Thème 4 : Ondes et signaux

Partie 1. Caractériser les phénomènes ondulatoires

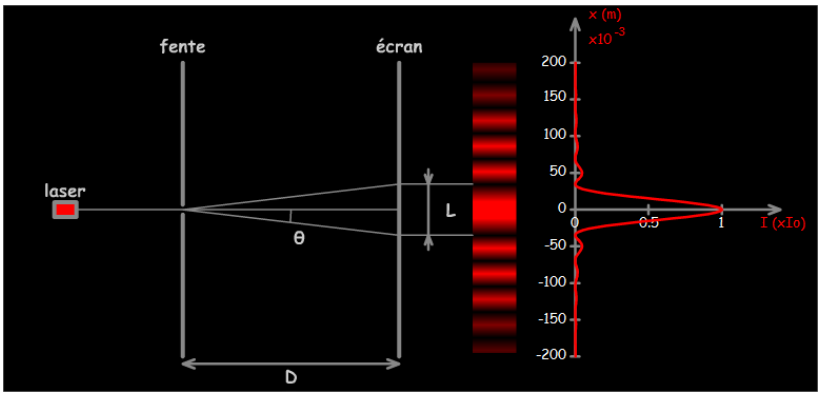
CHAP 19-ACT-COURS Diffraction et Interférences

1. DIFFRACTION

1.1. Expérience avec les ondes lumineuses + vidéo Laser Diffraction and Interférences

Exp1 : figure de diffraction par une fente
+ Animation diffraction par une fente
en html5 : https://physique-chimie.discip.ac-caen.fr/spip.php?article436

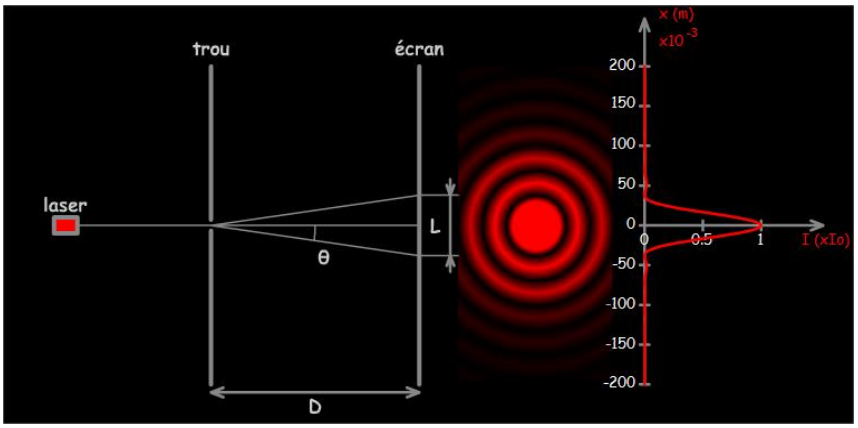
- Diriger le faisceau laser sur une fente dont la largeur est de quelques dizaines de micromètre.
- Faire varier la largeur de la fente et observer l'écran.



1.2 Observations et conclusion

- On observe une tache centrale brillante et de petites taches latérales moins brillantes
- La fente à diffracté la lumière dans une direction perpendiculaire à celle de la fente
- La diffraction est d'autant plus marqué que la taille de l'ouverture est petite

Exp 2 : diffraction avec un trou circulaire
+ Animation diffraction par un trou

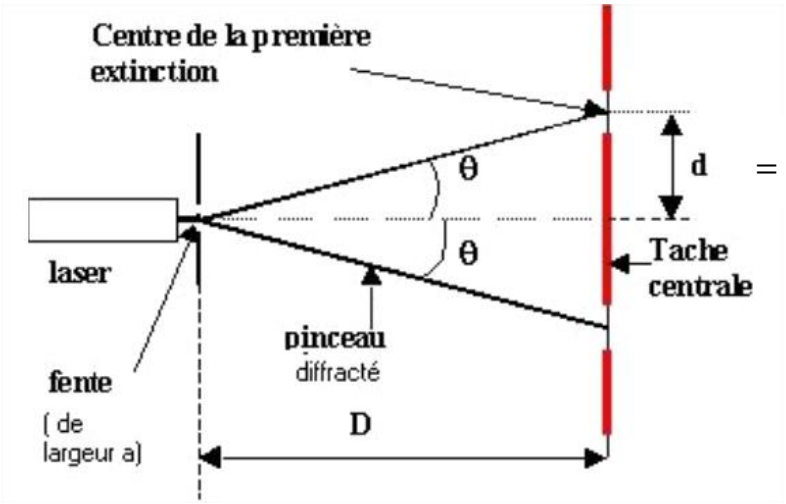


1.3. Ouverture angulaire du faisceau diffracté

a) schéma de l'expérience à savoir reproduire

b) Définition

L'ouverture angulaire θ du faisceau diffracté est, par définition, la moitié de l'angle sous lequel on voit la tache centrale de diffraction depuis la fente



c) formule à savoir démontrer :

$$\theta = \frac{l}{2.D}$$

l représente la largeur de la tâche centrale et D la distance entre la fente et l'écran (l et D en mètres)

c) autre formule admise :

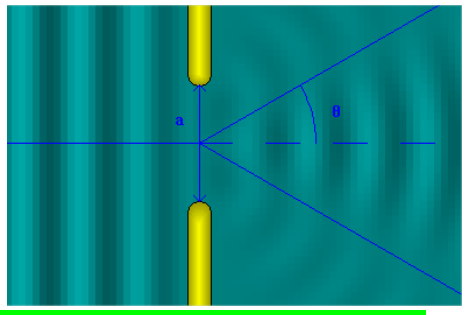
$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

(**λ** la longueur d'onde en mètres et **a** la largeur de la fente en mètres)

1.4. Autres diffractions

a) diffraction d'une lumière blanche

b) diffraction à la surface de l'eau



c) diffraction des ondes sonores

Animation diffraction à la surface de l'eau : **(swf)**

+VIDEO

Attention : ***le phénomène de diffraction n'apparait que lorsque les dimensions de l'ouverture (ou de l'obstacle) sont de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde sinon l'onde est seulement diaphragmée***

Sans diffraction

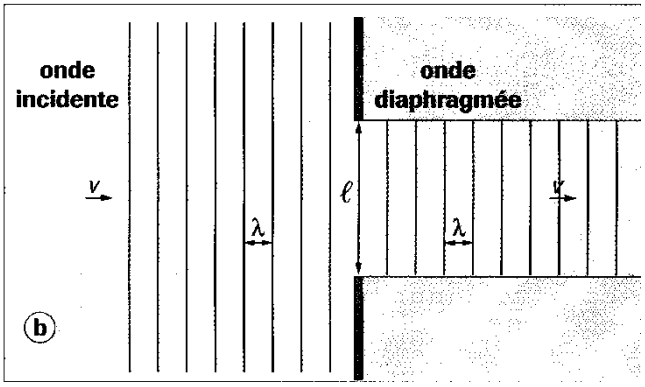


Fig. 11 $\ell \gg \lambda$. L'onde est diaphragmée par la fente.

Avec diffraction

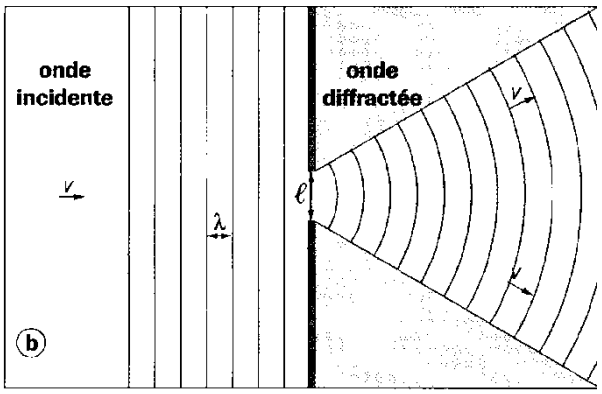


Fig. 12 $\ell \approx \lambda$ (ou $\ell < \lambda$). L'onde est diffractée par la fente.

RESUME :

- Lorsqu'une onde rencontre un obstacle ou une ouverture de petite taille, sa propagation est modifiée, l'onde est déformée, ce phénomène s'appelle la diffraction

- Plus l'obstacle ou l'ouverture est petite, plus le phénomène de diffraction est marqué.

- L'onde diffractée à même période, même fréquence, vitesse, longueur d'onde que l'onde incidente.

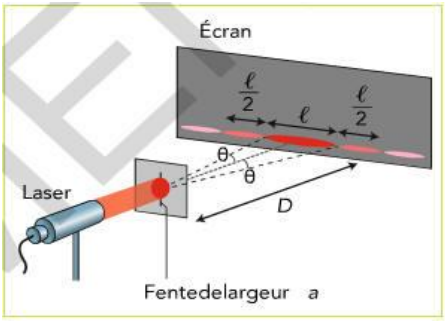
- Pour qu'il y ait diffraction, il faut que la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle soit de la même taille ou plus petit que la longueur d'onde

2. INTERFERENCES EN LUMIERE MONOCHROMATIQUE

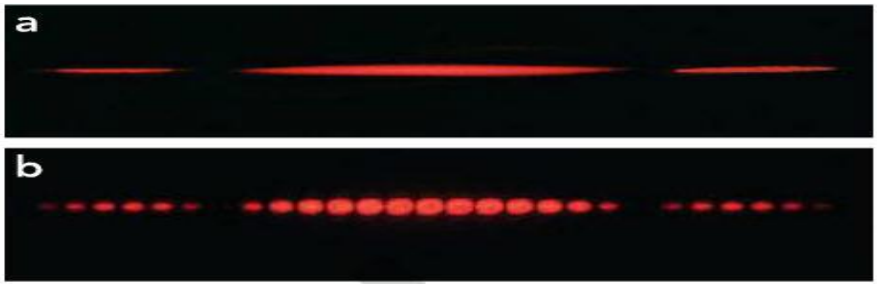
2.1. Expérience et observations

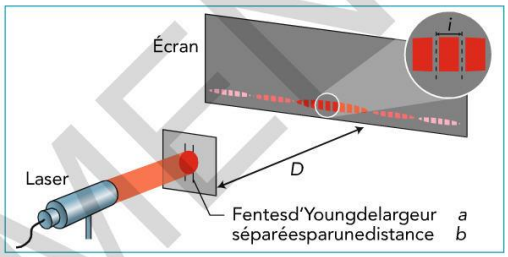
Exp laser+ fentes d'Young (Act 3 p64) On éclaire deux fentes proches et parallèles (fentes d'Young) avec de la lumière monochromatique,

- On observe une figure de diffraction striée d'une alternance de bandes noires et lumineuses appelées « franges d'interférences »



Doc. 2 Schéma de l'expérience de diffraction de la lumière par une fente.





Doc. 3 Schématisation de l'expérience des fentes d'Young.

Animation : Figure obtenue avec 1 fente (a) et avec 2 fentes parallèles dites fentes d'Young (b)

2.2. Conclusion Animation Interférences+différence de marche

- Chaque fente se comporte comme une source lumineuse ponctuelle. La superposition des ondes issues de ces fentes donne des interférences.

- Deux ondes de même fréquence qui se superposent peuvent interférer. On observe alors des franges d'interférences.

- Lorsque deux ondes se superposent, leurs élongations s'ajoutent.

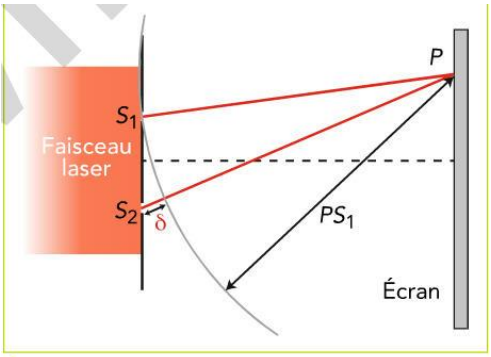
- Les interférences sont constructives (zone lumineuses) en tout point où les ondes qui interfèrent sont en phase.

Les interférences sont destructives (zones sombres) en tout point où les ondes qui interfèrent sont en opposition de phase.

- Une figure d'interférences stable s'obtient avec des ondes de même fréquence et présentant un déphasage constant. Ce sont des ondes cohérentes; elles sont émises par des sources cohérentes.

a) Définition

Deux ondes émises par des sources cohérentes situées en S_1 et S_2 ont, en un point P du milieu de propagation, un déphasage constant qui dépend de la durée de leurs trajets respectifs et du déphasage entre les sources.
Le déphasage observé au point P est lié à la différence de marche δ de ces ondes.



Doc. 10 Dans le cas de l'expérience des fentes d'Young dans l'air, la différence de marche des ondes qui interférent en P est $\delta = S_2P - S_1P$.

b) Formules

.

$\delta = S_2P - S_1P$

δ : différence de marche (m)
S_2P et S_1P en mètres

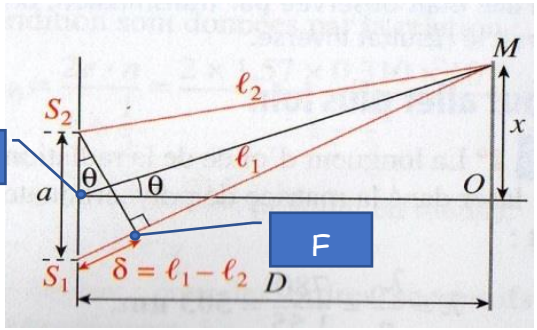
- On observe des interférences constructives quand $\delta = k.\lambda$
- On observe des interférences destructives quand $\delta = (k + \frac{1}{2}).\lambda$

k est un nombre entier positif ou négatif appelé ordre d'interférences.

c) Expression de δ

$$\delta = \frac{a.x}{D}$$

C



Démonstration par prof

2.3. Interfrange

a) Définition

Lors d'interférences lumineuses, l'interfrange, noté i, est la distance séparant deux franges brillantes ou deux franges sombres consécutives.

b) Formule

L'interfrange i s'exprime par :

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

λ : Longueur d'onde (m)
D: Distance fente écran (m)
b : Distance entre les 2 fentes (m)

2.4. Interférences en lumière blanche

Éclairées en lumière blanche, les couches minces font apparaître des **couleurs interférentielles**. VIDEO

ex : Des taches d'huile, des CD ou des DVD, des ailes d'insectes ou des bulles de savon éclairées en lumière blanche font apparaître des irisations.

Animation

Remarque : Les interférences s'observent également avec ondes mécaniques (Animation ondes sonores, ondes à la surface de l'eau).