

Sur l'exemple de la chute d'un grêlon, nous allons découvrir les différentes formes d'énergie mises en jeu lors d'un mouvement.

Document 1 : extrait du journal Sud-Ouest (21 octobre 2013)

Un tapis de feuillage sur les routes, des voitures aux carrosseries endommagées, aux pare-brise brisés, des cultures hachées : la grêle qui s'est abattue sur le nord de la Dordogne, dans la nuit de samedi à dimanche, a laissé des traces, particulièrement visibles du côté de Saint-Estèphe.



Document 2 : extrait du Code Rousseau de la route

Énergie cinétique : c'est l'énergie accumulée par la vitesse du véhicule. Lors de l'arrêt, cette énergie est dissipée soit par le freinage, soit par un choc.

Violence du choc : même à faible vitesse, un choc est violent parce que l'énergie du véhicule est dispersée rapidement.

Vitesse $\times 2$ = énergie $\times 4$

Vitesse $\times 3$ = énergie $\times 9$

L'énergie cinétique augmente avec la masse du véhicule et le carré de sa vitesse.



Un choc à 50 km/h correspond à la violence d'une chute du 3^{ème} étage d'un immeuble, soit environ 10 m.

Document 3 : Les énergies d'un système

Énergie cinétique : $E_c = \frac{1}{2} m v^2$, avec m en kg et v en m/s.

Énergie potentielle de pesanteur d'un corps de masse m (en kg), dont le centre d'inertie est situé à l'altitude z (en m) dans un champ de pesanteur g (en N.kg⁻¹) s'exprime comme : $E_{pp}(z) = E_{pp}(z=0) + mgz$ avec g = 9,81 N/kg.

Conditions d'utilisation :

- L'altitude z est repérée sur un axe vertical (Oz) orienté vers le haut.
- L'origine des altitudes z = 0 m est prise comme référence pour l'énergie potentielle. En général, on choisit $E_{pp}(z=0) = 0$ J. Il reste alors $E_{pp}(z) = mgz$.

Énergie mécanique : L'énergie mécanique d'un solide est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle :

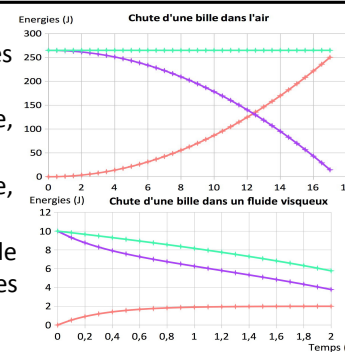
$$E_m = E_c + E_{pp} = \frac{1}{2} m v^2 + mgz$$

Toutes ces énergies sont exprimées en joules (J).

Document 4 : Modélisation en laboratoire

Pour reproduire la chute d'un grêlon, deux expériences sont menées au laboratoire :

- la chute d'une bille de 18 g sans vitesse initiale, dans l'air (graphique a).
- la chute d'une bille de 18 g sans vitesse initiale, dans un fluide visqueux (graphique b).



Après avoir filmé les chutes et analysé les vidéos à l'aide d'un logiciel de pointage, on a obtenu les courbes d'énergie suivantes.

Questions : On pose les hypothèses suivantes :

- l'altitude du nuage duquel est issu le grêlon vaut $h = 1500$ m,
- l'origine des altitudes est choisie au niveau de la mer ($z = 0$ m),
- le grêlon est assimilé à une sphère de masse $m = 18$ g,
- le grêlon est en chute libre. Par définition, cela signifie qu'il n'est soumis qu'à son poids. Par conséquent, il n'est notamment pas soumis aux frottements de l'air.

Partie 1 : État initial du grêlon

1. Dans quel référentiel se place-t-on pour étudier la chute du grêlon ?
2. Quelle est la vitesse du grêlon lorsqu'il est dans le nuage et qu'il amorce sa chute ?
3. Quelle est alors son énergie cinétique initiale ?
4. Exprimer et calculer l'énergie potentielle de pesanteur initiale du grêlon.

Partie 2 : Chute du grêlon dans l'air

1. Comment évoluent l'altitude et la vitesse du grêlon au cours de la chute ?
2. En déduire l'évolution de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur du grêlon.
3. En l'absence de frottement, l'énergie totale du système (appelée *énergie mécanique*) reste constante. Montrer que l'énergie mécanique du grêlon vaut $E_m = 2,65 \times 10^2$ J.
4. Lors de la chute, une énergie a été convertie en une autre. Détailler ce transfert.

Partie 3 : Analyse critique des hypothèses

1. En analysant l'altitude du grêlon au moment de l'impact au sol, déterminer la valeur finale de l'énergie potentielle de pesanteur du grêlon.
2. En déduire la valeur de son énergie cinétique au moment de l'impact.
3. Quelle est alors sa vitesse ? Cette valeur vous semble-t-elle réaliste ?
4. Quel(s) facteur(s) faudrait-il prendre en compte pour que le modèle proposé soit plus compatible avec la chute réelle d'un grêlon ?
5. Parmi les deux expériences du document 4, indiquer celle qui modélise la chute libre, et celle qui modélise la chute avec frottements.
6. Sur chaque graphique, attribuer les courbes aux énergies E_c , E_{pp} et E_m . D'après l'allure des courbes, quelle expérience vous semble le mieux modéliser la chute réelle du grêlon ?