

Interférences et diffraction d'ondes

Phénomène de battements

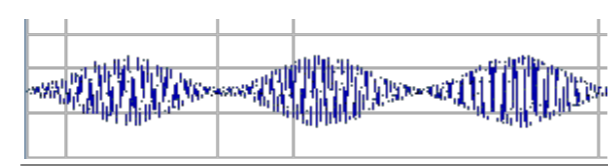
Le phénomène de battements survient lorsque l'on somme deux signaux de même amplitude et de **fréquences (ou pulsations) très voisines**.

$f(M, t) = A \cos(\omega_1 t - \varphi_1) + A \cos(\omega_2 t - \varphi_2)$ avec $\omega_1 \approx \omega_2$

L'enveloppe du signal a une pulsation faible :

$$\Omega = \frac{\omega_2 - \omega_1}{2}$$

L'intérieur de l'enveloppe a une pseudo-pulsation élevée :

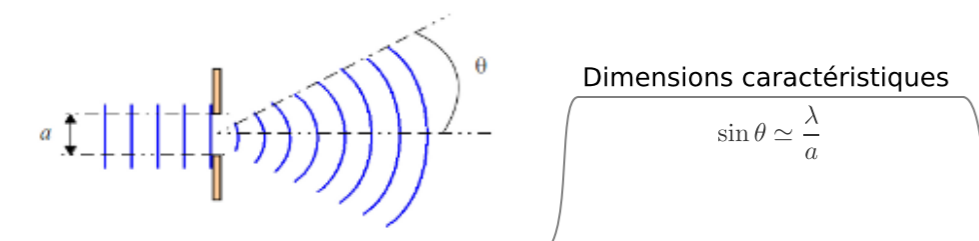
$$\omega_m = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$$


Expérience

Le phénomène de diffraction se produit lorsque l'on **limite spatialement** la propagation d'une onde.

On observe un étalement de l'onde dans l'espace.

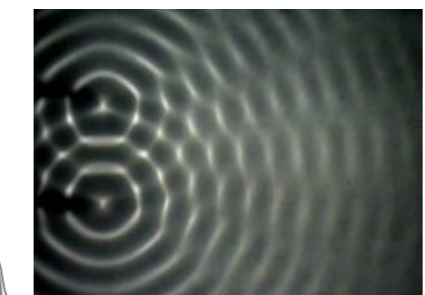
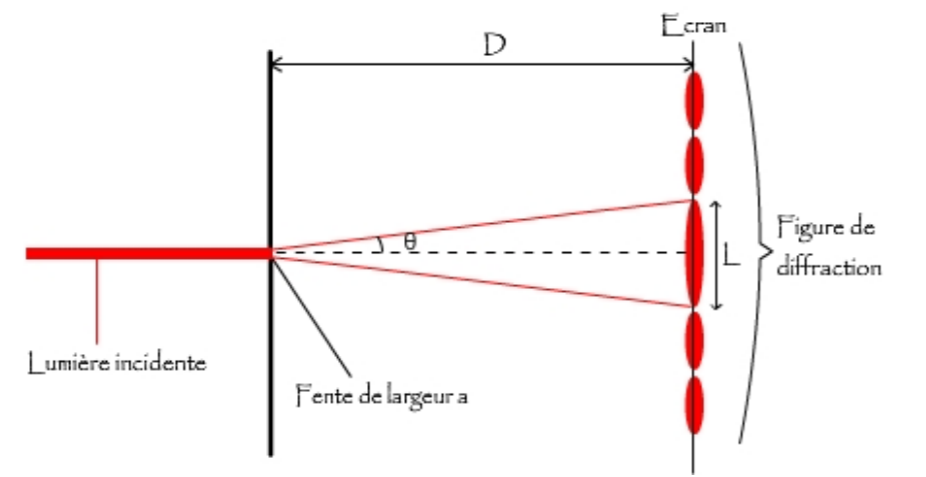
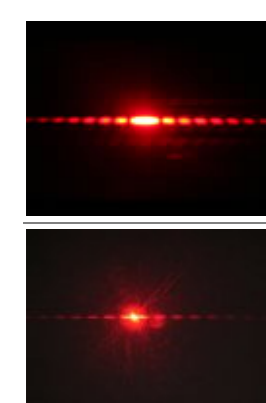
Principe d'Huygens-Fresnel (cf. 2e année) : Chaque élément de surface atteint par l'onde se comporte comme une source ponctuelle secondaire.



Paramètres influents

Théorème de Babinet : Un système diffractant et son complémentaire forment la même figure de diffraction, sauf dans la direction où l'onde n'est pas diffractée.

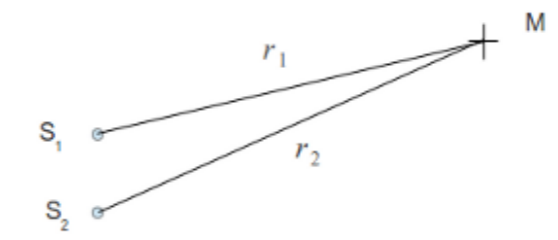
Symétries : La figure de diffraction respecte les symétries du système diffractant.



Expérience

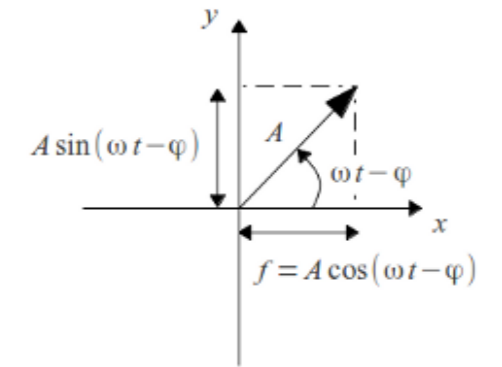
Les interférences apparaissent lorsque deux (ou plus) ondes synchrones se superposent.

On observe des zones d'amplitude maximale (**interférences constructives**), et d'autres d'amplitudes minimales (**interférences destructives**).



Modélisation

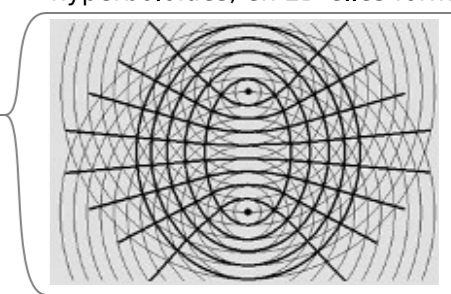
Les interférences en un point M résulte de la **superposition d'ondes synchrones**.

$$f(M, t) = A \cos(\omega t - kr_1 - \varphi) + A \cos(\omega t - kr_2 - \varphi)$$


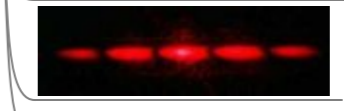
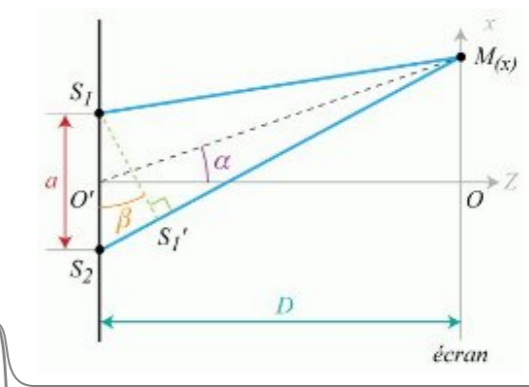
Pour sommer ces signaux, on utilise la représentation de Fresnel

Cette relation est valable sur des surfaces en 3D appelées hyperboloïdes, en 2D elles forment des hyperboles.

Les interférences constructives vont apparaître lorsque les deux signaux sinusoidaux synchrones seront **en phase**, soit :

$$r_2 - r_1 = p \cdot \lambda$$


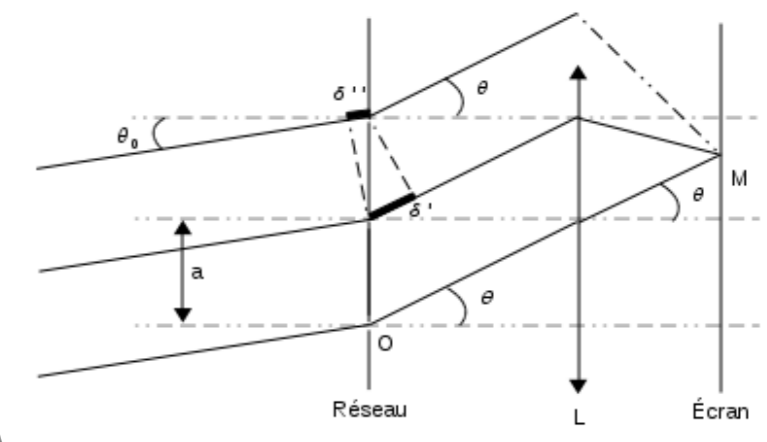
Les fentes d'Young



La position des franges d'interférences est donnée par :

$$X = p \cdot \frac{\lambda D}{a}$$

Les réseaux



La position des franges d'interférences est donnée par la **relation fondamentale des réseaux** :

$$a(\sin \theta - \sin \theta_0) = p \cdot \lambda$$