

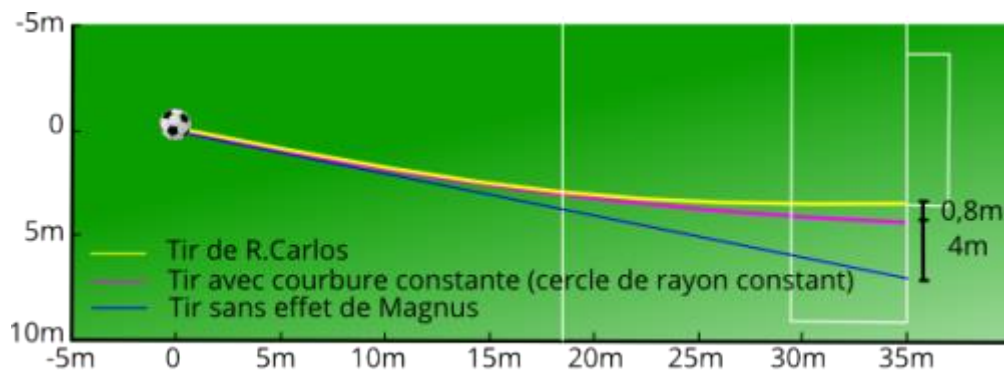
# Olympiades de Physiques 2021-2022

Comment gagner dans les sports de balle grâce à la physique ?



Fleury-Demais Sacha, Lemaire Elias, Hopsore Paul, Marie Stanislas, Clavier Guillaume

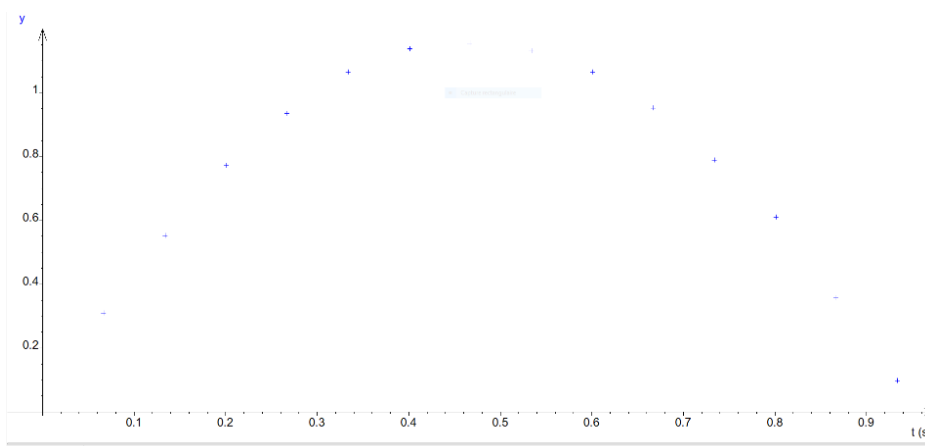
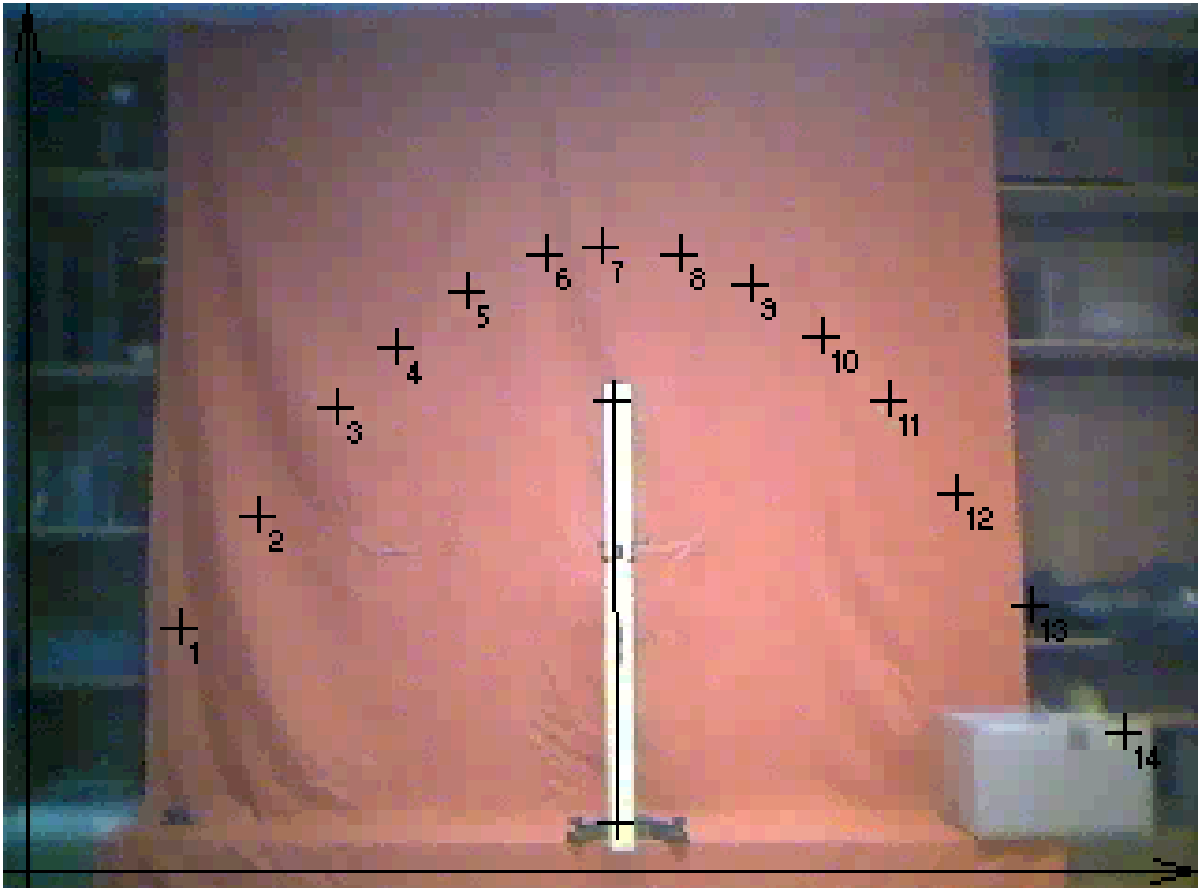
## Effet Magnus



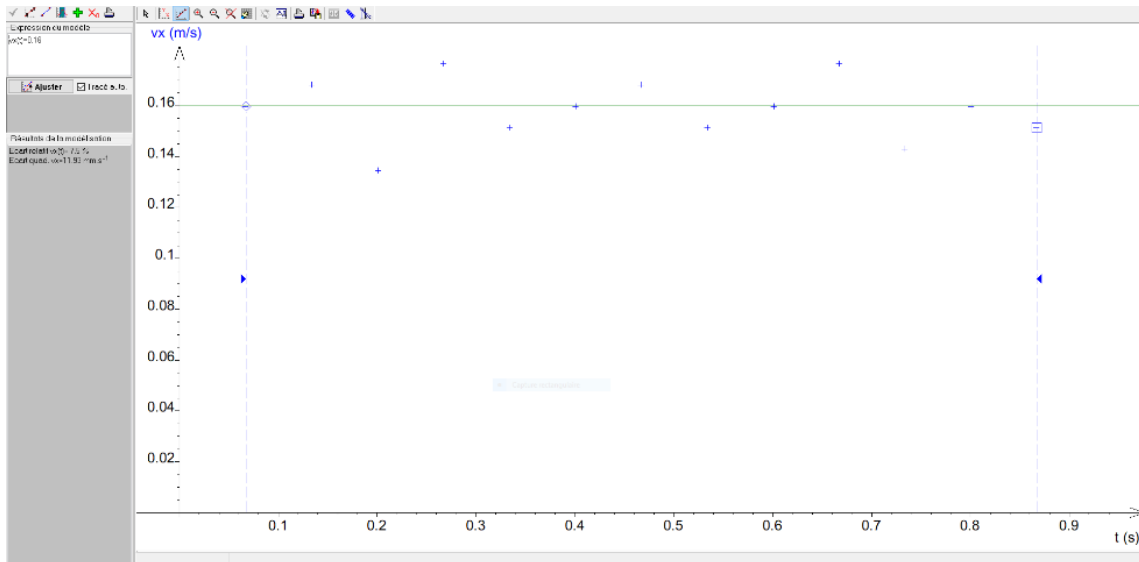
Source : Football curves (Dupeux et al. 2010)

La trajectoire d'un ballon de football va dépendre de la zone du ballon en contact avec le pied du joueur au moment de frapper et de la vitesse de rotation donnée au ballon. L'effet donné est appelé « enrouler ». On parle de tir « slicé » ou « lifté » pour les sports de raquette.

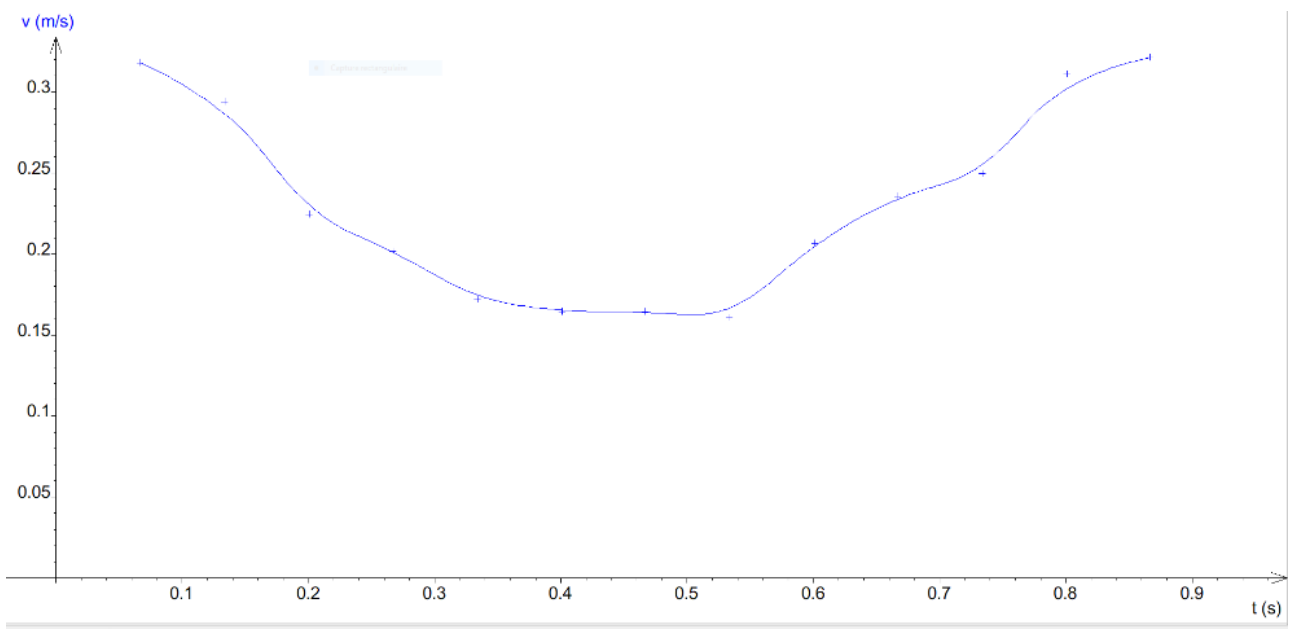
## Étude du mouvement d'un projectile dans un champ de pesanteur uniforme sans frottements :



Graphique 1 : Étude de la hauteur de la balle en fonction de la distance parcourue



**Graph 2 : Etude la vitesse horizontale de la balle en fonction du temps**



**Graph 3 : Etude de la vitesse de la balle en fonction du temps**

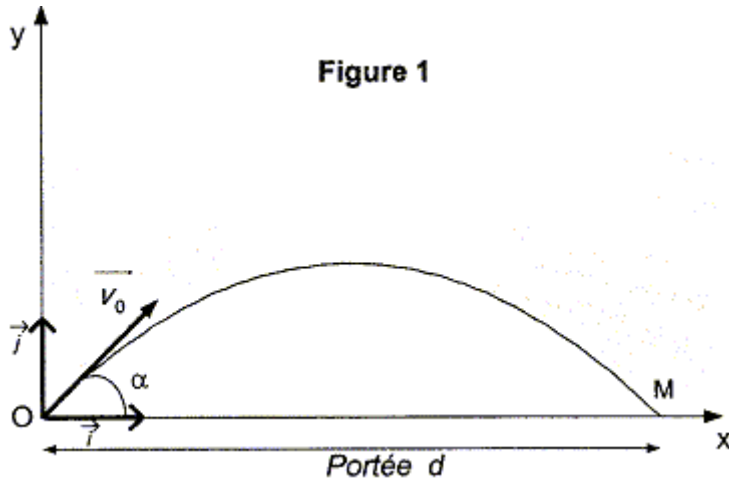
## Interprétation des résultats

Le premier graphique présente la hauteur de la balle ( $y$ ) en fonction de la distance parcourue ( $x$ ) ( $y$  en fonction de  $x$ ), on observe que la partie ascendante de la trajectoire est symétrique à la partie descendante par rapport à la flèche de la trajectoire.

De plus le troisième graphique présente la vitesse en m/s en fonction du temps, on observe que la vitesse initiale est égale à la vitesse finale.

La vitesse atteint un minimum à 0,15 m/s ce qui correspond au sommet de la trajectoire, en ce point, la vitesse verticale est nulle donc la vitesse au sommet de la trajectoire est égale à la vitesse horizontale qui est constante pendant le mouvement. En effet le deuxième graphique montre bien que la vitesse horizontale est constante.

## Partie théorique



$$\vec{v}(t) \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cos \alpha \\ v_y(t) = -gt + v_0 \sin \alpha \end{cases}$$

Ainsi la vitesse horizontale est constante car l'accélération horizontale est nulle et la vitesse verticale est uniformément accélérée car l'accélération verticale est constante.

$$\overrightarrow{OM}(t) \begin{cases} x(t) = (v_0 \cos \alpha)t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_0 \sin \alpha)t \end{cases}$$

### Cas particulier de la chute libre sans vitesse initiale

$$\vec{v}(t) = \begin{cases} v_x(t) = 0 \\ v_y(t) = -gt \end{cases}$$
$$\overrightarrow{OM}(t) = \begin{cases} x(t) = 0 \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$$

Nous en déduisons que le mouvement est rectiligne et uniformément accéléré.

### Flèche de la trajectoire

Il s'agit de la distance entre le sommet de la trajectoire et le sol soit l'axe des abscisses. Or le sommet est atteint lorsque  $v_y(t_s) = 0$ .

$$\Leftrightarrow y(t_s) = \frac{v_0^2 \sin(\alpha)^2}{2g}$$

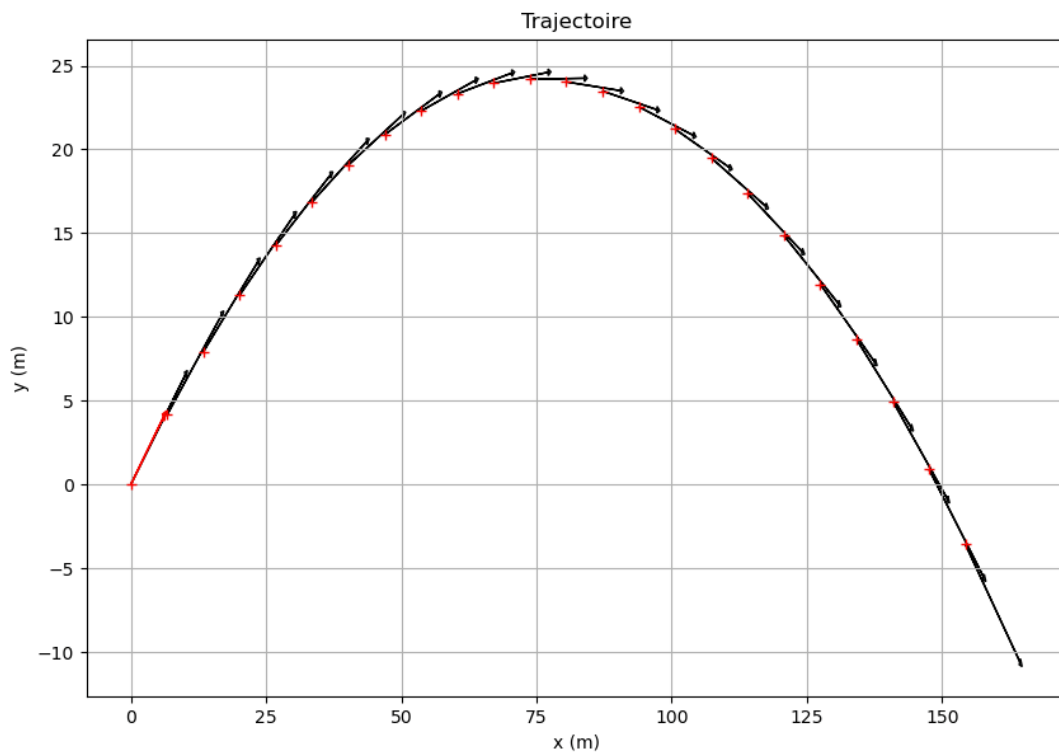
### Portée de la trajectoire

Il s'agit de la distance horizontale parcourue par le projectile. C'est donc la distance entre l'origine du repère (d'où est lancé le projectile) et le point au sol sur lequel arrive le projectile après sa chute.

$$x = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

## Schématisation d'une trajectoire à l'aide d'un programme python

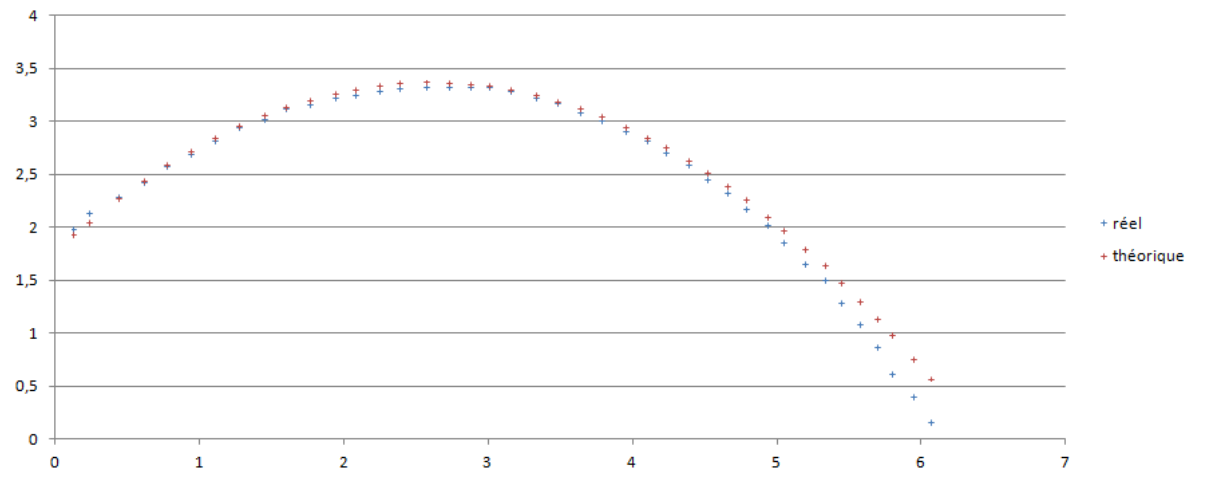
En choisissant comme valeurs  $\alpha = 33$  degrés,  $v_0 = 40$  m/s et la hauteur initiale  $h_0 = 0$  m on obtient la trajectoire suivante avec le vecteur vitesse initiale  $\vec{v}_0$  en rouge :



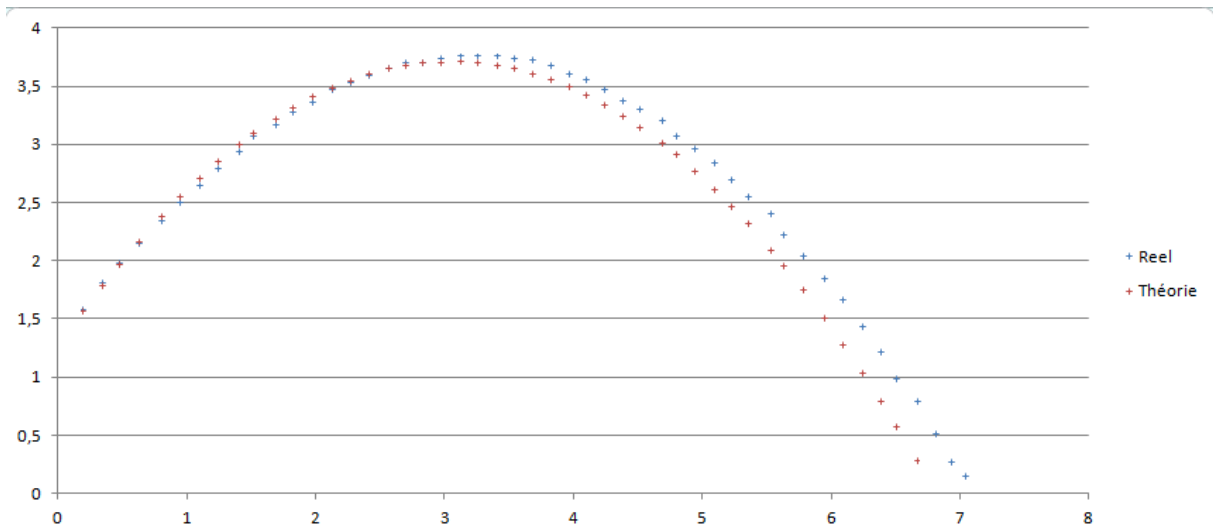


# Étude du mouvement d'un projectile en rotation sur lui-même dans un champ de pesanteur uniforme avec frottements

Trajectoire d'un projectile en rotation sur lui-même dans le sens horaire



Trajectoire d'un projectile en rotation sur lui-même dans le sens anti-horaire

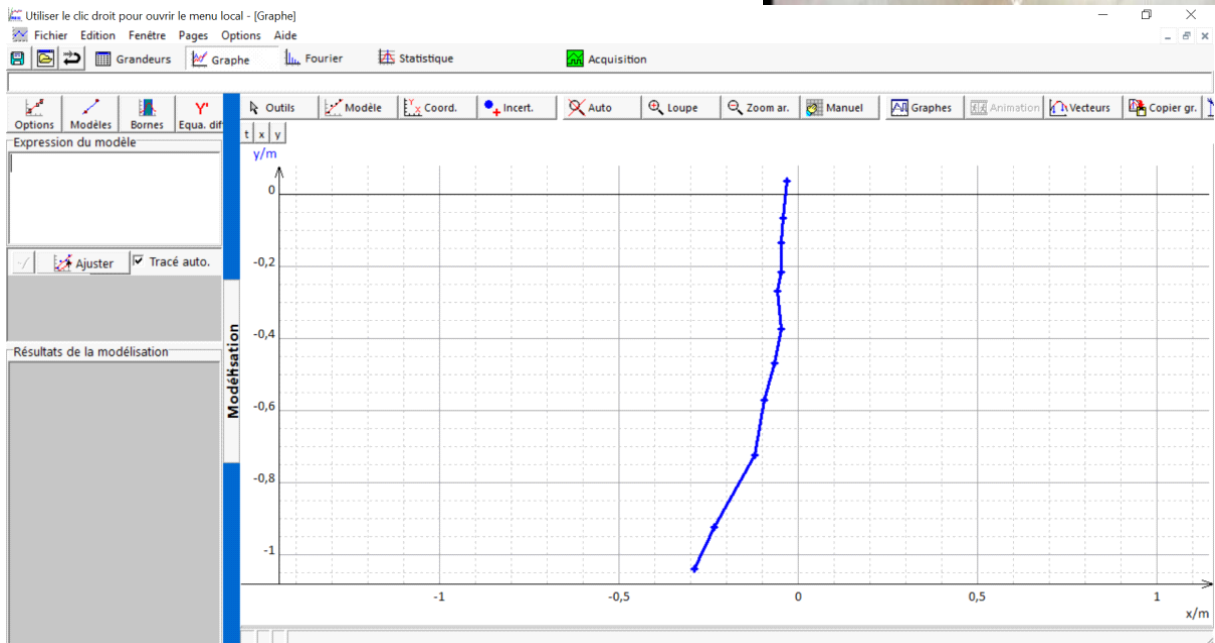


## Expérience du rouleau en papier

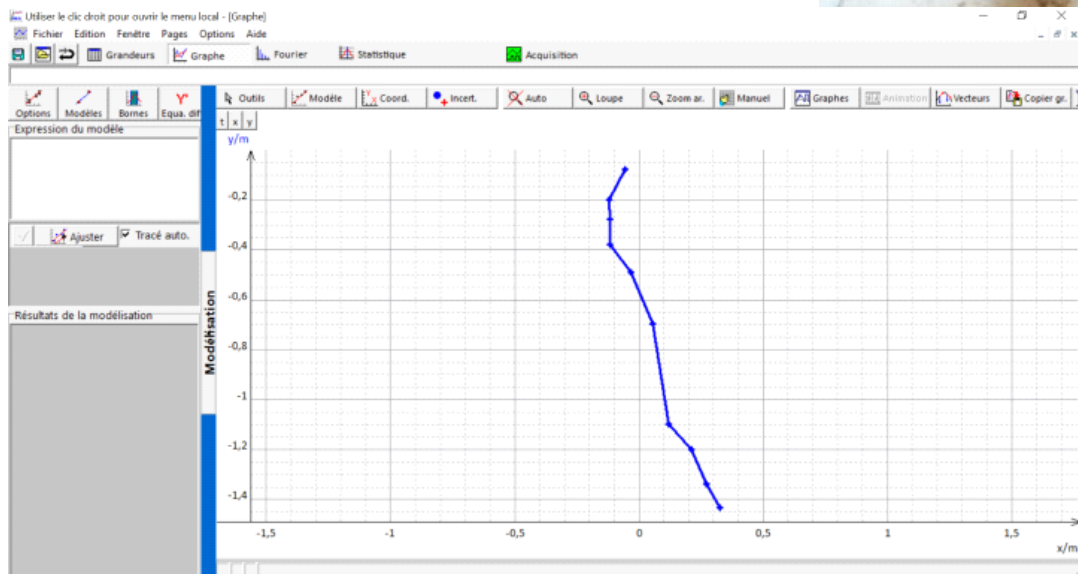
Témoïn :



Chute A :

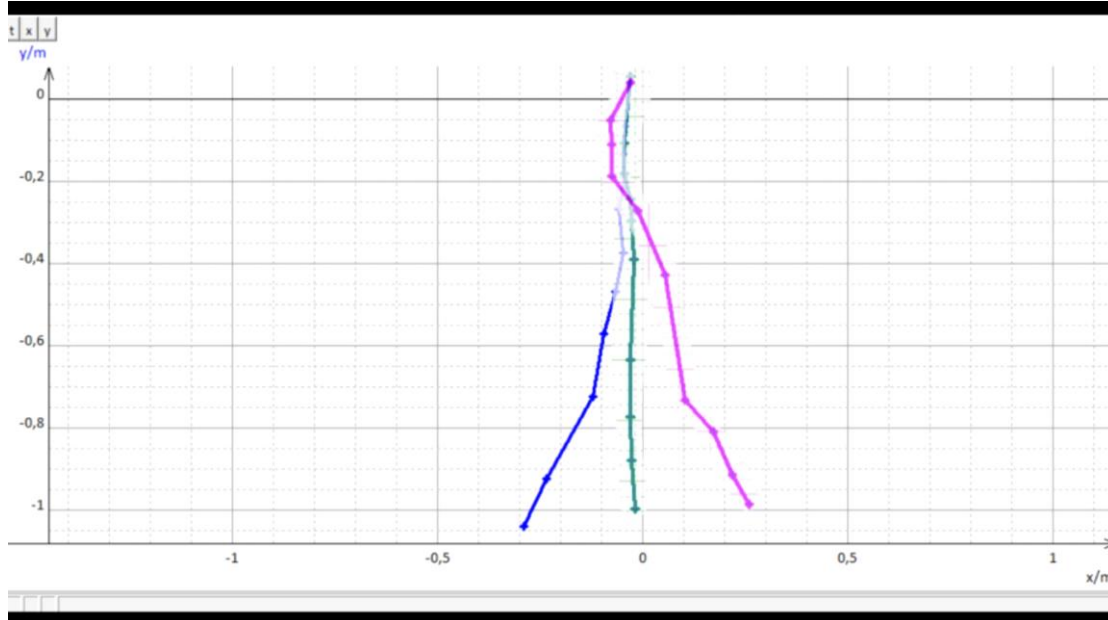


## Chute B :



## Comparaison des trajectoires

A l'aide d'un logiciel de montage photo, nous avons superposé les courbes des différents graphiques afin de les comparer en fonction de la trajectoire témoin.



Ici, il apparaît clairement que les trajectoires des chutes A et B sont bel et bien différents de la trajectoire témoin, lorsque le cylindre n'était pas en rotation sur lui-même.