Tp ϕ 06 PROJECTILE DANS UN CHAMP DE PESANTEUR TERRESTRE

CONTEXTE DU SUJET

On va étudier le mouvement de chute d'une balle de tennis.

Pour cela, on a lancé dans le plan frontal d'une caméra (plan perpendiculaire à l'axe de visée) une balle de tennis.

On a enregistré, à l'aide d'une caméra, le mouvement d'une balle ainsi lancée.

On utilise un logiciel de traitement des données (Latispro[R]) qui permet de repérer les positions occupées par la balle au cours de son mouvement, représenter graphiquement les données cinématiques obtenues, puis de les modéliser et ainsi confronter les relevés expérimentaux à l'approche théorique du mouvement vue en cours.

Données. $g = 9{,}81\ N.kg^{-1}$.

On dispose d'une balle (de forme sphérique) de masse $m = 55$ g.

On va étudier le mouvement de chute d'une balle de tennis lancée:

- avec une vitesse initiale $v_0 = 5\ m.s^{-1}$
- et un angle de tir $\alpha = 70°$.

Objectifs :

• Se familiariser avec le logiciel Latis-Pro pour, à travers une chronophotographie, étudier le mouvement d'une balle dans un champ de pesanteur.

• Confronter les mesures expérimentales au modèle théorique établi grâce aux loi de Newton dans notre cours.

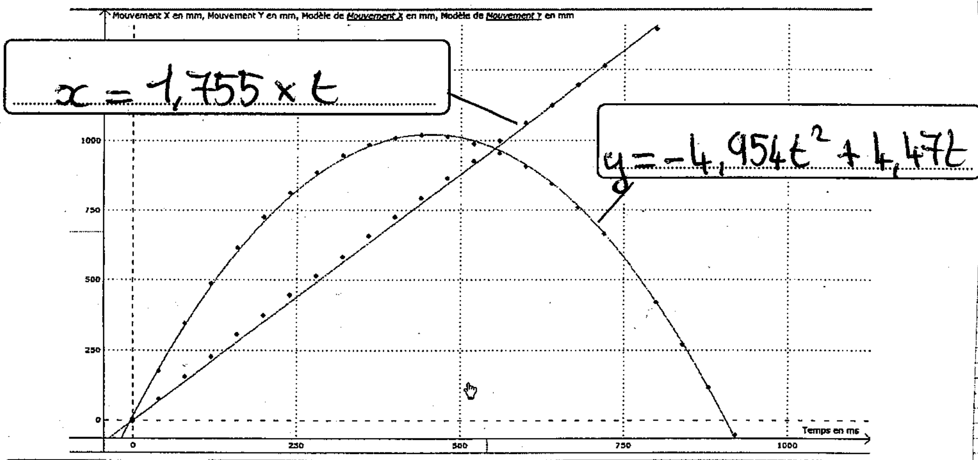
Protocole :

Pour effectuer une chronophotographie du mouvement de la balle j'effectue les étapes suivantes :

- définir un repère
- définir une échelle
- repérer point par point les positions de la balle

I) Equations paramétriques de la trajectoire

Je visualise les coordonnées x et y au cours du temps des différentes positions occupées par la balle au cours de son mouvement. J'obtiens les courbes suivantes.



Je vais maintenant comparer les modèles théoriques à la modélisation expérimentale de nos courbes.

THEORIE		EXPERIMENTAL
$x = (V_0 \times \cos\alpha) \times t$	$V_0 \times \cos\alpha = 5 \times \cos(70)$ $= 1,71$	1,755
$y = (-\frac{1}{2} \times g) \times t^2 + (V_0 \times \sin\alpha) \times t$	$-\frac{1}{2} \times g = -4,905$ =	-4,954
	$V_0 \times \sin\alpha = 5 \times \sin(70)$ $= 4,69$	4,47

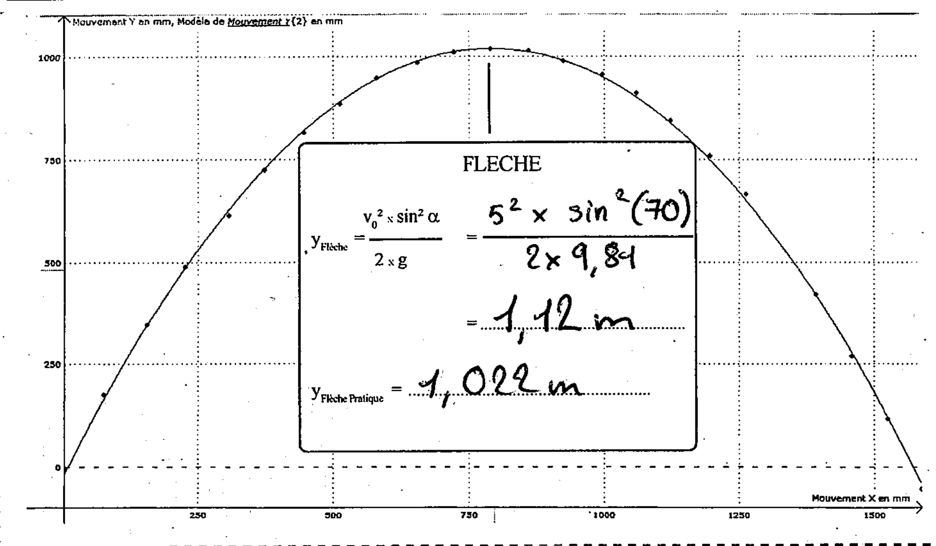
L'étude pratique confirme l'étude de la théorie.

II) Deux points caractéristiques de la trajectoire

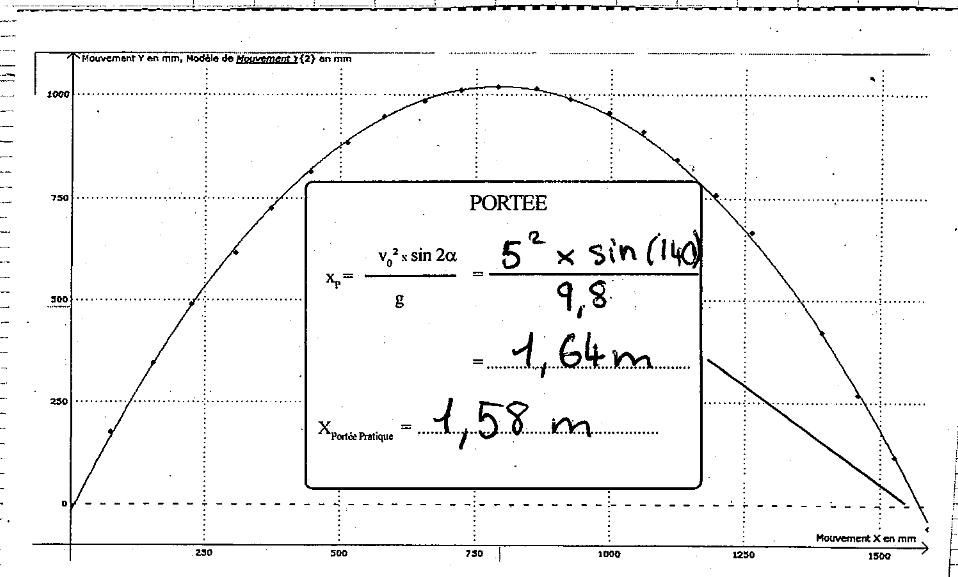
On distingue 2 points particuliers sur la trajectoire $y = f(x)$:

- La flèche est le point le plus haut atteint par la balle (sommet de la trajectoire).
- La portée est le point le plus éloigné de l'origine atteint par la balle.

• La flèche



• La portée



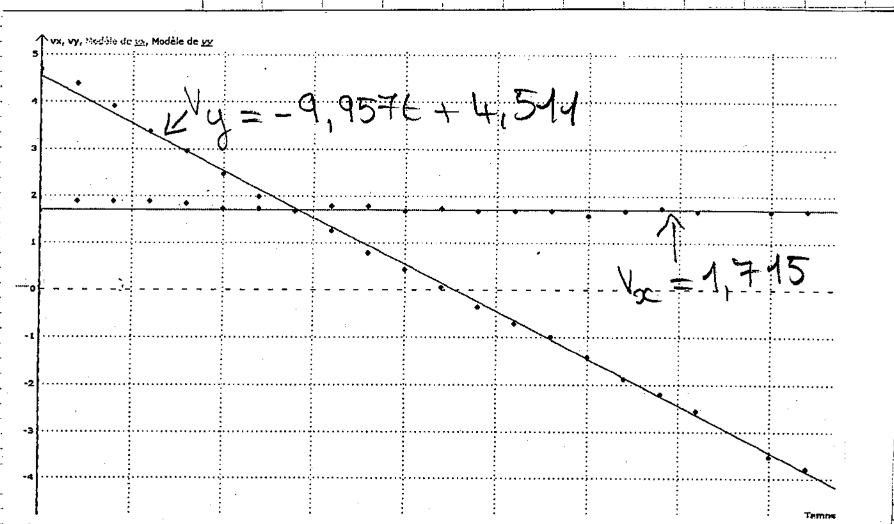
⟹ Les valeurs théoriques de portée et de flèche calculées à l'aide de l'énoncé sont supérieures aux valeurs expérimentales. L'écart assez proche s'explique par la non prise en considération des frottements lors de l'étude théorique.

<u>rem</u> : Il se peut qu'une balle de golf atteigne une plus grande portée que celle attendue en théorie par l'effet Magnus.

III) Equations paramétriques des coordonnées de la vitesse

Protocole :

Grâce à l'outil informatique et de la fonction calcul spécifique dérivée je peux calculer à partir des coordonnées expérimentales x et y les valeurs v_x et v_y du vecteurs vitesse au cours du mouvement. J'obtiens les courbes suivantes :



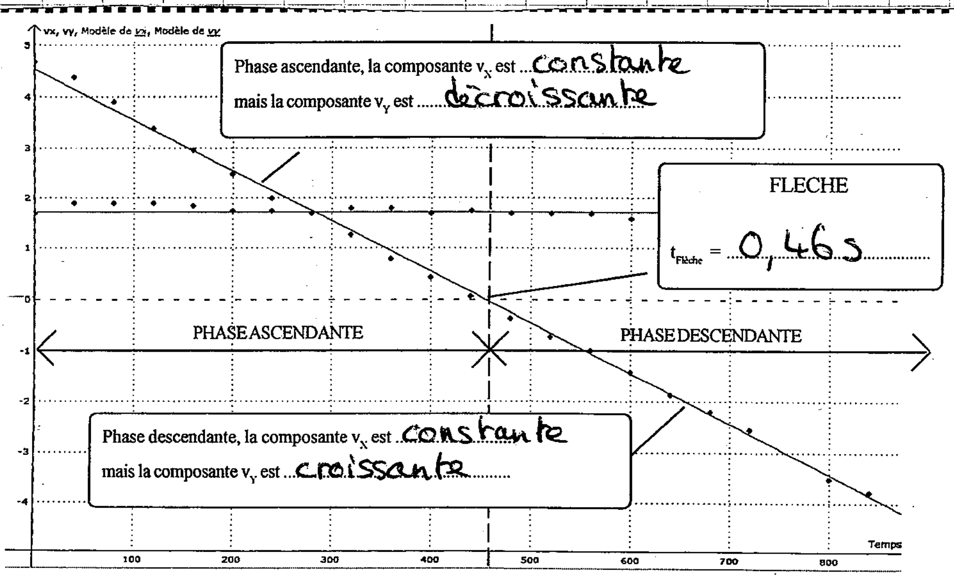
Les courbes obtenues sont pour la forme en accord avec la théorie vue en cours.

THEORIE		EXPERIMENTAL
$v_x = V_0 \times \cos\alpha$	$V_0 \times \cos\alpha = 1{,}71$ m/s	1,715
$v_y = (-g) \times t + V_0 \times \sin\alpha$	$-g = -9{,}8$ m/s²	-9,957
	$V_0 \times \sin\alpha = 4{,}7$ m/s	4,511

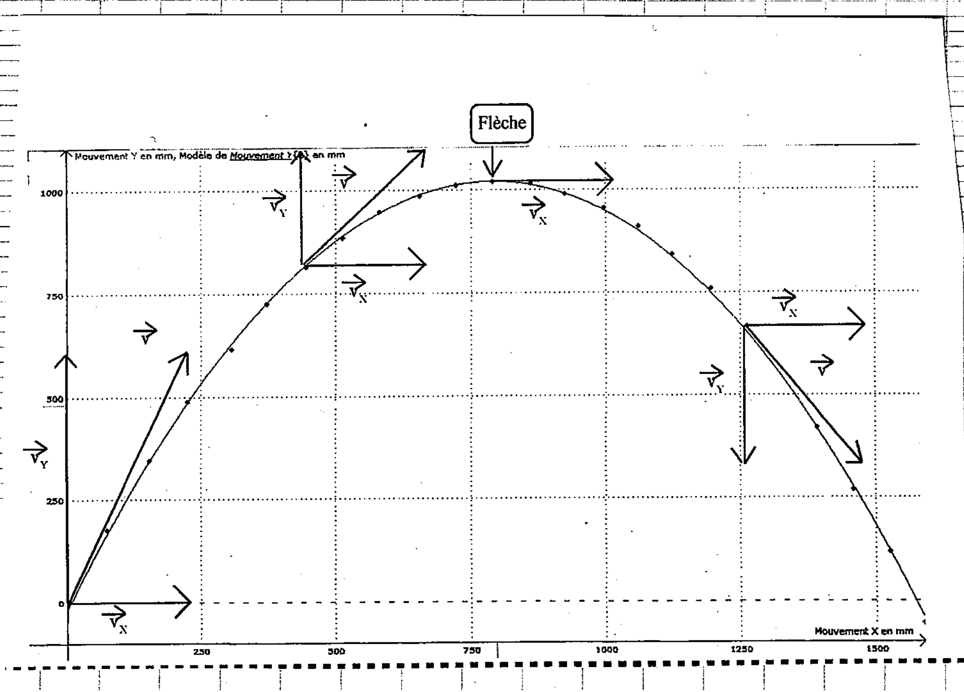
L'étude théorique est confirmée par les valeurs expérimentales à quelques valeurs près.

rem : Le mouvement de la balle peut se décomposer en 2 mouvements rectilignes :

- Sur l'axe des x, la vitesse étant constante son mouvement est donc rectiligne uniforme. On met ainsi en évidence la 1ère loi de Newton, puisque le poids $\vec{P}$ (seule force qui s'exerce sur la balle) n'a pas de projection sur l'axe des x. Tout se passe sur l'axe des x comme si la balle n'était soumise à aucune force



Le mouvement de la balle verticalement est un mouvement à vitesse variable.



⚠ rem : à la flèche la vitesse de la balle n'est pas nulle au contraire elle possède encore une vitesse mais minimale et correspond uniquement à son projeté suivant l'axe des x.

IV) Etude énergétique

❑ **ENERGIE CINETIQUE.**

Un point matériel de masse m et de vitesse instantanée v, transporte d'un point à un autre d'un référentiel une grandeur scalaire positive appelée ***énergie cinétique*** qui caractérise son état de mouvement.

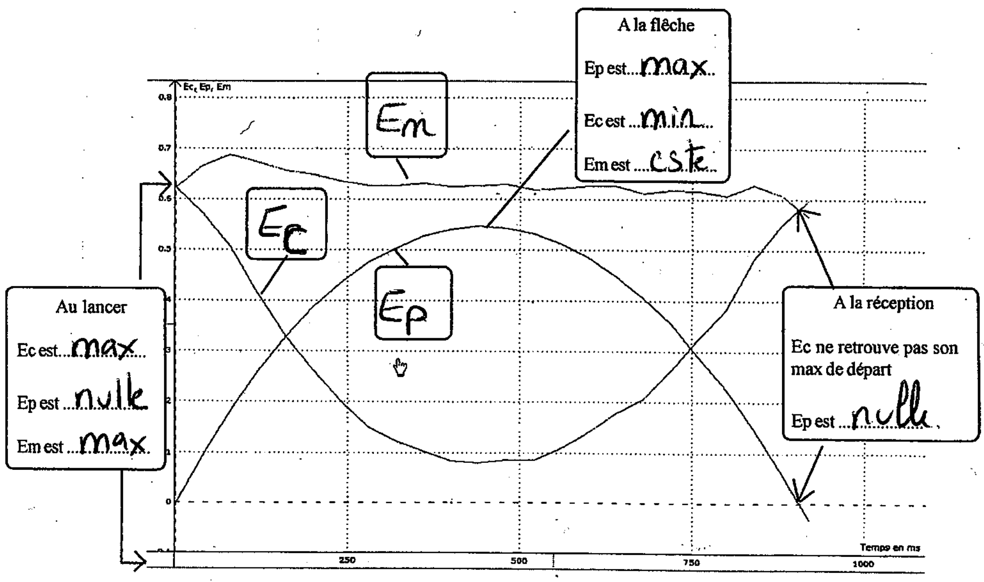
$$Ec = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

avec m en kg, Ec en Joule, v en $m.s^{-1}$.

❑ **ENERGIE POTENTIELLE.**

Un solide placé au voisinage de la Terre, possède, du fait de sa position, une énergie appelée ***énergie potentielle de pesanteur***.

Elle a pour expression: $Ep_{pesanteur} = m \times g \times z$



D'un point de vue energetique on observe

- Energie cinetique est max au moment lancer, diminue pendant la phase ascendante pour atteindre la valeur minimale lorsque la balle atteint la flèche. Puis à nouveau augmente lors de la phase descendante

• Energie potentielle est nulle au départ pour atteindre son maximum à la flèche et redevient nulle à la portée.

• Energie mécanique somme des deux energies est quasi constante
Il y a un transfert d'énergie cinétique en énergie potentielle (et inversement) de sorte que cette énergie mécanique est constante

Remarques

• A la flèche, l'énergie potentielle atteint sa valeur maximale MAIS l'énergie cinétique atteint sa valeur minimale non nulle. A la flèche l'énergie cinétique n'est pas nulle.

• En toute rigueur l'énergie mécanique n'est pas constante car lors des transferts d'énergie il y a pertes d'énergies à cause des frottements.