

TP 17 : Expérience des fentes d'Young

1. Introduction

L'objectif est d'observer la diffraction de la lumière par une fente, puis par deux fentes (expérience des fentes d'Young). On utilisera une lampe spectrale à vapeur de sodium.

Matériel disponible :

- ▷ Banc d'optique.
- ▷ Lampe spectrale sodium.
- ▷ Fente réglable sur support.
- ▷ Fentes sur support réglable horizontalement, et cache en carton.
- ▷ Lentille convergente $f = 200$ mm.
- ▷ Lunette de visée sur support réglable verticalement et horizontalement.
- ▷ Diapo avec règle graduée sur support.

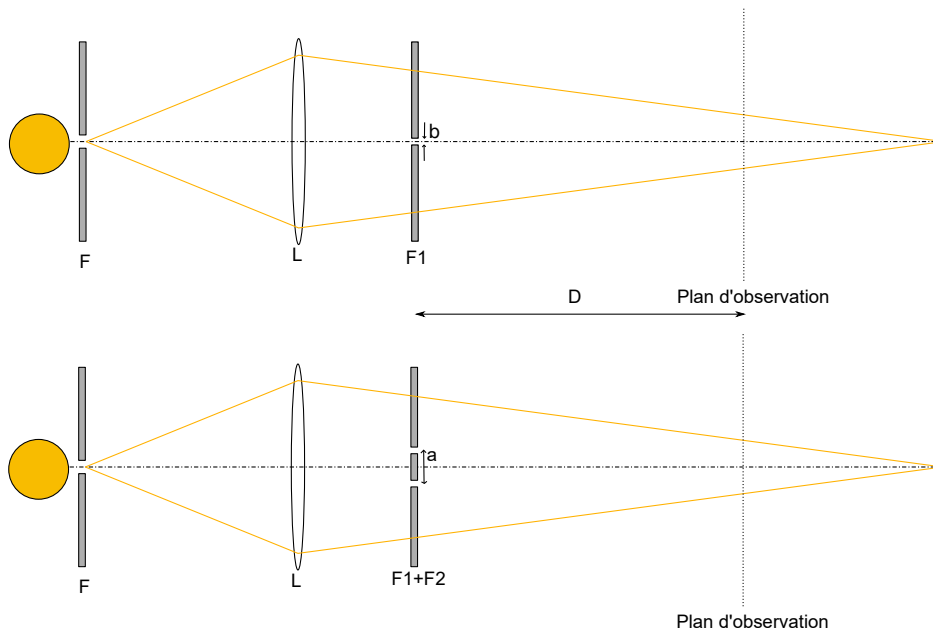
Pour l'observation de la diffraction par une fente, on dispose d'une plaque de diamètre 40 mm (montée sur un support en comportant quatre), comportant dans sa partie haute sept fentes simples, dont les largeurs respectives sont 30, 40, 60, 80, 100, 150 et 200 micromètres.

Pour l'expérience des fentes d'Young, on dispose d'une plaque comportant trois paires de fentes. Les centres des fentes sont espacés respectivement de 0,13 mm, 0,23 mm et 0,43 mm. La largeur des fentes est 70 micromètres.

Un cache en carton permet de laisser passer la lumière seulement sur la fente choisie ou bien sur la paire de fentes choisie.

2. Dispositif expérimental

Le dispositif comporte une fente de largeur réglable F placée juste devant la lampe, une lentille convergente L de focale 200 mm, une fente simple $F1$ pour l'observation de la diffraction, ou bien une fente double $F1 + F2$ pour l'expérience des fentes d'Young.



La fente F (nommée *fente source*) permet, grâce au phénomène de diffraction, d'obtenir l'équivalent d'une source de lumière très fine, c'est-à-dire quasi ponctuelle dans le plan de la figure (plan perpendiculaire à la direction de cette fente).

La lentille L n'est pas indispensable mais elle permet d'améliorer la convergence des faisceaux diffractés par les fentes et d'obtenir des interférences plus lumineuses. Elle fait l'image de la fente F à environ 50 cm des fentes de diffraction.

La lampe à vapeur de sodium émet dans le visible une raie jaune de longueur d'onde

$$\lambda = 589 \text{ nm.}$$

Soit D la distance entre la fente simple (ou la fente double) et le plan d'observation. Une fente de largeur b donne dans ce plan une figure de diffraction dont la tache centrale a une largeur :

$$\ell = \frac{\lambda}{b} D \quad (1)$$

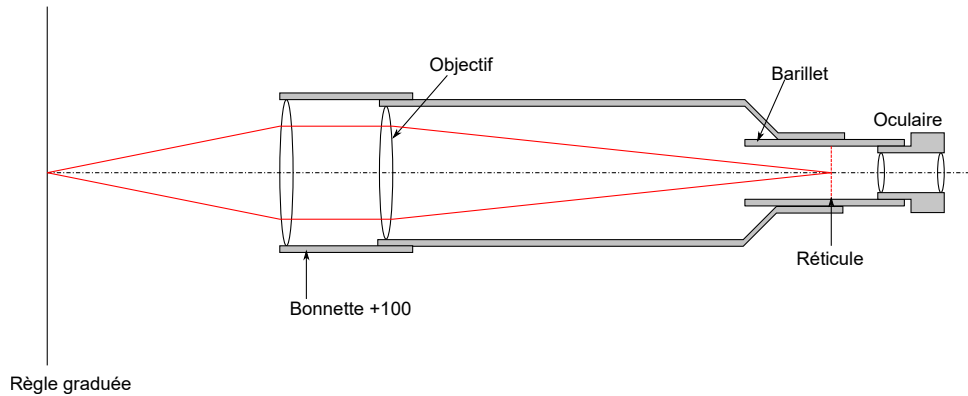
L'expérience des fentes d'Young consiste à observer la diffraction par deux fentes. Lorsqu'on utilise deux fentes dont les centres sont distants de a , on observe des franges d'interférences rectilignes (superposées à la tache de diffraction) dont l'interfrange est donné par

$$i = \frac{\lambda}{a} D \quad (2)$$

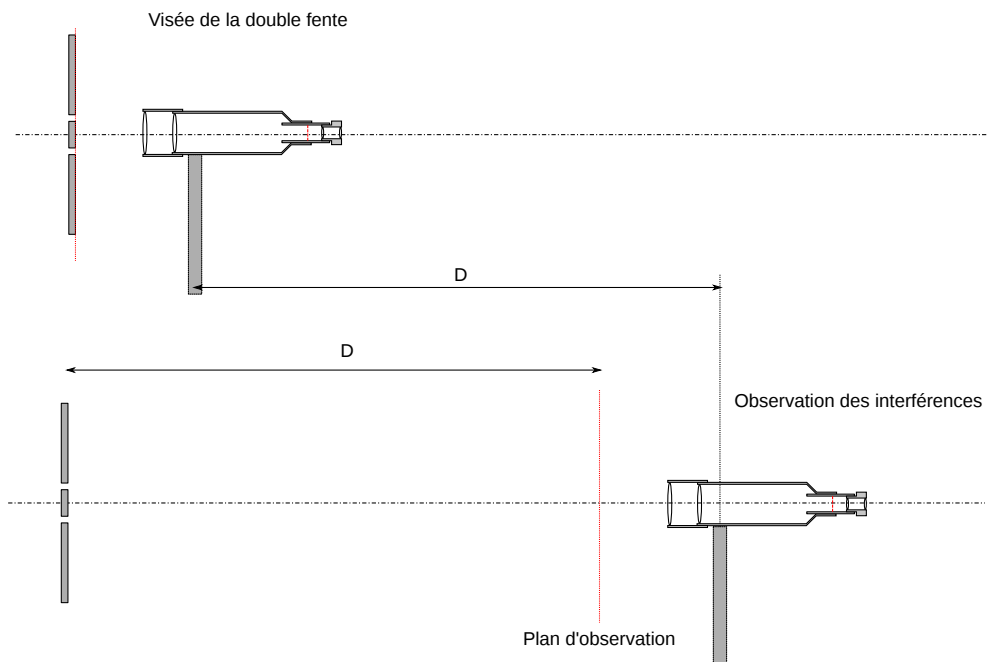
Ces franges d'interférences résultent de la superposition de l'onde diffractée par une des fentes avec l'onde diffractée par l'autre fente.

L'observation se fait avec une lunette de visée munie d'une bonnette comportant une lentille de focale 100 mm, qui permet de faire une visée sur un plan situé à une dizaine de centimètres

de la lentille frontale. La lunette comporte un réticule gradué solidaire de l'oculaire, que nous n'utiliserons pas. Pour faire la mesure de ℓ et de i , on place une règle graduée (imprimée sur une diapo transparente) dans le plan visé. Ses graduations sont en dixième de millimètre.



Pour connaître la distance D entre la double fente (ou la fente simple) et le plan d'observation, on utilise la règle graduée du banc d'optique. On commence par noter la position de la lunette lorsque la double fente est visée. Pour placer le plan visé à une distance D de la double fente, il suffit alors de reculer la lunette de la distance D , en se servant de la règle du banc.



3. Diffraction par une fente

[1] Sélectionner la fente de largeur 80 micromètres (masquer les autres avec le cache en carton). Viser cette fente et noter la position de la lunette sur le banc. Reculer la lunette d'une distance $D = 200$ mm afin d'observer la figure de diffraction. Placer la règle graduée sur diapo dans le plan de netteté.

[2]  Relever la largeur ℓ de la tache centrale de diffraction, avec son incertitude. Vérifier l'accord avec la valeur théorique de ℓ .


[3]  Refaire la mesure pour $D = 400$ mm.



[4] Observer la diffraction par les fentes de largeur 40 et 150 micromètres (la deuxième et l'avant dernière).

4. Expérience des fentes d'Young

[5] Sélectionner la paire de fentes du milieu (espacement des fentes $a = 0,23$ mm). Viser ces fentes et noter la position de la lunette. Reculer la lunette de quelques centimètres de manière à voir les franges d'interférences.


[6] Affiner la fente F et régler son orientation de manière à observer des franges bien contrastées.

[7]  Noter la position de la lunette puis mesurer l'interfrange en comptant plusieurs franges. Noter aussi la précision de cette mesure. Faire la mesure d'interfrange pour cinq valeurs de D jusqu'à environ 1 m.

[8]   Au moyen d'un script Python, tracer l'interfrange i en fonction de la distance D . En déduire le rapport $\frac{\lambda}{a}$ par une régression linéaire et comparer à la valeur théorique. La très faible largeur de la fente source F est une condition importante d'obtention des interférences. Si D_s désigne la distance entre la fente source et la fente double, la largeur maximale de la fente (celle qui annule le contraste) est :

$$L_{max} = \frac{\lambda}{a} D_s \quad (3)$$

[9] Élargir progressivement la largeur de la fente et observer la première disparition des interférences.

[10]  Noter la largeur de la fente F qui donne cette première disparition. Comparer au résultat théorique.

[11] Constater que les franges réapparaissent (avec un faible contraste) si on augmente encore la largeur de la fente, puis disparaissent à nouveau pour une largeur $2L_{max}$.

[12] Changer la distance entre la source de lumière (fente F) et la double fente puis refaire l'expérience.

[13] Vérifier que la présence de la lentille L n'a pas d'influence sur l'interfrange.

[14] Observer les interférences pour les deux autres paires de fente. Remarquer la variation de l'interfrange et du nombre de franges observées dans la tache centrale de diffraction.