

PRÉSENTATION DE LA DIVERSITÉ ET DE LA COMPLEXITÉ  
DES SYSTÈMES OSCILLANTS

**I> Notion de système oscillant :**
**1. Rappels :**

Un phénomène variable est dit *périodique* lorsqu'il se reproduit identique à lui-même et ce à intervalles de temps successifs égaux.

On nomme alors *période*  $T$ , en (s), la plus courte durée au bout de laquelle le phénomène périodique se reproduit identique à lui-même.

La *fréquence*  $N$ , en (Hz), est alors le nombre de répétitions du phénomène périodique et ce par unité de temps.

$$\text{On a} \quad N = \frac{1}{T}$$

**2. Compléments :**

On nomme *système oscillant* ou *oscillateur*, un système dynamique dont les grandeurs qui décrivent son évolution varient périodiquement au cours du temps.

On nomme *élongation* en mécanique, l'écart à un instant  $t$  entre la position à cet instant  $t$  et à l'équilibre. C'est une valeur algébrique, donc positive ou négative.

L'*amplitude* en mécanique est la valeur absolue de l'élongation maximale : elle est donc toujours positive.

**3. Exemple de systèmes oscillants :**

*a> En physique :*

- Oscillateurs mécaniques :  
⇒ Pendules, ressorts : horloges, montres...page 172
- Oscillateurs acoustiques :  
⇒ Instruments de musique, haut-parleur...page 171, 176
- Oscillateurs hydrodynamiques :  
⇒ Écoulement des fluides autour d'un obstacle comme un pilier, un bateau, une aile d'avion...tourbillons de Bénard von Karman page 176
- Oscillateurs électriques :  
⇒ Variétés considérables : horloges de montres, d'ordinateurs ; émetteur et récepteur d'ondes...page 174
- Oscillateurs atomiques :  
⇒ Utilisation de vibrations moléculaires pour des horloges atomiques : mesure à  $10^{-43}$  seconde.

*b> En chimie :*

- Oscillations entre deux états chimiques :  
⇒ Réactions de Belousov-Zhabotinski, de Bray...page 178

*c> En sciences de la vie et de la terre :*

⇒ Le cœur, l'oreille interne, les geysers, les marées, le rythme circadien des fleurs...page 177

On peut citer des exemples plus surprenants comme l'évolution des populations animales «prédateurs -proies »...voir aussi page 177.

## II> **Classifications des oscillateurs :**

### 1. Oscillateurs libres :

Ecartés de leur position d'équilibre, ils oscillent avec une période qui dépend des caractéristiques physiques propres à l'oscillateur : on la nomme  $T_0$  période *propre* de l'oscillateur.

Or, parce qu'on les appelle *libres*, ces oscillateurs subissent des frottements mécaniques ou des amortissements électriques –selon leur nature -. Ainsi, les oscillations *s'amortissent* jusqu'à disparaître.

### 2. Oscillateurs avec apport d'énergie :

Pour entretenir les oscillations, il est donc nécessaire d'apporter à l'oscillateur libre de l'énergie pour compenser les amortissements. Suivant la façon dont l'énergie est apportée, on distingue trois catégories d'oscillateurs.

#### *a> Oscillateurs forcés :*

Ils reçoivent périodiquement de l'énergie mais avec une période  $T$  qui peut être identique, différente ou même très différente de la période propre  $T_0$ .

Ils sont alors *forcés* d'osciller à cette période  $T$  imposée par l'excitateur.

Le résultat est que l'amplitude de l'oscillateur forcé peut varier dans de grandes proportions, et pour une fréquence particulière et unique appelée fréquence de *résonance*, cette amplitude est maximale.

#### *b> Oscillateurs auto- entretenus :*

Ils reçoivent également périodiquement de l'énergie d'une source extérieure mais ce sont eux qui imposent leur rythme d'acquisition de cette énergie.

Citons deux types d'oscillateurs particuliers de cette catégorie :

- Les oscillateurs de relaxation :

Il n'y a pas d'état d'équilibre mais un va et vient entre deux états extrêmes. Pendant une partie de la période, le système emmagasine de l'énergie et la cède au milieu extérieur pendant la seconde partie.

⇒ Vase de Tantale...page 176

- Les oscillateurs à échappement :

Ils se classent parmi les oscillateurs dits pendulaires.

⇒ Horloges

#### *c> Oscillateurs paramétriques :*

L'entretien des oscillations résulte d'une variation périodique d'un des paramètres du système dont dépend la période, et ce sous l'effet d'un excitateur extérieur.

⇒ Balançoire, botafumerio de St Jacques de Compostelle...page 179