

La physique des ondes

XII

Le phénomène de battement

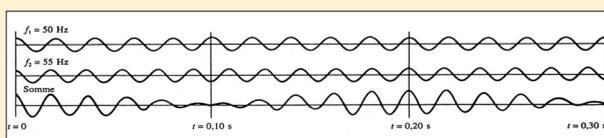
1. Définition

Le phénomène de battement est un exemple important d'**interférence**.

Ce phénomène se produit lorsque deux sources sonores sont de **fréquences très proches mais non identiques**.

Les ondes sonores émises interfèrent les unes avec les autres et l'onde résultante varie périodiquement en amplitude, donc **le niveau sonore croît et décroît alternativement**.

Les changements d'intensité régulièrement espacés s'appellent des battements.



Les battements sont produits par la superposition de deux ondes sonores de fréquences légèrement différentes.

2. Développement mathématique

Considérons deux ondes de fréquences très proches mais non identiques.

Pour simplifier, nous supposons :

- qu'elles ont même amplitude ;
- et que les constantes de phase sont nulles.

$$y_1 = A \sin(\omega_1 t)$$

$$y_2 = A \sin(\omega_2 t)$$

$$y_{\text{Total}} = A [\sin(\omega_1 t) + \sin(\omega_2 t)]$$

Formule de Simpson :

$$\sin a + \sin b = 2 \sin \left(\frac{a+b}{2} \right) \cos \left(\frac{a-b}{2} \right)$$

$$= 2 A \sin \left(\frac{\omega_1 t + \omega_2 t}{2} \right) \cos \left(\frac{\omega_1 t - \omega_2 t}{2} \right)$$

$$= 2 A \sin \left[2\pi \left(\frac{f_1 + f_2}{2} \right) t \right] \cos \left[2\pi \left(\frac{f_1 - f_2}{2} \right) t \right]$$

- La superposition des deux ondes produit une onde qui vibre à la fréquence $\frac{f_1 + f_2}{2}$ (c'est-à-dire la moyenne des deux ondes composantes).

- L'amplitude de cette vibration est donnée par $\left| 2 A \cos \left[2\pi \left(\frac{f_1 - f_2}{2} \right) t \right] \right|$. Cette amplitude varie de 0 à 2A avec une fréquence de $\frac{f_1 - f_2}{2}$.
- Le battement peut s'interpréter comme une vibration de fréquence $\frac{f_1 + f_2}{2}$ dont l'amplitude varie périodiquement avec la fréquence $\frac{f_1 - f_2}{2}$.
- Un battement se produit toutes les fois où, $\cos \left[2\pi \left(\frac{f_1 - f_2}{2} \right) t \right] = \pm 1$ autrement dit, deux battements se produisent par cycle.

La fréquence des battements est donc le double de $\frac{f_1 - f_2}{2}$, c-à-d $f_1 - f_2$ (la différence de fréquences des composantes).

(la période de battement est l'intervalle de temps s'écoulant entre deux passages par zéro consécutifs de l'amplitude de battement).

- Le phénomène de battement peut se produire avec n'importe quel type d'onde.