

Lycée Baimbridge, MP 2026-2027

à rendre pour le 10 septembre 2026

Physique Chimie

DM 2

**Mesure d'un coefficient de frottement dynamique
(D'après CCINP MP 2020)**

1 Préliminaire

On rappelle ci-dessous les lois de Coulomb, en notant f_s et f_g les coefficients statiques et dynamiques du frottement et $\vec{T}$ et $\vec{N}$ les composantes tangentielle et normale de la réaction :

- En mode statique (absence de glissement donc adhérence), la norme de la composante tangentielle $\vec{T}$ est inférieure à la quantité $f_s ||\vec{N}||$
- En mode dynamique (présence de glissement), on a alors l'égalité $||\vec{T}|| = f_g ||\vec{N}||$ avec une composante tangentielle toujours opposée à la vitesse de glissement : $\vec{T} \cdot \vec{v}_g = 0$ et $\vec{T} \wedge \vec{v}_g = \vec{0}$.

□ 1 – Définir ce qu'on appelle la vitesse de glissement $\vec{v}_g$ d'un solide par rapport à un autre en un point de contact. Doit-on préciser dans quel référentiel elle est exprimée ?

□ 2 – Expliquer à quelle condition on passe de l'adhérence au glissement.

□ 3 – Expliquer à quelle condition on passe du glissement à l'adhérence.

2 Mesure du coefficient de frottement dynamique

On utilise le dispositif représenté sur la figure 1. Un solide 1 de masse M est lié, par un fil inextensible et supposé sans masse, à un solide 2 de masse αM ($\alpha > 1 > f_s$). Le fil sans masse de longueur L passe sur la gorge d'une poulie idéale. Le solide 1 se déplace sur un support fixe S horizontal. On appelle H l'altitude du centre de masse du solide 2 au-dessus d'un support horizontal S' .

À l'état initial, les solides sont tous immobiles, le solide 1 est à l'abscisse $X(t=0) = X_0$ et le solide 2 est à l'altitude $H(t=0) = H_0$.

On veut dans cette expérience déterminer la valeur du coefficient f_g de frottement relatif au glissement entre le matériau constitutif de S et celui du solide 1. On mesure la distance D parcourue par le solide 1 sur le support S , sachant que le solide 2 touche S' avant que le solide 1 ne s'arrête.

Consignes : on note g l'accélération de la pesanteur. On notera systématiquement T et N les normes des composantes tangentielle et normale de la réaction du support S sur le solide 1 (figure 1), avec f_g le coefficient de frottement dynamique. On supposera l'appui du solide 1 uniformément réparti avec une même valeur du coefficient de frottement en tout point de la surface de contact.

□ 4 – Décrire qualitativement les deux phases successives du mouvement de l'ensemble en précisant pour chacune d'elles si le fil est tendu ou non tendu.

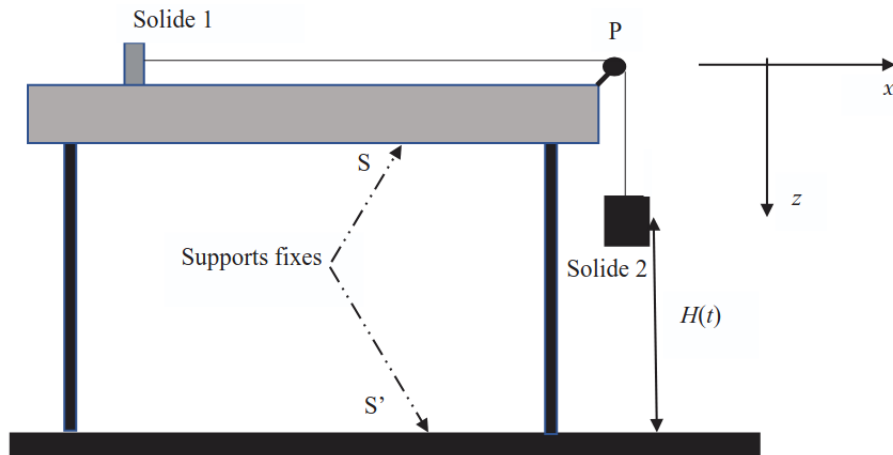


Figure 1: Dispositif de mesure du coefficient de frottement dynamique.

- **5** — La nature idéale de la poulie et du fil permet de considérer que la norme F de la tension du fil est conservée tout le long du fil. En appliquant le principe fondamental de la dynamique au solide 1 et au solide 2, écrire les 3 relations qui lient N, T, F, g, α, M , l'accélération horizontale $\ddot{X}$ du solide 1 et l'accélération verticale $\ddot{Z}$ du solide 2.
- **6** — Traduire la loi de Coulomb pour exprimer $\vec{T}$.
- **7** — On s'intéresse à la première phase du mouvement. Exprimer le lien entre $\ddot{X}$ et $\ddot{Z}$ en le justifiant dans cette première phase. Établir dans cette phase la vitesse $\dot{X}(t)$ en fonction de α, f_g et g . Quelle est la durée t_1 de cette première phase ? Quelle est la vitesse correspondante atteinte V_1 ?
- **8** — On s'intéresse à la deuxième phase du mouvement. Exprimer $X(t)$ dans cette phase en fonction de t, t_1, V_1, X_0, H_0, g et f_g .
- **9** — En déduire une expression de f_g en fonction de α, H_0 et D .
- **10** — Retrouver ce résultat en appliquant le théorème de l'énergie cinétique à chacune des deux phases du mouvement.
- **11** — On réalise l'expérience plusieurs fois de suite, en partant toujours de la valeur de $H_0 = 40.0$ cm. La masse du solide 1 vaut $M = 50$ g et celle du solide 2 vaut $\alpha M = 60$ g. Calculer la valeur du coefficient de frottement f_g sachant qu'on a trouvé une valeur moyenne de la distance D égale à 1.50 m.