

Diffraction et interférences : fentes d'Young

1. Objectifs

Il s'agit d'étudier un dispositif à division du front d'onde encore fréquemment utilisé : les fentes d'Young. Après avoir vu sur quelles bases il repose (diffraction et interférences), nous verrons quelles doivent être les caractéristiques de la source pour observer facilement des franges d'interférence. Ces caractéristiques sont communes à tous les dispositifs à division du front d'onde.

2. Introduction

La diffraction est un phénomène d'étalement de la lumière lorsqu'on cherche à la limiter spatialement : à la traversée d'une fente étroite, la lumière va s'étaler dans la direction perpendiculaire à la fente. Cet étalement est d'autant plus grand que la fente est étroite. Si on fait passer la lumière à travers deux fentes étroites parallèles, il y a étalement de la lumière à la sortie des deux fentes et superposition des lumières diffractées. Les deux faisceaux superposés peuvent interférer : chaque fente se comporte comme une source secondaire de lumière et on observe des franges rectilignes dont l'interfrange dépend de la distance entre les fentes.

Après avoir observé le phénomène de diffraction par une fente et celui d'interférence entre deux fentes, nous verrons que la visibilité des franges dépend de l'étendue de la source (**cohérence spatiale**) et de sa monochromaticité (**cohérence temporelle**).

3. Travail demandé

3.1 Mesures préalables

En utilisant le microscope monté sur une platine micrométrique, mesurer la largeur b' de la fente unique, puis la largeur b des fentes d'Young et la distance a entre ces fentes (il s'agit de la distance centre à centre, qui est égale à la distance entre les deux bords gauches). Noter les valeurs mesurées et estimer les incertitudes correspondantes.

3.2 Montage

Voir la figure 1. On éclaire une fente de largeur ajustable F avec une lampe à vapeur de sodium (longueur d'onde $\lambda = 589,3 \text{ nm}$) à l'aide d'un condenseur. Il faut placer le condenseur pour faire passer le maximum de lumière à travers F . F joue le rôle de source primaire. Elle doit se trouver au foyer objet de L_1 , ce qu'on vérifiera par autocollimation. A une distance de quinze à vingt centimètres de L_1 , on place L_2 . Il est important que tous les composants soient alignés et se trouvent à la même hauteur. Placer ensuite l'oculaire au foyer image de L_2 . Pour le placer correctement, il suffit de regarder au travers et de le mettre là où l'image de F est nette.

Montrer le montage à un professeur.

3.3 Diffraction

Placer la fente unique verticalement entre les deux lentilles. Observer la figure de diffraction à travers l'oculaire. Cela doit ressembler à la figure 2.

Mesurer la largeur Δx de la tache centrale de diffraction (entre les milieux des taches noires qui l'entourent) : l'oculaire est gradué au dixième de mm. Noter la valeur de Δx et son incertitude. En

déduire la valeur de b' avec son

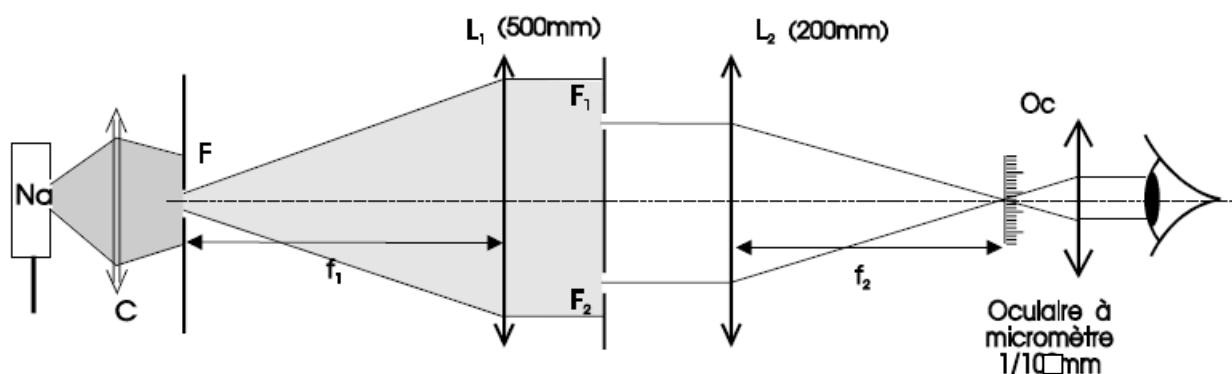


Figure 1 : Montage des fentes d'Young

incertitude grâce à la relation $\Delta x = 2 \frac{\lambda f_2}{b'}$.
 Mesurer aussi la largeur des trois taches centrales qui vaut théoriquement $4\lambda f_2/b'$ et en déduire une autre mesure de b' avec son incertitude.
 Comparer avec la valeur mesurée au microscope.

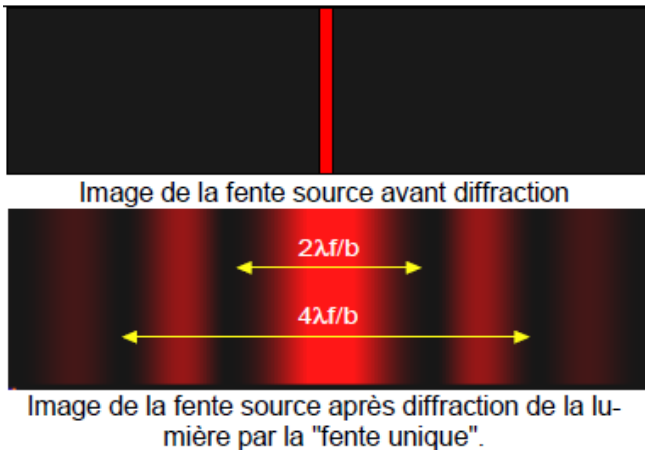


Figure 2

3.4 Interférences des fentes d'Young
 La fente F étant très fine, remplacer la fente unique entre les lentilles par les fentes d'Young. Observer les interférences à l'oculaire et **montrer votre montage**.
 Cela doit ressembler à la figure 3.

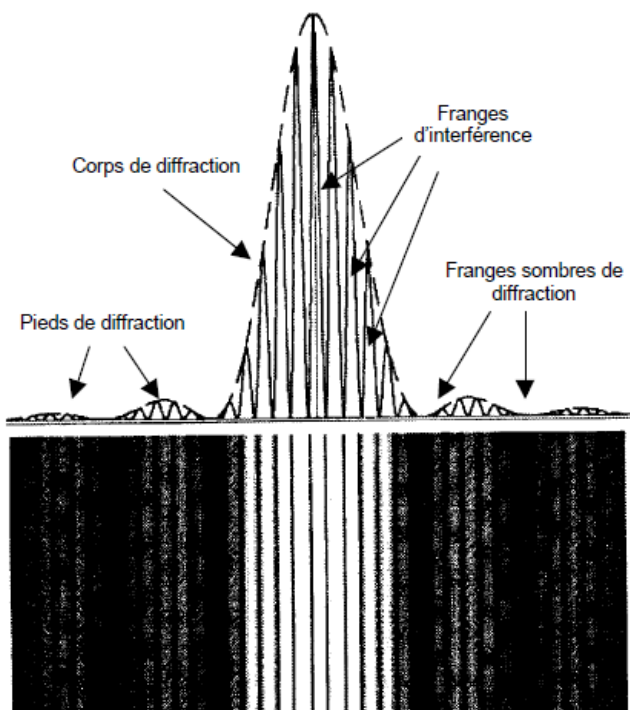


Figure 3 : figure de diffraction et d'interférences par les fentes d'Young

On voit des franges d'interférence à l'intérieur des taches de la diffraction par une fente unique.

A l'aide de la graduation, mesurer la largeur entre plusieurs franges d'interférence. Faire plusieurs mesures reportées dans un tableau. En déduire l'interfrange i avec une estimation de son incertitude.

A l'aide du schéma de la figure 4, montrer que la différence de marche entre les deux rayons interférant au point d'abscisse x est $\delta = ax/f_2$. En déduire que $i = \lambda f_2/a$.

Déterminer une estimation de a à partir de votre mesure de i . Comparer avec la mesure au microscope.

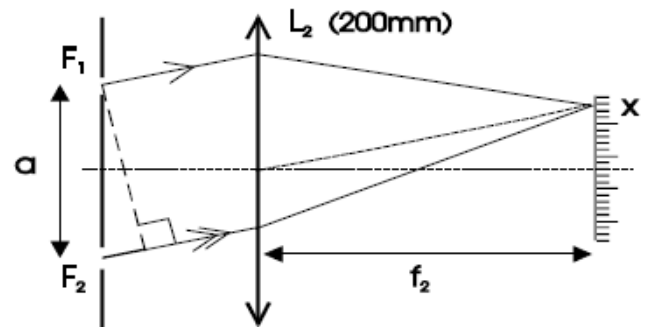


Figure 4

3.5 Cohérence spatiale
 Elargir progressivement la fente F . Observer la variation de luminosité et surtout de contraste des franges d'interférence.
 On montre en théorie que les franges se brouillent pour une largeur s de F telle que $\frac{s}{f_1} = \frac{i}{f_2}$
 A l'aide de votre valeur de i , estimer la valeur de s pour laquelle les franges se brouillent. Comparer à la valeur que vous obtenez en pratique (il faut faire plusieurs essais pour observer le brouillage).

3.6 Franges en lumière blanche
 Avec F très fine, remplacer la lampe à vapeur de sodium et le condenseur par une lampe blanche avec condenseur intégré. Focaliser la lumière sur F , et observer les franges d'interférences. Que voit-on ? Décrire la figure d'interférence en la comparant avec celle obtenue pour la lampe à sodium.
 Expliquer le phénomène d'irisation des couleurs.

NOMS :

DATE :

.....

.....

FEUILLE A RENDRE EN FIN DE SEANCE

§	Travail à faire	A noter sur place	A noter à l'écrit
3.1	Mesures au microscope a, b, b'	____ / 2	
3.2	Montage	____ / 3	
3.3	Diffraction Montage Mesure des taches de diffraction Valeur de b'	____ / 1	____ / 2 ____ / 2
3.4	Interférences Montage Démonstration interfrange Tableau de mesures Valeur de a	____ / 1	____ / 2 ____ / 1,5 ____ / 1,5
3.5	Cohérence spatiale Evaluation de s, conclusion		____ / 2
3.6	Franges en lumière blanche Montage, description Explication de l'irisation	____ / 1 ____ / 1	

TOTAL : _____ / 20**Les comptes-rendus sont à rendre une semaine après le TP, le même jour de la semaine.****Un jour de retard : -2 points****Deux jours de retard : note / 2****Au-delà : points sur place / 2**