

# MP01 :

# Dynamique Newtonienne

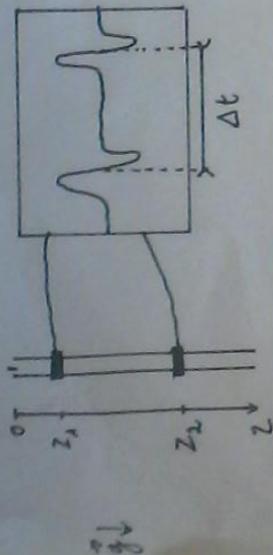
Binôme 09

Rapport du jury : Contrairement à une idée apparemment répandue chez les candidats, les mesures précises en mécanique ne sont pas nécessairement hors d'atteinte, et il est possible de discuter quantitativement une loi de conservation en prenant en compte les incertitudes expérimentales. Par ailleurs, le jury constate que les mobiles autoporteurs donnent le plus souvent lieu à des expériences trop simples, mal exploitées quantitativement et coûteuses en temps, au détriment d'expériences plus en accord avec le niveau attendu à l'agrégation ; une informatisation de ces expériences serait profitable pour éviter des erreurs de mesures et limiter leurs durées.

Par rapport au plan suivi pendant la présentation, le correcteur a proposé de commencer par la table à coussin d'air pour vérifier avec un seul mobile autoporteur, la translation rectiligne uniforme d'un point matériel pseudo-isolé (interversión des expériences 1 et 2)

MP01: Dynamique Newtonienne

Chute libre



$$\Delta z = \sqrt{g} \frac{\Delta t}{\sqrt{2}}$$

$$\sqrt{g} = \pm$$

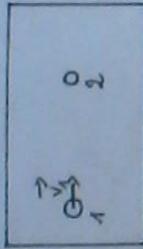
$$f = \frac{\Delta t (\sqrt{z_1} \sqrt{z_2})}{\sqrt{2}} \quad g = \pm$$

avec 
$$\begin{cases} dz = \sqrt{dz_1^2 + dz_2^2} \\ df = \frac{1}{\sqrt{2}} \left( (\sqrt{z_1} \sqrt{z_2})^2 dt + \frac{\Delta t}{2\sqrt{z_1}} dz_1 + \frac{\Delta t}{2\sqrt{z_2}} dz_2 \right) \end{cases}$$

$$g_0 = 9.809 \text{ m.s}^{-2}$$

Choc élastique. Conservation de la quantité de mouvement

avant



$$\vec{p}_0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_1' + \vec{p}_2' = \vec{p}_{12}$$

$$\|\vec{p}_0\| = \|\vec{p}_{12}\| = \pm$$

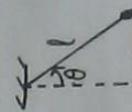
$$E_0 = \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

$$E_{12} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}$$

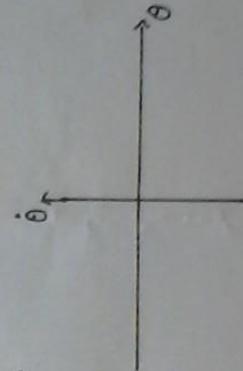
$$\Delta E =$$

$$E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} \left( \frac{m_1 R^2}{I} \right) \omega^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{m_2 R^2}{I} \right) \omega^2 \approx 12 \text{ mJ}$$

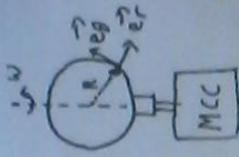
III Pendule simple. Conservation de l'Em



$$E_m = \frac{1}{2} m l^2 \dot{\theta}^2 + mgl(1 - \cos\theta)$$



IV Bifurcateur



$$\ddot{\theta} = -\omega_0^2 \sin\theta \left( 1 - \left( \frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \cos\theta \right)$$

$$\omega_0^2 = \frac{g}{R}$$

$$\omega^2 = \frac{g}{R \cos\theta}$$

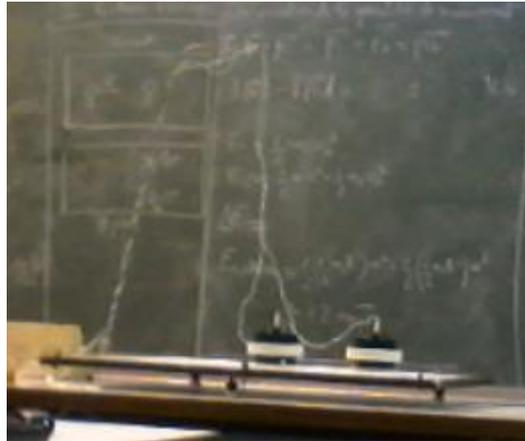
$\omega^2$

$\frac{g}{R \cos\theta}$

Figure 1- présentation

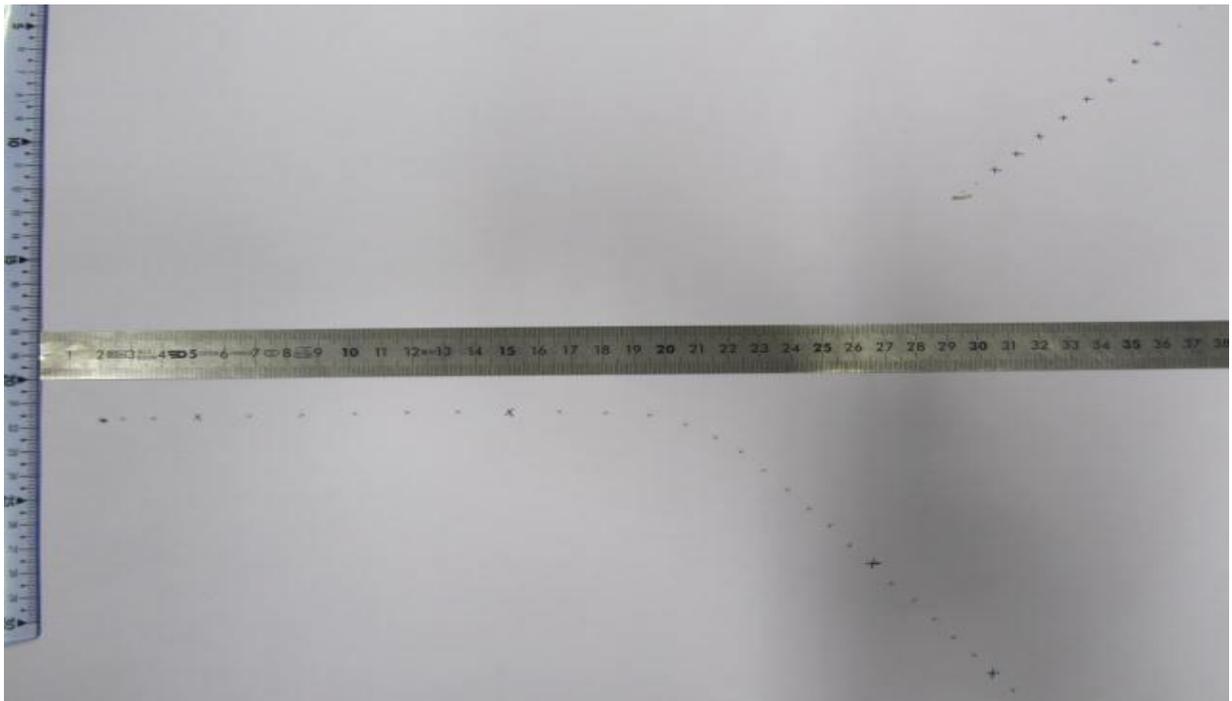
## I. Choc élastique – conservation de la quantité de mouvement

On utilise ici la table à coussin d'air et deux mobiles autoporteurs. Il faut faire attention à bien équilibrer la table avec les vis du support.



Commencer par vérifier avec un seul mobile autoporteur, la translation rectiligne uniforme d'un point matériel pseudo-isolé (non fait pendant la présentation).

Ensuite, on laisse un mobile au milieu de la table et on envoie le deuxième mobile dans sa direction. Un système d'impulsion électrique permet de pointer les positions des mobiles avec une période donnée (60ms ici).



On utilise ImageJ pour avoir les coordonnées des points et remonter aux vecteurs impulsions.

On calcule ensuite avec Igor la quantité de mouvement total avant et après le choc et on obtient :

$$\|P_{totale_{ap}}\| - \|P_{totale_{avt}}\| = 0.043 \pm 0.003 \text{ N.s}$$

Il n'y a donc pas conservation de la quantité de mouvement.

On calcule ensuite la variation d'énergie cinétique totale de translation avant et après le choc :

$E_{ap} - E_{avt} = 8 \text{ mJ}$  qui est du même ordre de grandeur que l'énergie cinétique de rotation des mobiles après le choc  $E_{rotation} = 12 \text{ mJ}$  (cf figure 1)

**Remarque :**

- lancer les deux mobiles plutôt qu'en laisser un au milieu
- il faut caractériser les frottements pour pouvoir conclure sur l'origine de la non conservation de la quantité de mouvement

Dans les rapports précédents, certains ont montré la loi des aires avec la table à coussin d'air. Nous n'avons pas réussi à avoir des résultats satisfaisants donc on ne l'a pas présenté.

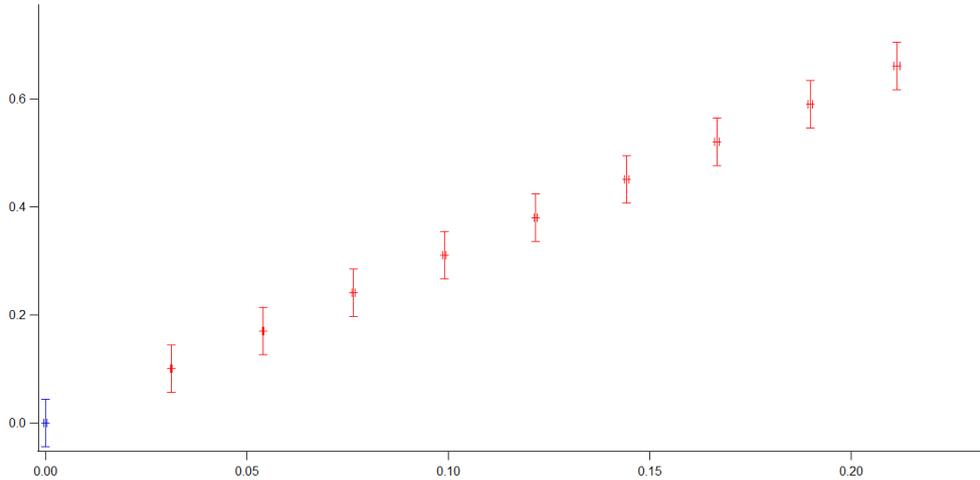
## II. Chute Libre

On utilise ici la chute libre d'un aimant à travers un tube pour retrouver l'accélération de la pesanteur  $g = 9.809 \text{ m/s}^2$ .



On utilise la formule suivante  $\Delta z = \sqrt{g} * (\frac{\Delta t}{\sqrt{2}} * (\sqrt{z1} + \sqrt{z2}))$  (cf figure1 pour les notations)

On trace  $\Delta z$  en fonction de  $(\frac{\Delta t}{\sqrt{2}} * (\sqrt{z1} + \sqrt{z2}))$  donc la pente correspond à  $\sqrt{g}$



On obtient  $\sqrt{g} = 3.1273 \pm 0.0041$  soit  $g = 9.780 \pm 0.026 \text{ m.s}^{-2}$

Remarque : à Lyon, ils ont un système sans tube qui permet d'éviter les frottements avec le tube plastique ici.

### III. Pendule simple – conservation de l'Em

On utilise ici le système à deux pendules pour pouvoir utiliser le capteur de rotation mais il faut les découpler pour pouvoir étudier un seul pendule.



Première chose à faire : équilibrer le pendule avec une masse.

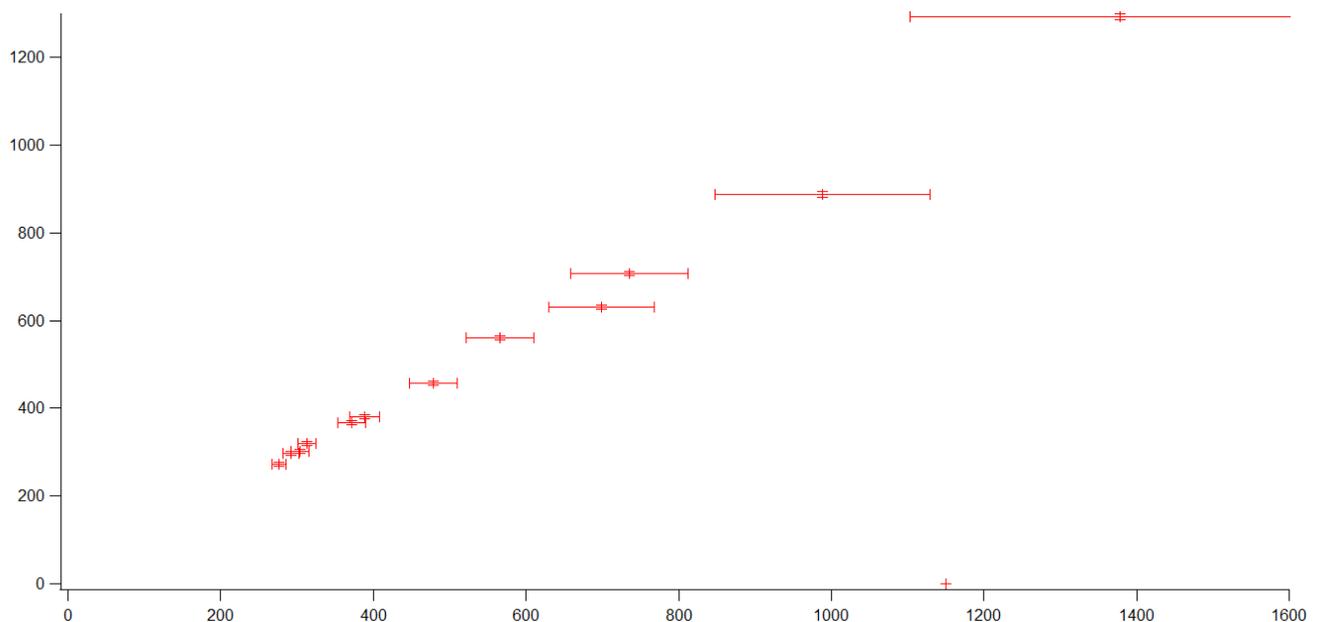
Ici, il faudrait tracer  $E_c$ ,  $E_p$ ,  $E_m$  en fonction du temps. Pendant la présentation, on a simplement tracé le portrait de phase (vitesse angulaire, position angulaire).

On a ensuite mesuré la période des oscillations grâce à la FFT sous IGOR et on l'a comparé à celle qu'on obtient avec Borda.

## IV. Bifurcateur

On utilise le bifurcateur avec un stroboscope pour vérifier l'expression de la force d'inertie d'entraînement (cf figure 1)

On trace  $w^2$  en fonction de  $\frac{g}{R \cos(\theta)}$



Les mesures sont très peu précises donc les résultats varient beaucoup en fonction des points qui ont été pris.

En préparation on avait :  $b = 0.95231 \pm 0.0109$