

TP6: Détermination d'une force de frottement



Dans cette activité, on cherchera à déterminer la valeur d'une force de frottement statique et dynamique en s'appuyant sur la deuxième loi de Newton.

Lorsqu'un objet est en mouvement au contact d'un support solide, il est soumis à une force, dirigée vers le haut, appelée réaction du support, \vec{R} . Cette force peut être décomposée en 2 vecteurs : une force perpendiculaire au support, appelée réaction normale \vec{N} , et une force tangentielle, opposé au mouvement, appelée force de frottement \vec{f} . Bien que négligée dans la plupart des exercices de terminale, l'étude de cette force de frottement est pourtant indispensable à la compréhension de certains phénomènes. On distingue deux types de forces de frottement :

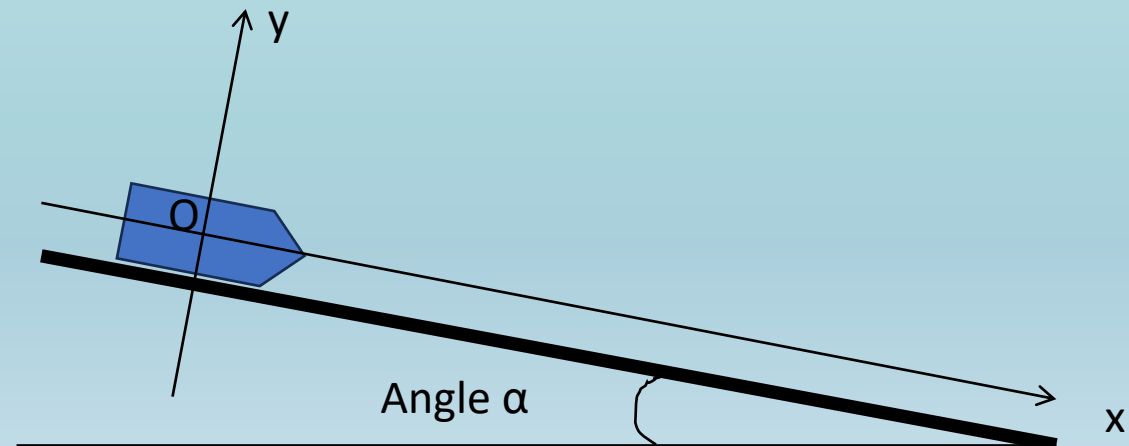
- Une force de frottement statique qui est la force minimale nécessaire pour mettre l'objet en mouvement à partir d'une situation où il est immobile.
- Une force de frottement dynamique qui correspond à la force de frottement exercée sur l'objet en mouvement.

Contexte du TP : Lors de compétition de Bobsleigh, des membres de l'équipe poussent le bobsleigh pour initier son mouvement. Les 4 coéquipiers commencent à pousser mais 1 seul suffit pour terminer. Comment peut-on l'expliquer en terme de frottement ?

Etape 1 : Analyse et mesure de la force de frottement statique

Considérons le système {bobsleigh+passager} , modélisé par un sabot de pesée dans lequel on introduit un petit bouchon. Le système est posé, immobile, en haut d'un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontal, α étant initialement le plus petit possible.

- Que peut-on dire de l'accélération du système ?
- Faire le bilan des forces qui s'appliquent sur le système et les représenter sur un schéma. Projeter ces forces sur les axes d'étude en vous aidant du document 1 (avant-dernière diapo)
- En vous aidant du document 2, appliquer la seconde loi de Newton pour en déduire l'expression de f et de N
- A partir de la situation modélisée, proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la valeur de la force de frottement statique



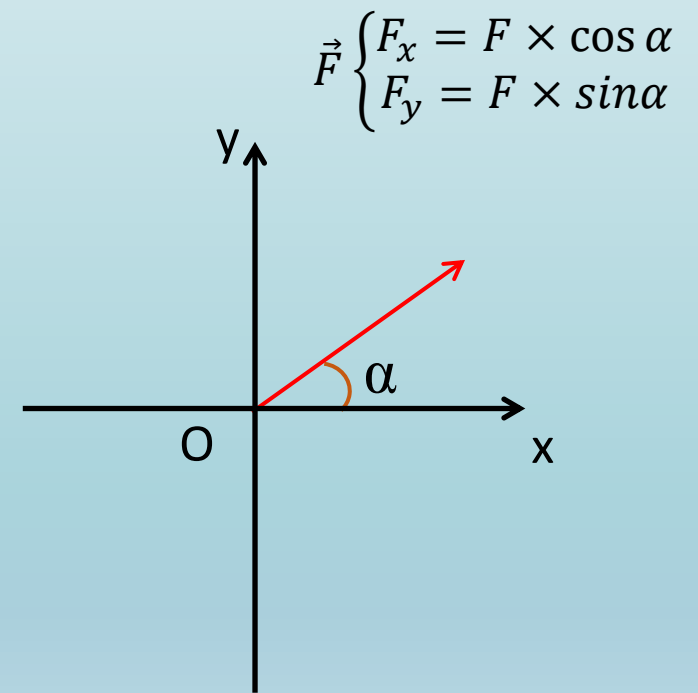
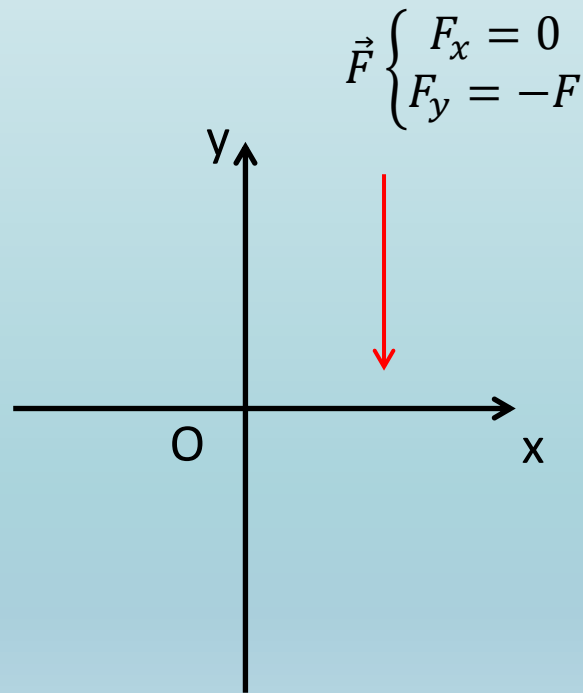
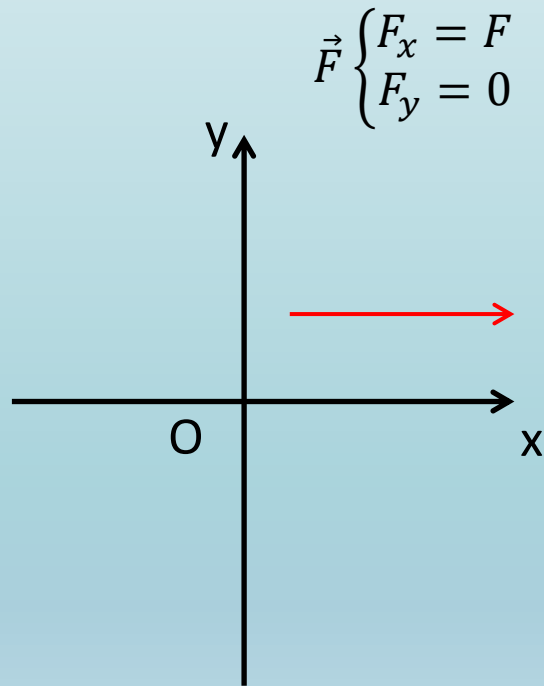
Etape 2 : Force de frottement dynamique

Pour mesurer la force de frottement dynamique, il faut mettre l'objet en mouvement. On réalise donc le montage suivant :

- Le système est posé sur un plan horizontal.
 - On accroche au passager une ficelle que l'on place sur une poulie de manière à pouvoir tirer tout le système horizontalement lorsqu'on tire la ficelle.
 - On place un capteur ultrasons du côté opposé à la ficelle pour pouvoir mesurer la position du système au cours du temps. Sur Capstone, on règle la fréquence d'acquisition sur 40Hz.
 - On accroche une masse de 10g à la ficelle et, à l'instant $t=0$, on lance l'acquisition puis on lâche la masse pour tirer le système.
 - On trace sur Capstone l'évolution de la distance en fonction du temps
- Faire un schéma du montage, puis mettre en œuvre le protocole
 - Le mouvement n'étant qu'horizontal, on n'utilise que l'axe Ox pour l'analyser. Calculer avec Capstone la vitesse v_x puis l'accélération a_x du système et tracer les courbes $v_x = f(t)$ et $a_x = f(t)$.
 - En déduire la valeur de la force de frottement dynamique et conclure pour répondre au contexte du TP.

Document 1 : Projeter un vecteur

Projeter un vecteur, c'est le décomposer sur les axes d'étude. C'est-à-dire, dans le cas d'un repère Oxy, « découper » le vecteur en une valeur représentant sa taille horizontale et une valeur représentant sa taille verticale. Supposons un vecteur \vec{F} dont la taille réelle vaut F (en Newton). Si on projette ce vecteur sur les axes du repère, il deviendra F_x et F_y . Dans les exemples suivants, le vecteur rouge est le vecteur \vec{F}



Document 2 : Deuxième loi de Newton

La deuxième loi de Newton est le principe fondamentale de la dynamique. Elle permet de faire le lien entre les forces qui s'appliquent sur un système et le mouvement de celui-ci, plus précisément son accélération. La deuxième loi de Newton est une loi vectorielle : le produit de la masse par l'accélération est égal à la somme des forces extérieures appliquées au système

$$m \times \vec{a} = \sum \vec{F}_{ext}$$

Comme on ne sait pas bien travailler avec des vecteurs, on préfère décomposer cette loi sur les axes. Elle devient alors, dans le cas d'un repère Oxy :

$$\begin{cases} m \times a_x = \sum F_x \\ m \times a_y = \sum F_y \end{cases}$$

On remarque qu'en projetant, on n'a plus de vecteur !