

VAULTIER Damien
n°41510

TIPE

LA TOUPIE TIPPE-TOP



SOMMAIRE

- Présentation de la toupie tippe-top
- Principes théoriques
- Plan d'expérience
- Exploitation des résultats
- Conclusion

HISTORIQUE DE LA TOUPIE TIPPE-TOP



Les physiciens Wolfgang Pauli et Niels Bohr observant une toupie tippe-top

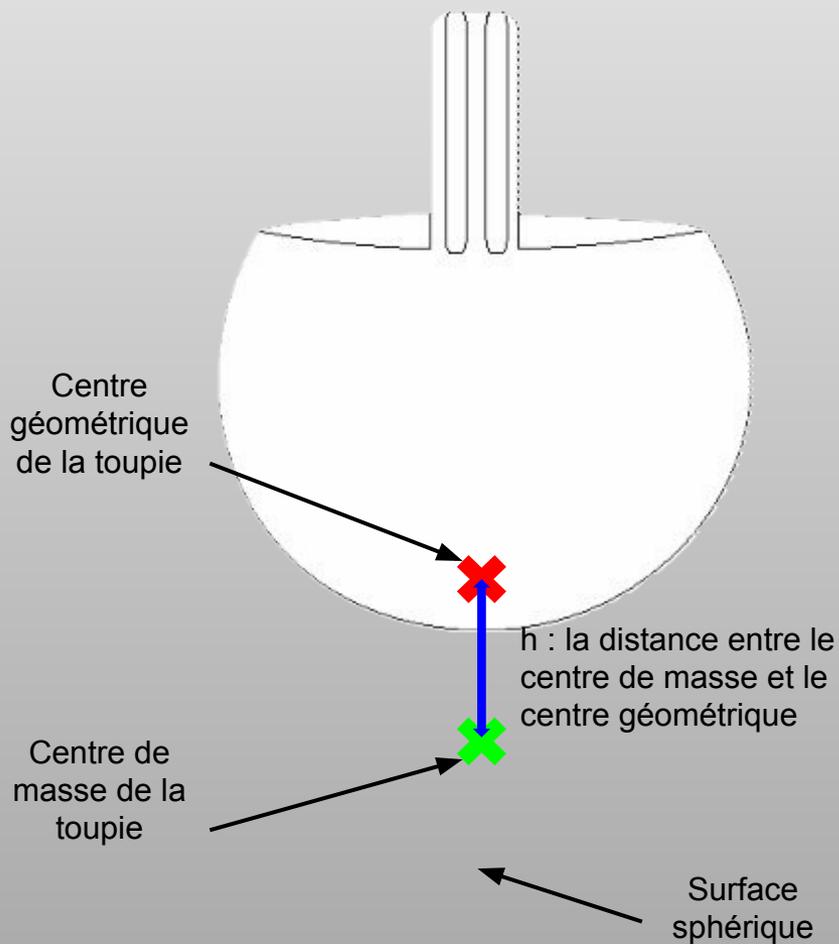


Exemple de toupies classiques

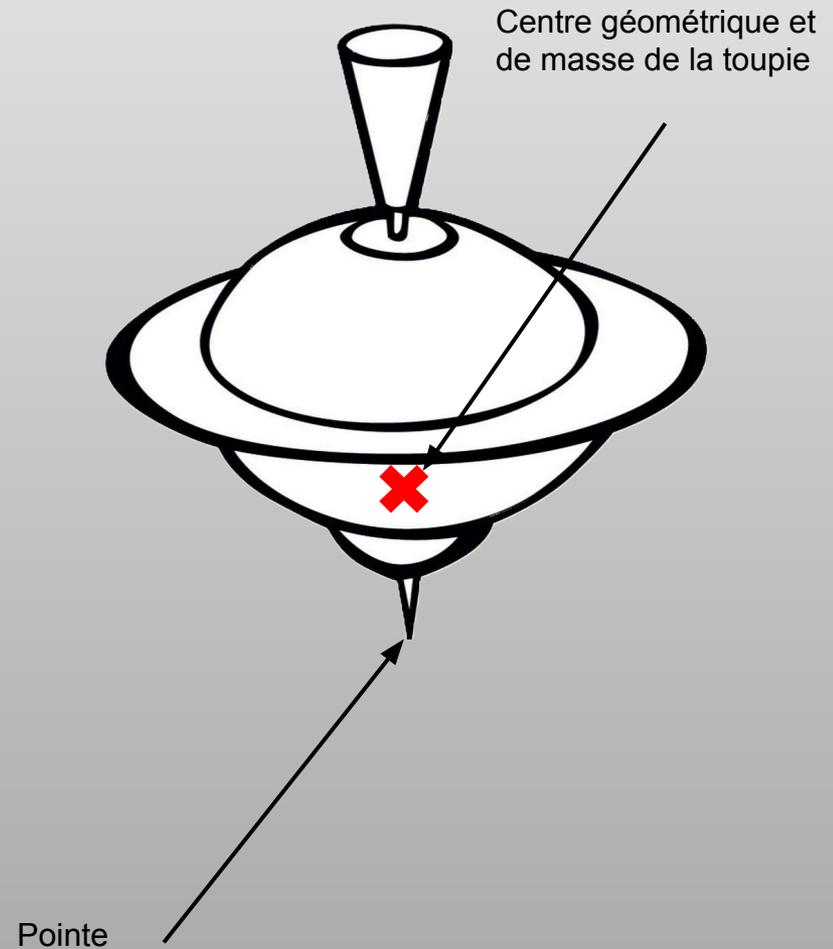


Toupie tippe top vendue dans le commerce

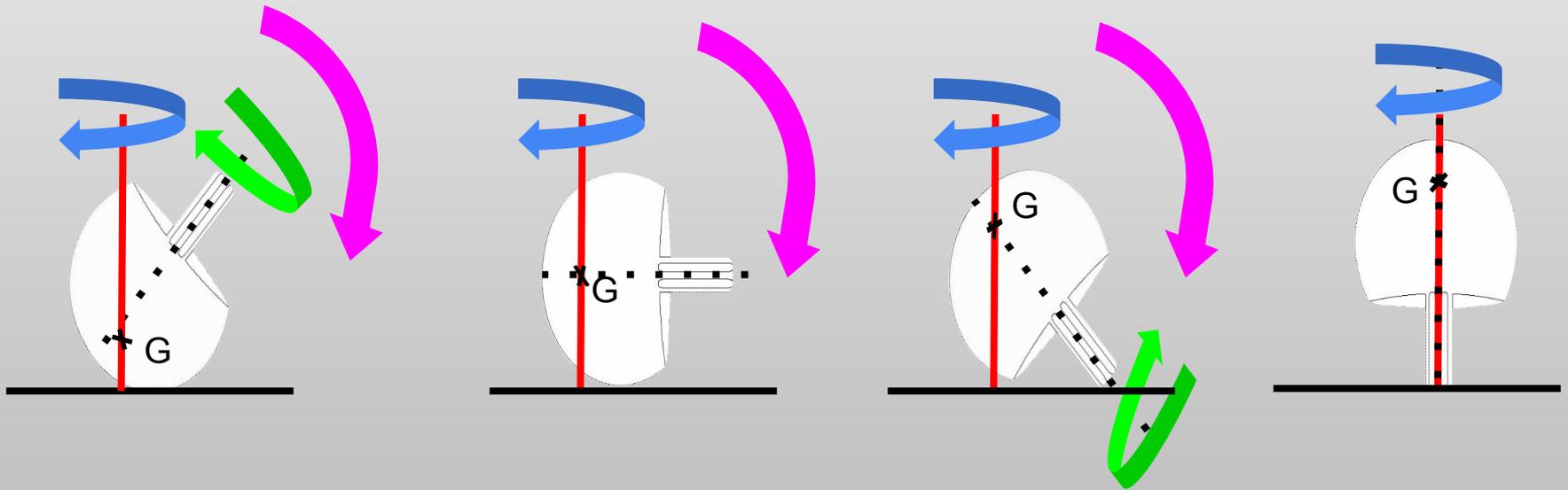
GÉOMÉTRIE DE LA TOUPIE TIPPE-TOP



\neq



MOUVEMENT DE LA TOUPIE TIPPE-TOP



Rotation autour de l'axe rouge



Inclinaison de la pointe



Rotation autour de l'axe de symétrie de la toupie

CONDITION DE RETOURNEMENT

$$\frac{4mh}{Fr\sigma^2} < 1$$

m : Masse de la toupie

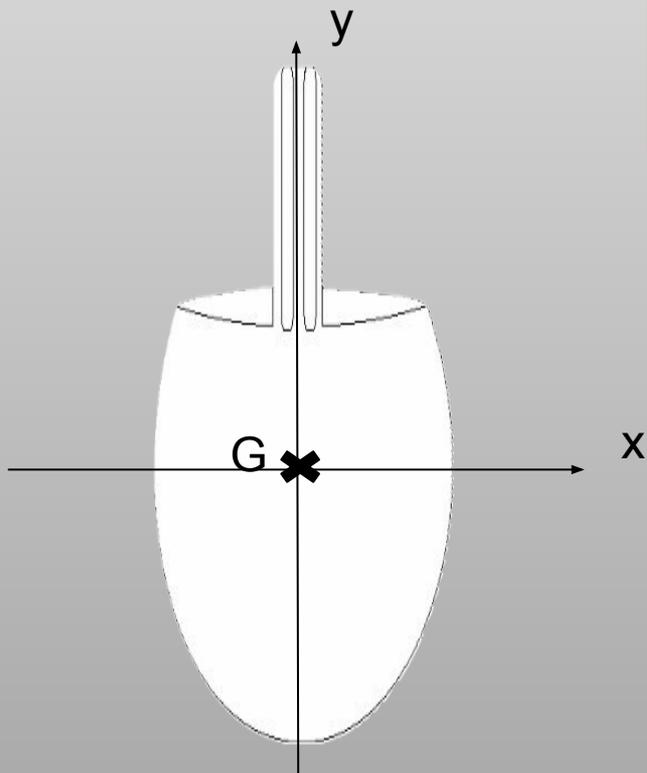
Fr : Coefficient rassemblant à la fois les frottements de Coulomb et les frottements visqueux

h : La distance entre le centre de masse et le centre géométrique

σ : Le rapport des moments d'inertie

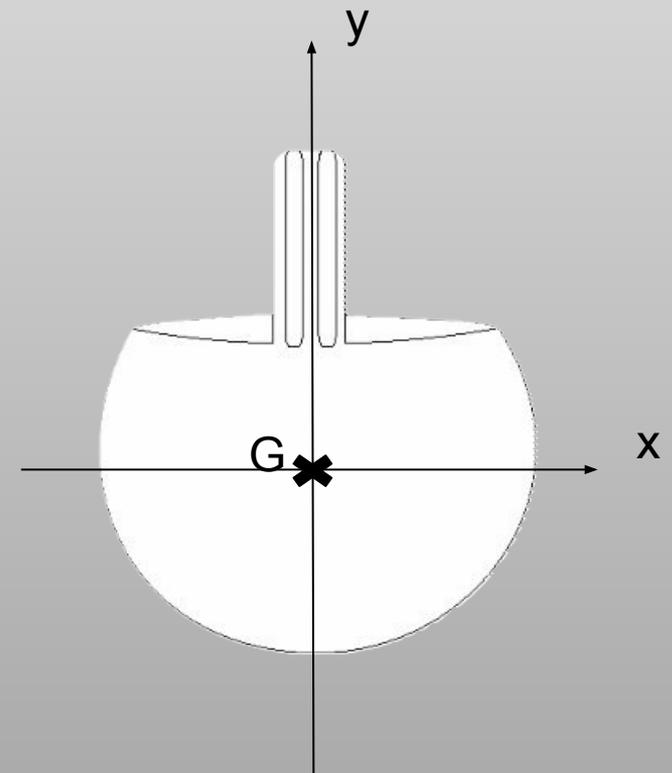
σ LE RAPPORT DES MOMENTS D'INERTIE

$\sigma < 1$



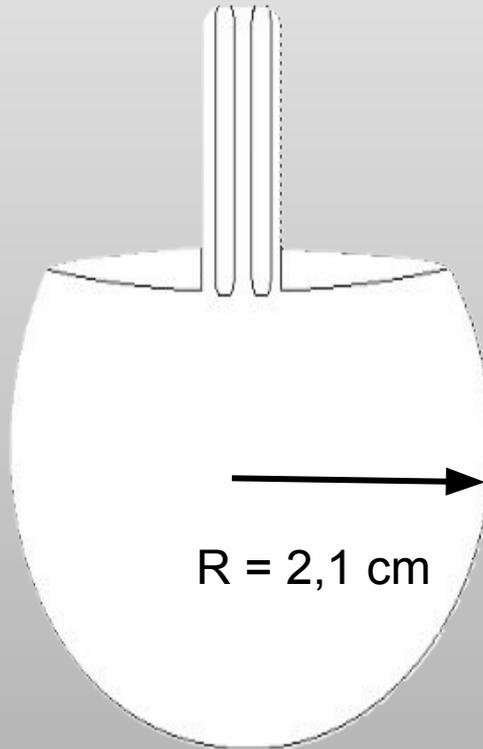
$$\sigma = \frac{J_{ox}}{J_{oy}}$$

$\sigma > 1$



L'EXPÉRIENCE

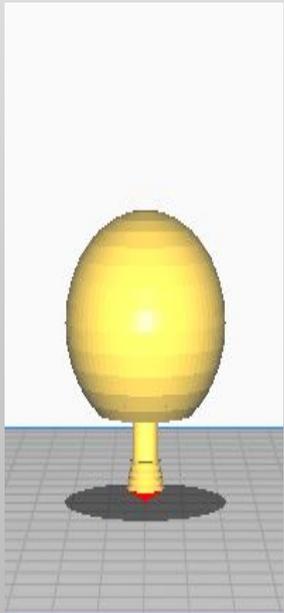
Toupie utilisée pour
réaliser l'expérience



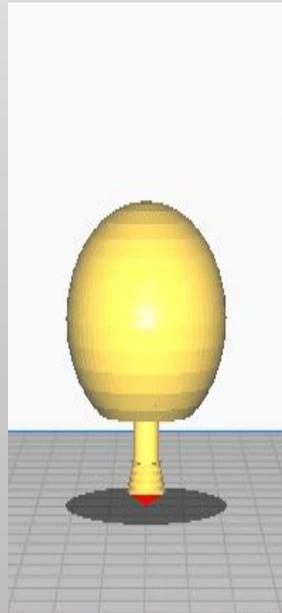
$d = 5,7 \text{ cm}$

$R = 2,1 \text{ cm}$

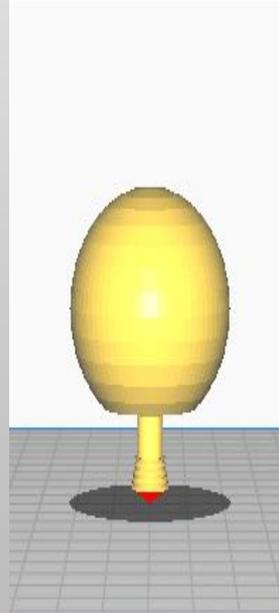
MODÉLISATION DE LA TOUPIE



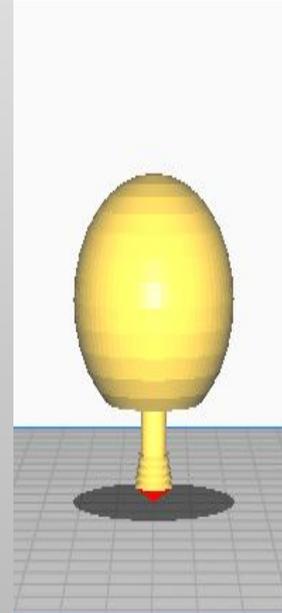
-10%



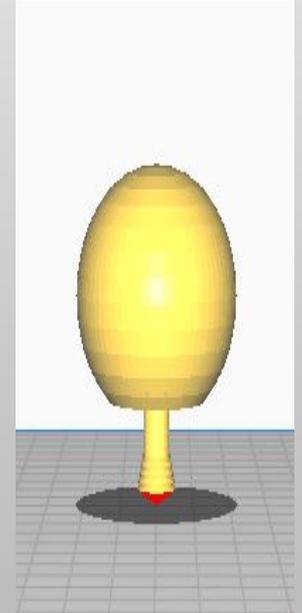
-5%



0%



+5%



+10%

LE DISPOSITIF

Caméra permettant de capturer le mouvement de la toupie

Ordinateur pour prendre les mesures

Rotation donnée à la toupie



Surface sur laquelle tourne la toupie (bois, céramique, ...)

Chacune des cinq toupies est enregistrée





























































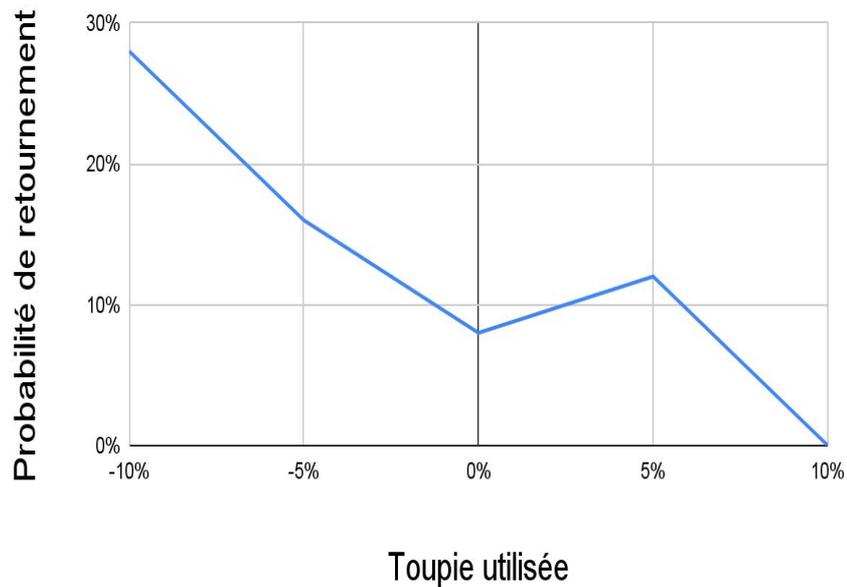


RÉSULTATS OBTENUS SUR DU BOIS

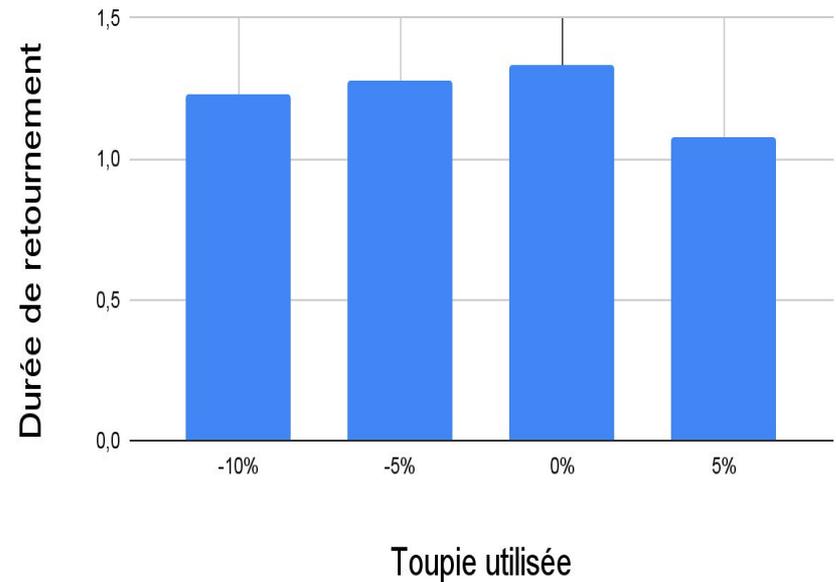
Vitesse de retournement moyenne :
317,8 rad/s soit 3035 tr/min

Vitesse de rotation d'une toupie classique :
2500 - 8000 tr/min

Probabilité de retournement par rapport à la Toupie utilisée



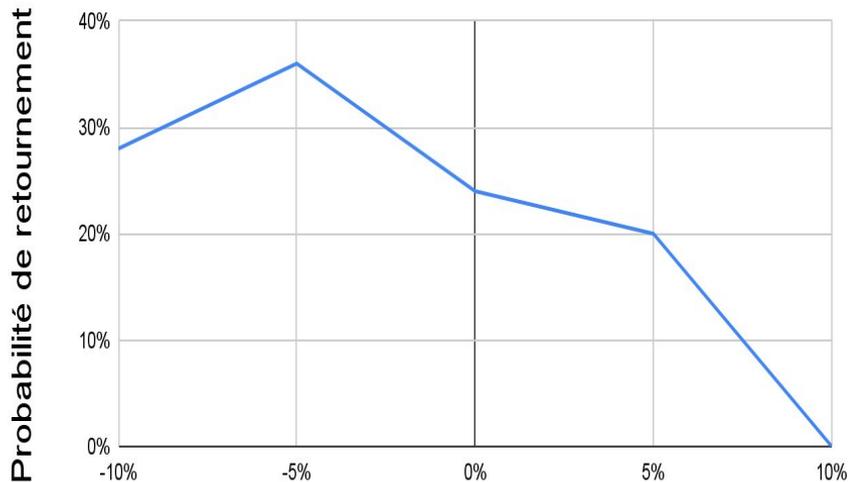
Durée de retournement par rapport à la Toupie utilisée



RÉSULTATS OBTENUS SUR DE LA CÉRAMIQUE

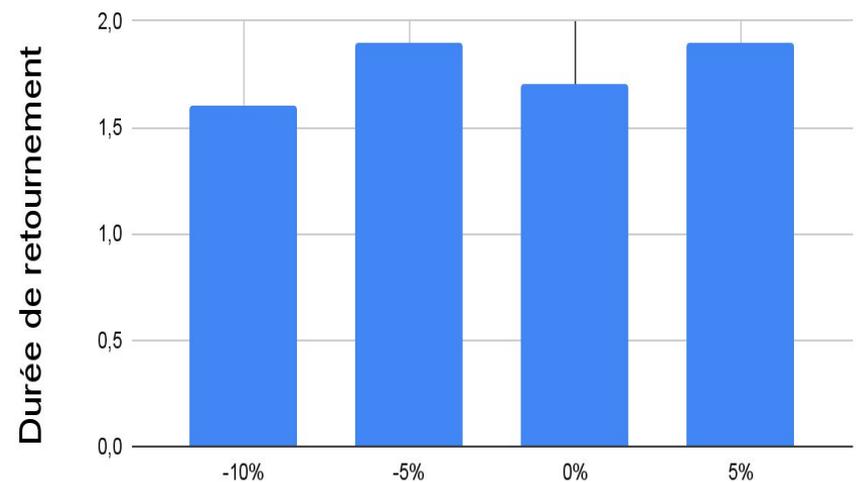
Vitesse de retournement moyenne :
273,75 rad/s soit 2614 tr/min

Probabilité de retournement par rapport à la Toupie utilisée



Toupie utilisée

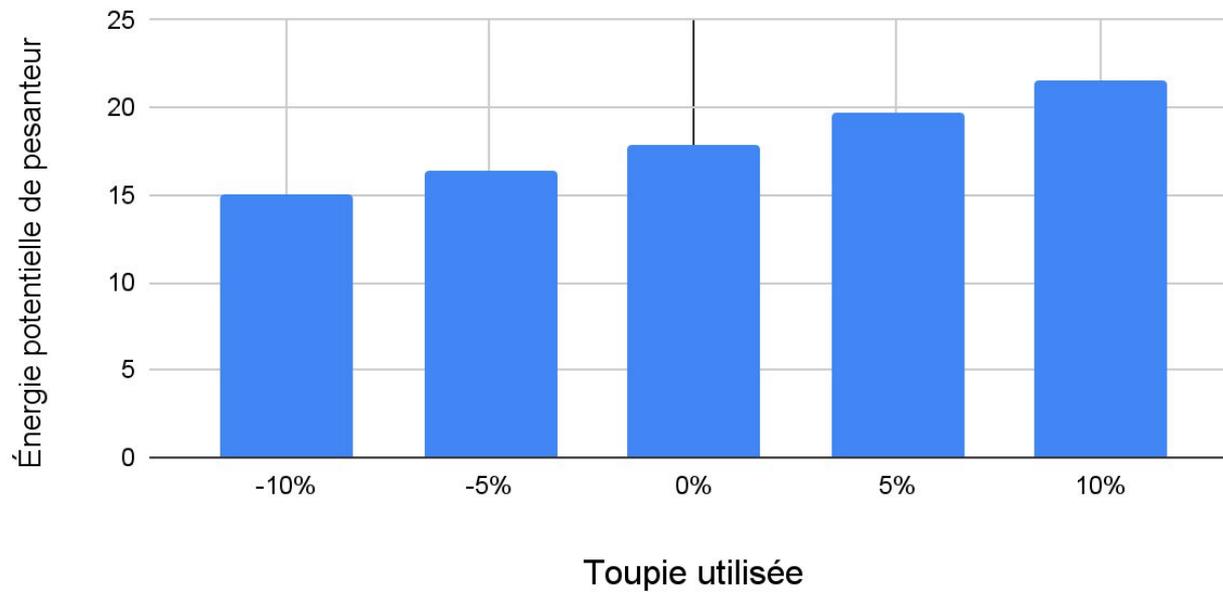
Durée de retournement par rapport à la Toupie utilisée



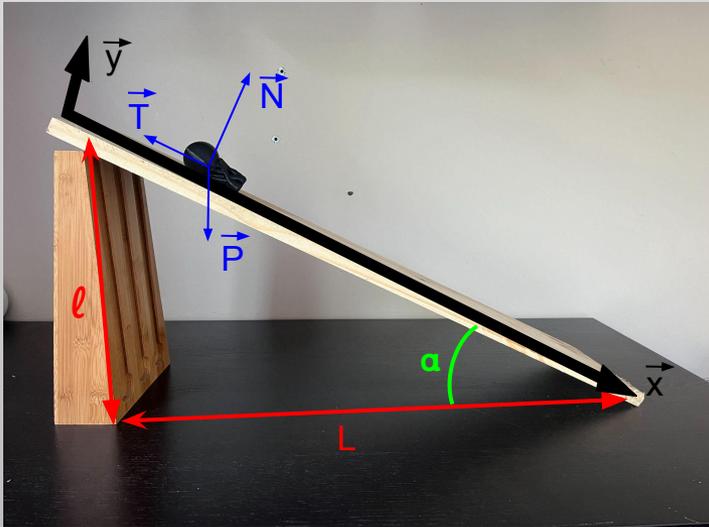
Toupie utilisée

GAIN D'ÉNERGIE POTENTIELLE

Gain d'énergie potentielle de pesanteur par rapport à la toupie utilisée



DÉTERMINATION DU COEFFICIENT DU FROTTEMENT STATIQUE



- Poids $\vec{P} = mg(\sin(\alpha)\vec{x} - \cos(\alpha)\vec{y})$
- Réaction normale $\vec{N} = \|\vec{N}\|\vec{y}$
- Réaction Tangentielle $\vec{T} = f\|\vec{N}\|\vec{x}$

COEFFICIENT DE FROTTEMENT STATIQUE SUR LES DIFFÉRENTES SURFACES

Par application du Principe Fondamental de la Dynamique sur la toupie :

$$f = \tan(\alpha) = \frac{\text{côté opposé}}{\text{côté adjacent}}$$

On obtient : $f_{\text{bois}} = 0,58$ et $f_{\text{céramique}} = 0,51$

Donc $f_{\text{bois}} \approx f_{\text{céramique}}$

CONCLUSION

Comment retourner la toupie tippe-top à coup sûr ?

$$\frac{4mh}{Fr\sigma^2} < 1$$

Peu d'influence sur le coefficient Fr car les frottement statiques sont négligeables devant les frottements visqueux

Pour se rapprocher de la condition de retournement privilégier un σ faible