

Terminale Spécialité Physique-Chimie	Thème : Mouvement et interactions	M.KUNST-MEDICA MAJ 07/20214	
<u>Chapitre 10 : Mouvement dans un champ uniforme</u>			
Feuille d'évaluation à rendre obligatoirement avec la copie			
<u>Correction activité expérimentale n°10.1 : Mouvement dans un champ de pesanteur avec le lancer d'une balle de Golf</u>			

Étape 1 : Analyse du problème.

1. Quel est le système étudié ?

Le système étudié est un ballon de basket, modélisé par un point G correspondant à son centre de gravité.

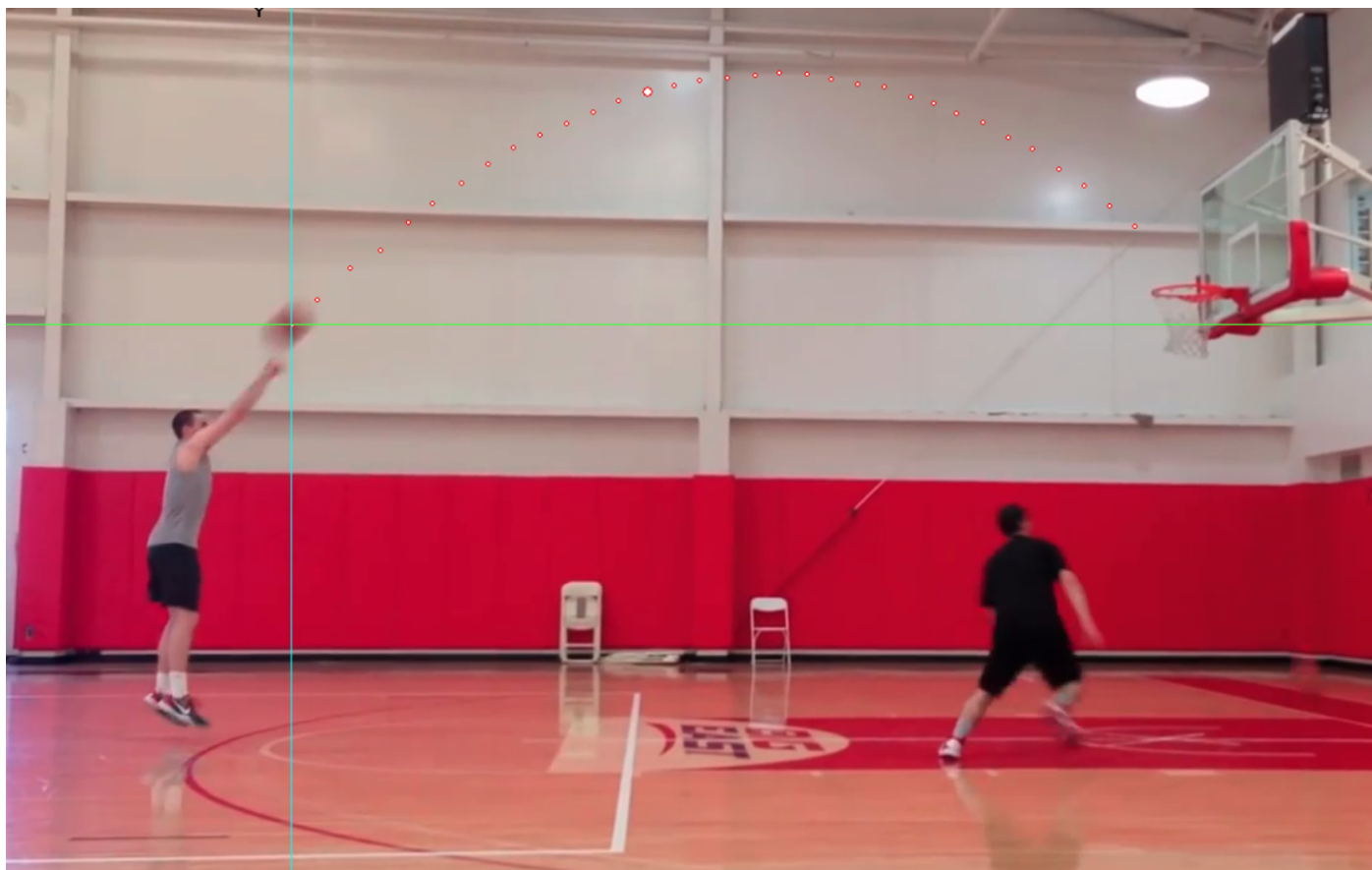
2. Dans quel référentiel étudie-t-on le mouvement du système ? Comment peut-on le qualifier ?

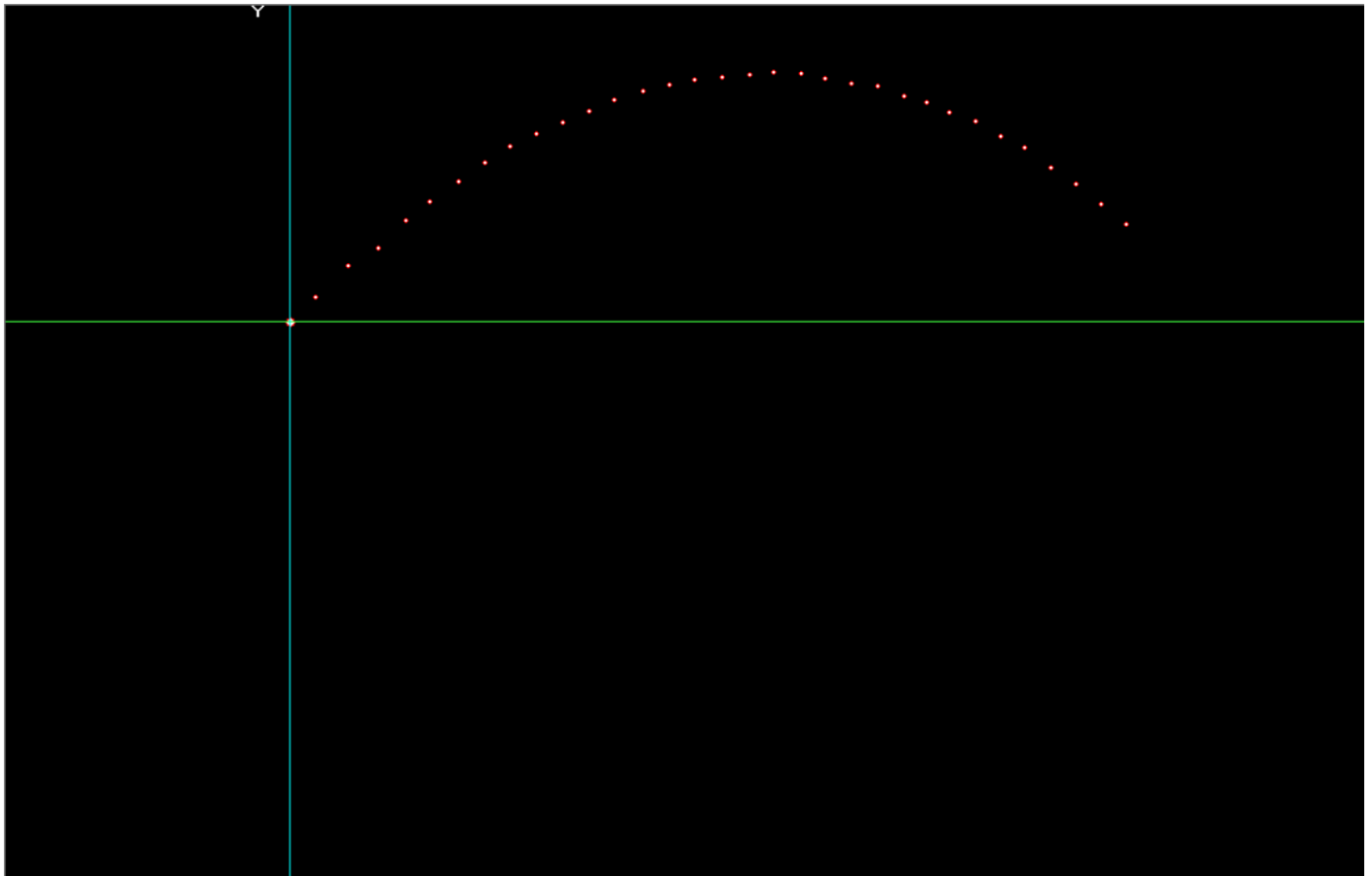
Le référentiel terrestre est supposé Galiléen ($t \ll 24h$)

3. Quelles(s) force(s) subit la balle au cours de son mouvement ? Quelles hypothèses peut-on faire ?

Les forces qui s'appliquent au système sont le poids du ballon, les forces de frottements et la poussée d'Archimède. On négligera dans l'étude les forces de frottement et la poussée d'Archimède. On pourra alors considéré le mouvement comme une chute libre, le système n'étant soumis qu'à son poids.

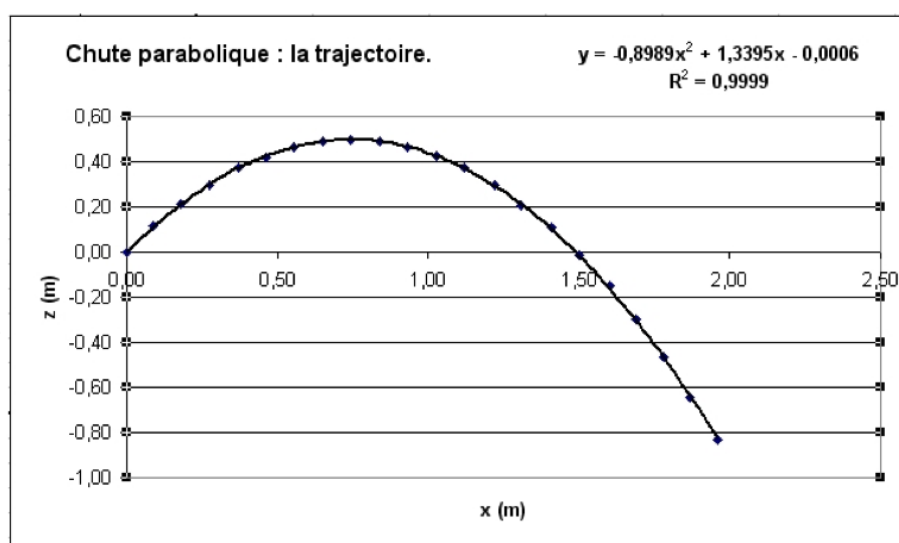
Étape 2 : Pointage dans atelier scientifique.





Étape 3 : Traitement des données.

1. Étude de la trajectoire



- **Déterminer** l'équation de la trajectoire en utilisant l'outil de modélisation

Si l'équation de la trajectoire est de la forme suivante :

$$y = -\frac{g}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2 \alpha} \cdot x^2 + (\tan \alpha) \cdot x + h$$

Dans un tel cas, on a une trajectoire parabolique.

- L'équation mathématique obtenue modélise quel type de trajectoire ?

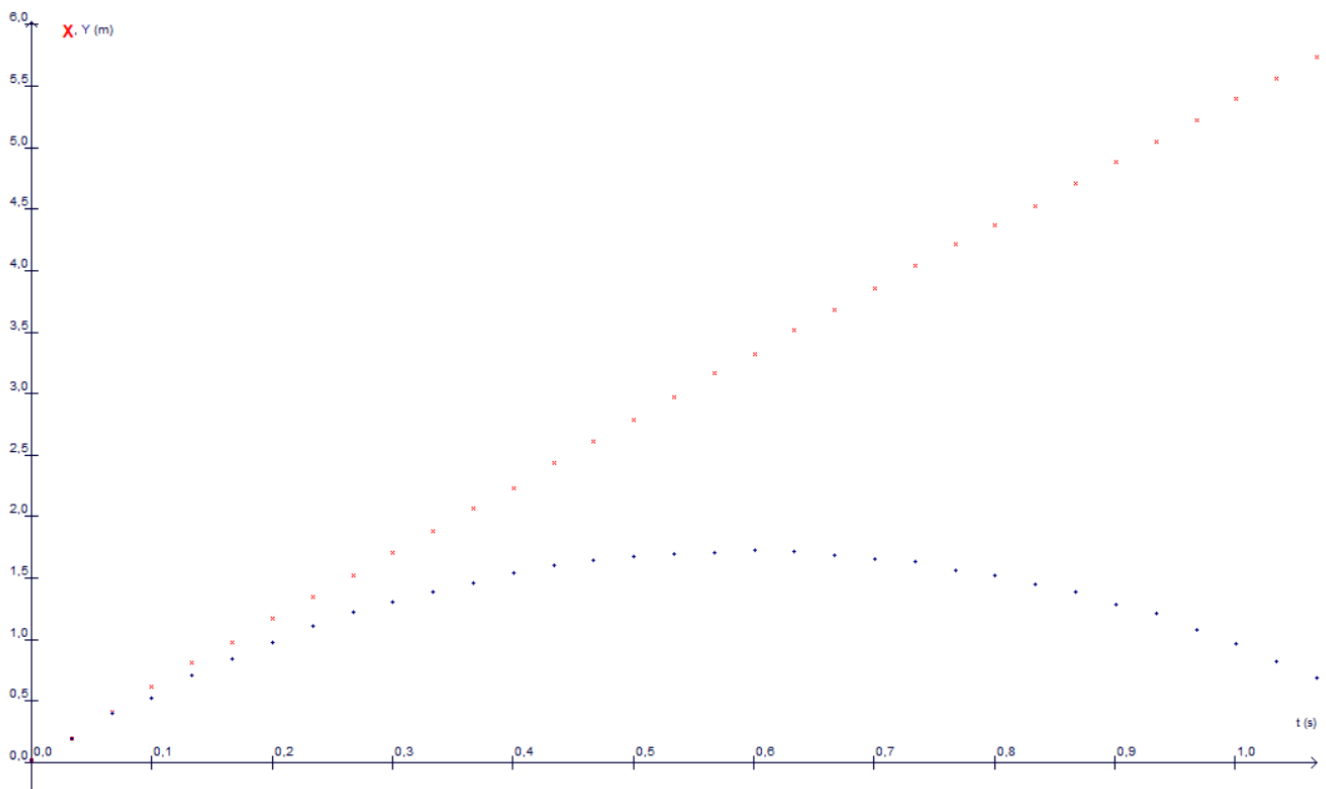
La trajectoire est : $z = -0.8989 x^2 + 1,3395 x - 0,0006$. Elle est de la forme : $z = Ax^2 + Bx + C$. C'est l'équation d'une parabole. La valeur $z(0) = -0,0006$ est très faible. On peut la considérer comme nulle.

La trajectoire parabolique est donc :
 $z = -0.8989 x^2 + 1,3395 x$

2. Le vecteur position : les équations paramétriques

a) Le graphique :

- **Représenter** sur le même graphique :
 - Le graphe $x=f(t)$
 - Le graphe $y=f(t)$



b) Expression des équations paramétriques :

- La modélisation donne : $x(t) = 2,3505 t - 0,0061$.

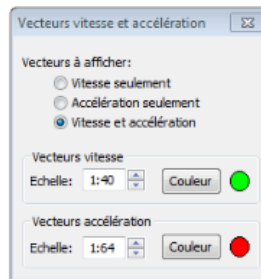
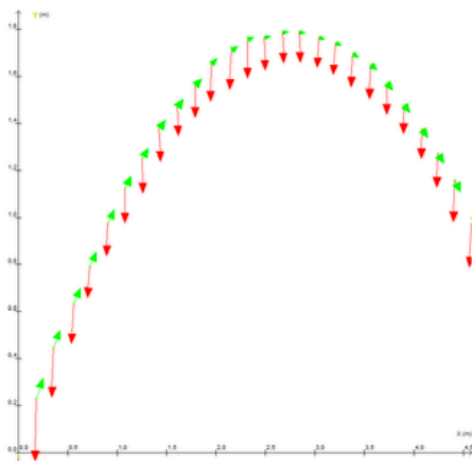
C'est une droite passant pratiquement par l'origine.

On peut garder : $x(t) = 2,3505 t$. La projection du mouvement sur l'axe des x est une fonction linéaire du temps.

- La modélisation donne : $z(t) = -4,916 t^2 + 3,3134 t - 0,004$.

On peut garder : $z(t) = -4,916 t^2 + 3,3134 t$. C'est l'équation d'une parabole. La projection du mouvement sur l'axe des z est une fonction parabolique en fonction du temps.

3. Tracé des vecteurs vitesse et accélération



4. Le vecteur vitesse

a) Détermination des coordonnées du vecteur vitesse :

- accéder à l'outil Traitement des données par l'icône  ou par le menu : Affichage → Traitement des données

Exemple d'un calcul de dérivée (très utilisée en Sciences Physiques) :

La liste des traitements disponibles

Calcul
Régression
Dérivée
Intégrale
Autres...

Grandeur à dériver
y(t) en m

Intervalle :
de 0
à 433E-3 en s

Ordonnée
Grandeur
y'
Unité S.I.
m*s⁻¹

Tracer

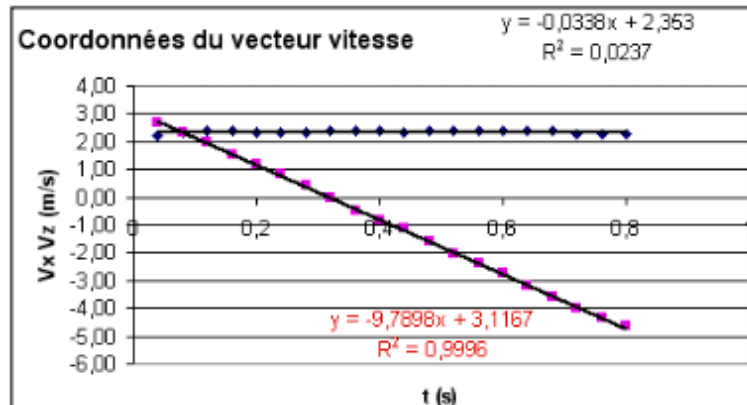
Ici on choisit dans la liste la grandeur à laquelle on veut appliquer le traitement choisi.

Par défaut, le traitement est réalisé sur l'ensemble des données, mais on peut le réduire à un intervalle de son choix.

Par défaut, le logiciel utilise la notation mathématique pour désigner la dérivée, soit ici Y' pour la dérivée de Y par rapport au temps. En mécanique on aurait intérêt à modifier cette appellation pour écrire plutôt Vy (la composante du vecteur vitesse sur l'axe Oy)

Remarque concernant la dérivée : appliquer la dérivée sur le nuage de points expérimentaux génère souvent une courbe difficilement exploitable. Il est préférable d'appliquer la dérivée sur la courbe obtenue par modélisation du nuage de points.

b) Le graphique : coordonnées du vecteur vitesse



La modélisation donne :

$V_x = -0,0338 x + 2,353$. Comme on voit que V_x garde une valeur Constante, on garde $V_x = 2,353 \text{ m.s}^{-1}$.

La modélisation donne :

$$V_z = -9,7898 t + 0,1167$$

La coordonnée V_z est une fonction affine du temps.

5. Le vecteur accélération

Pour vérifier que la chute de la balle peut être modélisée par une chute libre, on veut comparer les coordonnées de l'accélération $a_x(t)$ et $a_y(t)$ avec les coordonnées de l'accélération de pesanteur g .

Le vecteur accélération est la dérivée du vecteur vitesse par rapport au temps.

- **Déduire** des deux graphes précédents $v_x(t)$ et $v_y(t)$, les coordonnées de l'accélération au cours du mouvement et déterminer la valeur a de l'accélération. **Comparer** avec la valeur du champ de pesanteur g . Le mouvement de la balle peut-il être modélisé par une chute libre ?

Remarques :

- a_x est le coefficient directeur de la tangente à la courbe $v_x = f(t)$ tracée à la date t considérée. Il en est de même pour a_y et la tangente à la courbe $v_y = g(t)$.
- La valeur du vecteur accélération est donnée par : $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$.

$$V_x = 2,353 \text{ m.s}^{-1} \Rightarrow a_x = \frac{dV_x}{dt} = 0$$

$$V_z = -9,79 t + 0,117 \Rightarrow a_z = \frac{dV_z}{dt} = -9,79 \text{ m.s}^{-2}$$

Les coordonnées du vecteur accélération sont donc : $a \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -9,79 \text{ m.s}^{-2} \end{cases}$

$a = \sqrt{a_x^2 + a_z^2} = \sqrt{0^2 + (-9,79^2)} = 9,79 \text{ m.s}^{-2}$. On constate que $a = g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$. Cela correspond à la théorie.

Ecart relatif : $\frac{|g_{théo} - g_{exp}|}{g_{théo}} = \frac{9,8 - 9,79}{9,8} = 1 \%$. Très bonne correspondance.

On constate que $\vec{a} = \vec{g}$: il s'agit d'une chute libre.

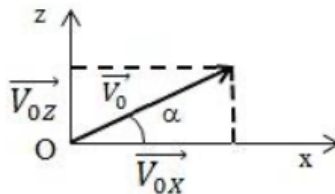
II. Exploitation.

1. Les conditions initiales

- **Indiquer** les coordonnées du vecteur vitesse à l'instant $t=0$; V_{x0} et V_{y0} , en utilisant les graphiques et les équations horaires de $V_x(t)$ et $V_y(t)$.

$V_x = 2,35 \text{ m.s}^{-1}$ donc $V_x(0) = V_{0x} = 2,35 \text{ m.s}^{-1}$

$V_z = -9,79 t + 0,117$ donc $V_z(0) = V_{0z} = -9,79 * 0 + 0,117 = 0,117 \text{ m.s}^{-1}$



- **Déduire** de la réponse précédente et du schéma ci-dessus :

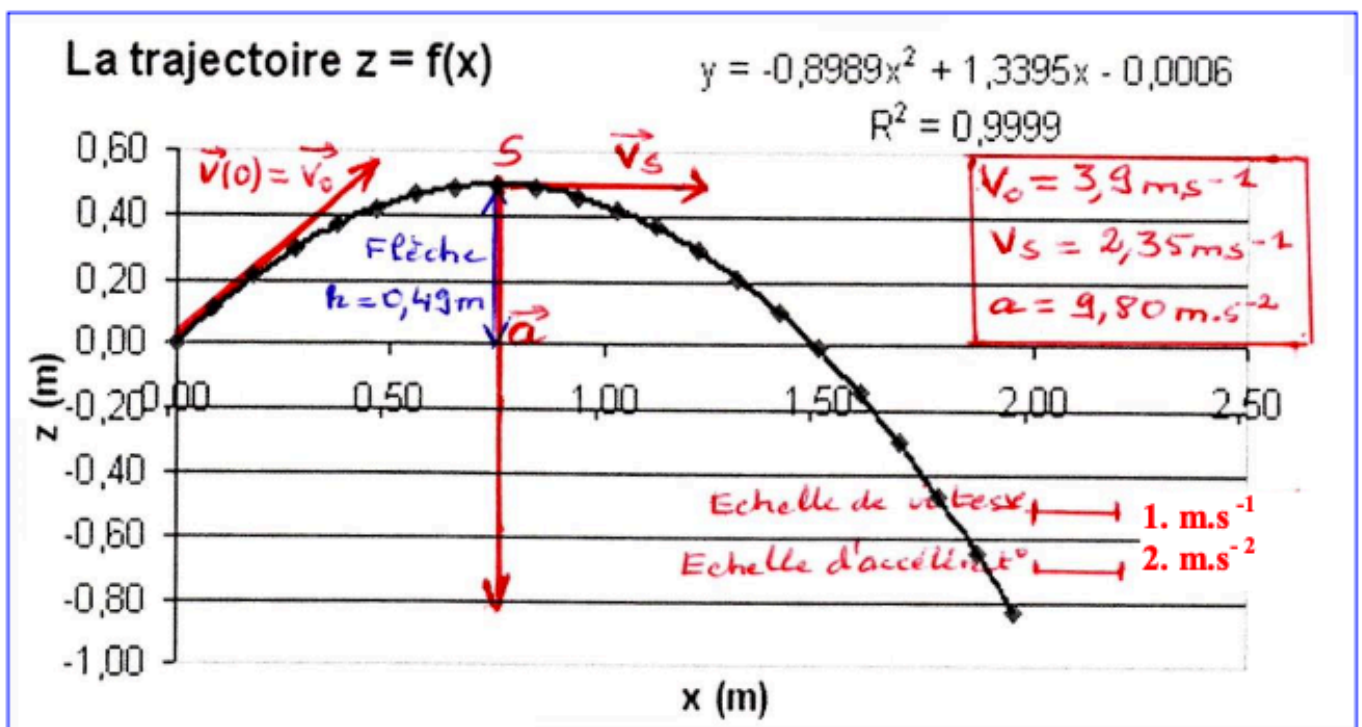
- La valeur V_0 du vecteur vitesse de la balle à l'instant $t=0$.

$$V_0 = V(0) = \sqrt{V_x^2(0) + V_z^2(0)} = \sqrt{V_{0x}^2 + V_{0z}^2} = \sqrt{2,35^2 + 3,12^2} = 3,9 \text{ m.s}^{-1}.$$

- l'angle α que fait ce vecteur Vitesse avec l'horizontale

$$\tan \alpha = \frac{V_{0z}}{V_{0x}} = \frac{3,12}{2,35} = 1,33 \Rightarrow \alpha = 53^\circ$$

- **Représenter** ce vecteur $\vec{V}_0$, avec une échelle adaptée ci-dessous :



- **Déterminer** les caractéristiques du vecteur accélération $\vec{a}$ à l'instant $t=0$.

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -9,8 \text{ m.s}^{-2} \end{cases} \quad \begin{array}{l} \text{Comme } a_x \text{ et } a_y \text{ sont constants, } \vec{a} \text{ garde les mêmes composantes quel que soit } t. \\ \text{La norme de } \vec{a} \text{ est : } \|\vec{a}\| = a = \sqrt{a_x^2 + a_z^2} = 9,8 \text{ m.s}^{-2} \end{array}$$

2. La flèche

La flèche est l'altitude h la plus élevée par rapport au point de lancement. On notera S le point du sommet de la trajectoire.

- **Déterminer** la valeur expérimentale de la flèche : à partir du tableau de valeur ou à partir de la trajectoire.

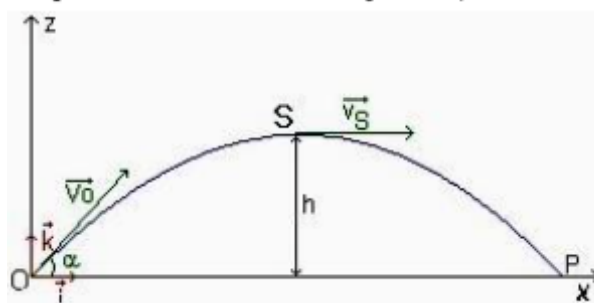
Si on regarde le tableau ou le graphique, on a : $h = 0,49\text{m}$

Un extrémum est obtenu lorsque la dérivée de la fonction s'annule, donc la flèche est atteinte pour :

$$h = \frac{V_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2 \cdot g}$$

- **Déterminer** la valeur théorique h de la flèche.

$V_0 = 3,9 \text{ m.s}^{-1}$; $\alpha = 53^\circ$; $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$. On trouve $h = 0,49\text{m}$. On retrouve la valeur expérimentale.



- **Indiquer** les coordonnées du vecteur vitesse et du vecteur accélération lorsque la balle atteint le point S.

$$\vec{V}_S \begin{cases} V_{Sx} = 2,35 \text{ m.s}^{-1} \\ V_{Sz} = 0 \end{cases} \quad \Rightarrow \quad V_S = \sqrt{V_{Sx}^2 + V_{Sz}^2} = 2,35 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\vec{a}_S \begin{cases} a_{Sx} = 0 \\ a_{Sz} = -9,8 \text{ m.s}^{-2} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad a_S = \sqrt{a_{Sx}^2 + a_{Sz}^2} = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$$

III. Bilan énergétique

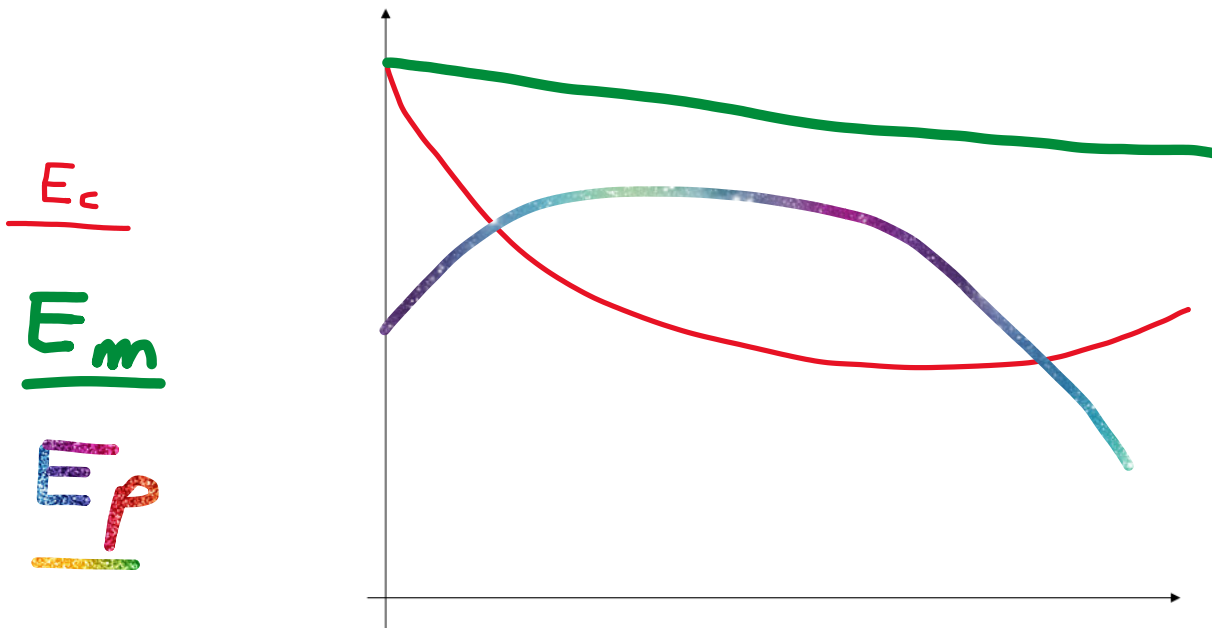
A l'aide d'Atelier Scientifique, tracer l'évolution de l'énergie cinétique, de l'énergie potentielle et de l'énergie mécanique du ballon.

Compléter les formules utilisées (rappels de première).

Masse du ballon $m = 624 \text{ g}$

$E_c =$ $\frac{1}{2} m v^2$	$E_{pp} =$ $m g h$	$E_m =$ $E_c + E_p$
--------------------------------	-----------------------	------------------------

Représenter l'allure des 3 courbes obtenues :



- En déduire si les forces de frottements peuvent être négligées lors de cette étude.

L'énergie mécanique n'est pas constante au cours du temps, les forces de frottements ne devraient pas être négligées lors de cette étude.