

**Centres étrangers 2023 Sujet 2**  
**CORRECTION Yohan Atlan © <https://www.vecteurbac.fr/>**

**CLASSE :** Terminale

**EXERCICE 1 :** (11 points)

**voie :**  Générale

**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ:** PHYSIQUE-CHIMIE

**DURÉE DE L'EXERCICE :** 1h56

**CALCULATRICE AUTORISÉE :**  Oui « type collège »

**EXERCICE 1** (10 points)

**Plongeon de haut vol**

**Partie A – Etude énergétique**

**1.**

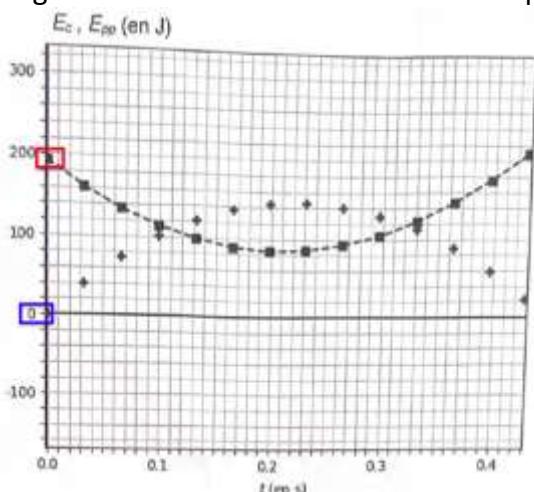
$$\text{Ligne 36 : } E_{\text{pp}} = m \cdot g \cdot y[i]$$

$$\text{Ligne 38 : } E_{\text{mi}} = E_{\text{ci}} + E_{\text{pp}}$$

**2.**

$V_0$  n'est pas nul, ainsi l'énergie cinétique initiale n'est pas nulle.

La figure 3 est l'évolution au cours du temps de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle.



Seule la courbe en pointillés n'est pas nulle pour  $t=0$  : la courbe en pointillés est celle de l'évolution de l'énergie cinétique.

**3.**

$$E_{\text{c}0} = \frac{1}{2} \times m \times v_0^2$$

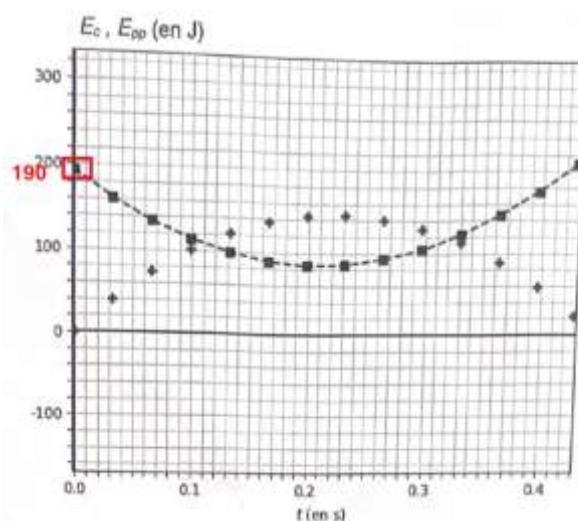
$$\frac{1}{2} \times m \times v_0^2 = E_{\text{c}0}$$

$$v_0^2 = \frac{2E_{\text{c}0}}{m}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2E_{\text{c}0}}{m}}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \times 190}{70,0}}$$

$$v_0 = 2,3 \text{ m.s}^{-1}$$



**4.**

Lorsque l'énergie mécanique est constante, les forces de frottements sont négligeables.

Ainsi :

Pour  $t \leq 0,4$  s l'énergie mécanique est constante, les forces de frottements sont négligeables.

Pour  $t > 0,4$  s l'énergie mécanique décroît, les forces de frottements ne sont pas négligeables.

## 5.

En observant les courbes de la figure 4, on remarque que :

- pour une énergie cinétique faible l'énergie mécanique reste constante.
- pour une énergie cinétique élevée l'énergie mécanique diminue.

On peut emmêtrer l'hypothèse que :

- pour des vitesses faibles, les forces de frottements sont négligeables.
- pour des vitesses élevées, les forces de frottements ne sont pas négligeables.

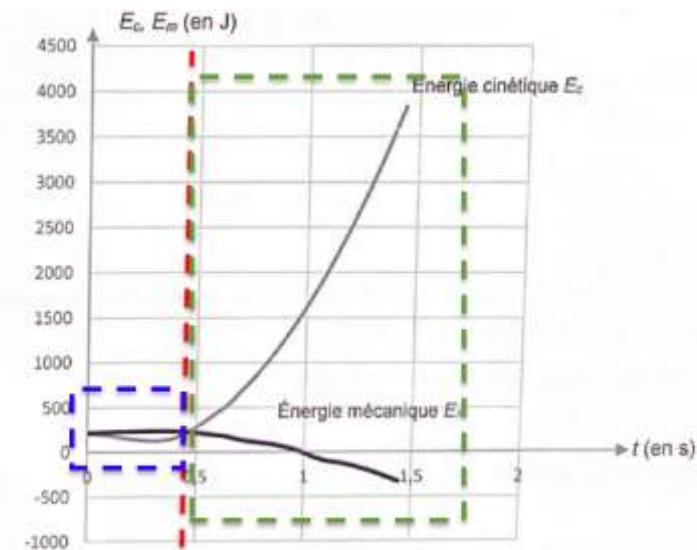


Figure 4 – Évolution des énergies cinétique et mécanique

## 6.

Ligne 24 :  $vxi = (x[i+1] - x[i]) / (t[i+1] - t[i])$

Ligne 25 :  $vyi = (y[i+1] - y[i]) / (t[i+1] - t[i])$

t (s)	x (m)	y (m)
0	0	0
0,033	0,050	0,060
0,067	0,10	0,11
0,100	0,15	0,15
0,133	0,21	0,18

$$v_{0x} = vxi = (x[0+1] - x[0]) / (t[0+1] - t[0])$$

$$v_{0x} = (0,050 - 0) / (0,033 - 0)$$

$$v_{0x} = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$$

$$v_{0y} = vyi = (y[0+1] - y[0]) / (t[0+1] - t[0])$$

$$v_{0y} = (0,060 - 0) / (0,033 - 0)$$

$$v_{0y} = 1,8 \text{ m.s}^{-1}$$

## 7.

$$\cos(\alpha) = \frac{v_{0x}}{v_0}$$

$$\cos(\alpha) = \frac{1,5}{2,3}$$

$$\cos(\alpha) = 0,65$$

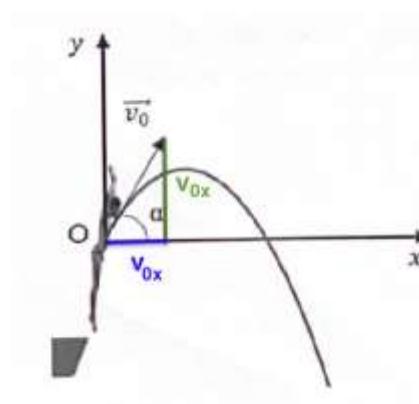
$$\alpha = \text{Arccos}(0,65) = 49,5^\circ$$

$$\sin(\alpha) = \frac{v_{0y}}{v_0}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{1,8}{2,3}$$

$$\sin(\alpha) = 0,78$$

$$\alpha = \text{Arcsin}(0,78) = 51,3^\circ$$



L'angle  $\alpha$  est de l'ordre de  $\alpha = 50^\circ$ .

8.

Système : plongeur

Référentiel terrestre supposé galiléen.

D'après la deuxième loi de newton :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m\vec{a}$$

$$\vec{P} = m\vec{a}$$

$$m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$\vec{g} = \vec{a}$$

9.

$$\vec{g} = \vec{a}$$

Or

$$\vec{g} \begin{cases} 0 \\ -g \end{cases}$$

Le vecteur accélération du centre d'inertie du solide est égal au vecteur champ de pesanteur.

$$\vec{a} \begin{cases} a_{x(t)} = 0 \\ a_{y(t)} = -g \end{cases}$$

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\vec{v} \begin{cases} v_{x(t)} = C_1 \\ v_{y(t)} = -gt + C_2 \end{cases}$$

Pour trouver les constantes, on utilise  $\vec{v}_0$

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cos \alpha \\ v_{0y} = v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

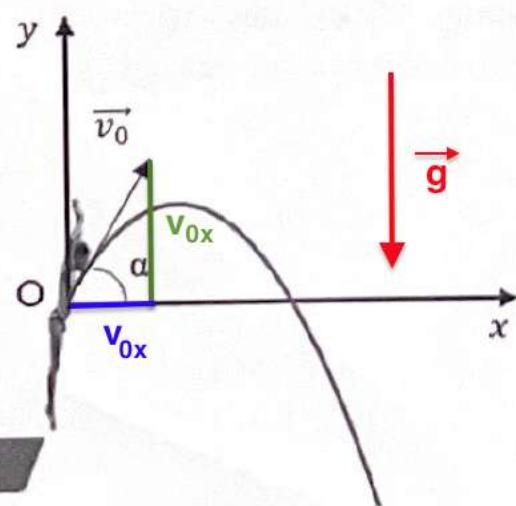
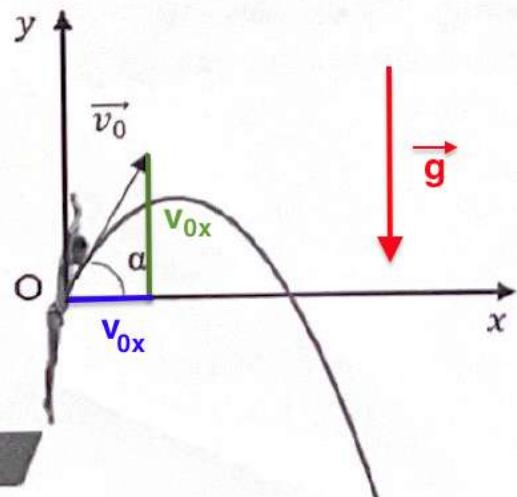
d'où

$$\vec{v} \begin{cases} v_{x(t)} = v_0 \cos \alpha \\ v_{y(t)} = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

10.

$$\vec{v} = \frac{d\vec{OM}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :



$$\overrightarrow{OP}(t) \left| \begin{array}{l} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t + C_4 \end{array} \right.$$

Pour trouver les constantes, on utilise  $\overrightarrow{OM_0}$

$$\overrightarrow{OP}(0) \left| \begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{array} \right.$$

d'où

$$\boxed{\overrightarrow{OP}(t) \left| \begin{array}{l} x(t) = v_0 \times \cos(\alpha) \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t \end{array} \right.}$$

### 11.

On isole t :

$$\begin{aligned} x &= v_0 \cos(\alpha) \times t \\ v_0 \cos(\alpha) \times t &= x \\ t &= \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \end{aligned}$$

On remplace t dans y :

$$\begin{aligned} y(t) &= -\frac{1}{2} g t^2 + v_0 \sin(\alpha) \times t \\ y(x) &= -\frac{1}{2} g \left( \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \right)^2 + v_0 \sin(\alpha) \times \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \\ y(x) &= -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2(\alpha)} + x \cdot \tan(\alpha) \end{aligned}$$

$y = f(x)$  est de la forme  $ax^2 + bx$  : la courbe  $y = f(x)$  est une parabole. Elle est compatible avec l'allure de la trajectoire représentée figure 1.

### 12.

$$y(t) = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t$$

La durée de chute est obtenue lorsque le plongeur touche l'eau soit pour  $y = -28m$

$$-28 = -\frac{1}{2} \times g \times t^2 + v_0 \times \sin(\alpha) \times t$$

$$-28 = -\frac{1}{2} \times 9,8 \times t^2 + 2,3 \times \sin(50) \times t$$

$$0 = -4,9t^2 + 1,8 \times t + 28$$

$$-4,9t^2 + 1,8 \times t + 28 = 0$$

### 13.

Pour la valeur du temps, on ne retient que la valeur positive soit  $t_2 = 2,58 s$

Calculons le Z-score :

$$z = \frac{|x - x_{ref}|}{u(x)}$$

$$z = \frac{|\Delta t_{exp} - t_2|}{u(\Delta t_{exp})}$$

$$z = \frac{|2,8 - 2,58|}{0,3}$$

$$z = 0,73$$

$z < 2$ ,  $\Delta t_{\text{exp}}$  et  $t_2$  sont compatibles.

Ainsi, l'hypothèse de la chute libre conduit à une valeur de la durée de chute en accord avec le résultat expérimental.

**14.**

$$\vec{v}_{\text{th}} = \vec{v}(t_2) \quad \left| \begin{array}{l} v_{x(t_2)} = v_0 \cos \alpha \\ v_{y(t_2)} = -gt_2 + v_0 \sin \alpha \end{array} \right.$$

$$v_{\text{th}} = v(t_2) = \sqrt{(v_{x(t_2)})^2 + (v_{y(t_2)})^2}$$

$$v_{\text{th}} = \sqrt{(v_0 \cos \alpha)^2 + (-gt_2 + v_0 \sin \alpha)^2}$$

$$v_{\text{th}} = \sqrt{(2,3 \times \cos(50))^2 + (-9,8 \times 2,58 + 2,3 \times \sin(50))^2}$$

$$v_{\text{th}} = 24 \text{ m.s}^{-1}$$

**15.**

Le texte introductif donne une valeur de vitesse d'impact lors de l'entrée dans l'eau proche de 90km/h

$$\frac{90}{3,6} = 25 \text{ m.s}^{-1}$$

$v_{\text{th}} = 24 \text{ m.s}^{-1}$  est donc en accord avec la valeur citée dans l'article introductif.

**16.**

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a = \frac{v_f - v_{\text{th}}}{\Delta t}$$

$$a = \frac{0 - 24}{0,5}$$

$$a = -48 \text{ m.s}^{-2}$$