

# SUIS-JE AU POINT ?

## Chapitre 12 : Oscillations amorties

💡 Une information utile, mais pas à mémoriser par cœur.

♥ Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.

✍ Un savoir-faire à acquérir.

TD Un exercice du TD pour s'entraîner.

### 1 Équation d'évolution en régime libre

#### 1.1 Circuit RLC série

✍ Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur dans un circuit RLC série.\*

#### 1.2 Système {masse + ressort} amorti par frottements fluide

✍ Établir l'équation du mouvement d'un système {masse+ressort} soumis à une force de frottement fluide linéaire ( $\vec{F} = -\alpha\vec{v}$ ). On prendra le cas d'un ressort horizontal.

#### 1.3 Formes canoniques de l'équation d'évolution

♥ Écrire l'équation d'un oscillateur amorti sous forme canonique. Donner l'unité SI des paramètres canoniques : pulsation propre  $\omega_0$  et facteur de qualité  $Q$ .

✍ Identifier, pour un circuit RLC série, la pulsation propre et le facteur de qualité en fonction de  $R$ ,  $L$  et  $C$ . Identifier, pour un système {masse+ressort} amorti par frottement fluide, les paramètres canoniques en fonction de  $k$ ,  $m$  et  $\alpha$ .

#### 1.4 Analogie électromécanique

💡 Les équations différentielles obtenues pour le circuit RLC série et le système {masse+ressort} amorti par frottement fluide ont la même structure. L'évolution temporelle de ces deux systèmes vont donc être analogues. C'est pourquoi on désigne, dans les deux cas, le système par le même terme **d'oscillateur amorti**.

💡 On peut identifier des grandeurs électriques et mécaniques analogues l'une à l'autre quand on compare le comportement d'un circuit RLC série et celui d'un système {masse + ressort} amorti par frottement fluide.

### 2 Évolution du système en régime libre

#### 2.1 Équation caractéristique

✍ Écrire le polynôme caractéristique associé à l'équation différentielle d'un oscillateur amorti. Justifier l'existence de trois régimes d'amortissement distincts suivant la valeur du facteur de qualité.

♥ Connaître le nom de chaque régime d'amortissement et la condition sur la valeur du facteur de qualité pour se trouver dans chacun des trois.

#### 2.2 Régime apériodique $\left(Q < \frac{1}{2}\right)$

♥ Donner l'expression de la solution générale de l'équation de l'oscillateur amorti en régime libre.

### 2.3 Régime critique $\left(Q = \frac{1}{2}\right)$


- ♥ Donner l'expression de la solution générale de l'équation de l'oscillateur amorti en régime libre.

### 2.4 Régime pseudopériodique $\left(Q > \frac{1}{2}\right)$

- ♥ Donner l'expression de la solution générale de l'équation de l'oscillateur amorti en régime libre. Définir la pseudopulsation ( $\omega = \frac{\sqrt{-\Delta}}{2}$ ). Donner un ordre de grandeur de la durée du régime transitoire.

 Montrer que  $\omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$ .


- ♥ Définir le décrétement logarithmique.

 À partir du graphe d'oscillations amorties, mesurer la pseudopériode et le décrétement logarithmique. En déduire la valeur du facteur de qualité. On se limitera au cas où  $Q$  dépasse quelques unités et on énoncera sans démonstration la relation :  $\delta = \frac{\pi}{Q}$ .

### 2.5 Influence du facteur de qualité

- ♥ Connaître l'influence du facteur de qualité sur la durée du régime transitoire (à  $\omega_0$  fixé, **la durée du régime transitoire est minimale en régime critique**).

### 2.6 Étude énergétique

 Expliquer qualitativement comment s'effectuent les échanges d'énergie au sein d'un circuit RLC série en régime libre. Discuter notamment du rôle du résistor.

## 3 Application : réponse à un échelon de tension

 Déterminer la solution particulière dans le cas où le second membre est constant (on résout l'équation sans dérivée).