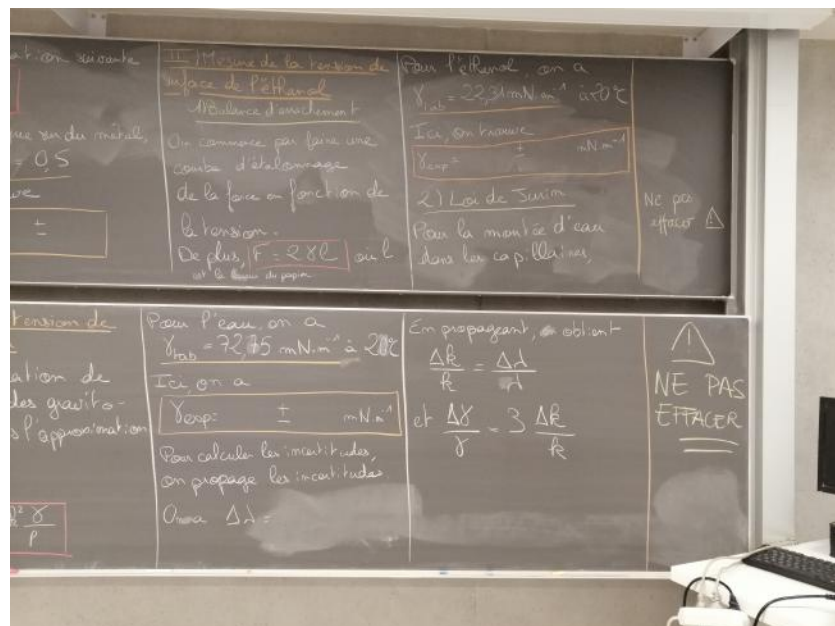
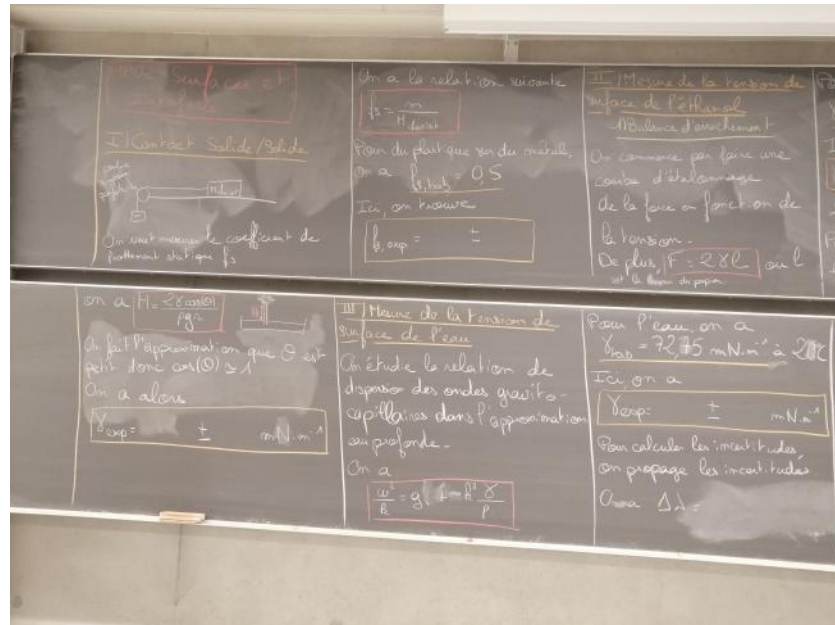


Surfaces et interfaces

Chloé Galibert

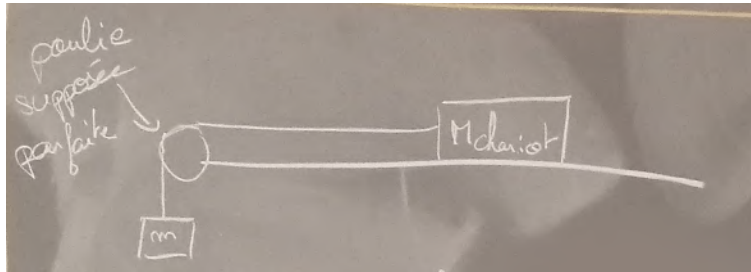
1 Photo du tableau



2 Contact Solide/Solide

On cherche à mesurer le coefficient de frottement statique f_s entre deux matériaux. Dans mon cas, j'ai utilisé du plastique sur du métal.

Pour cela, on réalise le montage suivant :



Afin de mesurer le coefficient de frottement statique, on fait varier la masse M du chariot et on cherche pour chaque valeur de M la valeur de la masse ajoutée au bout du fil m à partir de laquelle le chariot commence à bouger.

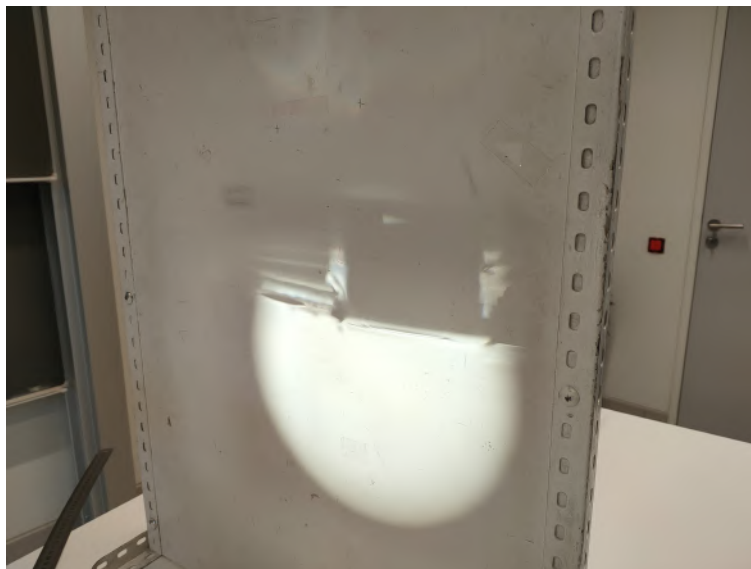
Sachant qu'on a la relation suivante :

$$f_s = \frac{m}{M}$$

On trace la masse du chariot M en fonction de la masse ajoutée m et la pente donne le coefficient de frottement statique. On trouve (en évaluant les incertitudes de manière statistique) $f_s = 0.4 \pm 0.1$ pour une valeur tabulée de 0.5.

Attention : Cette manip n'est pas très précise, il ne faut pas perdre de temps avec les incertitudes !

3 Manip de transition



On montre en projetant avec une lentille la formation de gouttes sur différentes surfaces. On observe que les gouttes s'étale plus ou moins selon la surface : on met ici en évidence un autre phénomène, la tension superficielle.

4 Mesure de la tension de surface de l'éthanol

4.1 Balance d'arrachement

[pour le protocole voir \[1\]](#)

La balance d'arrachement donnant en sortie une tension, on commence par faire une courbe d'étalonnage de la force en fonction de la tension. Pour cela, on ajoute des masses (pesées au préalable) dans la nacelle. On trace ensuite le poids en fonction de la tension donnée par la balance d'arrachement. C'est la courbe d'étalonnage.

Dans une cuve d'éthanol, on trempe un papier buvard (dont on a au préalable mesuré la largeur) relié à la balance d'arrachement. on remonte lentement le papier buvard jusqu'à ce qu'il soit hors de l'eau. On observe un décrochage de la tension qui correspond à la force de tension superficielle. En utilisant la courbe d'étalonnage et la formule

$$F = 2\gamma l$$

où l est la largeur du papier, on remonte à la valeur de la tension superficielle γ .

On trouve $\gamma = 18 \pm 6 \text{ mN.m}^{-1}$ pour une valeur tabulée de 22.31 mN.m^{-1} à 20°C .

Attention : Pour ce genre de manip, penser à prendre un thermomètre pour vérifier que la température de la salle concorde avec celle à laquelle on choisit la valeur tabulée.

4.2 Loi de Jurin

[pour le protocole voir \[1\]](#)

[Je n'ai pas eu le temps de traiter cette manip pendant le montage](#)

On étudie la montée d'éthanol dans des capillaires. La hauteur de montée h suit la loi suivante :

$$h = \frac{2\gamma \cos(\theta)}{\rho g r}$$

où r est le rayon du capillaire. On fait ici l'approximation de θ est petit est donc que $\cos(\theta) \simeq 0$.

On prend une photo sur laquelle on a des capillaires de différents rayons. À l'aide d'un logiciel de traitement d'image tel que ImageJ, on mesure la hauteur de montée pour chacun des capillaires.



On trace la hauteur en fonction de l'inverse du rayon et on déduit de la pente la valeur de la tension superficielle. On trouve γ autour de $16mN.m^{-1}$.

5 Mesure de la tension de surface de l'eau

pour le protocole voir [1]

On étudie la relation de dispersion des ondes gravito-capillaires dans l'approximation d'eau profonde. On a alors :

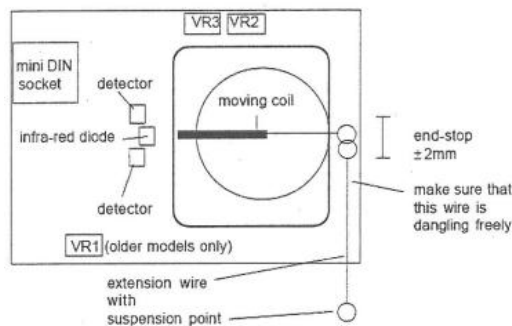
$$\frac{\omega^2}{k} = g + k^2 \frac{\gamma}{\rho}$$

Pour étudier ces ondes, on utilise une cuve à onde. À l'aide d'un excitateur, on crée des ondes à la surface de l'eau que l'on observe à l'aide d'un miroir et d'un stroboscope. Pour différentes fréquences d'excitation, on mesure la longueur d'onde en mesurant la distance entre deux raies brillantes (ou plus pour plus de précision). Une fois les mesures prises (afin de ne pas introduire d'impuretés dans la cuve au préalable), on place un objet de taille connue dans la cuve et on mesure le grossissement.

On trace ensuite $\frac{\omega^2}{k}$ en fonction de k^2 . On déduit de la pente la valeur de γ . On trouve $\gamma = 81 \pm 12mN.m^{-1}$ pour une valeur tabulée de $72.45mN.m^{-1}$ à $20^\circ C$.

6 Questions/Remarques

- **Comment mesurer le coefficient de frottement dynamique ?** On regarde quand le solide s'arrête après avoir été mis en mouvement
- **Pourrait-on augmenter la masse de manière continue pour les frottements solides ?** Oui en ajoutant de l'eau plutôt que des incréments de masse
- **Comment voir que la poulie n'est pas parfaite ?** On a alors une ordonnée à l'origine sur la droite de M en fonction de m.
- **Il ne faut pas faire les ajustements à l'avance mais les faire en direct une fois le point ajouté**
- **Comment se fait le mesure de force par la balance d'arrachement ?**
- **Pour la cuve à ondes, l'approximation n'est pas nécessaire on peut tracer avec la relation de dispersion sans approximation.** Ça évite de devoir justifier une approximation pas toujours bien vérifiée
- **Pour la cuve à ondes prendre la fréquence la plus grande possible pour rendre le deuxième terme de la relation de dispersion majoritaire**



La tige entraîne le déplacement d'une bobine dans laquelle circule un courant, et qui entoure un aimant. L'horizontalité de la bobine est repérée à l'aide d'un système diode électroluminescente-photodétecteur. le circuit électronique a pour but d'adapter le courant dans la bobine pour la maintenir horizontale.

- [D'où vient le facteur 2 dans l'expression de la force pour la balance d'arrachement ?](#) Car c'est le périmètre qui nous intéresse mais on néglige l'épaisseur. Le périmètre vaut donc $2L$.
- [Paramètres Qui influent sur \$\gamma\$?](#) La température, les impuretés ...
- [Effet d'une augmentation de température ?](#) La viscosité diminue quand la température augmente.
- [La manip qualitative avec les gouttes n'est pas nécessaire](#)

Manip surprise : Mesure du facteur de qualité d'un diapason

References

- [1] Arnaud Le Diffon et al. *Physique expérimentale*. De Boeck.