Pourquoi 10 % de vitesse en plus change (presque) tout en cas de choc

Niveau : seconde générale et technologique.

Prérequis : énergie cinétique (physique-chimie, classe de troisième).

Lien avec le programme : fonction carré ; information chiffrée : coefficient multiplicateur, taux d'évolution ; puissances et racines carrées. Automatismes : conversion d'unités (km/h en m/s), application numérique d'une formule.

Lien avec *Les Maths au quotidien* : Transport, Santé.

Situation :

Un slogan de sécurité routière affirme qu'une petite augmentation de vitesse peut avoir des conséquences disproportionnées en cas d'accident.

L'**énergie cinétique** d'un véhicule, celle qui doit être dissipée lors d'un choc, vaut : $E_c = \frac{1}{2}\, m\, v^2$

où E_c est l'énergie cinétique en joules (J), m la masse du véhicule en kilogrammes (kg) et v sa vitesse en mètres par seconde (m/s).

Elle est proportionnelle au **carré** de la vitesse, et non à la vitesse elle-même.

Questions :

On considère un véhicule de masse $m = 1\,200$ kg.

1. Pour les vitesses 30, 50 et 90 km/h en m/s, calculer E_c à chacune de ces vitesses, en J puis en kJ.

2. a. Calculer $\frac{E_c(50)}{E_c(30)}$ et $\frac{E_c(90)}{E_c(50)}$.

b. Calculer la hausse en pourcentage d'une vitesse passant de 30 à 50 km/h. Cela provoque-t-il la même hausse en pourcentage de l'énergie cinétique ?

3. Calculer $\frac{E_c(90)}{E_c(30)}$. Commenter.

4. a. Montrer que $\frac{E_c(1{,}1\, v_0)}{E_c(v_0)}$ ne dépend pas de v_0, et calculer sa valeur.

b. En déduire de quel pourcentage augmente l'énergie cinétique pour une vitesse augmentée de 10 %.

5. On compare le choc à une chute libre. Un objet qui tombe sans frottements d'une hauteur h, en mètres, atteint au sol la vitesse v, en mètres par seconde, telle que : $h = \frac{v^2}{2g}$

où $g \approx 9{,}81$ m/s^2 est l'intensité de la pesanteur (formule admise ; elle est démontrée en physique-chimie en classe de première).

Autrement dit, un choc en voiture à la vitesse v libère autant d'énergie qu'une chute de la hauteur h.

Pour chacune des trois vitesses de la question 1, calculer la hauteur h de la chute équivalente, en mètres puis en « étages » (un étage mesure environ 3 m).

Point info :

La distance de freinage croît elle aussi comme le carré de la vitesse, ce qui double la peine : plus on roule vite, plus il faut de distance pour s'arrêter **et** plus le choc final, s'il a lieu, est violent.