

Étude énergétique d'un pendule simple

Capacités exigibles

- Réaliser l'étude énergétique d'un système mécanique à partir de différents capteurs.

I Documents

Document 1 : Potentiomètre

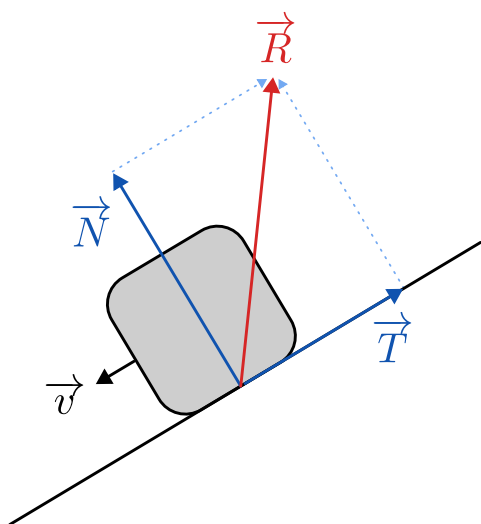
Un potentiomètre est un composant électronique alimenté en courant continu, délivrant une tension proportionnelle à la position d'un curseur. Ici, on s'en servira pour mesurer des angles.

Document 2 : Frottements

On rappelle que les frottements fluides sont modélisés par une force

$$\vec{F} = -\alpha \vec{v}$$

Où \vec{v} est la vitesse du système et α une constante, appelée "coefficient de frottements fluides".



Si le système est en contact direct avec un autre objet, on a alors apparition de frottements solides (tangentiels à la surface) dont la norme est donnée par la loi de COULOMB lorsque les deux objets sont en mouvement l'un par rapport à l'autre :

$$\|\vec{T}\| = \mu \|\vec{N}\|$$

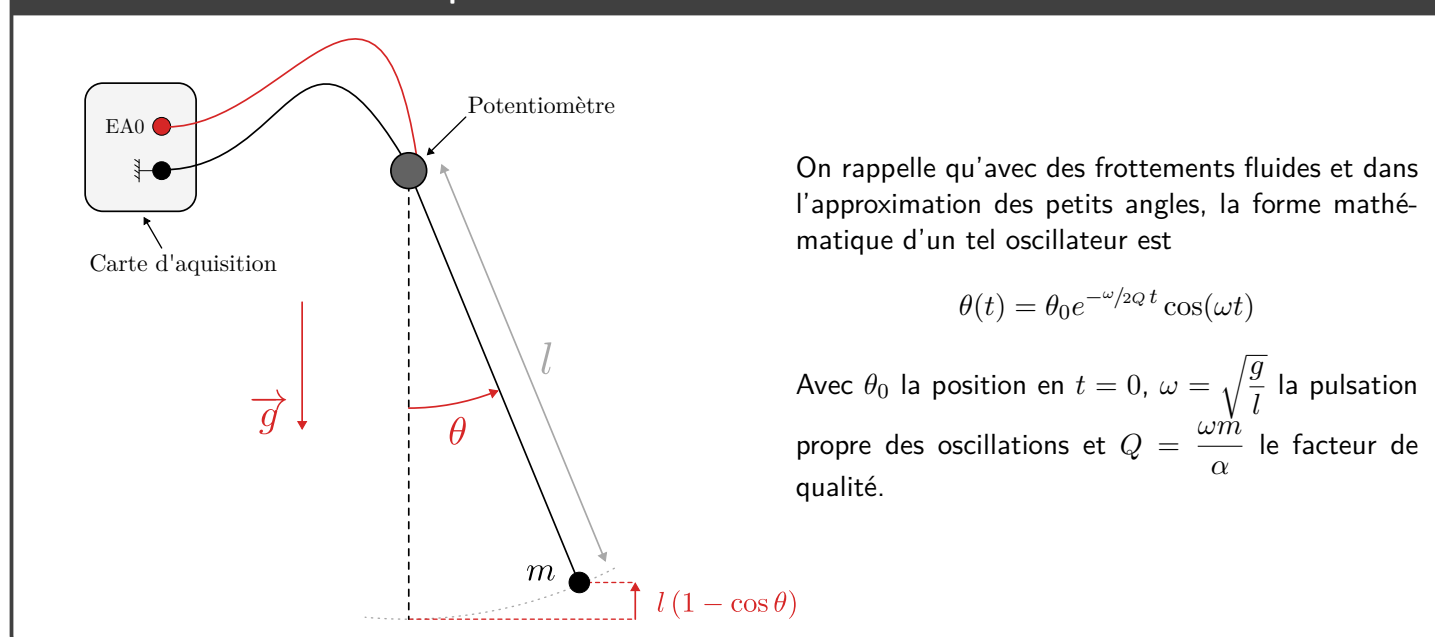
Où \vec{T} est la composante tangentielle de la réaction et \vec{N} la composante normale, et μ une constante appelée "coefficient de frottements dynamique" :

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{T}$$

Document 3 : Matériel

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 pendule simple avec potentiomètre et puissance ➤ 1 carte d'acquisition ➤ 1 alimentation $\pm 15\text{ V}$ ➤ 1 ordinateur | <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 balance ➤ 1 mètre ➤ quelques fils ➤ un peu de mousse |
|--|---|

Document 4 : Schéma de l'expérience



II Énoncé

Étalonnage du potentiomètre :

- 1 Construire la courbe d'étalonnage du potentiomètre, c'est-à-dire la donnée de la tension délivrée u en fonction de l'angle du pendule. Indiquer si dessous la relation trouvée et les valeurs des paramètres.

Frottements fluides :

- 2 Avec LatisPro, mener l'acquisition du signal délivré par le potentiomètre lorsque le pendule fait de petites oscillations. Vous relèverez des mesures pendant une vingtaine de périodes.
- 3 En vous aidant de votre étalonnage, définir une nouvelle grandeur θ_{theta} (dans la feuille de calculs), représentant l'angle réel $\theta(t)$ (en radians!).
- 4 En lisant le document 5 (annexe), créer la grandeur $\dot{\theta}$.
- 5 Tracer alors l'allure de l'énergie mécanique en fonction du temps. Quel commentaire peut-on faire ?

⑥ Exprimer littéralement l'énergie mécanique $E_m(t)$ à partir de la formule donnée en document 4.

⑦ ✂ Vérifier que votre mesure est cohérente avec la forme proposée et donner la valeur de α .

Frottements solides :

⑧ ✂ Mettre au point l'expérience détaillée en document 6 (en annexe).

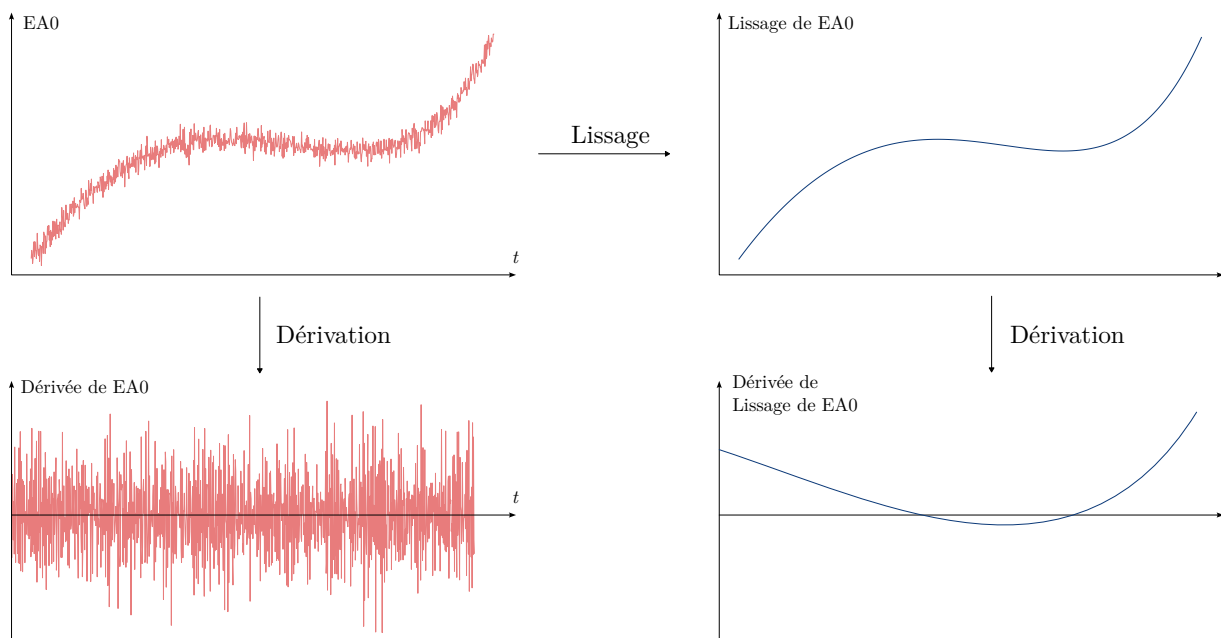
⑨ Montrer que le travail W des frottements ainsi créés sera le même à chaque passage. On pourra considérer que la norme de la réaction normale $N = \|\vec{N}\|$ est une constante du problème. Exprimer W en fonction des notations données.

⑩ Comment cela se retrouve-t-il dans votre expérience ? Donner une valeur de W .

III Annexe

Document 5 : Dériver des courbes numériquement

Un ensemble de mesures peut être teinté de bruit. Ce qui risque de rendre une dérivée directe complètement chaotique (alternativement positive ou négative puisque le bruit rend la courbe tantôt croissante, tantôt décroissante). Il est donc important au préalable de **lisser la courbe**.



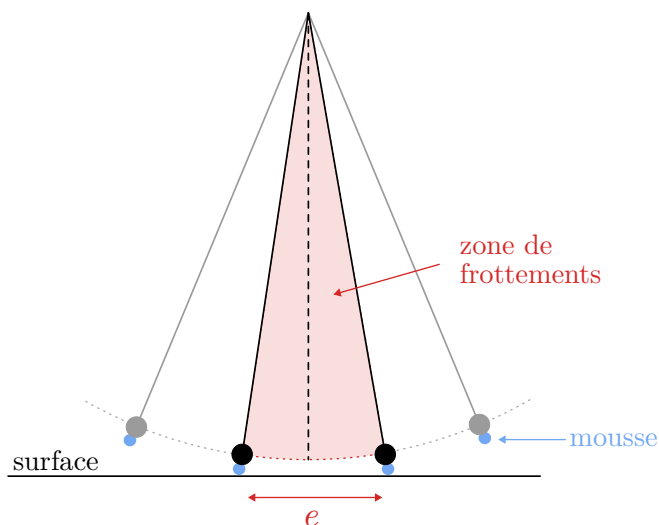
En LatisPro, ces opérations peuvent se faire directement dans la feuille de calcul :

```

1 temps = Temps.EA0
2
3 theta = Lissage(EA0; 5)
4 dtheta = Deriv(theta; temps)
    
```

Le dernier paramètre 5 indique la force du lissage

Document 6 : Pendule et frottements solides



Pour créer des frottements solides dans notre système, on place un morceau de scotch au bout du pendule, et on ajuste la hauteur d'une surface de manière à créer un contact avec le scotch lorsque le pendule approche de son point le plus bas. Le contact va se faire sur toute une plage de longueur e .