

Mesure de frottements solides

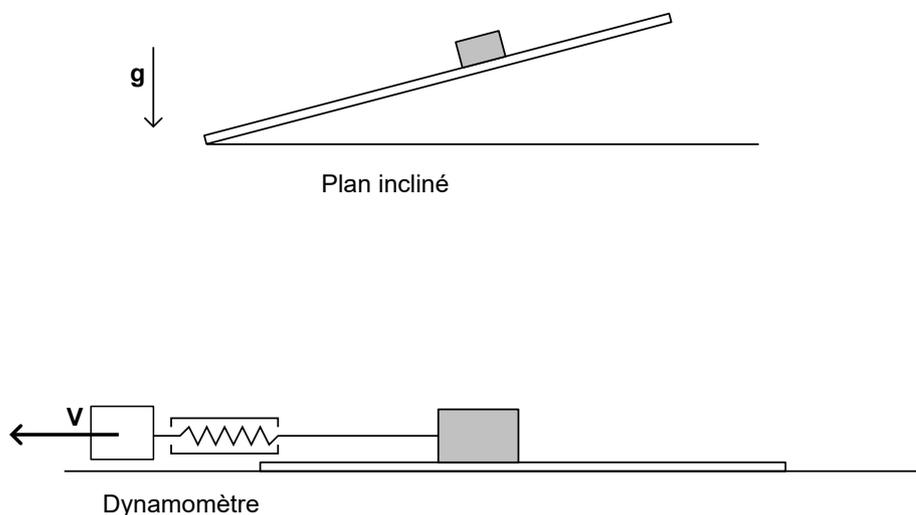
1. Introduction

La tribologie est une science qui étudie le frottement entre les solides. La tribologie appliquée est une branche des sciences de l'ingénieur qui s'intéresse au frottement dans le but de réduire, ou bien d'augmenter le frottement entre les matériaux utilisés dans les machines ou les objets fabriqués. Les applications sont très nombreuses. On peut citer les pneus de voiture, les freins, les skis, les pièces en glissement dans les machines, etc. D'autre part, le frottement s'accompagne d'un phénomène d'usure des pièces mécaniques appelé *abrasion*, dont l'importance économique est grande.

D'un point de vue plus fondamental, des physiciens s'intéressent aussi à la tribologie pour comprendre les mécanismes microscopiques du frottement. Bien que les premières expériences de tribologie soient celles de C.A. Coulomb (1781), il s'agit d'un sujet de recherche actuel, encore loin d'être épuisé en raison de la grande diversité des matériaux et des traitements de surface possibles.

Un dispositif servant à mesurer une force de frottement (ou une force d'adhérence) est appelé *tribomètre*. Il en existe de toute sorte, suivant la taille des pièces à étudier, la vitesse de glissement, et l'intensité de la force.

On s'intéresse ici à deux méthodes de mesure de la force de frottement entre deux solides (un petit bloc et une plaque beaucoup plus grande), schématisées sur la figure suivante :



La méthode du plan incliné permet d'accéder à la force d'adhérence, c'est-à-dire la force de frottement statique. La méthode utilisant un dynamomètre permet d'accéder aussi à la force de frottement dynamique. Dans son principe, un dynamomètre est un élément plus ou moins élastique dont la déformation est proportionnelle à la force qu'on lui applique. La mesure de cette déformation donne donc accès à la force (après étalonnage).

On utilisera un dynamomètre à **jauge de déformation**. Il s'agit d'un petit circuit électrique gravé sur une feuille isolante, dont la déformation change la résistance électrique. Un circuit électronique permet de convertir la déformation en tension électrique.

L'utilisation de ce dynamomètre est expliquée en annexe. Le dynamomètre à jauge de déformation a un coefficient de raideur très élevé (sa déformation est très faible). On sera donc amené à ajouter un ressort pour réduire la raideur de la liaison.

L'objectif de ces TP est de faire des mesures de frottement (statique et dynamique) par ces deux méthodes, sur un couple donné plaque-bloc. Comme ces mesures sont sujettes à de fortes variations d'un mesurage à l'autre, on sera amené à faire un traitement statistique de plusieurs mesures, de manière à obtenir des coefficients de frottement avec leur incertitude.

On pourra éventuellement observer le phénomène de collé-glissé (en anglais *stick-slip*). En pratique, ce phénomène doit être réduit au maximum car il engendre des vibrations nuisibles pour les pièces mécaniques.

2. Matériel disponible

- ▷ Blocs en bois avec crochet.
- ▷ Plaques en bois.
- ▷ Plaques en polyméthacrylate de méthyle (plexiglass).
- ▷ Dynamomètre à jauge de déformation (capteur de force) avec carte d'acquisition SysamSP5. Logiciel d'acquisition LatiPro.
- ▷ Tourne-vis pour l'étalonnage du dynamomètre.
- ▷ Règle graduée en métal (1 mètre).
- ▷ Dynamomètres à ressorts 0,1 N, 2 N et 10 N.
- ▷ Balance précise au gramme.
- ▷ Poids de 100 g, 200 g.

Dans un premier temps on s'intéressera au frottement d'un bloc en bois sur une plaque en bois. S'il reste du temps, on étudiera le frottement d'un bloc en bois sur une plaque en plexiglass.

3. Plan incliné

La méthode consiste à laisser le bloc posé sur la plaque pendant environ une minute puis à incliner celle-ci progressivement et très lentement jusqu'à déclenchement du glissement.

Décrire en détail la méthode utilisée pour obtenir le coefficient de frottement statique.
Effectuer une dizaine de mesures et reporter les résultats dans un tableau.
En déduire le coefficient de frottement statique pour ce couple, avec son incertitude.

4. Dynamomètre

L'expérience consiste à tirer le bloc très lentement par l'intermédiaire d'un dynamomètre à ressort. Le capteur de force permet d'enregistrer la force au cours de l'étirement

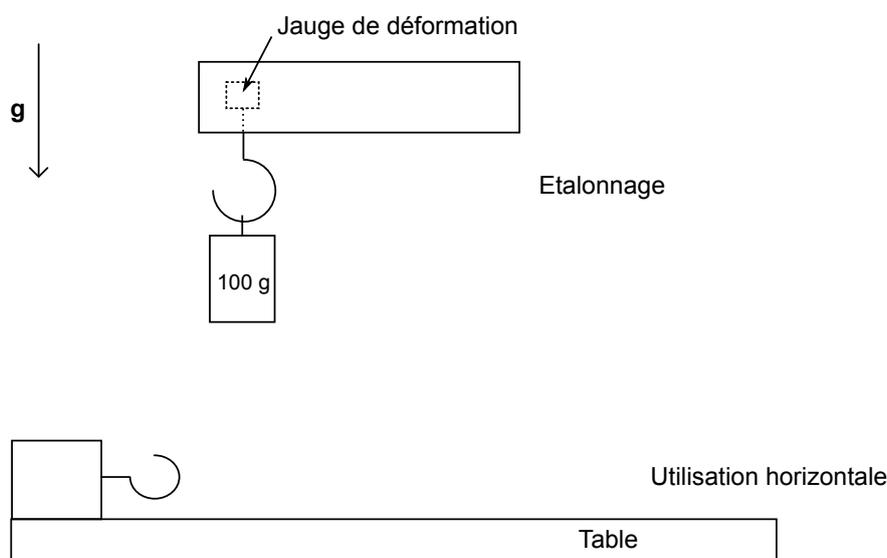
du ressort puis lors du glissement. On laissera le bloc au repos sur la plaque environ une minute avant de faire l'expérience.

Faire une dizaine d'enregistrements en reportant dans un tableau la force de déclenchement du glissement.
En déduire le coefficient de frottement statique, avec son incertitude.
Refaire les mesures avec différentes force normales et comparer les résultats.
Donner aussi une estimation du coefficient de frottement dynamique.

5. Comparaison

Comparer les valeurs de coefficients de frottement statiques obtenues par les deux méthodes. Conclure.

6. Annexe : utilisation du dynamomètre



La jauge de déformation est liée à un crochet. La force mesurée est celle appliquée dans l'axe du crochet. La jauge est fragile ; il ne faut pas appliquer d'efforts trop grand sur le crochet (maximum $5 N$).

Pour étalonner le capteur, brancher le boîtier sur la carte SysamSP5 puis brancher l'alimentation de celle-ci avant d'ouvrir le logiciel LatisPro. Une fenêtre s'ouvre qui affiche la force en gramme. Sélectionner le capteur CFOR5N. Le dynamomètre étant en position *verticale*, accrocher un poids de $100 g$. La masse affichée doit varier de $100 g$. Utiliser la vis de réglage pour faire l'étalonnage.

Placer le dynamomètre en position horizontale puis faire le réglage du zéro avec la vis prévue à cet effet.

Pour faire l'acquisition et l'enregistrement des données, on utilisera le logiciel Latis-Pro. La fréquence d'échantillonnage devra être suffisante pour bien enregistrer la force

au moment du déclenchement du glissement.