

## TP 12. Etude expérimentale d'une chute parabolique

**Objectifs :** Étudier certaines caractéristiques du mouvement de chute parabolique à partir d'un enregistrement vidéo.  
Comparer avec l'étude théorique du mouvement.

### I. Acquisition des données à partir de la vidéo

#### 1. Pointage dans Aviméca :

- Lancer le logiciel de pointage ..... , et ouvrir le fichier « chutegolf.avi ».
- Pour adapter la taille de la fenêtre : Clip → Adapter → OK.
- Changer la couleur du pointeur (car la couleur de fond de la vidéo est noire) : Pointages → Couleur du pointeur → Blanc
- Mesures : **Onglet « Mesures » :**
  - Pointer les positions successives de la balle.
- **Pour l'étalonnage :**
  - origine des dates (t = 0) : Repérer la première image où la balle n'est plus en contact avec la main du lanceur.
  - Echelle verticale et horizontale : **la longueur de la règle est 1,14 m.**
- Effectuer le pointage jusqu'à  $t_{\max} = 0,84$  s.

#### 2. Exportation des données :

- Pour exporter les données pointées : Fichiers → Mesures → Copier dans le presse-papier → Le tableau → OK.

#### 3. Importation dans le tableur :

- Lancer le tableur (Excel) et ouvrir le fichier chute\_parabolique.xls ».
- **Edition → Coller.**
- Garder les valeurs jusqu'à  $t_{\max} = 0,84$  s.
- La feuille de calcul doit être du type :

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Chute parabolique.</b>					
2	<b>Temps</b>	<b>Vecteur position</b>		<b>Vecteur vitesse</b>		
3	<b>t (s)</b>	<b>x (m)</b>	<b>z (m)</b>	<b>v<sub>x</sub> (m.s<sup>-1</sup>)</b>	<b>v<sub>z</sub> (m.s<sup>-1</sup>)</b>	
4	0	0,00E+00	0,00E+00			
5	0,04	8,79E-02	1,13E-01			
6	0,08	1,79E-01	2,14E-01			
7	0,12	2,73E-01	2,98E-01			
8	0,16	3,74E-01	3,74E-01			

### II. Traitement des données avec le tableur .....

#### 1. Étude de la trajectoire :

##### a) Graphique : La trajectoire $z = f(x)$ :

- Faire la représentation graphique de la trajectoire  $z = f(x)$  : Icône « Assistant graphique » ou Insertion → Graphique → Nuages de points (non reliés).
- Pour les chiffres en écriture classique et non sous forme scientifique : sélectionner les colonnes. Puis Format → Cellule → Nombre.

##### b) Equation de la trajectoire :

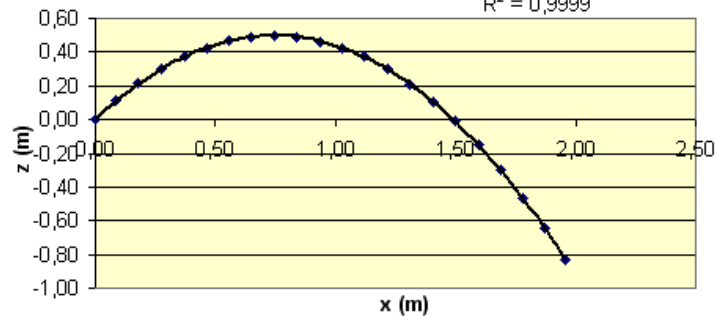
- Déterminer l'équation de la trajectoire en utilisant l'outil de modélisation : cliquer sur la courbe : apparition de pavés jaunes, puis « **Clic droit** » sur un point de la courbe :
- **Ajouter une courbe de tendance – Polynomiale – Ordre 2.**
- Dans l'onglet « **Options** », cocher :
  - Afficher l'équation sur le graphique
  - Afficher le coefficient de détermination  $R^2$

**Question 1 :** Faire un commentaire de la courbe  $z = f(x)$

La trajectoire  $z = f(x)$

$$y = -0,8989x^2 + 1,3395x - 0,0006$$

$$R^2 = 0,9999$$



#### 2. Le vecteur position : les équations paramétriques :

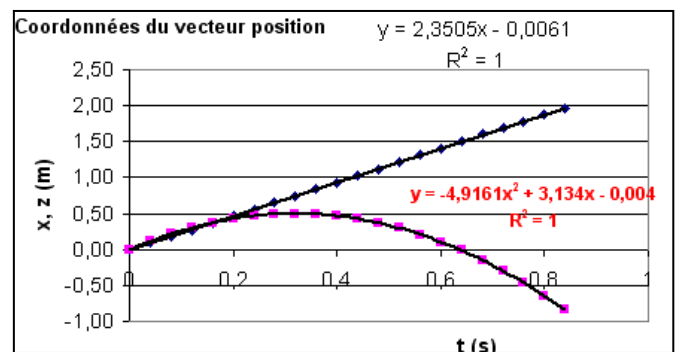
##### a) Le graphique :

- Représenter sur le même graphique :
  - le graphe  $x = f(t)$
  - le graphe  $z = f(t)$
- Pour cela : sélectionner les 3 colonnes t ; x(m) et z(m).

##### b) Expression des équations paramétriques :

- A l'aide de l'outil de modélisation, déterminer l'expression de :
  - la coordonnée x : **linéaire**
  - la coordonnée z : **Polynomiale – Ordre 2**

**Question 2 :** Interpréter les résultats : allure de  $x(t)$  et de  $y(t)$ .



#### 3. Le vecteur vitesse :

##### a) Détermination des coordonnées du vecteur vitesse

Nous utilisons les fonctionnalités du logiciel pour créer les grandeurs  $v_x = \frac{dx}{dt}$  et  $v_y = \frac{dy}{dt}$ .

**Question 3 :** • Quelle formule faut-il utiliser dans la cellule E5 ?

• Quelle formule faut-il utiliser dans la cellule F5 ?

- Effectuer la copie de formules pour l'ensemble des coordonnées.

**b) Le graphique : coordonnées du vecteur vitesse :**

- Représenter sur le même graphique :
  - le graphe :  $V_x = f(t)$
  - le graphe :  $V_y = f(t)$

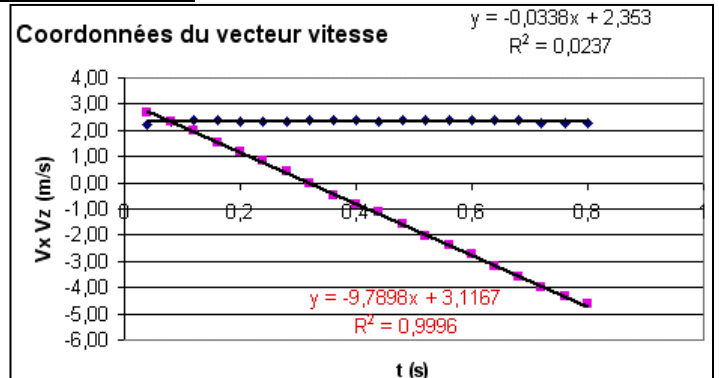
Rappel : pour sélectionner des colonnes non contiguës, maintenir la touche Ctrl appuyée.

**c) Equation numérique du modèle mathématique  $V_x(t)$  et  $V_y(t)$ .**

- A l'aide de l'outil de modélisation, déterminer l'expression de :
  - la coordonnée  $V_x$  : **linéaire**
  - la coordonnée  $V_z$  : **linéaire**.

**Question 4 :**

- Interpréter les résultats : allure des courbes  $V_x(t)$  et  $V_y(t)$ .  
Est-ce conforme à la théorie ?

**4. Le vecteur accélération :**

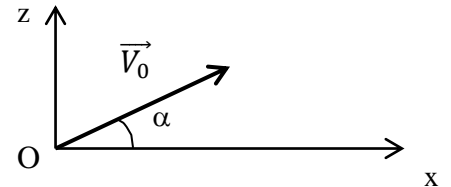
- Pour vérifier que la chute de la balle peut être modélisée par une chute libre, on veut comparer les coordonnées de l'accélération  $a_x(t)$  et  $a_y(t)$  avec les coordonnées de l'accélération de la pesanteur.

**Question 5 :**

- Déduire des 2 graphes précédents  $v_x(t)$  et  $v_y(t)$  les coordonnées de l'accélération au cours du mouvement.
- En déduire la valeur  $a$  de l'accélération. Comparer avec la valeur du champ de pesanteur  $g$ . Calculer l'écart relatif.
- Le mouvement de la balle peut-il être modélisé par une chute libre ?

**III. Exploitation :****1) Les conditions initiales :****Question 6 :**

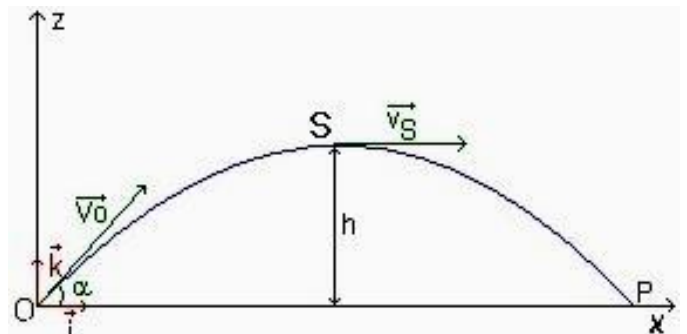
- Indiquer les coordonnées du vecteur vitesse à l'instant  $t = 0$  :  $v_{x0}$  et  $v_{z0}$  en utilisant les graphiques  $v_x(t)$  et  $v_z(t)$ .
- En déduire :
  - la valeur  $V_0$  du **vecteur vitesse de la balle à l'instant  $t = 0$** ,
  - l'angle  $\alpha$  que fait ce vecteur vitesse avec l'horizontale.
  - Représenter ce vecteur  $\vec{V}_0$  (sur le « bon » graphique), avec une échelle adaptée.
- Déterminer les **caractéristiques du vecteur accélération  $\vec{a}$  à l'instant  $t = 0$** .  
Représenter ce vecteur sur le même graphique, avec une échelle adaptée.

**2) La flèche :**

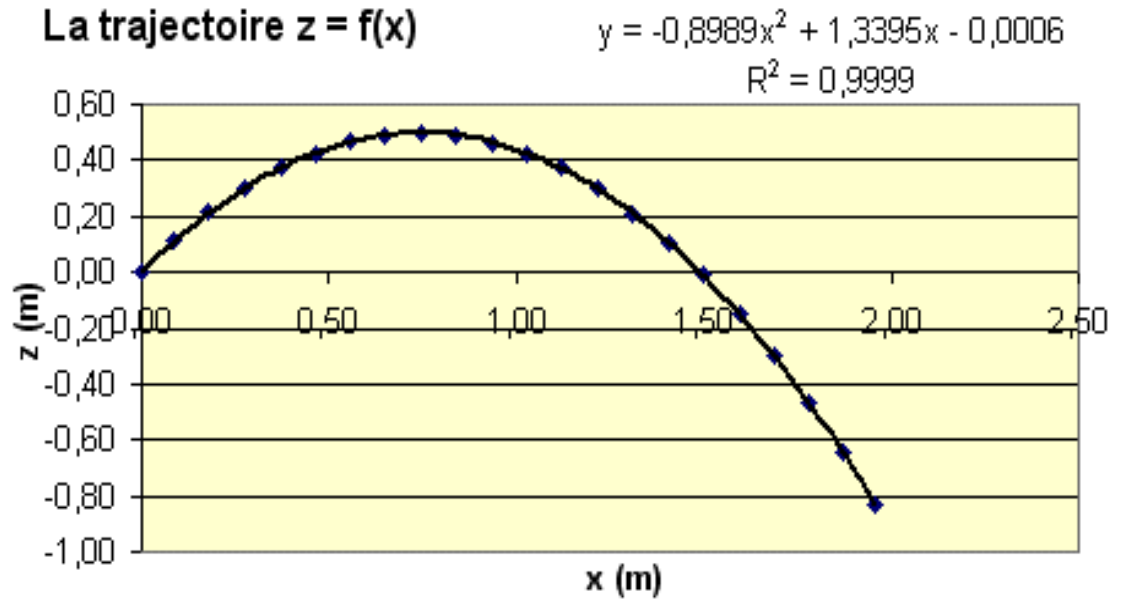
La flèche est la hauteur maximale atteinte par le projectile. (On notera S le point au sommet de la trajectoire).

**Question 7 :**

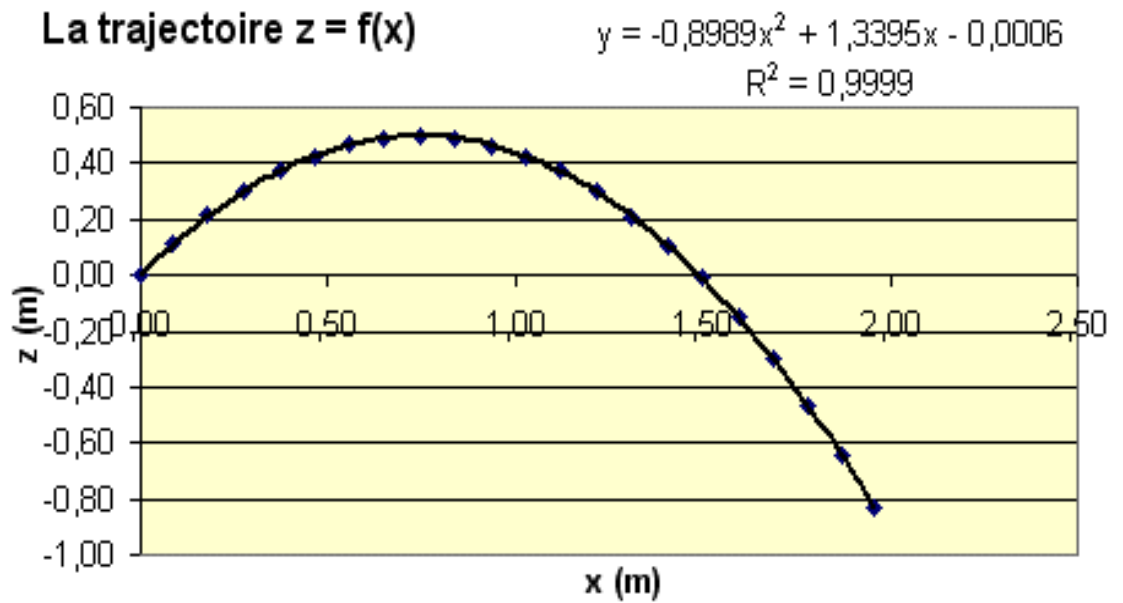
- Déterminer :
  - valeur expérimentale de la flèche : à partir du tableau de valeurs ou à partir de la trajectoire.
  - calculer la valeur théorique à partir de :  $h = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2 \cdot g}$
- Indiquer les coordonnées du vecteur vitesse et du vecteur accélération lorsque la balle atteint le point S.
- Représenter ces 2 vecteurs en S (même échelle que dans 1)).



**TP12. Chute  
parabolique**



**TP12. Chute  
parabolique**



**TP12. Chute  
parabolique**

