Oscillateurs mécaniques et mesure du temps

Compétences
- Extraire et exploiter des informations sur l'influence des phénomènes dissipatifs sur la problématique de la mesure du temps et la définition de la seconde.
- Extraire et exploiter des informations pour justifier l'utilisation des horloges atomiques dans la mesure du temps.

Compétences expérimentales
- Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un oscillateur.

Plan

1- Oscillations du pendule pesant(TP)

Ce qu'il faut retenir du TP.

1.1- mesure de la période

La mesure n'est pas très précise, (déclenchement du chronomètre, synchronisation entre le visuel et la manipulation du chronomètre)
Cependant pour être plus précis, il faut prendre un grand nombre de périodes.

1.2- paramètres influençant la période des oscillations.

- la longueur du fil, plus la longueur est importante, plus la période est grande.
- L'intensité de pesanteur (g). Plus celle-ci est élevée, plus la période est courte.
- La masse n'influe pas
- l'angle de départ et la vitesse initiale non plus (tant que le fil reste bien tendu.)

On retiendra que la période $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ qui est valable pour des petites oscillations (theta<30°environ).

1.3- Etude énergétique

L'énergie cinétique est minimale lorsque l'angle est maximal. Elle maximale au passage à la position d'équilibre.
L'énergie potentielle de pesanteur est minimale à la position d'équilibre et maximale lorsque l'angle est maximum. Les variations d'Ec et Ep sont en opposition de phase.
Lorsque les oscillations libres ne subissent pas d'amortissement, l'énergie mécanique est conservée. ($\frac{dEm}{dt}=0$)
Lorsque les oscillations libres subissent un amortissement, l'amplitude décroit en suivant une décroissance exponentielle ($\exp\left(-\frac{t}{\mathrm{th}o}\right)$) tho dépend de l'amortissement.

2- Formalisme des oscillations.

En l'absence de frottements, la variable repérant la position u(t) du mobile d'un oscillateur à un degré de liberté évolue de façon sinusoïdale :
$u(t)=u_0+A\cos(\omega_0 t+\varphi)$
→ u_0 est la valeur de u autour de laquelle a lieu les oscillations.
→ ω_0 est la pulsation propre du système $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}$
→ φ est la phase à l'origine des dates.
→ A est l'amplitude maximale des oscillations

Pour le pendule pesant non amorti : on $\theta(t)=\theta_{max}(\omega_0 t+\varphi)$
→ $\theta_0=0$ les oscillations ont lieu autour de la position d'équilibre pour laquelle l'angle est nul
→ θ_{max} est l'angle maximal
→ ω_0 est la pulsation propre du système : ici elle vaut $\omega_0=\frac{2\pi}{T_0}$ et comme $T_0=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
on a donc $\omega_0=\sqrt{\frac{g}{l}}$

→ φ est la phase à l'origine. En général on essaie de prendre l'origine des dates de telles sortes que celle-ci soit nulle.

Pour des oscillations mécaniques d'un ressort, la pulsation propre est liée à la raideur k du ressort et à la masse m. On a $\omega_0=\sqrt{\frac{k}{m}}$ d'où $T_0=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

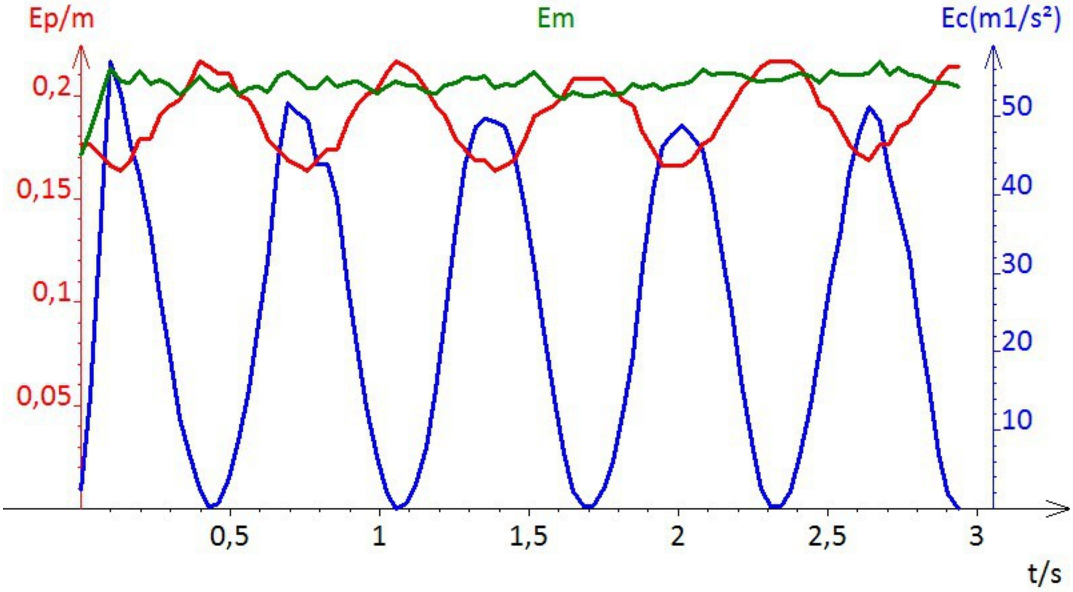
3- Etude énergétique

Dans le cas du pendule pesant :

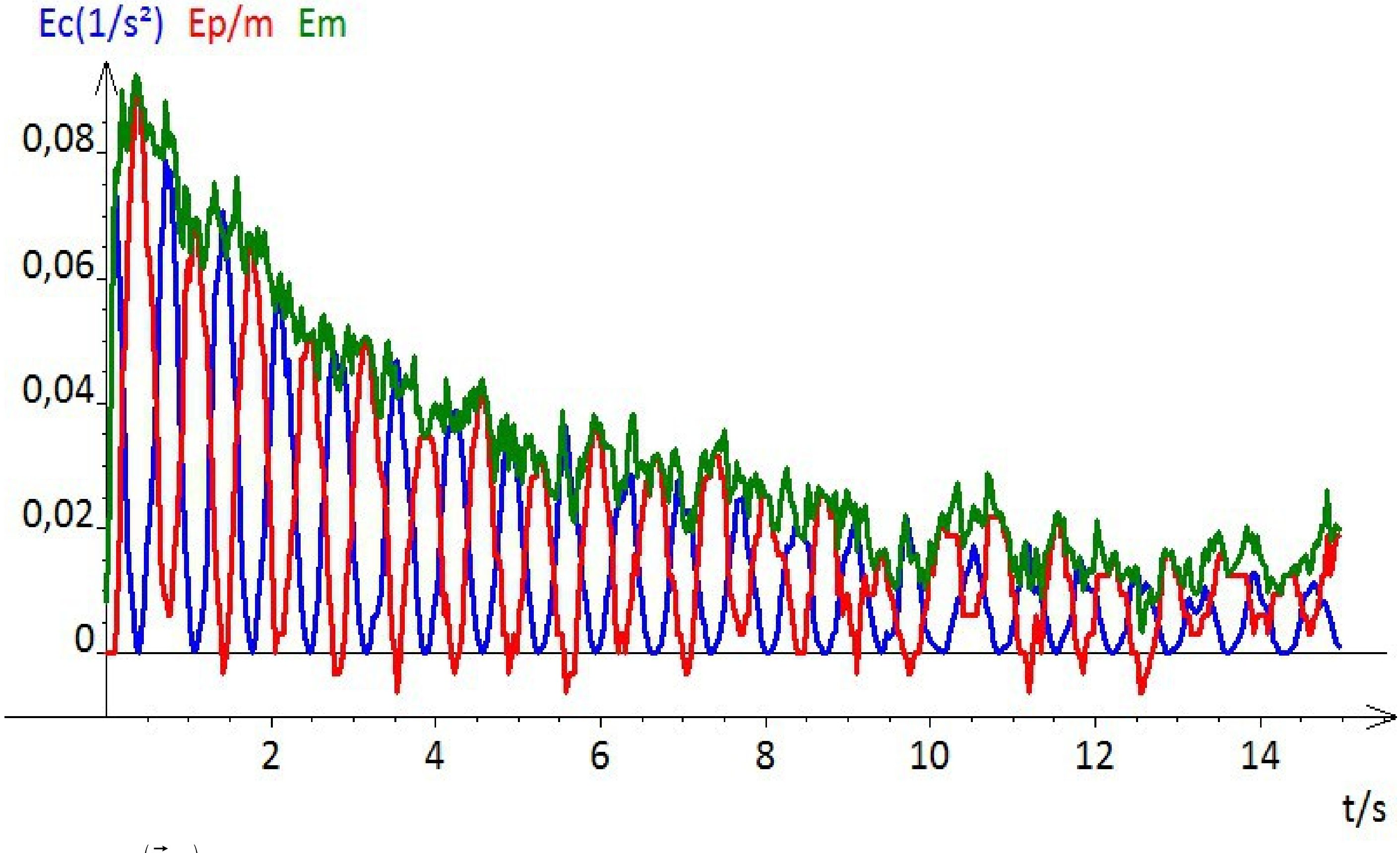
<u>système d'étude</u> : masse,
<u>ref</u> : terrestre (galiléen)
<u>forces</u> : * le poids $\vec{P}$, $\vec{P}=m\vec{g}$
* la tension du fil $\vec{T}$

Dans ce cas, seul le poids travaille. En effet $\vec{T}$, est en tout point perpendiculaire au déplacement, son travail est donc nul.

Le poids est donc le transfert d'énergie entre l'énergie potentielle de pesanteur (Epp) et l'énergie cinétique Ep. Si bien que l'énergie mécanique est conservée.
On peut écrire que Em=Ec + Σ Ep. = Ec + Epp



Lorsqu'il y a des forces de frottements, l'énergie mécanique ne se conserve plus.



$\Delta Em = \Sigma W(\vec{F}_{nc})$

On observe une décroissance des amplitudes des oscillations. Cette décroissance est exponentielle. Il existe une période, mais cette période est légèrement différente de la période propre du système sans perte d'énergie. on parle alors de pseudo-période.