

ETUDE DYNAMIQUE ET ENERGETIQUE D'UN PROJECTILE

Objectifs: réaliser les études dynamique et énergétique d'un projectile dans le champ de pesanteur terrestre.

I. EXPLOITATION D'UN DOCUMENT VIDEO

- Charger le logiciel AVIMECA.
- Fichier Ouvrir un clip vidéo: charger le fichier "Chute parabolique.avi".
- Modifier la taille de l'image: **Clip Adapter** ↵.
- Visualiser le clip vidéo avec la flèche verte.
- Modification de l'aspect du pointeur:

Pointage	Forme pointeur	Grande Cible
	Couleur pointeur	Blanc

- Faire défiler le clip image par image jusqu'à la première image pour laquelle la balle a quitté la main (image n°5).
- Choisir l'origine des dates sur cette image n°5.

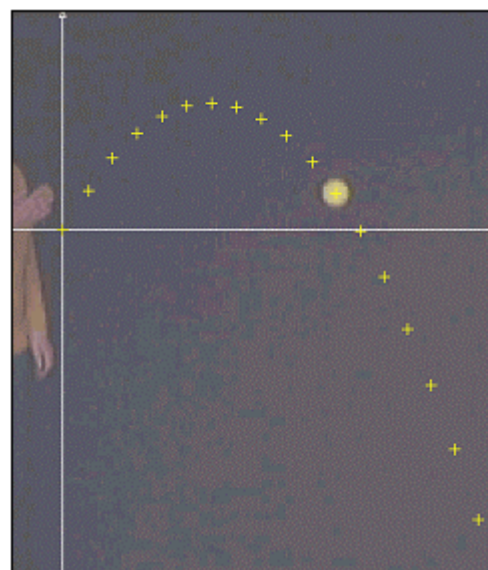
- Choix des axes:

Étalonnage	"Origine et sens"	choisir un axe vertical dirigé vers le haut
Placer l'origine sur cette image.		

- Étalonnage des mesures:

Echelles identiques	Cliquer sur "premier point"	positionner le pointeur sur la première marque
	Cliquer sur "deuxième point"	positionner le pointeur sur la deuxième marque
Entrer la valeur de la longueur de la règle dans le cadre vert: 1,0 m.		

- Acquisition des mesures: pointer avec la souris les différentes positions de la balle de tennis.
- Vérifier dans le tableau que le premier point de mesure correspond à l'origine des axes et des dates.
- Copier le tableau dans le presse-papiers. Réduire AVIMECA sans fermer.



II. ETUDE DYNAMIQUE

- Ouvrir Excel et charger le fichier: "**Étude dynamique élève.xls**".
- Copier le tableau de mesure en se plaçant dans la cellule **A3** (Onglet **Pointage**). Vérifier dans l'onglet **Graphe y(x)** que la trajectoire de la balle est bien tracée (voir document n°1).

1) Dans l'hypothèse où la balle n'est soumise qu'à son poids (chute libre), l'équation cartésienne de la trajectoire décrite par son centre d'inertie G est de type **parabolique**. Utiliser l'outil de modélisation mathématique d'Excel:

Menu: Graphique → *Ajouter une courbe de tendance*; choisir polynôme d'ordre 2 et dans l'onglet **Option** faire afficher l'équation du graphe, avec $Y(0) = 0$.

Vérifier que la trajectoire peut être considérée comme parabolique et écrire son **équation numérique** $y(x)$.

- Revenir dans l'onglet **Pointage** et faire remplir par Excel les colonnes v_x et v_y à partir des colonnes A, B et C.
- Vérifier dans les onglets **Graphe $v_x(t)$** et **Graphes $v_y(t)$** que les équations horaires $v_x(t)$ et $v_y(t)$ sont bien tracées. (documents n°2 et n°3).

2) Utiliser l'outil de modélisation d'Excel pour déterminer les équations horaires $v_x(t)$ et $v_y(t)$. Écrire les expressions numériques des deux équations horaires. Le graphe $v_x(t)$ sera modélisé par une constante.

3) Entre quelles dates le mouvement de la balle est-il ascendant ? Descendant ? Justifier vos réponses à partir du graphe $v_y(t)$. Tracer l'allure du vecteur vitesse \vec{v} sur le graphe $y(x)$ dans chacun des cas.

4) A quelle t_s date $v_y(t_s) = 0$? Comment est orienté le vecteur vitesse à cette date ? Tracer ce vecteur vitesse.

5) Déterminer les valeurs des coordonnées \mathbf{a}_x et \mathbf{a}_y du vecteur accélération \vec{a} à partir des équations horaires $\mathbf{v}_x(t)$ et $\mathbf{v}_y(t)$. Les comparer aux coordonnées du vecteur intensité de la pesanteur \vec{g} ($g = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$). Conclure sur la nature de la chute de la balle.

6) Dédire des graphes $\mathbf{v}_x(t)$ et $\mathbf{v}_y(t)$ les valeurs de $\mathbf{v}_x(0)$ et $\mathbf{v}_y(0)$. En déduire la valeur \mathbf{v}_0 de la vitesse initiale de la balle.

7) Sachant que: $v_x(0) = v_0 \cdot \cos\alpha$ en déduire la valeur de l'angle α que fait le vecteur vitesse \vec{v}_0 avec l'horizontale. Montrer que l'on aurait pu déterminer la valeur de l'angle α à partir de l'équation de la trajectoire.

III. ÉTUDE ENERGETIQUE

- Ouvrir Excel et charger le fichier : "**Étude énergétique élève.xls**".
- Placer le curseur dans la cellule **A3** et copier le tableau de pointage avec l'icône "Coller". Le pointage AviMéca (t, x, y) apparaît.
- Faire remplir par Excel les colonnes \mathbf{v}_x et \mathbf{v}_y .

• La masse de la balle de tennis est $\mathbf{m} = 0,045 \text{ kg}$. On donne: $\mathbf{g} = 9,80 \text{ m.s}^{-2}$.

1) Ecrire l'expression littérale de l'énergie cinétique \mathbf{E}_c . Sachant que $v^2 = v_x^2 + v_y^2$, écrire la formule de calcul pour calculer la valeur de \mathbf{E}_c dans la cellule **G7**.

2) Ecrire l'expression littérale de l'énergie potentielle de pesanteur \mathbf{E}_{pp} dans le cas de notre étude. Établir la formule de calcul pour calculer la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur \mathbf{E}_{pp} dans la cellule **H7**.

3) Ecrire l'expression littérale de l'énergie mécanique \mathbf{E}_m . Établir la formule de calcul pour calculer la valeur de l'énergie mécanique \mathbf{E}_m dans la cellule **I7**.

- Faire vérifier les trois formules puis entrer les formules dans les cellules respectives.
- Copier les formules en tirant sur la "poignée" jusqu'à la **ligne 22** incluse.
- Vérifier que les graphes des énergies en fonction de t s'affichent dans l'onglet **Graphes Ec, Ep Em**. (document n°4).
- Prolonger les trois graphes pour avoir les valeurs des énergies à $t = 0 \text{ s}$.

4) Comment varient, dans le même temps, les énergies cinétique \mathbf{E}_c et potentielle \mathbf{E}_{pp} de la balle au cours de son mouvement ? (On distinguera deux phases et un point particulier).

5) Que peut-on dire, en première approximation, de l'énergie mécanique \mathbf{E}_m au cours du mouvement ? Déterminer graphiquement sa valeur à $t = 0 \text{ s}$.

6) A $t = 0 \text{ s}$, quelle est la valeur de $\mathbf{E}_{pp}(0)$? En déduire alors la valeur de $\mathbf{E}_c(0)$.

7) Pourquoi, au sommet de la trajectoire, l'énergie cinétique \mathbf{E}_c n'est-elle pas nulle ?

8) Déterminer les variations $\Delta\mathbf{E}_c$ et $\Delta\mathbf{E}_{pp}$ entre $t = 0 \text{ s}$ et la date où \mathbf{E}_c est minimale. Comparer $\Delta\mathbf{E}_c$ et $\Delta\mathbf{E}_{pp}$. Que vaut alors, en première approximation, $\Delta\mathbf{E}_m$? Conclure.

