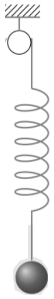
Le pendule élastique vertical
Éléments de correction



1. Description du pendule élastique vertical (point d'attache, ficelle, ressort, masselotte) (schéma ci-contre). Lorsque le pendule subit une perturbation, il oscille autour de sa position d'équilibre. Ces oscillations libres semblent périodiques : la grandeur vibratoire qu'est l'altitude z du pendule semble varier périodiquement au cours du temps.

2. Mesure de la durée d'une dizaine d'oscillations OU utilisation de capteurs et enregistrement OU réalisation d'une vidéo et utilisation d'un logiciel de pointage.

3. Vidéo "*pendule_air*" et module vidéo du logiciel *Regressi* ; commencer à l'instant 6,173 s et pointer une soixantaine de positions (jusqu'à l'instant 8,175 s environ).

4. (après avoir renommer y ou y_1 en z) Au point n°i :

$$\mathscr{E}_{pp,i} = m \cdot g \cdot z_i = 0{,}200 \times 9{,}81 \times z_i$$

ce qui, sur Regressi, s'écrit `Epp=0.200*9.81*z[i]` ou plus simplement **`Epp=0.200*9.81*z`**

$$\mathscr{E}_{pe,i} = \frac{1}{2} \cdot k \cdot z_i^2 = 0{,}5 \times 15{,}5 \times z_i^2$$

ce qui, sur Regressi, s'écrit `Epe=0.5*15.5*(z[i])^2` ou plus simplement **`Epe=0.5*15.5*z^2`**

$$\mathscr{E}_{c,i} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_i^2 = 0{,}5 \times 0{,}200 \times v_i^2$$

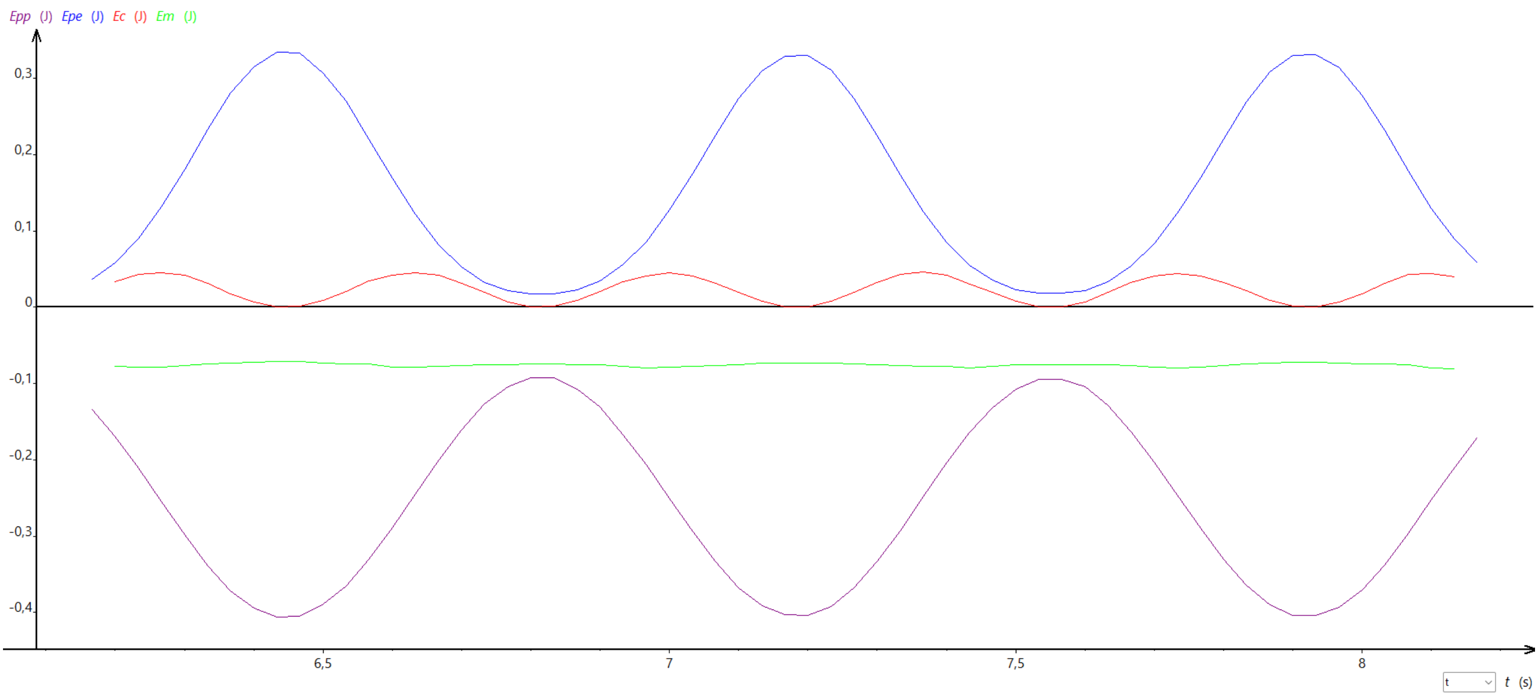
ce qui, sur Regressi, s'écrit `Ec=0.5*0.200*(v[i])^2` ou plus simplement **`Ec=0.5*0.200*v^2`**

avec $v_i = \dfrac{z_{i+1} - z_{i-1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$ (ce qui n'existe pas au 1er point ni au dernier point)

ce qui, sur Regressi, s'écrit **`v=(z[i+1]-z[i-1])/(t[i+1]-t[i-1])`**

$$\mathscr{E}_{m,i} = \mathscr{E}_{pp,i} + \mathscr{E}_{pe,i} + \mathscr{E}_{c,i}$$

ce qui, sur Regressi, s'écrit `Em=Epp[i]+Epe[i]+Ec[i]` ou plus simplement **`Em=Epp+Epe+Ec`**



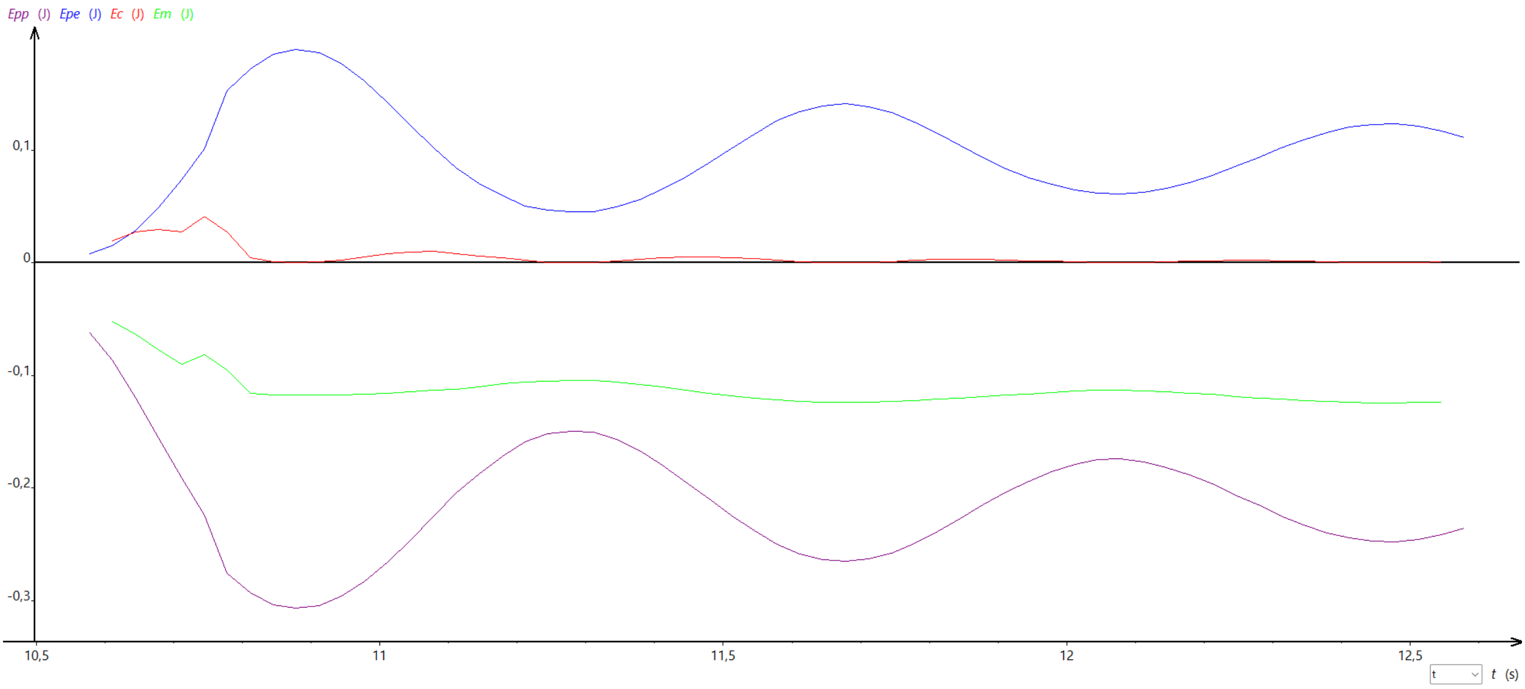
L'énergie mécanique est (quasiment) constante car il n'y a (quasiment) pas de frottement, c'est-à-dire (quasiment) pas d'amortissement.

5. L'évolution temporelle de l'altitude z semble sinusoïdale ; on modélise alors $z(t)$ par une sinusoïde. On en déduit la période des oscillations : l'expression de l'altitude est de la forme $z = c + A \cdot \cos(2\pi \cdot t / T + \varphi)$ où T est la période (ici T = 0,737 s).
En l'absence totale d'amortissement, le pendule ne s'arrêterait plus, le régime d'oscillation serait qualifié de sinusoïdal (on dit aussi harmonique) et la période serait appelait période propre T_0.
Ici, en la quasi absence d'amortissement, l'amplitude des oscillations diminue très lentement, le régime d'oscillation est qualifié de quasi-sinusoïdal et la période T est quasiment égale à T_0.

6. Le pendule plonge dans un liquide permettant d'amortir les oscillations (schéma ci-contre).
Lorsque le pendule subit une perturbation, il oscille autour de sa position d'équilibre avec des oscillations dont l'amplitude diminue rapidement. Ces oscillations libres ne sont donc pas périodiques (elles ne se reproduisent pas à l'identique) mais semblent se reproduire à intervalle de temps régulier : elles semblent donc pseudo-périodiques.

7. Vidéo "*pendule_eau*" et module vidéo du logiciel *Regressi* ; commencer à l'instant 10,577 s et pointer une soixantaine de positions (jusqu'à l'instant 12,579 s environ).

9. (après avoir renommer y ou y_1 en z)



L'énergie mécanique diminue à cause de l'amortissement dû aux frottements qui transforment cette énergie mécanique en énergie thermique.

8. La pseudo-période T = 0,790 s est proche de la période propre T_0 = 0,737 s mesurée en question 5 mais est légèrement supérieure.
Plus l'amortissement est important et plus la pseudo-période T diffère de la période propre T_0.