

# Tri des déchets : le séparateur balistique

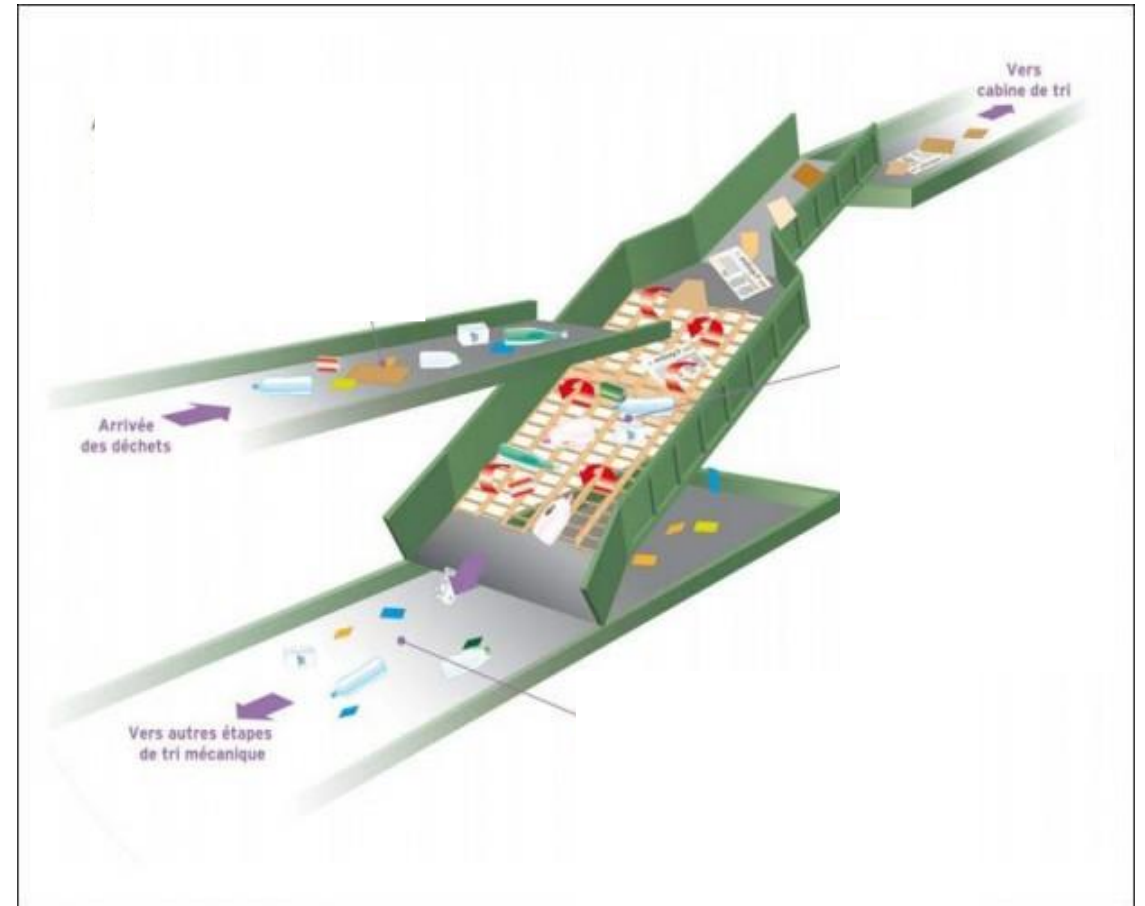
# Tri des déchets : le séparateur balistique

Quels sont les paramètres qui permettent d'optimiser le tri d'un séparateur balistique ?

I-Recherche des caractéristiques du séparateur

II-Remontée des objets plats

III-Descente des objets anguleux



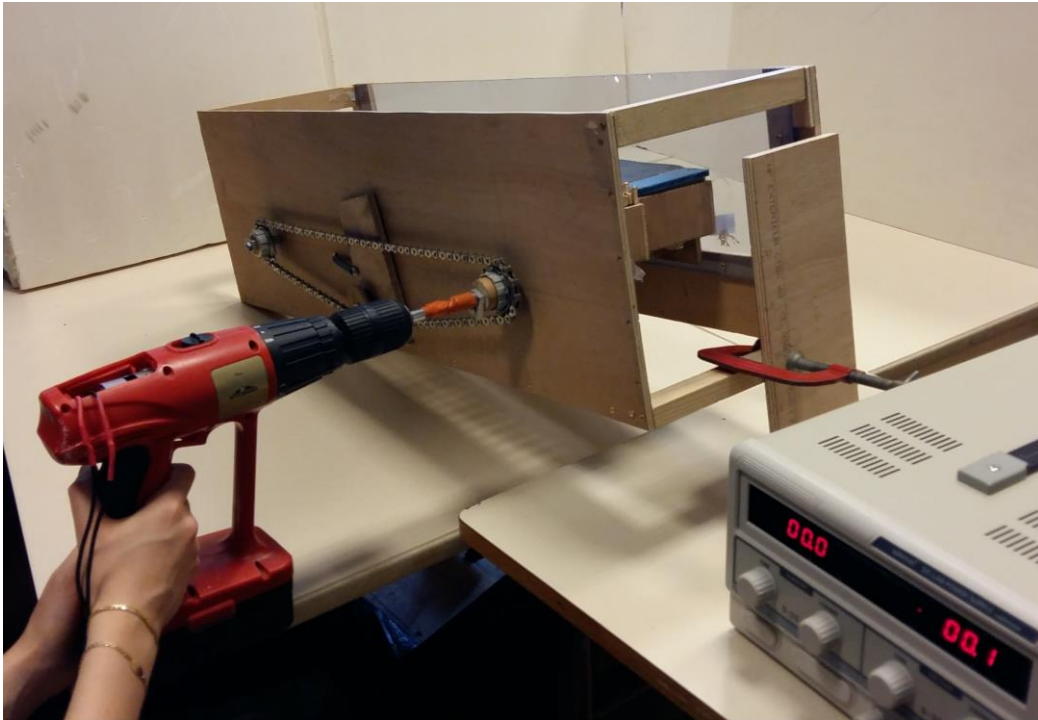
# I-Recherche des caractéristiques du séparateur

## 1) Maquette et notations



# I-Recherche des caractéristiques du séparateur

## 1) Maquette et notations





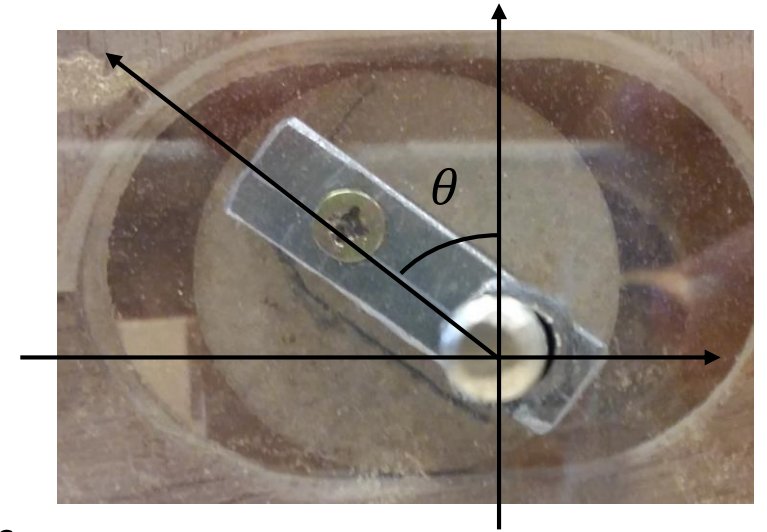
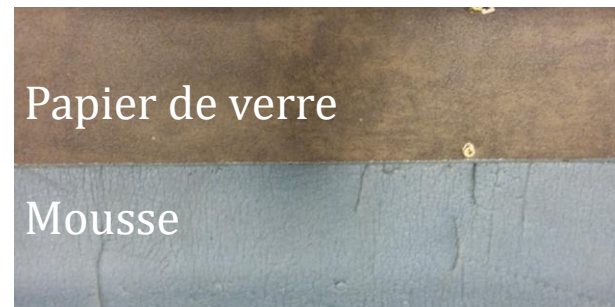
# I-Recherche des caractéristiques du séparateur

## 1) Maquette et notations



$\alpha$ : angle d'inclinaison du séparateur

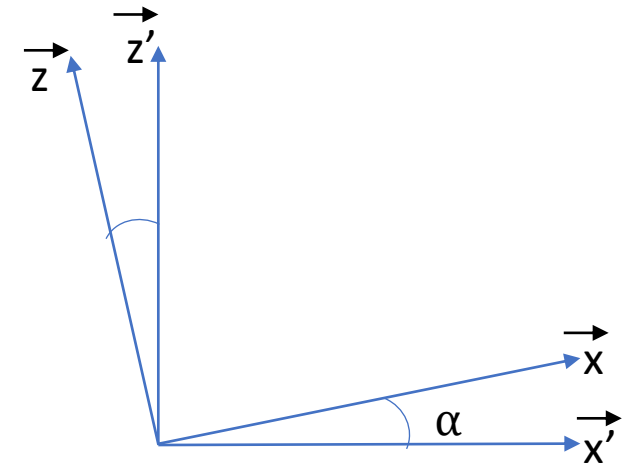
$\dot{\theta}$ : vitesse de rotation des arbres du séparateur



*expériences*

$\alpha = 10^\circ$

$\dot{\theta} = 408 \text{ tr/min}$



# I-Recherche des caractéristiques du séparateur

## 2) Détermination du coefficient de frottements

*expérience*

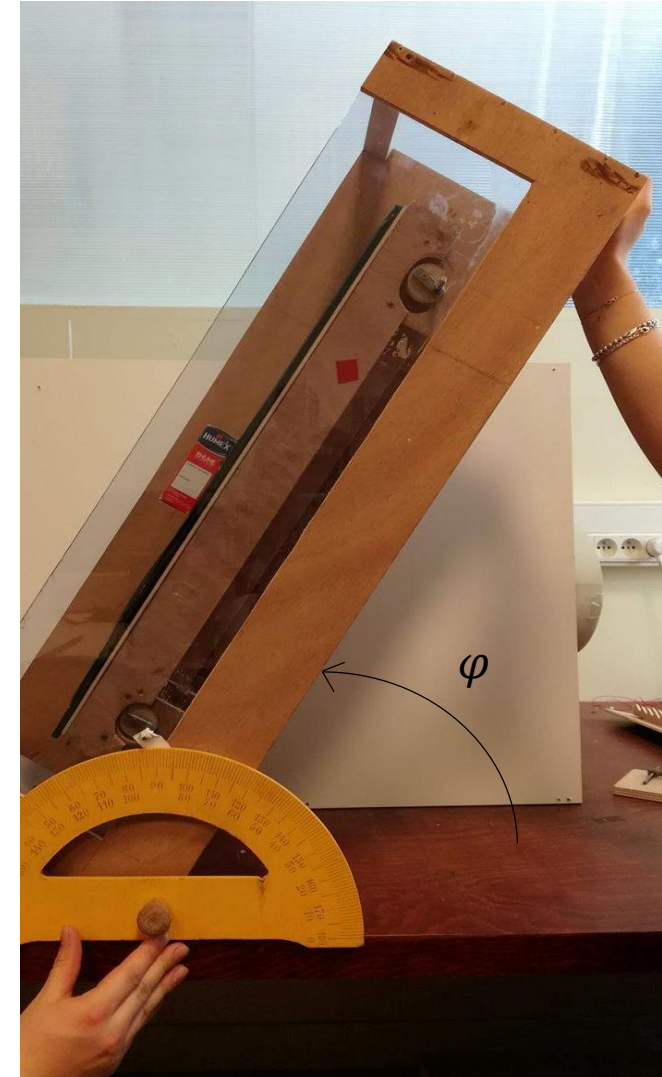
Protocole :

Augmentation de l'angle d'inclinaison du séparateur jusqu'à ce qu'il y ai glissement de l'objet.

$$f = \tan(\varphi)$$

Résultats :

- pour la mousse :  $f = 0,49 \pm 0,01$
- pour le papier de verre :  $f = 1,10 \pm 0,03$

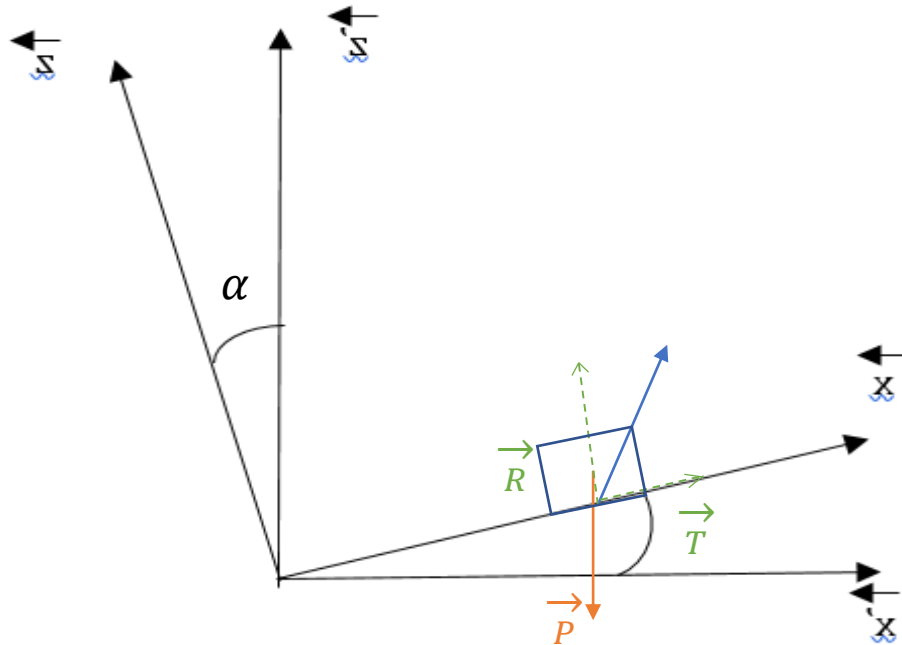


Expérience entre la boîte et le papier de verre

# I-Recherche des caractéristiques du séparateur

## 3) Recherche de la vitesse à partir de laquelle il y a glissement

théorie



$$m_p \vec{a} = \vec{P} + \vec{R} + \vec{T}$$

Glissement si  $T > f R$  :

$$\dot{\theta}^2 > \frac{f g \cos(\alpha) - g \sin(\alpha)}{f \cos(\theta) - e \sin(\theta)}$$

Pour le papier de verre:

$-\alpha = 0^\circ$

$$v_g = 249 \text{ tr. min}^{-1}$$

$-\alpha = 10^\circ$

$$v_g = 233 \text{ tr. min}^{-1}$$

Pour la mousse :

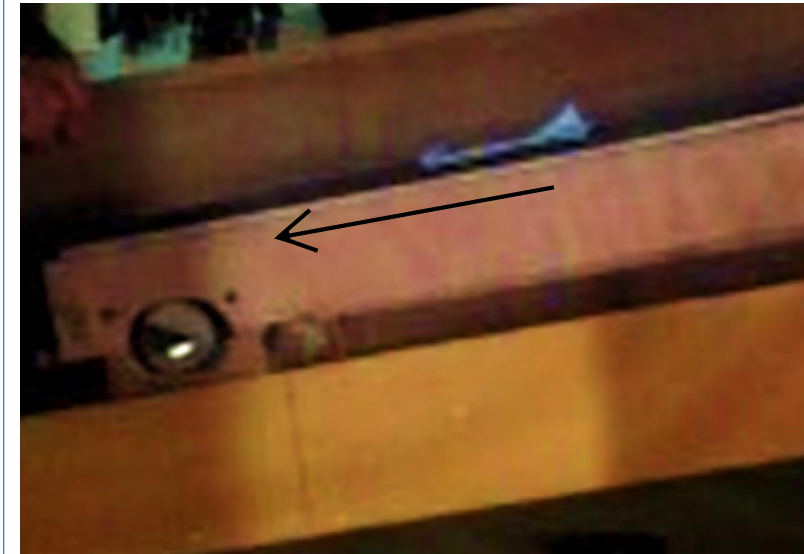
$-\alpha = 0^\circ$

$$v_g = 198 \text{ tr. min}^{-1}$$

$-\alpha = 10^\circ$

$$v_g = 157 \text{ tr. min}^{-1}$$

expérience



Glissement si :

pour la mousse

$-\alpha = 0^\circ$

$$v_g \geq 192 - 202 \text{ tr. min}^{-1}$$

$-\alpha = 10^\circ$

$$v_g \geq 145 - 162 \text{ tr. min}^{-1}$$



## II-Remontée des objets plats





# II-Remontée des objets plats

## 1) Détermination de la vitesse à partir de laquelle l'objet décolle

*théorie*

PFD appliqué au papier sur le séparateur :

$$\vec{m}_p \vec{a} = \vec{P} + \vec{R} + \vec{T}$$

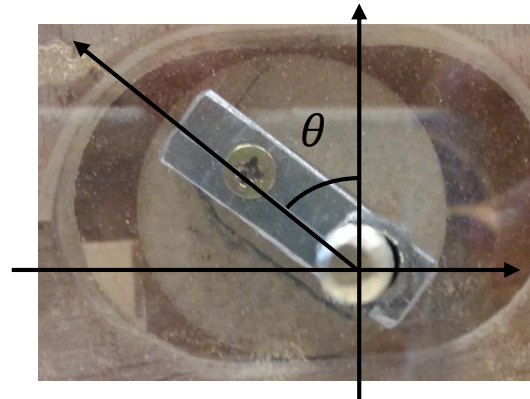
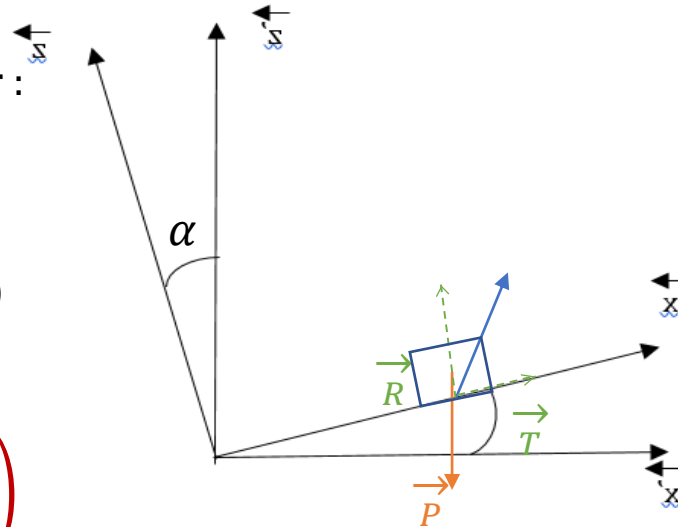
$$/ u_z : m_p e \dot{\theta}^2 \cos(\theta) = -R + m_p g \cos(\alpha)$$

$$\theta_{lim} = \arccos\left(\frac{g \cos(\alpha)}{e \dot{\theta}^2}\right)$$

Soit

$$\dot{\theta} \geq \sqrt{\frac{g \cos(\alpha)}{e}}$$

Dans notre cas :  $\dot{\theta}_{lim} = 297 \text{ tr/min}$  pour  $\alpha = 0^\circ$   
 $\dot{\theta}_{lim} = 297 \text{ tr/min}$  pour  $\alpha = 10^\circ$



*expérience*



Mesures au tachymètre :

- $\dot{\theta}_{lim} = 294 \text{ tr/min}$  pour  $\alpha = 0^\circ$
- $\dot{\theta}_{lim} = 290 \text{ tr/min}$  pour  $\alpha = 10^\circ$

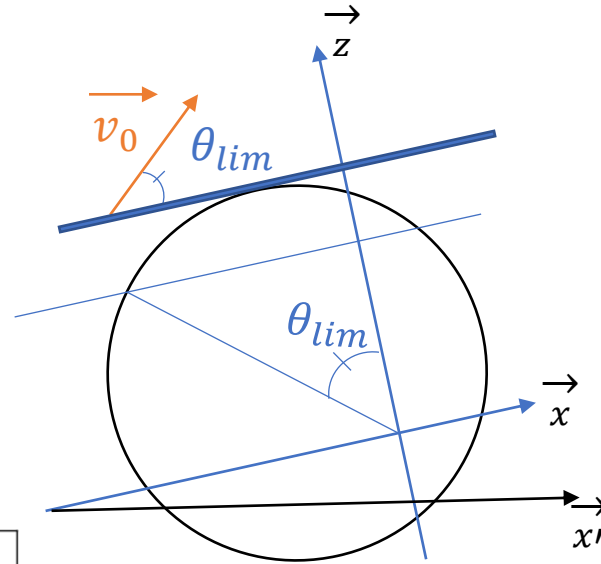
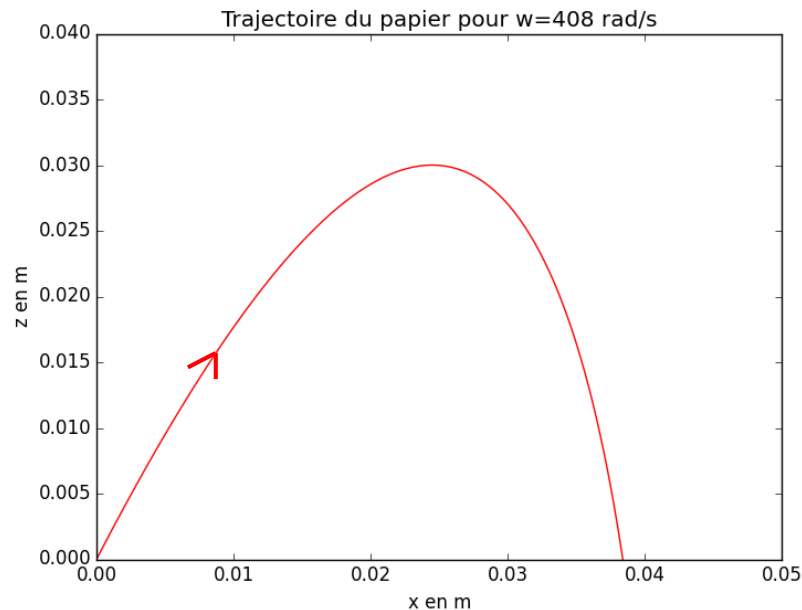
# II-Remontée des objets plats

## 2) Détermination de la trajectoire du papier

*théorie*

$$\theta_{lim} = \arccos\left(\frac{g \cos(\alpha)}{e \dot{\theta}^2}\right)$$

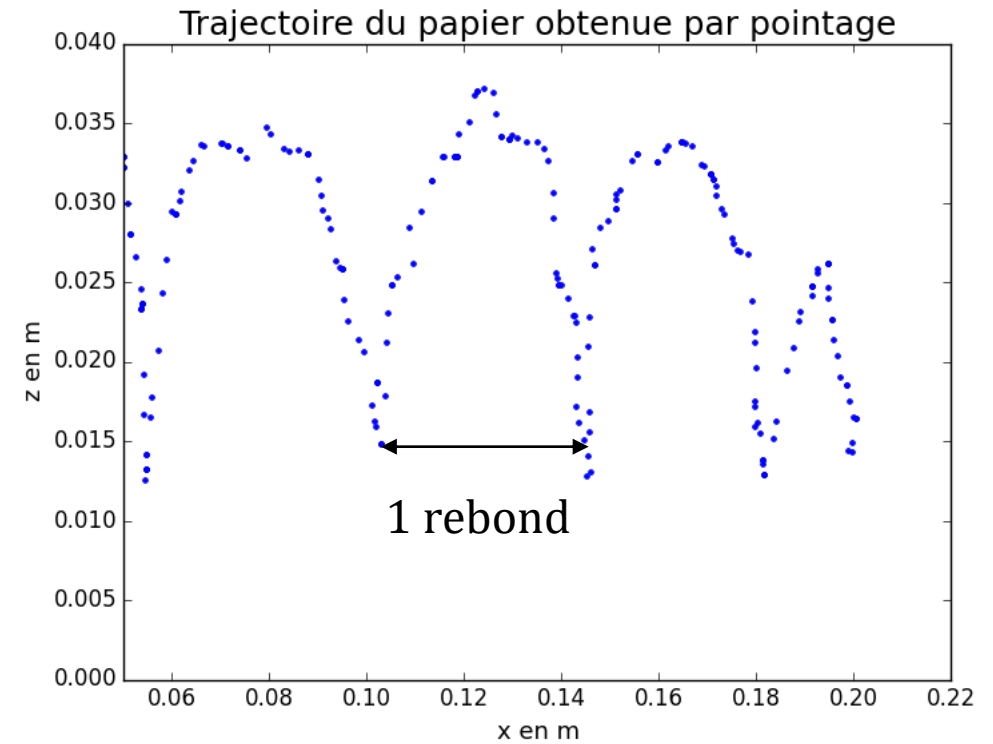
$$v_0 = e \dot{\theta} = 0,43 \text{ m/s}$$



Portée attendue : 3,8 cm.

*expérience*

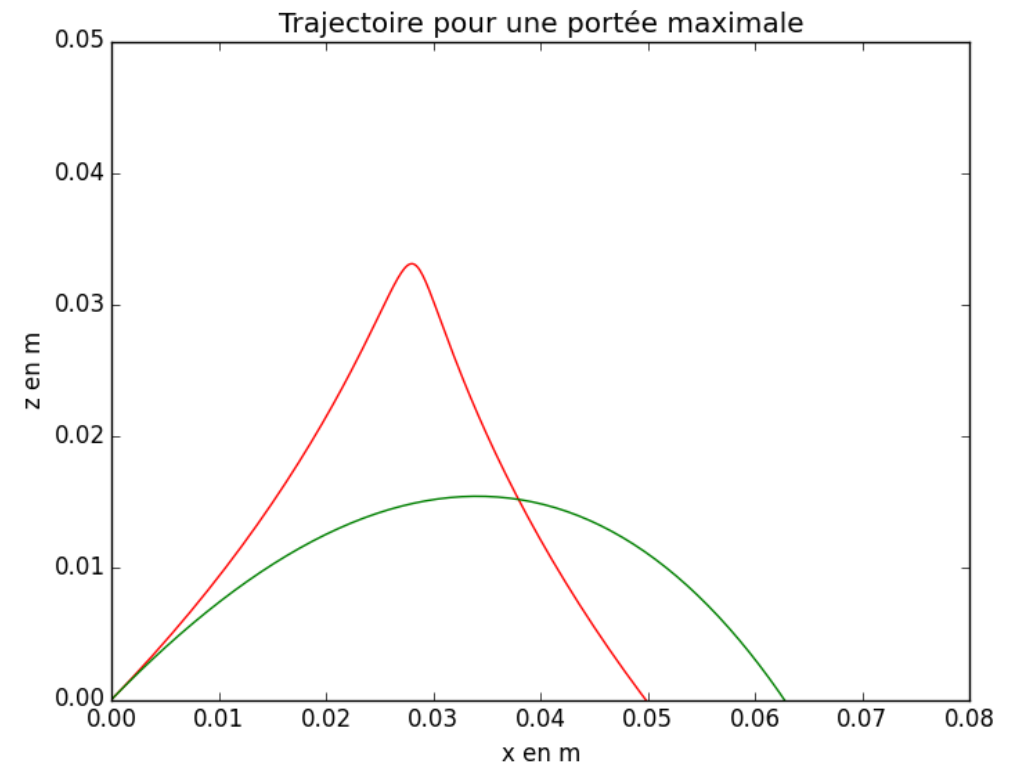
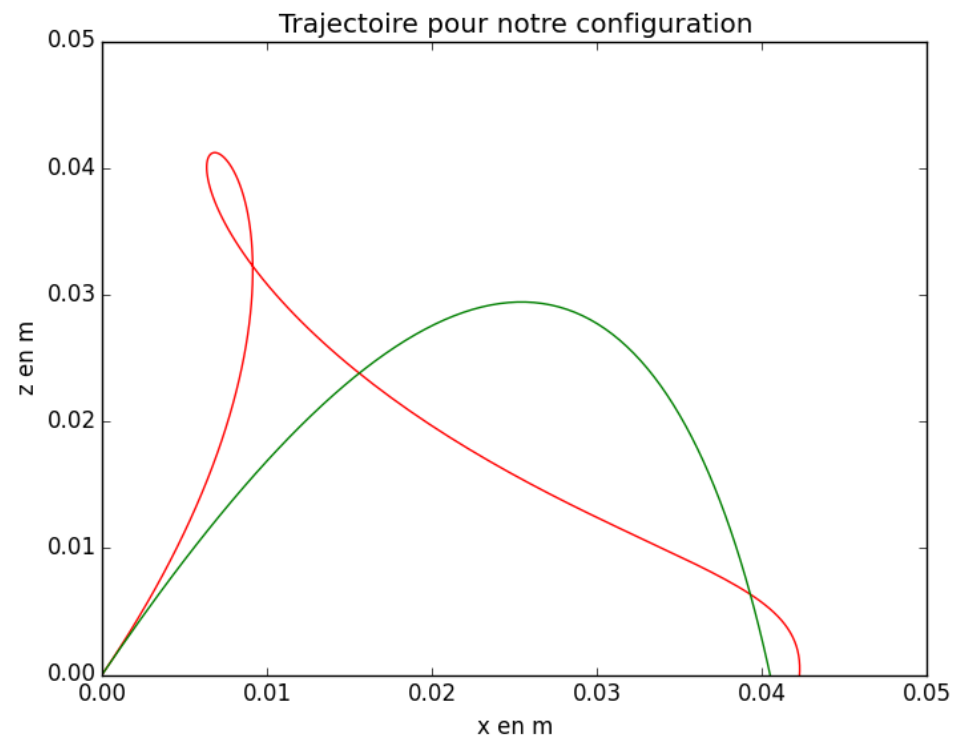
On mesure  $v_{0exp} = 0,45 \text{ m/s}$ .



Portée moyenne : 4,1 cm

# II-Remontée des objets plats

## 3) Choix de la vitesse pour un tri optimal





# III-Descente des objets anguleux



# III-Descente des objets anguleux

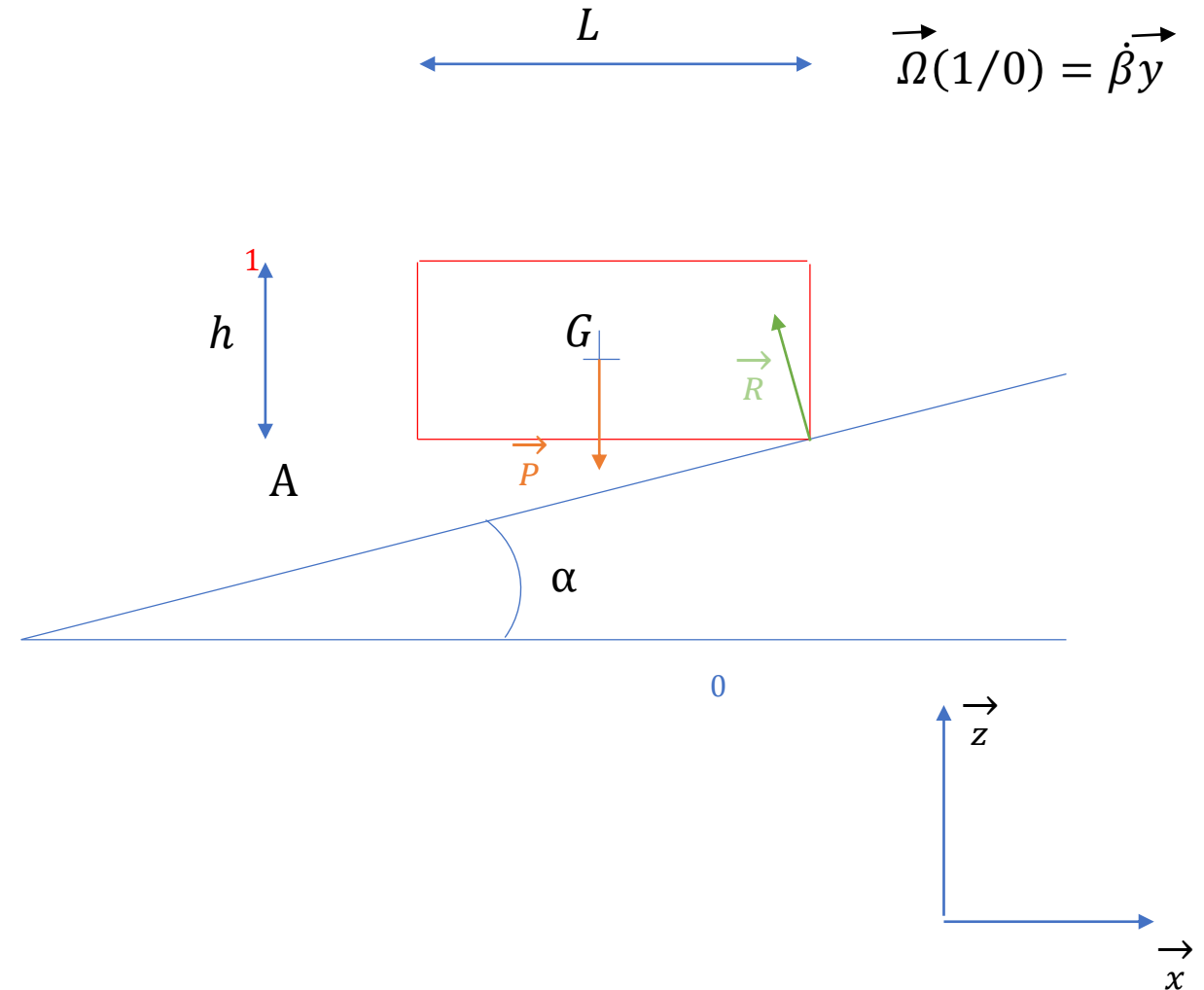
## 1) Présence du mouvement de rotation

Centre de gravité  $G$ , tel que  $\vec{AG} = \frac{L}{2} \vec{x} + \frac{h}{2} \vec{z}$

TMD appliqué à la boîte en  $A$  en projection sur  $\vec{y}$   
dans le repère  $(x, y, z)$ :

$$\frac{1}{3} (4h^2 + 4L^2) \ddot{\beta} = -g L$$

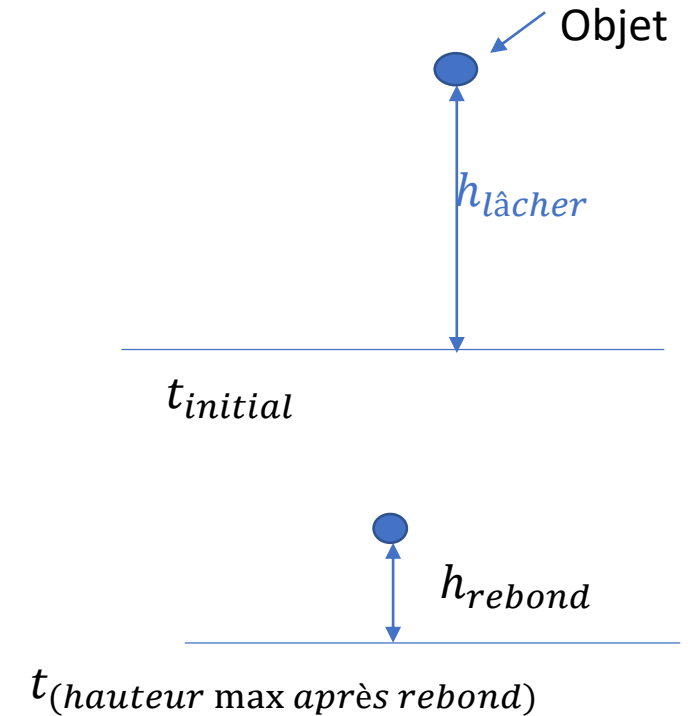
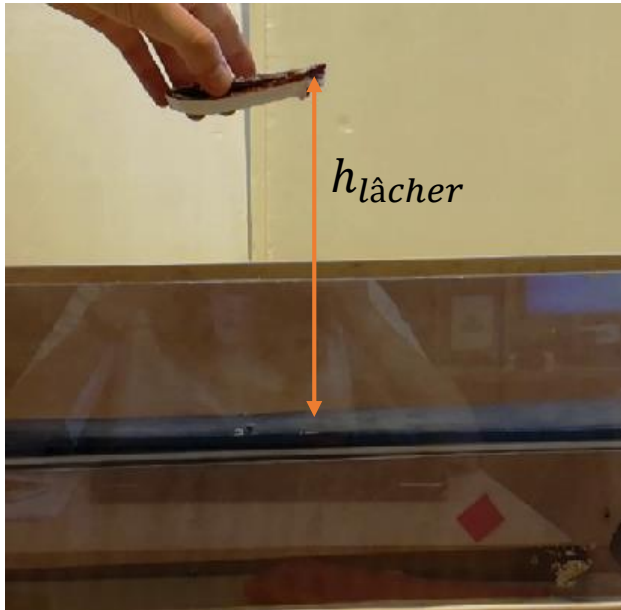
→ apparition d'une dérivée seconde de  $\beta$   
: mouvement de rotation autour de  $y$ .



# III-Descente des objets anguleux

## 2) Détermination des coefficients de restitution

Le coefficient de restitution est  $C = \sqrt{\frac{h_{rebond}}{h_{lâcher}}}$ .



En mesurant sur plusieurs vidéos :

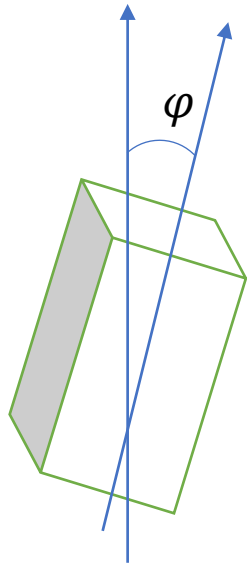
$$C_{papier} = 0,28$$

$$C_{boite} = 0,41$$

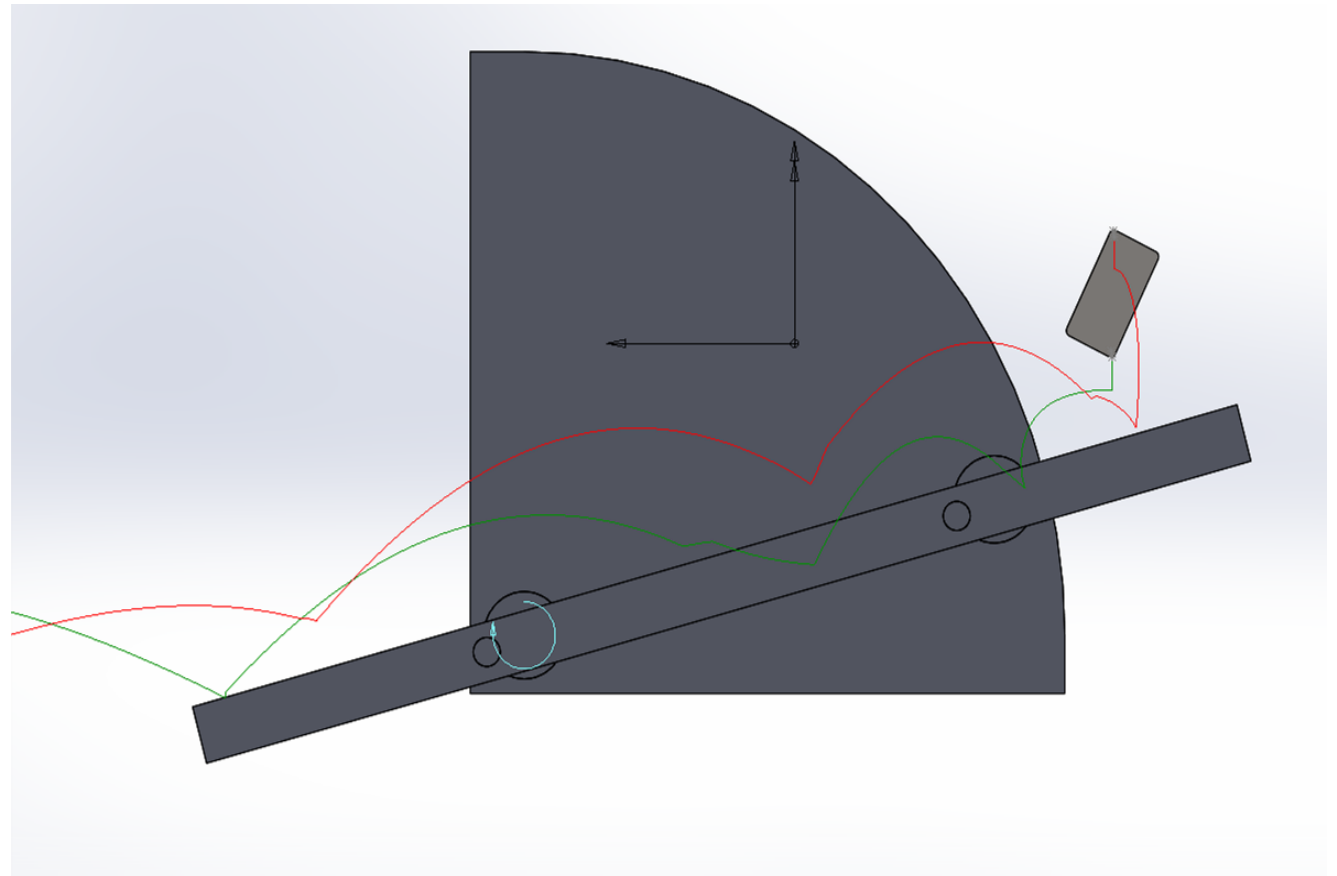


# III-Descente des objets anguleux

## 3) Modèle numérique : utilisation de SolidWorks



Pour  $26^\circ \leq \varphi \leq 28^\circ$  : l'objet remonte.  
Sinon, il descend.



# Conclusion

→ *Comportement des objets avec la maquette fidèle aux résultats attendus.*

→ *Limites de l'étude : objets plus variés et nombreux.*

→ *Paramètre permettant l'optimisation du tri : vitesse de rotation.*

→ *Possibilité de prendre en compte la valeur de  $e$  pour une étude complète.*