Tracker

> Créer avec Tracker un echantillonnage de la vidéo. On pourra utiliser la hauteur de la barre transversale (3 mètres) pour la calibration. Sauvegarder le fichier de données au (format `txt` par défaut) sous le nom : `trajectoire_NomPrenom_S2.txt`

Extraction des données et représentation

> Extraire les données et stocker le temps dans une liste `t` et les coordonnées dans `x` et `y` . Puis convertir les listes en tableau numpy.

1 point

In [ ]:
```
from numpy import array
```

> Tracer la loi horaire : $x(t)$ 1 point

In [ ]:
```
import matplotlib.pyplot as plt
```

> Tracer la loi horaire : $y(t)$ 1 point

In [ ]:

> Tracer la trajectoire du ballon : $y(t)$ en fonction de $x(t)$ 1 point

In [ ]:

Traitement des données

> Calcul des composantes *horizontale* (v_x) et *verticale* (v_y) de la vitesse du ballon en utilisant la méthode des **différences finies centrales**. On créera 2 listes `vx` et `vy` pour stocker les valeurs. Quelle est la taille du vecteur `vx` et de `vy` ? Faire afficher le résultat.

2 points

In [ ]:
```python
N = len(vx)
print('number of data points = ', N)
```

> Eliminer la première et la dernière valeur du tableau `t` de telle sorte que la taille de `t` soit identique à celles de `vx` et `vy` . On appellera ce nouveau vecteur `tv` .

1 point

In [ ]:
```python
tv = list(t)

N = len(tv)
print('number of data points = ', N)
```

> Tracer les composantes de la vitesse du ballon en fonction du temps, ie. $v_x(t)$ et $v_y(t_v)$

1 point

In [ ]:
```python

```

> Tracer la composante horizontale de la vitesse du ballon en échelle semi-logarithmique, ie. $\log(v_x)$ en fonction de t_v

1 point

In [ ]:
```python
from numpy import log # Logarithme naturel = "ln"
```

Régression linéaire et temps caractéristiques

- La composante horizontale de la vitesse doit vérifier la relation suivante :

$$v_x(t) = v_x^0 \ \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)$$

avec $v_x^0 = v_x(t=0)\cos(\alpha)$ où α est l'angle de tir et $v_x(t=0)$ la vitesse initiale suivant (Ox). Le paramètre $\tau = m/\mu$ correspond au temps caractéristique de décroissance de la vitesse.

- La composante verticale de la vitesse doit vérifier la relation suivante :

$$v_y(t) = v_y^0 \ \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + v_{\text{lim}} \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right)$$

avec $v_y^0 = v_y(t=0)\sin(\alpha)$ et $v_{\text{lim}} = \tau g = \lim_{t\to\infty} v_y(t)$ représente l'asymptote verticale de la vitesse.

> A l'aide d'un ajustement linéaire de $\ln(v_x)$ en fonction de t, déduire la valeur numérique de τ :

2 points

> $$\ln(v_x) = \ln(v_x^0) - \frac{t}{\tau} = a_0 + a_1\, t$$

In [ ]:
```
from scipy.optimize import curve_fit
from numpy import ones, sqrt
```

> Tracer la droite de regression

1 point

In [ ]:
```
from numpy import linspace, arange

#plt.savefig('figure_x.png', dpi=300, format='png', transparent=True)
```

> Tracer la partie non constante de la composante verticale de la vitesse du ballon : $v_{\text{cst}} = v_y(t) - v_{\text{lim}} = v_y(t) + g\tau$. On créera un tableau `vy_cst` à cet effet.

1 point

In [ ]:
```
from scipy.constants import g
```

> Tracer la partie non constante de la composante verticale de la vitesse du ballon en échelle semi-logarithmique, ie. $\log(v_y(t) - v_{\text{lim}})$ en fonction de t

1 point

In [ ]:

> A l'aide d'un ajustement linéaire de $\ln(v_y(t) - v_{\text{lim}})$ en fonction de t, déduire la valeur numérique de τ :

1 point

> $$\ln\left(v_y(t) - v_{\text{lim}}\right) = \ln\left(v_x^0 - v_{\text{lim}}\right) - \frac{t}{\tau} = a_0 + a_1\, t$$

In [ ]:

```
from scipy.optimize import curve_fit
from numpy import ones, sqrt
```

> Tracer la droite de regression *

1 point

In [ ]:

```
from numpy import linspace, arange


#plt.savefig('figure_2.png', dpi=300, format='png', transparent=True)
```

Pour aller plus loin

> Tracer l'hodographe (v_x, v_y)

In [ ]:

```
import matplotlib.pyplot as plt

plt.plot(vx,vy,linestyle='', marker='o', markersize=2, color='orange', linewidth
plt.xlabel('$v_x$ (m/s)')
plt.ylabel('$v_y$ (m/s)')
```

Ce dernier hodographe devrait être une droite, de même que la loi $\ln(v_x(t))$ tracée plus haut. Dans le cas d'un ballon de rugby, la force de frottement est en fait une force de trainée en $-v^2$, ie. $\vec{f} = -\rho S C_x |v| \vec{v}$ avec ρ densité de l'atmosphère, S surface en contact et C_x le coefficient de trainée.