

## TP Mécanique

# Analyse des frottements

**Objectifs :**

- Observation d'un régime transitoire
- mesure d'un coefficient de frottement solide
- évaluation d'un coefficient de frottement fluide
- Etude de l'effet d'une poulie et d'un palan

**Matériel :**

- Potence et 2 poulies par groupes. Accéléromètre et masses
- Bille dans un fluide
- plan incliné avec chariots et rapporteur
- Camera et logiciel d'acquisition cineris
- ficelles et patafix
- mètre ruban

Durant ce TP, vous allez exploiter 3 expériences, deux sont disponibles à votre paillasse, pour la troisième il faudra vous déplacer, faire vos mesures rapidement et revenir l'analyser à votre place afin que tous les groupes puissent passer.

## 1 Frottement Solide

### 1.1 Mesure d'un coefficient de frottement statique

**Principe de l'expérience**

Dans cette partie, on utilisera le banc incliné et un petit chariot pesant afin d'évaluer le coefficient de frottement solide statique  $f_s$  grâce à la mesure de l'angle  $\alpha_0$  de rupture de repos. Les expériences présentent par nature une faible précision. Vous évaluez l'incertitude de mesure de la manière qui vous semble la plus cohérente :

- Soit en répétant plusieurs fois l'expérience et en moyennant les résultats. L'écart-type devient alors votre incertitude
- Soit en estimant la précision de votre mesure à l'aide des instruments.

**Théorie :** Faites un schéma du dispositif et rappelez les propriétés du frottement solide dans le cas statique.

**Protocole :**

- Placer une masselotte dans le chariot
- Disposer le chariot sur le plan, incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontal. Cet angle doit être suffisamment faible pour que le chariot soit immobile.
- Augmenter lentement  $\alpha$  et relever l'angle  $\alpha_0$  de mise en mouvement du chariot.

**Analyser/Valider :**

- Montrer que  $\alpha_0$  et le coefficient de frottement statique  $f_s$  sont reliés par la relation  $f_s = \tan \alpha_0$ .
- Déterminer le coefficient de frottement statique en évaluant sa précision.

## 1.2 Mesure d'un coefficient de frottement dynamique

### Principe de l'expérience

La mesure d'un coefficient de frottement dynamique s'effectue en ...dynamique soit en mouvement. Nous allons donc utiliser un accéléromètre dont le signal est enregistré par Latis Pro. Soit  $Ox$  l'axe de l'accéléromètre, porté par le vecteur unitaire  $\vec{u}_x$ , l'appareil mesure la grandeur  $A = (\vec{g} - \vec{a}) \cdot \vec{u}_x$  où  $\vec{a}$  est l'accélération de l'accéléromètre dans le référentiel terrestre.

### Mise en place du système

#### Protocole :

- Relier l'accéléromètre à la carte d'acquisition SYSAM-SP5
- Lancer Latis Pros
- Réaliser la procédure d'étalonnage indiquée

#### Test de l'étalonnage

- Enregistrer les signaux obtenus avec l'axe  $Ox$  vertical vers le bas
- Vérifier la cohérence
- Enregistrer les signaux obtenus avec l'axe  $Oy$  vertical vers le bas
- Vérifier la cohérence

### Réaliser l'expérience

- Fixer dans le charriot un accéléromètre.
- Fixer une inclinaison du plan telle que  $\alpha > \alpha_0 + 10^\circ$  tout en maintenant le charriot avec une main
- Lancer l'acquisition et lâcher

### Analyse

- Montrer que le coefficient de frottement dynamique  $f_d$  du contact entre le charriot et le plan incliné est relié à l'accélération  $a$  lors de la phase de glissement par la relation.

$$a = g \sin \alpha - f_d g \cos \alpha$$

- Montrer que, selon la ligne de plus grande pente, l'accéléromètre indique la grandeur

$$A = g \sin \alpha - a$$

- En déduire que  $f_d = \frac{A}{g \cos \alpha}$ .

### Analyser/Réaliser/Valider/Communiquer

1. Déterminer le coefficient de frottement dynamique  $f_d$ .
2. À quoi est due essentiellement l'incertitude sur  $f_d$
3. Conclure

## 1.3 Application



Double nœuds d'huit



Nœuds de chaise

Expliquez le principe des nœuds en escalade. Pourquoi le double nœud d'huit est plus sécurisant que le nœud de chaise ?

## 2 Frottement Fluide

### 2.1 Protocole

Vous disposez de deux cylindres remplis de deux liquides de masse volumique et de viscosité différents. Vous disposez de billes de rayon  $r_b$  et de masse volumique  $\rho_b$ .

1. Relevez les paramètres expérimentaux
2. Placer le cylindre devant l'écran afin d'obtenir un arrière plan homogène.
3. Filmer la chute de la bille
4. Utiliser l'outil d'analyse vidéo de Latis Pros et préciser les axes et l'échelle.
5. Extraire les positions de la bille au cours du temps et enregistrer les données pour les analyser à votre paillasse

### 2.2 Analyse et validation

#### Frottement Fluide

Le coefficient de frottement fluide dépend de la forme (du profil) de l'objet. Dans l'aéronautique on note  $C_x$  le coefficient dit de traînée. Pour une sphère  $C_x = 6\pi\eta R$  avec  $R$  le rayon de la sphère et  $\eta$  la viscosité dynamique du fluide.

On note  $\nu = \frac{\eta}{\rho}$ .

*Données* :  $\eta_{gly} = 1,49 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  à  $20^\circ\text{C}$  et  $\eta_{eau} = 1 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$  à  $20^\circ\text{C}$

1. Faire un bilan des forces et un PFD sur la bille.
2. Trouver une équation sur la vitesse de la bille.
3. Évaluer ces paramètres graphiquement
4. Réaliser une modélisation à l'aide de Latis Pro
5. En déduire la viscosité du fluide utilisé.
6. Le modèle de frottement linéaire est-il compatible avec les résultats obtenus ? Commenter et conclure.

## 3 Lutte contre les frottements et division des forces

Le but de cette expérience est de regarder comment faire pour diminuer la force nécessaire pour soulever une masse lourde.



#### Protocole :

- Commencer par utiliser juste la poulie : quelle est la force nécessaire pour soulever la masse de 50g ?
- Réaliser le montage de la photo de gauche.
- Trouver la masse nécessaire à maintenir la masse de 100g en équilibre

**Analyse :**

- Commenter les résultats obtenus
- Faire un schéma du dispositif ainsi qu'un bilan des forces
- En considérant qu'il n'y a pas de frottements, quelles sont les grandeurs conservées ?
- Calculer le travail des forces nécessaire à déplacer la masse de 100g de 10cm dans les deux cas précédents (poulie simple et palan).
- Conclure sur l'efficacité du palan !

**3.1 Application**

Palan à chaîne de chantier

Expliquer l'intérêt d'un système de palan.



Palan de bateau à voile