CLASSE : Terminale	**EXERCICE 2 :** 5 points
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE 2 Jeu de billes et gravité

Q1.

$$\rho = \frac{m}{V}$$
$$\rho = \frac{8{,}51 \times 10^{-3}}{1{,}07 \times 10^{-6}}$$
$$\rho = 7{,}95 \times 10^{3}\ Kg.m^{-3}$$

Métal	Acier	Cuivre	Aluminium
Masse volumique ($kg \cdot m^{-3}$)	$\rho_{acier} = 7{,}9 \times 10^3$	$\rho_{cuivre} = 9{,}0 \times 10^3$	$\rho_{aluminium} = 2{,}7 \times 10^3$

La masse volumique trouvée est proche de celle de l'acier. Ainsi, la nature probable du matériau qui la constitue est l'acier.

Q2.

L'énergie mécanique est la somme de l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur.
La courbe de l'énergie mécanique est donc au-dessus des courbes de l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur : courbe 3

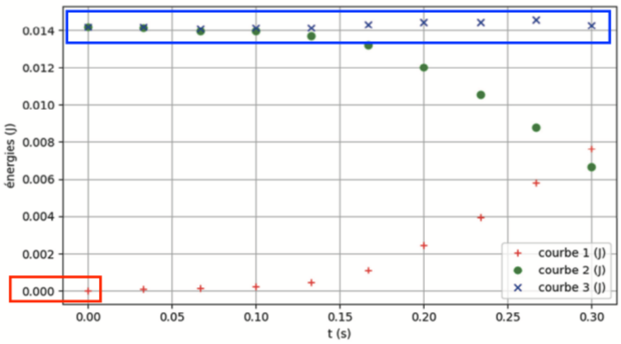

Figure 2. Représentation graphique de l'évolution des énergies potentielle, cinétique et mécanique de la bille au cours du temps

D'après l'énoncé : À la date t = 0, la bille est lâchée sans vitesse initiale du point A situé en haut d'une tour de hauteur H.
Calculons l'énergie cinétique à l'instant initial :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$
$$E_c(0) = \frac{1}{2} \times m \times {v_0}^2$$
$$E_c(0) = \frac{1}{2} \times 8{,}51 \times 10^{-3} \times 0^2$$
$$E_c(0) = 0\ J$$

L'énergie cinétique initiale est nulle : Courbe 1

$$E_{pp} = m \times g \times z$$
$$E_{pp}(0) = m \times g \times z_0$$
$$E_{pp}(0) = m \times g \times H$$

L'énergie potentielle de pesanteur initiale n'est pas nulle (elle diminue au cours du temps car l'altitude z diminue) : Courbe 2

Q3.

Graphiquement on remarque que l'énergie mécanique Em est constante.
On en déduit que le mouvement se fait sans frottements.

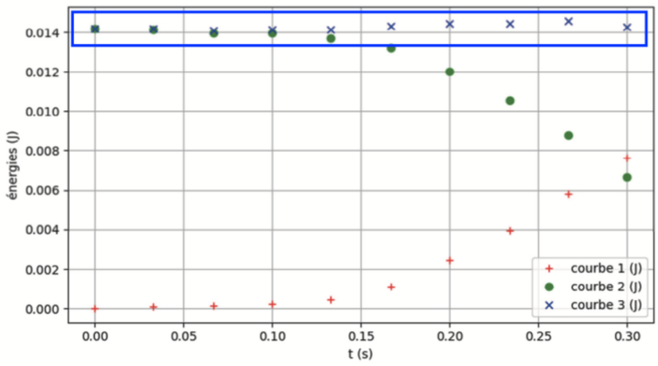

Figure 2. Représentation graphique de l'évolution des énergies potentielle, cinétique et mécanique de la bille au cours du temps

Q4.

vx[i] = (x[i+1]-x[i-1])/(t[i+1]-t[i-1])
vz[i] = (z[i+1]-z[i-1])/(t[i+1]-t[i-1])

A la ligne 76 le programme calcul vx et à la ligne 77 vy.
Pour calculer la vitesse en un point, le programme utilise le point d'après (i+1) et le point d'avant (i-1).
Le point A est le premier point : il n'y a pas de point avant, le programme ne permet pas de calculer la vitesse en A et donc l'énergie cinétique au point.
Le point B est le dernier point : il n'y a pas de point après, le programme ne permet pas de calculer la vitesse en B et donc l'énergie cinétique au point.

Ainsi, le programme ne permet pas de calculer l'énergie cinétique aux points A et B.

Q5.

$E_{pp} = m \times g \times z$:

81 Ep[i] = m*g*z[i]   # énergie potentielle de pesanteur

Em= Ep + Ec :

84 Em[i] = Ep[i] + Ec[i]   # énergie mécanique

Q6.

D'après le sujet, l'énergie mécanique se conserve :

$$E_m(t) = E_m(0)$$
$$E_c(t) + E_p(t) = E_c(0) + E_p(0)$$

Dans cet exercice : $E_c = \frac{7}{10} \times m \times v^2$

$$\frac{7}{10} \times m \times v(t)^2 + m \times g \times z(t) = \frac{7}{10} \times m \times v_0^2 + m \times g \times H$$
$$\frac{7}{10} \times m \times v(t)^2 + m \times g \times z(t) = \frac{7}{10} \times m \times 0^2 + m \times g \times H$$
$$\frac{7}{10} \times m \times v(t)^2 + m \times g \times z(t) = m \times g \times H$$
$$\frac{7}{10} \times m \times v(t)^2 = m \times g \times H - m \times g \times z(t)$$
$$\frac{7}{10} \times m \times v(t)^2 = m \times g \times \left(H - z(t)\right)$$

$$v(t)^2 = \frac{10}{7} \times g \times (H - z(t))$$

$$v(t) = \sqrt{\frac{10}{7} \times g \times (H - z(t))}$$

Or d'après le schéma :

$H = h(t) + z(t)$

$h(t) + z(t) = H$

$z(t) = H - h(t)$

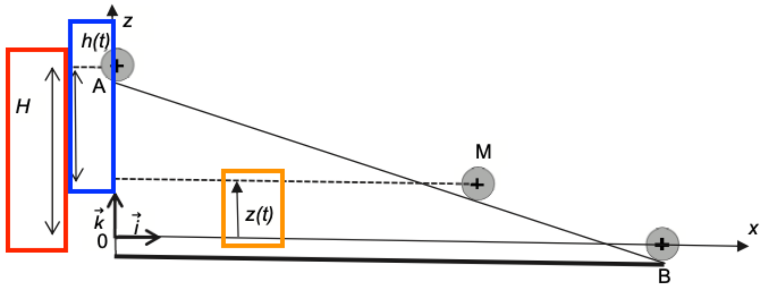

Figure 3. Schéma représentant la hauteur de chute *h*(*t*) de la bille

D'où

$$v(t) = \sqrt{\frac{10}{7} \times g \times (H - (H - h(t)))}$$

$$v(t) = \sqrt{\frac{10}{7} \times g \times (H - H + h(t))}$$

$$v(t) = \sqrt{\frac{10}{7} \times g \times h(t)}$$

Q7.

La modélisation de la figure 5 montre une droite passant par l'origine. La vitesse au carré est proportionnelle à la hauteur h :

$v(t)^2 = k \times h(t)$

Question 6 :

$$v(t) = \sqrt{\frac{10}{7} \times g \times h(t)}$$

$$v(t)^2 = \frac{10}{7} \times g \times h(t)$$

La vitesse au carré est proportionnelle à la hauteur h.

Ainsi, l'équation de la modélisation de la figure 5 est cohérente avec l'expression donnée en Q6.

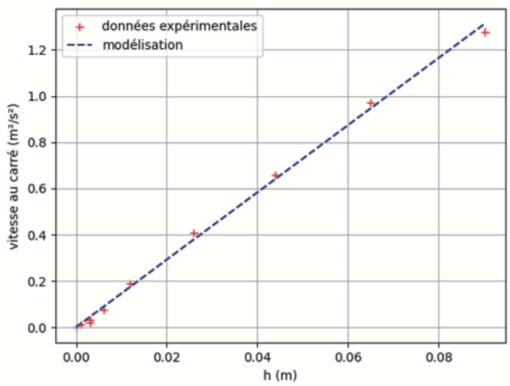

Figure 5. Évolution du carré de la vitesse $v^2(t)$ en fonction de la hauteur de chute *h*(*t*) de la bille au cours du temps

Q8.

$$v(t)^2 = \frac{10}{7} \times g \times h(t)$$

$$v(t)^2 = k \times h(t)$$

Par identification :

$$k = \frac{10}{7} \times g$$

Calculons la valeur de l'intensité de la pesanteur g dans cette expérience :

$$k = \frac{10}{7} \times g$$

$$\frac{10}{7} \times g = k$$

$$g = k \times \frac{7}{10}$$
$$g = 14{,}53 \times \frac{7}{10}$$
$$g = 10{,}17\ \mathrm{m.s^{-2}}$$

Q9.

Calculons la moyenne des valeurs expérimentales de l'intensité de la pesanteur g :

$$g_{moy} = \frac{10{,}17 + 9{,}70 + 9{,}81 + 10{,}19 + 10{,}32 + 10{,}32 + 9{,}42 + 9{,}89}{8}$$
$$g_{moy} = 9{,}98\ \mathrm{m.s^{-2}}$$

Pour discuter de l'accord du résultat d'une mesure avec une valeur de référence, on peut utiliser le quotient |x – xref|/u(x) avec x la valeur issue de la mesure, xref la valeur de référence et u(x) l'incertitude-type associée à la valeur mesurée x.

$$z = \left|\frac{g - g_{ref}}{u(g)}\right|$$
$$z = \left|\frac{9{,}98 - 9{,}81}{0{,}11}\right|$$
$$z = 1{,}5$$

$z < 2$: le résultat de la mesure est compatible avec la valeur de référence $g_{moy} = 9{,}81\ \mathrm{m.s^{-2}}$.

Ainsi, l'utilisation de cette méthode pour mesurer la valeur de l'intensité de la pesanteur avec ce jeu est valable.