

1 Propagation d'une onde

Définition 1 : Onde et célérité

Onde : perturbation d'un milieu se propageant de proche en proche sans transport de matière. Vitesse de l'onde : célérité c , en mètres par seconde.

Définition 2 : Onde harmonique

Onde périodique : se répète à l'identique dans le temps et l'espace. Onde harmonique : onde périodique dont la forme est celle de la fonction sinus.

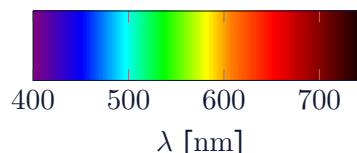
Onde longitudinale, onde transverse

$$c_{\text{son, air ambiant}} \approx 340 \text{ m s}^{-1}$$

$$c_0 \approx 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Indice de réfraction : } c = c_0/n$$

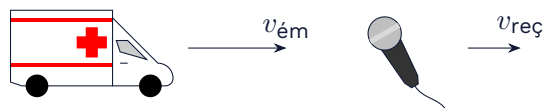
$$n_{\text{air}} \approx 1, n_{\text{eau}} \approx 1,33, n_{\text{verre}} \approx 1,5$$



Fréquences audibles : 20 Hz – 20 kHz

$$\lambda = Tc \text{ ou encore } c = \lambda/T = \lambda f = \omega/k \text{ (période } T, \text{ longueur d'onde } \lambda, \text{ fréquence } f)$$

Milieu non-dispersif : c ne dépend pas de f



$$\text{Doppler : } \frac{c - v_{\text{ém}}}{f_{\text{ém}}} = \lambda_{\text{ém}} = \lambda_{\text{reç}} = \frac{c - v_{\text{reç}}}{f_{\text{reç}}}$$

Définition 3 : Rayon

Courbe dont la direction en chaque point donne la direction de propagation de l'onde.

Propriété 1 : Optique géométrique

Lorsque la taille des obstacles que rencontre une onde est bien plus grande que sa longueur d'onde, l'optique géométrique prédit la forme des rayons dans l'espace.

$$\frac{c_0}{n_{\text{air}} \lambda_{\text{air}}} = f_{\text{air}} = f_{\text{eau}} = \frac{c_0}{n_{\text{eau}} \lambda_{\text{eau}}}$$

2 Interactions entre deux ondes

Définition 4 : Coïncidence et opposition de phase

Deux ondes sinusoïdales présentes au même point sont en phase lorsque leurs maxima apparaissent aux mêmes instants, et en opposition de phase lorsque les maxima de l'un apparaissent aux mêmes instants que les minima de l'autre.

Propriété 2 : Principe de superposition

Lorsque deux ondes sont présentes au même point, leurs perturbations s'ajoutent. On a interférence constructive lorsqu'elles sont en phase et il en résulte un sinus d'amplitude maximale, et interférence destructive lorsqu'elles sont en opposition de phase et il en résulte une amplitude nulle.

Méthode 1 : Déterminer si une interférence est constructive

Pour calculer le chemin optique d'un rayon, on fait la somme de la longueur du rayon dans chaque milieu multiplié par l'indice de réfraction de ce milieu. Puis, on ajoute une demi longueur d'onde pour certaines réflexions.

$$\mathcal{L} = n_a \ell_a + n_b \ell_b + \dots + (\lambda/2) \times \left(\begin{array}{l} \text{réflexions contre un miroir} \\ \text{ou un milieu d'indice supérieur} \end{array} \right).$$

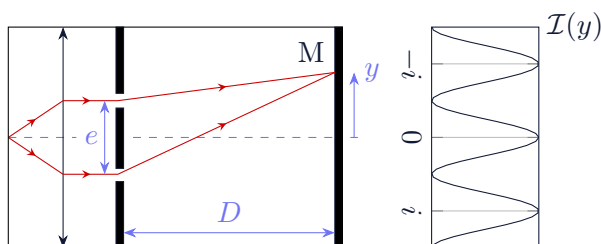
La différence de marche δ est la différence entre les chemins optiques de chaque rayon. L'ordre d'interférence p est $p = \delta/\lambda_0$ où λ_0 est la longueur d'onde dans un milieu d'indice $n = 1$.

Les interférences sont **constructives** lorsque $p \in \mathbb{Z}$ et **destructives** lorsque $(p - \frac{1}{2}) \in \mathbb{Z}$.

Définition 5 : Figure d'interférence

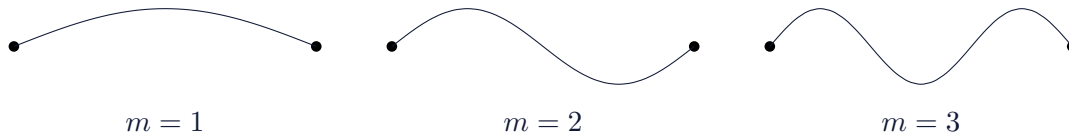
Disposition spatiale des ventres/franges brillantes et des nœuds/franges sombres résultant d'une superposition d'ondes.

3 Trous d'Young



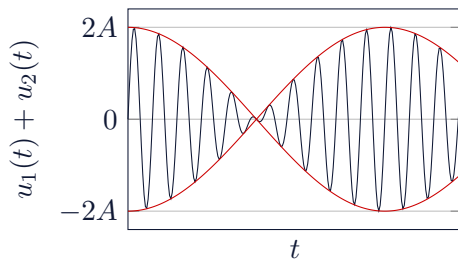
$$i = \lambda D / e$$

4 Ondes stationnaires



$$L = m\lambda/2, m \in \mathbb{N}^*$$

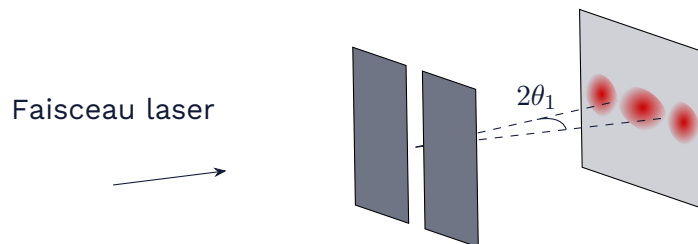
5 Battements



$$f_{\text{porteuse}} = (f_1 + f_2)/2$$

$$f_{\text{battements}} = |f_2 - f_1|$$

6 Diffraction



$$\sin(\theta_1) = \lambda/a$$