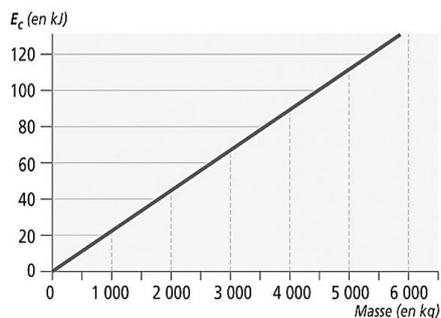
le plus près possible d'une cible circulaire dessinée sur la glace, appelée la maison.

Le curling est un jeu d'équipe, pratiqué entre deux équipes de 4 joueurs chacune. Lorsqu'une pierre est lancée, il y a un joueur qui lance la pierre et un autre à l'autre extrémité de la piste. Les deux joueurs restants suivent la pierre et assistent la trajectoire en balayant la glace : l'énergie transmise par les frottements va faire fondre la glace sur une fine épaisseur sur le chemin de la pierre, facilitant son mouvement.

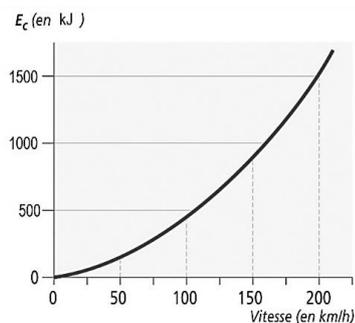
- I.1. Quelles sont les énergies citées dans le document 1 ? Que représentent-elles ? Quelle est leur unité S.I. ?
- I.2. D'après les courbes du document 1, donner la relation entre les énergies mécanique, cinétique et potentielle de pesanteur.
- I.3. Que peut-on dire de l'énergie mécanique du visiteur dans le document 1 ?
- I.4. L'énergie mécanique de la balle de tennis du document 2 est-elle conservée ? Justifier à l'aide d'observations de la chronophotographie.
- I.5. En déduire sous quelle condition l'énergie mécanique d'un système est-elle conservée ?
- I.6. Dans le cas où l'énergie mécanique n'est pas conservée, que ce passe-t-il avec l'énergie « manquante » ?

## Document 4 : Evolution des énergies cinétiques et potentielle de pesanteur en fonction de différents paramètres

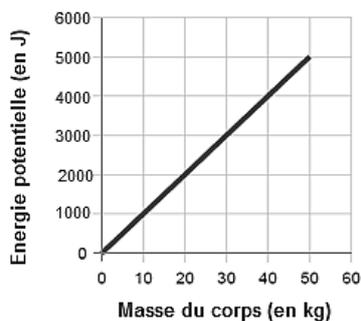
Evolution de l'énergie cinétique en fonction de la masse pour une vitesse constante.



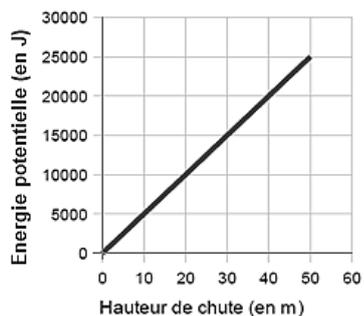
Evolution de l'énergie cinétique en fonction de la vitesse pour une masse constante.



Evolution de l'énergie potentielle de pesanteur en fonction de la masse pour une chute d'une hauteur constante.



Evolution de l'énergie potentielle de pesanteur en fonction de la hauteur pour une masse constante.



**I.7.** L'énergie cinétique dépend de la masse  $m$  et de la vitesse  $v$  du système étudié, alors que l'énergie potentielle de pesanteur dépend de la masse  $m$  et de l'altitude  $z$  du système étudié.

A l'aide des graphiques du document 4, déterminer quelles sont les expressions des énergies cinétique  $E_c$  et potentielle de pesanteur  $E_{pp}$  parmi celles proposées ci-dessous, en justifiant clairement.

a)  $\frac{1}{2} \cdot m^2 \cdot v^2$

c)  $\frac{1}{2} \cdot m^2 \cdot v$

e)  $m \cdot g \cdot z$

g)  $m^2 \cdot g \cdot z^2$

b)  $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

d)  $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v$

f)  $m \cdot g \cdot z^2$

h)  $m^2 \cdot g \cdot z$

## Partie II : Travail d'une force

### Travail d'une force

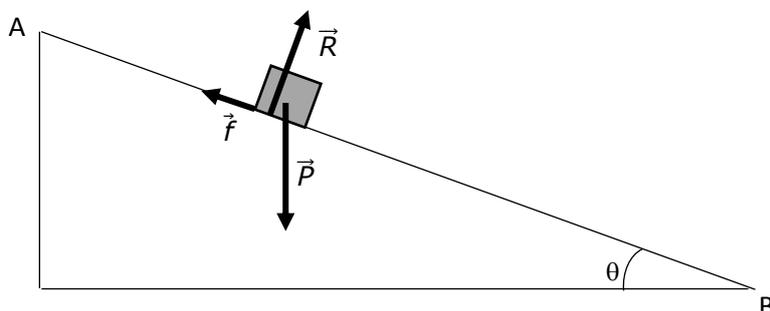
Le travail d'une force constante caractérise en fait l'énergie d'une force lors du déplacement de l'objet considéré. Le travail a donc pour unité le joule (J).

L'expression mathématique du travail d'une force  $\vec{F}$  lors du déplacement d'un objet d'un point A à un point B est donnée par le produit scalaire entre les deux vecteurs :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos(\vec{F}; \vec{AB})$$

où  $F$  est la valeur de la force,  $AB$  la valeur de la distance entre les points A et B et  $(\vec{F}; \vec{AB})$  l'angle entre la force  $\vec{F}$  et le déplacement  $\vec{AB}$ .

Sur le schéma ci-dessous, on considère un mobile de masse  $m$  descendant une pente entre un point A et un point B, sans négliger la force de frottement  $\vec{f}$ .



**II.1.** Justifier que, à tout moment, la force de résistance de sol  $\vec{R}$  (qui est toujours normale au sol) ne travaille pas.

**II.2.** Montrer que, dans cet exemple, le travail du poids est positif alors que celui de la force de frottement est négatif.

**II.3.** En déduire la définition de force motrice/travail moteur et force résistante/travail résistant.

### Théorème de l'énergie cinétique

La différence d'énergies cinétiques d'un système entre les points A et B correspond à la somme des travaux de toutes les forces extérieures s'appliquant au système lors du déplacement entre A et B.

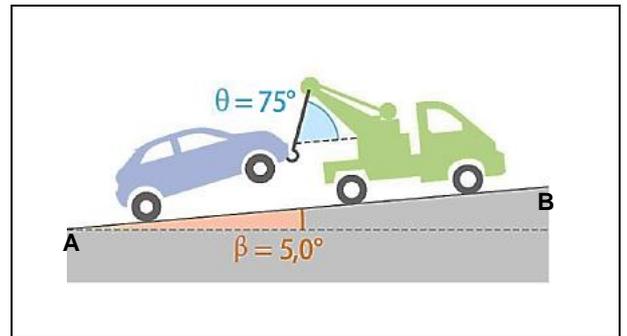
$$\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A) = \sum W_{AB}(\vec{F}_{\text{ext}})$$

Une voiture de masse  $m = 1120 \text{ kg}$  est tractée par une dépanneuse sur une route rectiligne, inclinée d'un angle  $\beta = 5,0^\circ$  par rapport à l'horizontale. On étudie le déplacement de la voiture sur une distance  $AB = 500 \text{ m}$ .

Le câble de traction exerce sur la voiture une tension inclinée d'un angle  $\theta = 75^\circ$  par rapport à la route et de norme  $T = 1,2 \times 10^4 \text{ N}$ .

L'action de l'air sur la voiture est négligé et on considère que les frottements exercés par la route sur la voiture sont constants, de norme  $f = 2,0 \text{ kN}$ .

Donnée :  $g = 9,8 \text{ N/kg}$



**II.4.** Dresser le bilan de toutes les forces qui s'appliquent sur la voiture tractée et les représenter sur le schéma.

**II.5.** Calculer les valeurs des différents travaux des forces appliquées sur la voiture lors du déplacement de A vers B. Quelles sont les forces motrices ? Résistantes ?

**II.6.** La voiture gagne-t-elle ou perd-elle de l'énergie du fait de l'ensemble des forces qui s'appliquent sur elle ?

**II.7.** La voiture était initialement immobile (au point A). Calculer alors sa vitesse au point B, en  $\text{km.h}^{-1}$ .

### ❖ L'énergie mécanique

L'énergie mécanique, qui est une énergie de mouvement, est composée de l'énergie cinétique, qui dépend de la vitesse, et de l'énergie potentielle, qui est liée à la position du système et dépend des forces appliquées au système.

• L'énergie cinétique  $E_c$  d'un solide de masse  $m$  en mouvement avec une vitesse  $v$  est donnée par :

• L'énergie potentielle la plus commune est l'énergie potentielle de pesanteur  $E_{pp}$ , liée au poids du système. L'expression de l'énergie  $E_{pp}$  d'un objet de masse  $m$  à une altitude  $z$  est donnée par :

• L'énergie mécanique d'un système correspond alors à la somme des énergies cinétique et potentielles :

### ❖ Conservation de l'énergie mécanique

L'énergie mécanique est conservée si .....

Lorsque l'énergie mécanique n'est pas conservée, cette dernière ne disparaît pas : elle est .....

.....  
comme par exemple les transferts thermiques lors de frottements.

### ❖ Définition du travail (Sujet)

#### ❖ Travail moteur / Travail résistant

Lorsque le travail d'une force est ....., on parle de travail ....., et la force associée entraîne le mouvement.

Lorsque le travail d'une force est ....., on parle de travail ....., et la force freine le mouvement.

### ❖ Théorème de l'énergie cinétique (Sujet)