5 Angle de tir

Les trébuchets, immenses pièces d'artillerie du Moyen Âge, servaient autrefois à lancer d'énormes blocs de pierre sur les fortifications en vue de les détruire. La trajectoire suivie par les projectiles décrivait alors de grandes paraboles, dépendant des conditions initiales de tir.

➜ **Comment remonter aux conditions de tir à partir de la trajectoire du projectile ?**

Doc. 1 Reconstitution d'un trébuchet médiéval

Doc. 3 Équations horaires

On présente ci-dessous six fonctions correspondant aux équations horaires des coordonnées des vecteurs position, vitesse et accélération du mouvement parabolique étudié. Ces équations sont présentées dans le désordre :

- $f_1(t) = v_{0x}$
- $f_2(t) = -a \cdot t + v_{0y}$
- $f_3(t) = -\frac{a}{2} \cdot t^2 + v_{0y} \cdot t + h_0$
- $f_4(t) = v_{0x} \cdot t$
- $f_5(t) = 0$
- $f_6(t) = -a$

Numérique

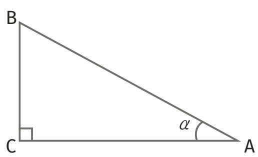
Téléchargez la vidéo du mouvement parabolique et le programme Python sur **LLS.fr/PCTP394**

Point maths Rappel

Dans un triangle rectangle :

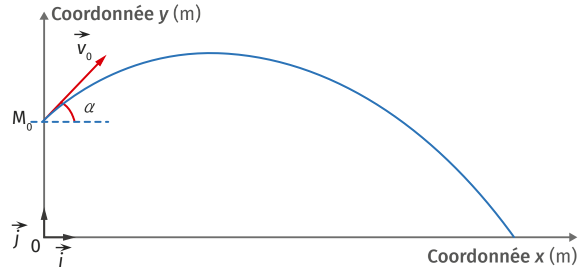
$$\cos(\alpha) = \frac{[AC]}{[AB]}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{[BC]}{[AB]}$$



Relation trigonométrique : $\cos(\alpha)^2 + \sin(\alpha)^2 = 1$

Doc. 2 Trajectoire du mouvement

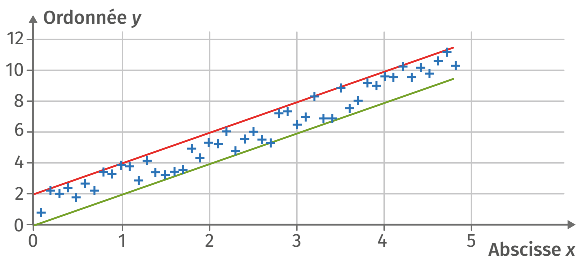


Sur le graphique, on représente $\vec{v}_0$ le vecteur vitesse initiale du tir dont la norme s'exprime en $(\text{m}\cdot\text{s}^{-1})$ et α l'angle de tir en (rad).

Doc. 4 Matériel nécessaire

- *Calculatrice non programmable*
- *Ordinateur*
- *Logiciel de pointage et sa notice d'utilisation*
- *Labo Python, Regressi ou tableur*

Doc. 5 Estimation grossière d'une incertitude



Pour estimer une incertitude pour une ordonnée à l'origine dans un modèle affine $y = a \cdot x + b$, ou une incertitude dans un modèle constant $y = b$, on recherche les droites extrema permettant d'englober tous les points de mesure en modifiant les valeurs de b.

On peut alors considérer que l'incertitude $u(b)$ correspond alors à :

$$u(b) = \frac{b_{max} - b_{min}}{2}$$

1 Pointage de la vidéo (15 minutes conseillées)

1. À partir de la vidéo fournie, identifier le système et le référentiel d'étude permettant de modéliser les trajectoires suivies par les projectiles des trébuchets.

2. Réaliser le pointage vidéo du mouvement du système.

Appel n° 1 Appeler le professeur pour lui présenter la vidéo.

2 Traitement des données (15 minutes conseillées)

3. Exporter les données vers un tableur ou vers le programme Python fourni.

4. Calculer les coordonnées des vecteurs vitesse $\vec{v}$ et accélération $\vec{a}$ et tracer leur évolution au cours du temps.

Appel n° 2 Appeler le professeur pour lui faire valider les équations et courbes obtenues.

5. Associer à chaque coordonnée $x(t)$, $y(t)$, $v_x(t)$, $v_y(t)$, $a_x(t)$ et $a_y(t)$, l'équation horaire correspondante du **doc. 4** en étudiant les allures des courbes.

3 Exploitation des données expérimentales (30 minutes conseillées)

On s'intéresse plus précisément aux coordonnées associées aux fonctions $f_1(t)$, $f_2(t)$ et $f_6(t)$.

6. Proposer une méthode permettant de déterminer les paramètres a, v_{0x} et v_{0y} du mouvement.

Appel n° 3 Appeler le professeur pour lui présenter la méthode.

7. Déterminer expérimentalement les valeurs de a, v_{0x} et v_{0y} et estimer les incertitudes $u(v_{0x})$ et $u(v_{0y})$ à l'aide du **doc. 5**.

8. Exprimer l'angle de tir α en fonction de v_{0x} et v_{0y}.

L'incertitude $u(\alpha)$ sur l'angle de tir α dépend des incertitudes $u(v_{0x})$ et $u(v_{0y})$ selon la relation :

$$\frac{2\,u(\alpha)}{\sin(2\,\alpha)} = \sqrt{\left(\frac{u(v_{0y})}{v_{0y}}\right)^2 + \left(\frac{u(v_{0x})}{v_{0x}}\right)^2}$$

9. Calculer l'incertitude $u(\alpha)$ et exprimer de nouveau la valeur de l'angle de tir α avec un nombre de chiffres significatifs adapté.

Défaire le montage et ranger la paillasse.

Se préparer aux ECE

Rédiger une fiche de révision pour la préparation des ECE en énumérant tous les points essentiels pour réaliser l'étude cinématique d'un mouvement filmé à l'aide d'un pointage informatique.