

# ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE DES MOUVEMENTS

Nous avons vu dans le chapitre P4 qu'il est possible de modéliser et de prévoir un mouvement grâce aux lois de Newton. On peut aussi étudier le mouvement d'un système grâce à un bilan de ses énergies :

- énergie cinétique :  $E_c = \frac{1}{2} m.v^2$

- énergie potentielle de pesanteur :  $E_p = m.g.z$  (souvent considérée comme nulle à l'altitude  $z = 0$ )

- énergie mécanique :  $E_m = E_c + E_p$

Conservation de l'énergie mécanique :

Lorsqu'on peut négliger les frottements qui s'exercent sur un système, son énergie mécanique se conserve au cours du mouvement.

## 1) CAS DES CHUTES LIBRES :

La chute d'un objet est dite « libre » lorsqu'il n'est soumis qu'à son poids. Sur Terre, on rencontre ce genre de situations lorsque les frottements s'exerçant sur l'objet sont négligeables par rapport au poids.

### ➤ Cas d'une chute libre à la surface de la Lune :

Pour vérifier la loi sur la chute des corps énoncée par Galilée au XVII<sup>ème</sup> siècle, une expérience de chute libre avec une plume et un marteau fut réalisée lors de la mission Apollo 15 en 1971 . . .

Regarder la vidéo puis répondre aux questions suivantes :

**Q1)** Pourquoi la chute des corps à la surface de la Lune est-elle libre ?

**Q2)** Décrire le mouvement d'un objet en chute libre. Dépend-t-il de la masse de l'objet ?

**Q3)** Donner l'expression littérale de l'énergie mécanique de la plume (ou du marteau) à l'instant initial de la chute puis à l'instant final (on choisira un repère tel que l'énergie potentielle soit nulle au niveau du sol).

**Q4)** Par application de la loi de conservation de l'énergie mécanique lors d'un mouvement s'effectuant sans frottement, déterminer l'expression de la vitesse de la plume lorsqu'elle atteint le sol lunaire. Cela confirme-t-il le résultat trouvé à la question 2 ?

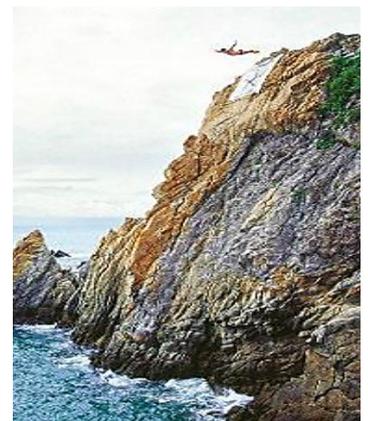
**Q5)** Retrouver l'expression de  $v_f$  en appliquant la 2<sup>ème</sup> loi de Newton à la plume dans le référentiel lunaire considéré comme galiléen. Laquelle des deux méthodes vous paraît la plus appropriée pour trouver  $v_f$  ?

### ➤ Exemple d'un plongeur sautant du haut d'une falaise :

Dans le cas d'un plongeur vertical, on peut considérer que les frottements sont négligeables par rapport au poids du système.

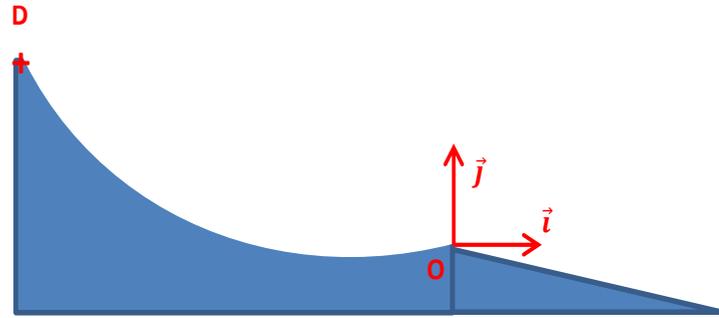
**Q6)** En appliquant la loi de conservation de l'énergie mécanique (on considère les frottements négligeables), calculer la vitesse du plongeur lorsqu'il atteint la surface de l'eau après avoir sauté d'une falaise de 15m.

**Q7)** Expliquer le mouvement du plongeur dans l'air en terme de transfert d'énergie.



## 2/ ETUDE D'UN SAUT À SKI :

L'objectif du saut à ski est de pouvoir « s'envoler » le plus haut et le plus loin possible à partir d'un tremplin. Il faut pour cela arriver au bout du tremplin avec la plus grande vitesse possible. Nous allons étudier ici le saut d'un skieur de masse 65kg à partir d'un tremplin s'élevant à une hauteur  $H = 50\text{m}$  par rapport à l'origine du repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$  :



**Q9)** En faisant l'approximation que les frottements sont négligeables entre D et O, déterminer la vitesse à laquelle le skieur arrivera au point O.

**En réalité les frottements ne sont pas négligeables et le vecteur vitesse enregistré au point O est :**  $\vec{v}_O = 5.\vec{i} + 24.\vec{j}$

**Q10)** Calculer l'énergie dissipée par frottement entre D et O. Sous quelle forme se dissipe-t-elle ?

**Q11)** En vous aidant de la 2<sup>ème</sup> loi de Newton et en négligeant les frottements de l'air, montrer que le mouvement est uniforme suivant l'axe (Ox).

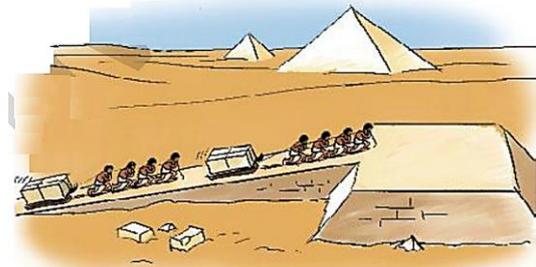
**Q12)** Quelle est la direction du vecteur vitesse au sommet S de la trajectoire ? En déduire la valeur de la vitesse en S.

**Q14)** En appliquant la loi de conservation de l'énergie mécanique (on considère les frottements négligeables), déterminer la hauteur maximale à laquelle le skieur peut s'envoler.

**Q15)** Expliquer le mouvement du skieur grâce aux transferts d'énergie du départ à l'arrivée.

## 3/ EFFET D'UNE FORCE SUR L'ÉNERGIE D'UN SYSTÈME :

Au Vème siècle avant notre ère, les Egyptiens ont bâti les pyramides de Khéops sans roues ni poulies. Ils ont dû pour cela élever des blocs de pierre d'une dizaine de tonnes grâce à la force humaine.

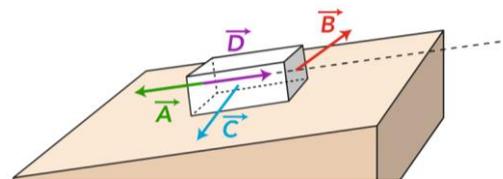


**Q15)** Représenter, sur un schéma ci-contre, les forces qui agissent sur le bloc de pierre lors de la traction.

**Q16)** Quelle forme d'énergie du bloc de pierre varie entre sa position au sol et sa position sur la pyramide ? A quoi peut-on attribuer cette variation d'énergie ?

Le schéma ci-contre représente quatre forces de même valeur qu'un ouvrier peut exercer sur le bloc de pierre.

**Q17)** Quelle est la plus efficace pour tracter le bloc de pierre ?



Pour modéliser l'effet d'une force  $\vec{F}$  sur la variation d'énergie du bloc de pierre entre deux positions A et B, on définit une grandeur appelée « travail » (notée  $W$ , « work » en anglais) dont l'unité est le joule (J).

**Q18)** Déterminer parmi les expressions suivantes, celle qui peut correspondre au travail (justifier) :

a.  $W_{AB}(\vec{F}) = \frac{F}{AB \cdot \cos \alpha}$       b.  $W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \sin \alpha$

c.  $W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$       d.  $W_{AB}(\vec{F}) = \frac{AB \cdot \cos \alpha}{F}$

**Q19)** Montrer par analyse d'unité que la dimension de  $W$  est bien celle d'une énergie.

