

Chapitre 9

Oscillateurs et mesure du temps

Programme officiel

Notions et contenus : Mesure du temps et oscillateur, amortissement	Compétences exigibles
	Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence : - les différents paramètres influençant la période d'un oscillateur mécanique ; - son amortissement.
Étude énergétique des oscillations libres d'un système mécanique. Dissipation d'énergie.	Pratiquer une démarche expérimentale pour étudier l'évolution des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un oscillateur. 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.
Définition du temps atomique.	Extraire et exploiter des informations pour justifier l'utilisation des horloges atomiques dans la mesure du temps.

I. QU'EST-CE QU'UN OSCILLATEUR ?

- On appelle oscillateur (ou système oscillant) un système pouvant évoluer de façon périodique et alternative autour d'une position d'équilibre. Un système oscillant est donc caractérisé par sa période ou pseudo-période.

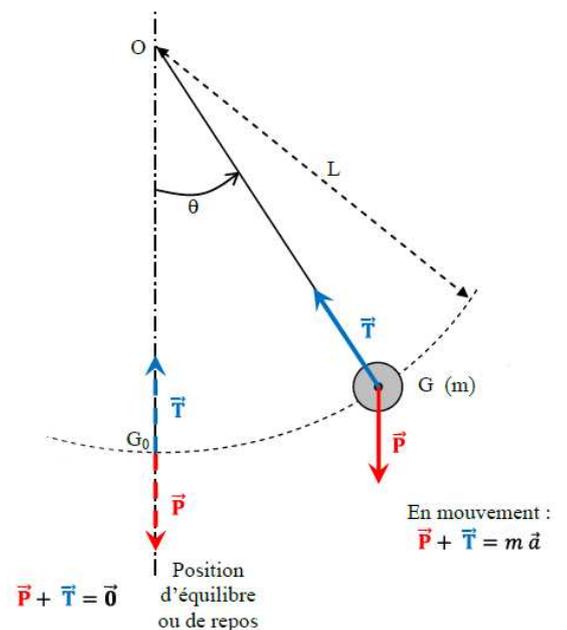
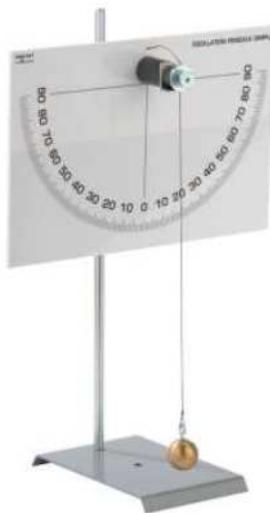
Exemples : Pendule pesant, Pendule élastique vertical, Balançoire, Diapason, Instrument de musique (vibration des cordes, de l'air, de l'embouchure).

- Un oscillateur est en oscillations libres lorsqu'après avoir été lâché d'une position hors équilibre, on ne lui applique plus de contrainte. Au contraire si l'on entretient l'amplitude des oscillations après avoir écarté l'oscillateur de sa position d'équilibre, les oscillations sont dites forcées.

Exemple : quand on pousse quelqu'un sur une balançoire pour maintenir l'amplitude des oscillations, le système est en oscillations forcées, si on s'arrête de le pousser, les oscillations deviennent libres.

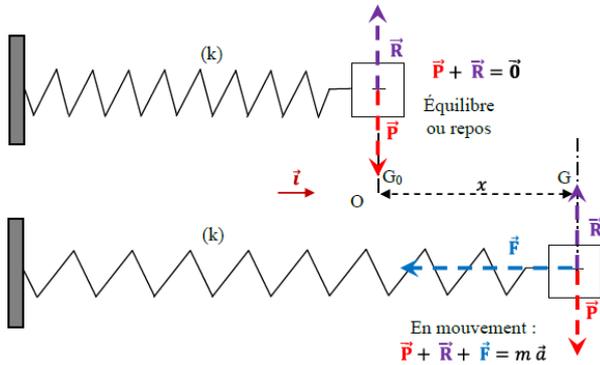
- Un pendule simple est le modèle physique d'une masse « m » suspendue à un fil inextensible de masse négligeable qui oscille lorsqu'elle est écartée de sa position verticale d'équilibre.

La grandeur oscillante intervenant dans les équations est l'écart angulaire par rapport à l'équilibre. C'est une grandeur algébrique, notée $\theta(t)$.

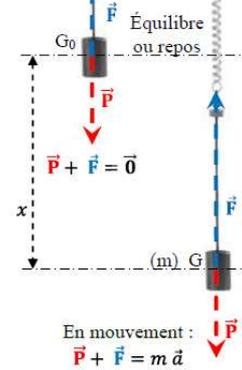
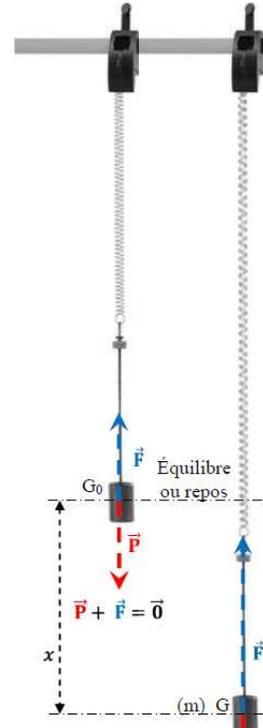


- Un pendule élastique est le modèle physique d'une masse « m » accrochée à un ressort de masse négligeable, de raideur k qui oscille lorsqu'elle est écartée de sa position d'équilibre.

pendule élastique horizontal :



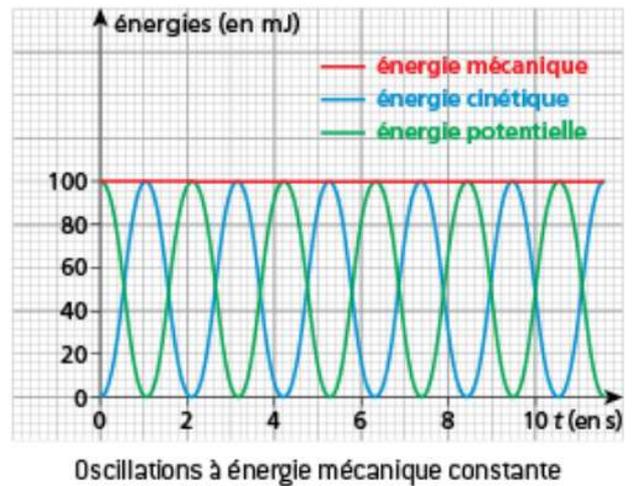
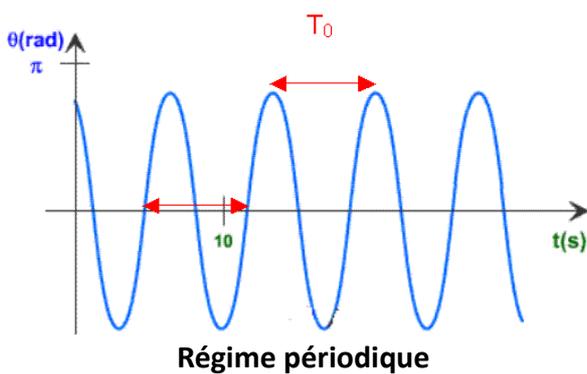
pendule élastique vertical :



La grandeur oscillante intervenant ici dans les équations est l'écart à la position d'équilibre. C'est une grandeur algébrique, notée $x(t)$.

II. OSCILLATIONS AMORTIES ET NON AMORTIES D'UN PENDULE

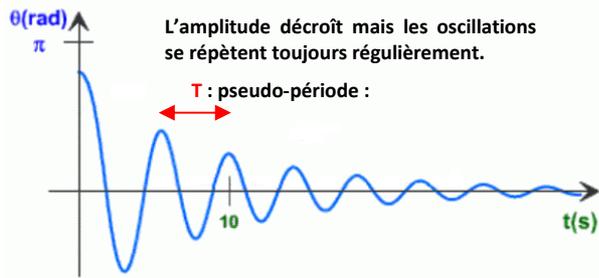
- Lorsque les frottements sont négligeables**, les forces sont conservatives ou ne travaillent pas. L'énergie mécanique se conserve, les oscillations sont non amorties, le régime d'oscillations est périodique.



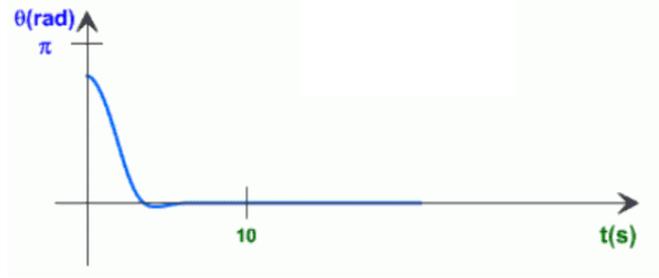
$$E_m = Cte$$

Le pendule non amorti n'existe pas, c'est un cas idéal.

- **Lorsque les frottements ne sont pas négligeables**, l'énergie mécanique diminue au cours du temps, les oscillations sont amorties. Suivant l'amortissement, le régime d'oscillations est pseudo-périodiques ou il peut ne pas y avoir d'oscillations et le régime est apériodique.

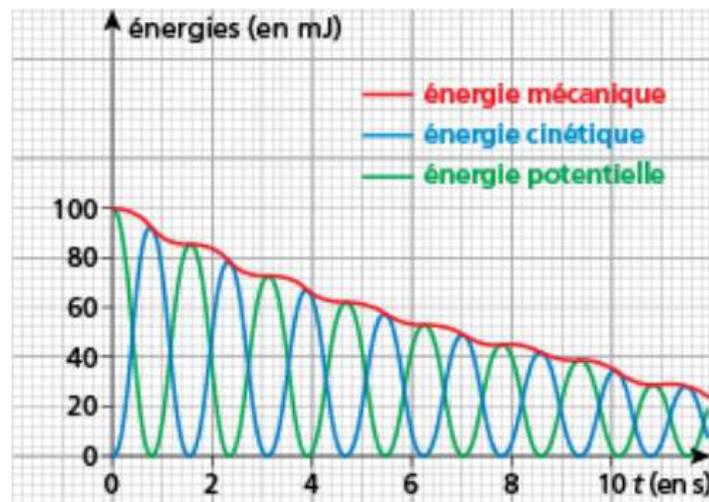


Régime pseudo-périodique



Régime apériodique

$$\mathcal{E}_m \text{ diminue} \quad \Delta \mathcal{E}_m < 0 \quad \Delta \mathcal{E}_m = W(\vec{f}) < 0$$



Oscillations avec dissipation de l'énergie mécanique

- Rédiger votre rapport d'expérience du TP12 qui énonce les lois du pendule simple concernant la dépendance de la période des oscillations :
 - loi des masses :
 - Loi d'isochronisme des petites oscillations :
 - Loi des longueurs :
 - Loi des oscillations amorties :

- La période des oscillations du régime périodique et la pseudo-période du régime pseudo-périodique sont égales en très bonne approximation :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Période du pendule

Longueur du pendule

Intensité de la pesanteur

Faire une analyse dimensionnelle dans le système M (masse), L (longueur), T (temps) :

$$[T] = \left[2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \right] =$$

III. LE TEMPS ATOMIQUE

Jusqu'au milieu du XX^e siècle ce sont les oscillations mécaniques qui ont permis de mesurer le temps



Définition actuelle :

La **seconde** est la durée de 9 192 631 770 périodes de la radiation correspondants à la transition entre 2 niveaux hyperfins de l'état fondamental de l'atome de césium 133

