CHAPITRE OS6
Oscillateur harmonique

- **Question** : Quel est le point commun à toutes ces images ?

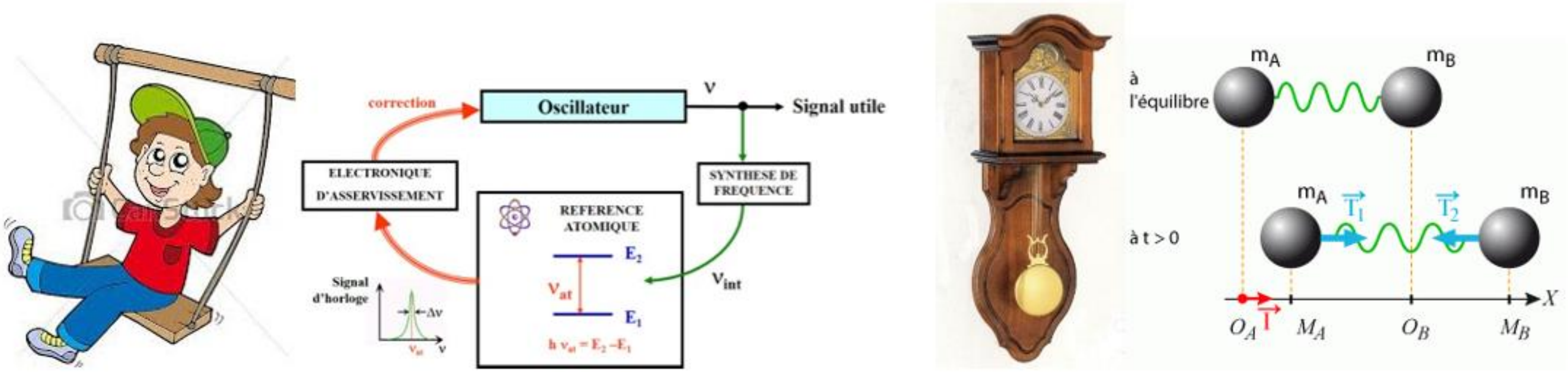

FIGURE 1 : Balançoire, horloge atomique, horloge à balancier, vibration d'une molécule diatomique

- **Réponse** :

Gdr φ : oscillations **sinusoïdales**

- **Problématique**

Phénomènes φ ≠ ⇨ **modèle** math unique de **l'oscillateur harmonique**

1 Signal sinusoïdal

1.1 Signal périodique

- <u>Période</u>

  <u>Définition</u> :

- <u>Fréquence</u>

  <u>Définition</u> :

$$\boxed{f = \frac{1}{T} \quad (\mathrm{Hz})}$$

- <u>Pulsation</u>

  <u>Définition</u> :

$$\boxed{\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad \left(\mathrm{rad.s^{-1}}\right)}$$

1.2 Expression mathématique

Définition: signal sinusoïdal $s(t)$

$$\boxed{s(t) = S_M \cos(\omega t + \varphi)}$$

S_M : **amplitude** de $s(t)$ (tjrs > 0)

$\omega = \dfrac{2\pi}{T} = 2\pi f$: **pulsation** (rad.s^{-1})

φ : **phase à l'origine** (à t = 0) (rad)

$\omega t + \varphi$: phase instantanée du signal (rad)

- 3 caractéristiques

S_M ET f (ou T ou ω) ET φ

1.3 Représentation temporelle

t = 0

$$\boxed{\varphi = -\frac{\pi}{2}}$$

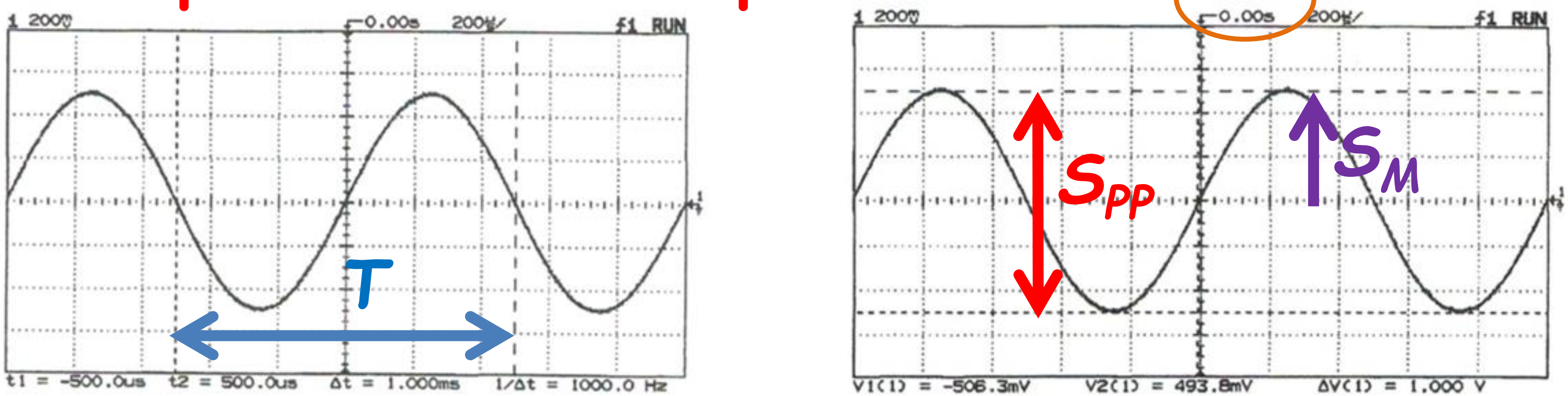

FIGURE 2 : Représentation temporelle d'un signal sinusoïdal

- Mesures à l'aide des **curseurs**
  - **Période**
  - **Amplitude crête à crête**
  - **Amplitude**
  - **Phase à l'origine**

$$\boxed{S_M = \frac{S_{pp}}{2}}$$

1.4 Composante continue ou valeur moyenne

- **Définition**

$$\boxed{\langle s(t)\rangle = S_0 = \frac{1}{T}\int_0^T s(t)\,dt}$$

- Cas du signal sinusoïdal
- Signal continu

2 Modèle de l'oscillateur harmonique (ou sinusoïdal)

2.1 Modèle de l'oscillateur harmonique électrique

➢ <u>Circuit étudié</u>

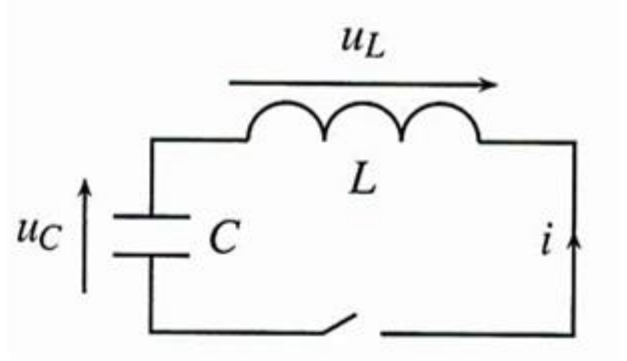

FIGURE 3 : Circuit LC

- C **initialement chargé** sous U_0
- $t = 0$: on ferme l'interrupteur
- $t > 0$: C se décharge dans L et provoque la circulation d'un courant $i(t)$

2.2 Équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$

- Mise en équation

$$\boxed{LC\frac{d^2u_C(t)}{dt^2}+u_C(t)=0}$$

équation différentielle d'ordre 2

- Forme normalisée

$$\boxed{\frac{d^2u_C(t)}{dt^2}+\omega_0^2u_C(t)=0}$$

Définition

ω_0 : **pulsation propre** de l'osc. harm. (rad.s^{-1})

Osc. harm. électrique : $\boxed{\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}}$

- Homogénéité

2.3 Conditions initiales

2.4 Expression de $u_C(t)$: résolution de l'équation différentielle

Outils mathématiques 3 : Résolution d'une équation différentielle du second ordre (sans dérivée première)

2.5 Représentations graphiques de $u_C(t)$ et $i(t)$

- Expression de l'intensité du courant $i(t)$
- Graphes temporels

2.6 Étude énergétique

- Bilan de puissance instantanée
- Énergie totale

Propriété :

L'énergie totale se conserve au cours du tps

$$\boxed{\mathscr{E}_{totale}=\frac{1}{2}Li^2(t)+\frac{1}{2}Cu_C{}^2(t)=\mathscr{E}_m(t)+\mathscr{E}_e(t)=cste}$$

- Expression de l'énergie totale
  - *À partir des conditions initiales*
  - *À partir des expressions temporelles*

$$\boxed{\mathscr{E}_{totale}=\frac{1}{2}CU_0^2}$$

- Graphes d'énergies

Animation : Figures animées pour la physique : Électricité / Régimes transitoires / Décharge du condensateur (aspect énergétique)
http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Elec/Transitoire/NRJ_FJ.php

2.7 Validité du modèle de l'oscillateur harmonique

➢ <u>Oscillateurs réels</u>

Interaction avec l'environnement : perte d'énergie

- Oscillations ≠ sinusoïdales : **osc. non harmonique**
- Amplitude ≠ cste : **osc. harm. amorti**

➢ **Modèle de l'osc. harm. non amorti insuffisant** pour expliquer le comportement réel des syst.

Évolution du modèle

(Osc. harm. amorti)