

Propriétés des Ondes

I. Propagation d'un Son et Sensation Auditive

A. Niveau d'Intensité Sonore

Définition: Un son est une onde mécanique longitudinale qui se propage en transportant de l'énergie.

L'intensité sonore I a pour relation:

$$I = \frac{P}{S}$$

avec P la puissance (W), S la surface (m^2).

Le niveau d'intensité sonore L est plus adéquat pour représenter la sensation auditive. On a:

$$L = 10 \times \log \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

où $I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$ avec I_0 le seuil d'audibilité à 1000 Hz, $I_0 = 1.0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$.

B. Atténuation

L'atténuation A correspond à la diminution de niveau sonore:

$$A = L - L_0$$

L'atténuation peut être géométrique (liée à la distance) ou être de l'absorption (liée au milieu matériel que traverse l'onde).

II. Diffraction des Ondes

Définition: La diffraction est une modification de la direction de propagation d'une onde au passage d'une petite ouverture sans modification de sa fréquence ou de sa longueur d'onde. Elle est caractéristique de toutes les ondes. Le phénomène de diffraction peut être quantifié par l'angle caractéristique de diffraction Θ en rad:

$$\Theta = \frac{\lambda}{a} \quad \text{avec } a \text{ la largeur de l'ouverture.}$$

II. Le phénomène d'interférences

Définition : Le phénomène d'interférences correspond à la superposition de deux ou plusieurs ondes formant une onde résultante.

Si l'onde résultante est plus grande en valeur absolue que chacune des deux ondes alors on dit que l'interférence est constructive.

Si l'onde résultante est plus petite que les deux ondes, alors on dit que l'interférence est destructive.

A) Mise en évidence du phénomène

Pour que ce phénomène se produise, il faut que les deux ondes soient de même nature (mécanique/électromagnétique) et que ces deux ondes proviennent de **deux sources cohérentes**.

Des sources cohérentes donnent des ondes progressives sinusoïdales synchrones (même fréquence et de déphasage constant) se superposant de façon stable.

B) Conditions d'interférences des ondes

Définition : La différence de marche δ est la différence de la distance entre un point M et une source cohérente S_1 , et de la distance du même point M et de l'autre source cohérente S_2 .

$$\delta = S_1M - S_2M$$

Si δ vérifie $\delta = k\lambda$ ($k \in \mathbb{Z}$) alors l'interférence sera constructive.

Si δ vérifie $\delta = (2k + 1)\frac{\lambda}{2}$ ($k \in \mathbb{Z}$) alors l'interférence sera destructive.

C) Cas des interférences lumineuses : Les trous de Young

Dans l'expérience de trous de Young, un faisceau laser de longueur d'onde λ éclaire 2 trous séparés par une distance b . On place un écran à une distance D très grande par rapport à b .

Les deux trous se comportent comme deux sources cohérentes. Sur l'écran, on observe une figure de diffraction qui enferme des franges brillantes et sombres ayant la figure d'interférences. Dans ce cas là, on a :

$$\delta_{\text{optique}} = n_{\text{milieu}} \times \delta$$

et

$$\delta_{\text{optique}} = n_{\text{milieu}} \times \frac{b \times x_m}{D}$$

avec x_m la coordonnée de M sur l'écran.

Pour avoir des interférences constructives :

On doit avoir :

$$x_m(k) = \frac{k\lambda D}{b}$$

Pour avoir des interférences destructives :

On doit avoir :

$$x_m(k) = \frac{(2k+1) \times \lambda \times D}{2 \times b}$$

Les interférences constructives apparaissent avec des franges lumineuses et les interférences destructives apparaissent avec des interférences sombres.

Définition : L'interfrange i correspond à la distance entre deux franges brillantes (ou deux franges sombres).

Toutes les franges lumineuses et sombres sont équidistantes.

On a :

$$i = \frac{\lambda \times D}{b}$$

IV - L'effet Doppler

Définition : L'effet Doppler correspond à un changement de fréquence et de longueur d'onde de l'onde perçue par le récepteur quand la source de l'onde ou quand le récepteur est en mouvement.

L'effet Doppler concerne tous les types d'ondes.

s'approche	s'éloigne
$f_R = f_E \times \frac{v_{\text{onde}}}{v_{\text{onde}} - v}$	$f_R = f_E \times \frac{v_{\text{onde}}}{v_{\text{onde}} + v}$
$f_R > f_E$	$f_R < f_E$
$\lambda_R < \lambda_E$	$\lambda_R > \lambda_E$

- f_R : fréquence reçue
- f_E : fréquence émise
- v_{onde} : vitesse de l'onde
- v : vitesse du récepteur ou de la source
- λ_R : longueur d'onde reçue
- λ_E : longueur d'onde émise