

Cours Privés

10, rue des rêves - 34000 MONTPELLIER

Tél. 04 67 41 33 11

INTERFÉRENCE ET DIFFRACTION

I - INTERFÉRENCE DE 2 ONDES: Superposition des ondes produites par 2 sources synchrones

Prenons 2 sources S_1 et S_2 émettant des ondes de même fréquence et synchrones (la différence de phase entre les 2 ondes émises reste constante dans le temps). Pour simplifier supposons que les ondes soient en phase (sources cohérentes) et de plus, que leurs intensités soient égales (amplitude: a_0 et intensité I_0). Calculons la perturbation ψ de l'onde résultante en un point M, distant de r_1 et r_2 des 2 sources (avec r_1 et r_2 très supérieurs à d , la distance entre les sources): $\psi = \psi_1 + \psi_2$

$$\psi = a_0 \cos [\omega t - (2\pi r_1/\lambda)] + a_0 \cos [\omega t - (2\pi r_2/\lambda)]$$

En changeant l'origine des temps cela revient à étudier la somme: $\cos \omega t' + \cos (\omega t' - \varphi)$

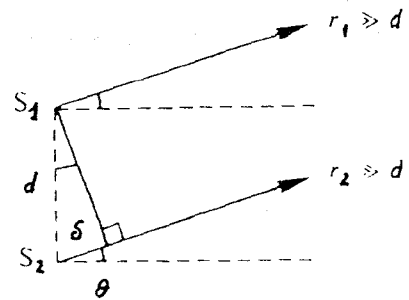
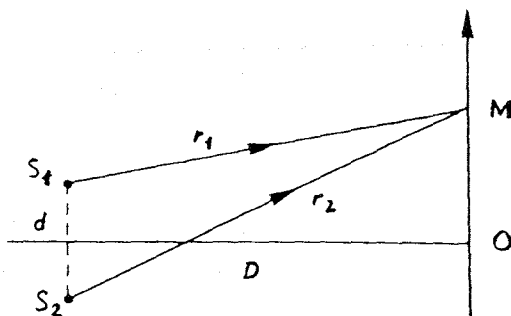
avec φ le déphasage: $\varphi = 2\pi/\lambda (r_2 - r_1) = 2\pi\delta/\lambda$

δ : différence de chemin parcouru par les ondes.

On obtient donc: $\psi = 2a_0 \cos \omega t' \cos (\pi\delta/\lambda)$

L'intensité lumineuse de la radiation (proportionnelle au carré de l'amplitude $I = \propto a^2$) vaut:

$$I = 4a_0^2 \cos^2 (\pi\delta/\lambda) \text{ soit } I = 4I_0 \cos^2 (\pi\delta/\lambda)$$

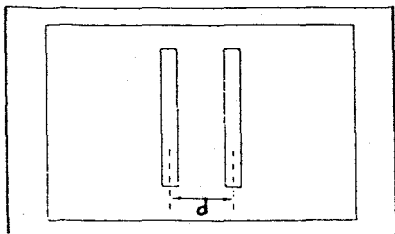


Selon la valeur de δ , c'est à dire, suivant la position de M, l'intensité lumineuse I varie de 0 à $4I_0$. On distingue les maxima d'intensité (franges claires) et les minima d'intensité (franges sombres):

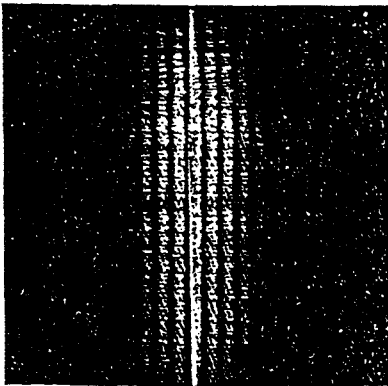
$$I_{\max} \text{ quand } \sin\theta = k\lambda/d = \delta/d$$

$$I_{\min} \text{ quand } \sin\theta = (2k + 1)\lambda/2d$$

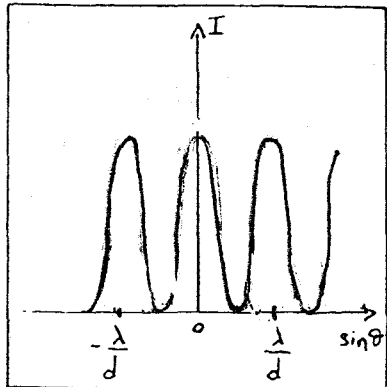
Le dispositif classique pour observer les interférences lumineuses consiste à éclairer avec une source incohérente (lampe à incandescence), 2 fentes rapprochées. Chaque fente réémet la lumière et se comporte comme une source (fentes d'Young).



Fentes d'Young : elles permettent d'obtenir des interférences.

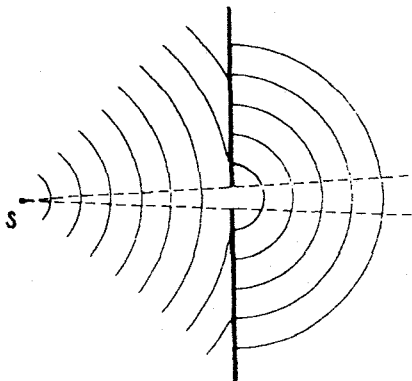


Interférences obtenues avec des fentes d'Young : franges alternativement brillantes et sombres.



II - DIFFRACTION D'UNE ONDE

Quand une onde progressive rencontre un obstacle de dimensions comparables à la longueur d'onde, une modification sensible intervient dans la propagation de cette onde. L'onde ne se propage pas seulement, dans le prolongement géométrique de la source à travers l'orifice. Tout se passe comme si l'orifice se comportait comme une source, pour l'onde transmise.

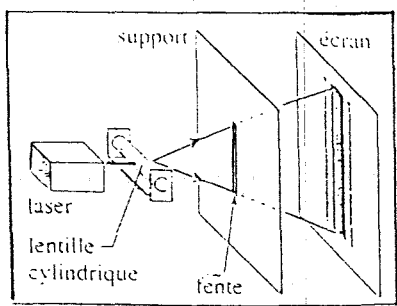
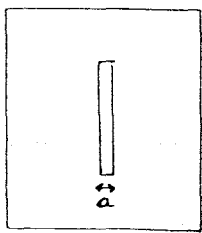


II. 1 - Diffraction par une fente

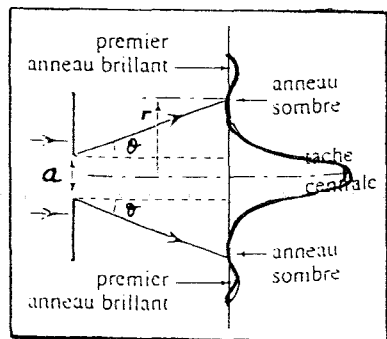
Soit une fente rectangulaire étroite (largeur a). Une onde plane incidente atteint en phase chaque point dans le plan de la fente qui réémet des ondes secondaires suivant le principe de Huygens-Fresnel. Ces ondes vont pouvoir interférer, et ceci différemment suivant l'angle d'émission θ derrière la fente.

L'intensité lumineuse de la radiation vaut: $I = I_0 [\sin(\Phi/2)/(\Phi/2)]^2$

On aura une intensité lumineuse minimale, I_{min} quand $\sin \theta = k \cdot \lambda / a = \delta / a$



Diffraction par une fente : la lentille cylindrique permet d'éclairer la totalité de la fente.



La lumière est diffractée

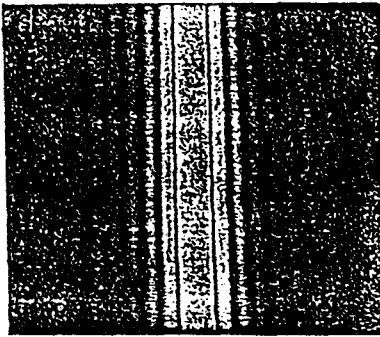
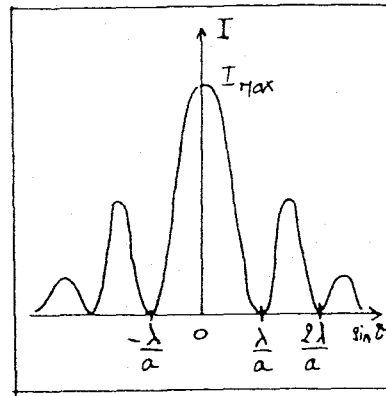
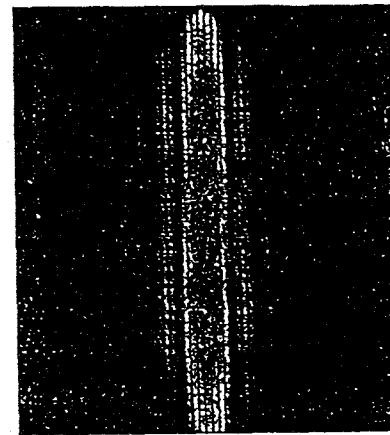
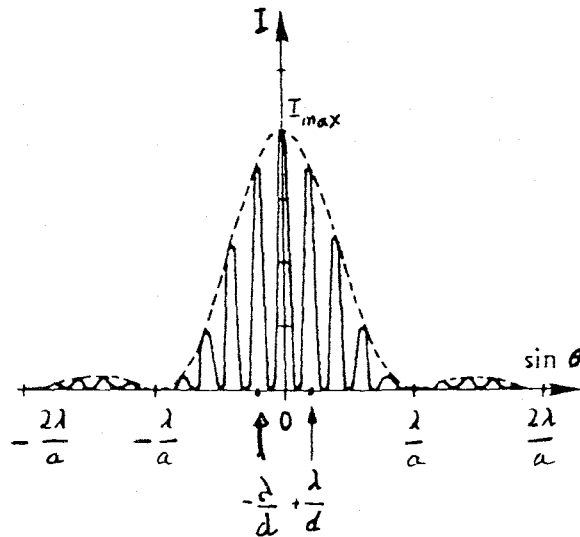
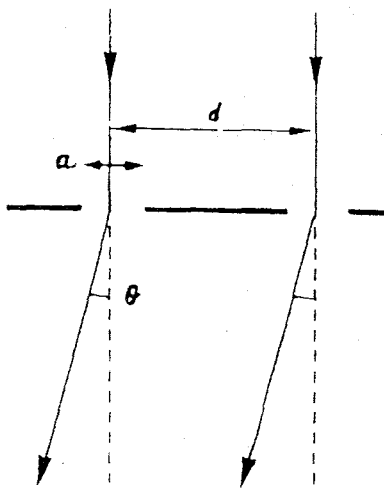


Figure de diffraction de la lumière laser par une fente



II. 2 - Diffraction par 2 fentes identiques parallèles

Prenons 2 fentes étroites (de largeur a) identiques et parallèles, séparées par une distance d . Nous avons 2 fentes d'Young. Chaque fente diffracte l'onde incidente et les 2 ondes diffractées vont interférer quelle que soit la direction d'émission repérée par l'angle θ .



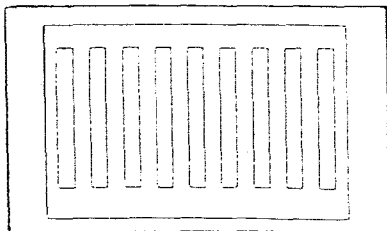
Superposition des phénomènes d'interférence et de diffraction : les franges d'interférence apparaissent dans les franges de diffraction

On observe à la fois le phénomène d'interférence, avec ses franges caractéristiques dont l'espacement angulaire est donné par λ/d , et celui de diffraction, contrôlé par la quantité λ/a . La figure d'interférence est donc modulée par celle de diffraction (ou vice versa). La figure de diffraction est déterminée par λ/a et celle d'interférence par λ/d .

Remarque: quand a est très petit ($a \ll \lambda$), il n'y a que le phénomène d'interférence et l'intensité lumineuse est maximale (I_{\max}) quand: $\sin\theta = k \cdot \lambda/d = \delta/d$

II. 3 - Diffraction par N fentes: réseaux de diffraction

Il est possible de généraliser la situation précédente à plusieurs fentes. Dans ce cas les maxima lumineux sont très étroits et plus les fentes sont nombreuses, plus les maxima sont étroits. L'intensité lumineuse est maximale quand: $\sin\theta = k \cdot \lambda/d = \delta/d$



Réseau plan (les fentes sont dans un plan).

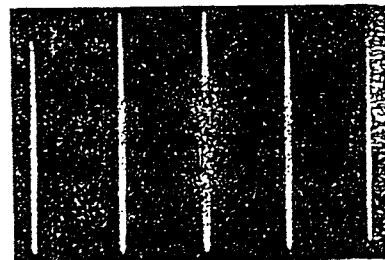


Figure de diffraction d'un réseau en lumière laser