



PC*

Interférences non localisées Diffraction de la lumière

Le but de ce TP est une étude expérimentale des phénomènes d'interférences et de diffraction.

A – INTERFERENCES NON LOCALISEES

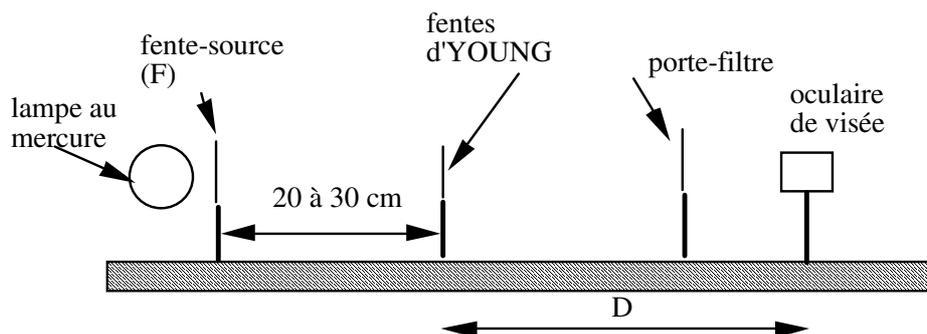
Indications générales:

Les franges d'interférences sont, dans tous ces montages, d'autant plus nettes et contrastées que l'alignement est bon et que la fente source est plus fine et bien orientée. Cependant, il peut s'avérer utile dans les opérations d'alignement, d'élargir la fente source pour suivre plus facilement à l'aide d'un morceau de papier blanc le trajet des divers faisceaux. On pourra donc avoir recours à cet expédient mais, l'alignement terminé, ne pas oublier de refermer la fente source!

Le dispositif interférentiel sera toujours monté sur un cavalier à déplacement transversal pour pouvoir affiner le réglage de l'alignement.

1) Etude des fentes d'Young, interférences à distance finie :

On réalisera le montage suivant sur le banc d'optique, en faisant attention aux *alignements* :



(F) est la fente-source d'orientation et de largeur variable.

(F_1 - F_2) est le système de bifentes. On notera a la distance séparant les milieux des fentes et b la largeur de chaque fente (que l'on supposera négligeable ici).

On observera les interférences à l'aide de l'oculaire de visée. Celui-ci comporte un réticule mobile et un palmer sur le côté. On l'utilisera pour mesurer l'interfrange $i(\lambda)$.

Manipulations :

* Allumer la lampe au mercure qui ne devra pas être éteinte par la suite car il faut attendre qu'elle refroidisse pour la rallumer.

* Aligner les divers éléments du montage et disposer les fentes bien verticales. Ouvrir assez largement (F). S'assurer que la lumière tombe bien sur (F_1 - F_2) et déplacer le viseur de sorte à ce que la lumière arrive bien dessus.

* Fermer alors (F), revoir le fait que la lumière tombe bien sur (F_1 - F_2) et sur le viseur : on doit observer les franges dans l'oculaire (on peut d'ailleurs les observer à l'oeil en regardant sur une feuille de papier placée derrière les fentes d'Young). Si l'on ne voit pas les franges, agir alors sur l'orientation de la fente-source (F). On optimise le réglage de l'orientation des fentes de façon à avoir un contraste maximum (noter que ce réglage est critique).



(Oculaire de Fresnel)

* *Influence de la largeur de la fente-source.*

Ouvrir progressivement (F). On doit voir le contraste s'annuler, puis réaugmenter inversé (les franges brillantes ont pris la place des franges sombres et réciproquement) puis s'annuler à nouveau. Ceci ne marche que pour une fente à ouverture symétrique. Justifier ce résultat.

* *Influence de D.*

- D se mesure sur le banc d'optique (à 1 cm près au minimum).
- Quand on observe nettement les franges, placer le filtre coloré, par exemple jaune (longueur d'onde écrite dans la salle de TP). A l'aide de l'oculaire de visée, mesurer l'interfrange $i(\lambda)$ pour quelques valeurs de D comprises entre 10 et 50 cm.
- Tracer la courbe $i(\lambda)$.
- En déduire la distance a entre les fentes d'Young. Donner la précision des mesures et la correspondance avec la valeur théorique ?

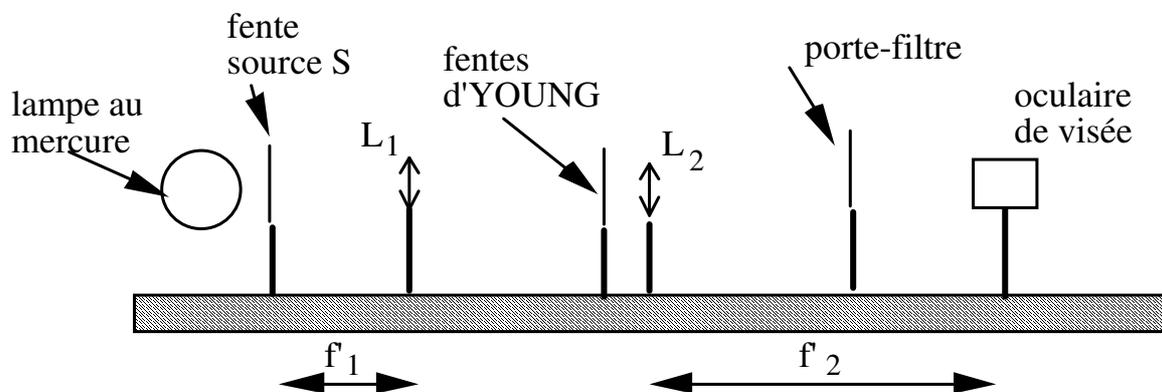
On écrira la valeur obtenue expérimentalement sous la forme : $a = ..\pm ..$ mm et on donnera la valeur indiquée par le fabriquant.

* Détermination d'une longueur d'onde inconnue.

- Se placer dans une situation où i est assez grand et les franges bien lumineuses. Ne plus toucher au dispositif.
- Intercaler le filtre interférentiel de longueur d'onde non connue.
- Mesurer le nouvel interfrange i' . En déduire λ' et l'incertitude sur cette mesure. Comparer avec la valeur indiquée dans la salle de TP.

2) Etude des fentes d'Young, interférences à l'infini :

On souhaite réaliser le montage de la figure ci – dessous :



* Enlever les fentes d'Young.

* Par autocollimation, déplacer (L_1) jusqu'à ce que (F) soit dans son plan focal objet. Mettre en place (L_2) de façon telle qu'elle donne de la fente source une image réelle aussi nette que possible dans le plan de l'oculaire de visée.

* Placer les fentes d'Young et, si le montage est bien aligné, on doit observer les franges dans l'oculaire. Quand on les observe nettement, placer le filtre coloré (longueur d'onde λ connue).

* On observe les interférences données par les deux fentes (l'interfrange angulaire est de $\frac{\lambda}{a}$), phénomène modulé par le terme de diffraction d'une fente (la largeur angulaire de la tâche centrale de diffraction est $\frac{2\lambda}{b}$).

Manipulations :

* Influence du parallélisme de (F) avec (F_1 - F_2).

Faire tourner (F). Qu'observe-t-on?

* *Influence de la largeur de (F).*

Ouvrir progressivement (F). On doit voir le contraste s'annuler, puis réaugmenter inversé (les franges brillantes ont pris la place des franges sombres et réciproquement) puis s'annuler à nouveau. Ceci ne marche que pour une fente à ouverture symétrique. Justifier ce résultat.

* *Mesure de b.*

Compter le nombre de franges d'interférences visibles dans la tâche centrale de diffraction. En déduire b/a , puis b .

Quelques questions pour le compte rendu :

Avec un système de type fentes d'Young, justifier les ordres de grandeur utilisés pour la largeur de chacune des fentes ainsi que leur distance. Combien typiquement cela permet-il d'observer de franges d'interférences ?

Indiquer avec précision comment est modifiée la figure produite lorsque :

- On élargit les deux fentes en conservant leur distance
- On écarte les deux fentes en conservant leur largeur
- On translate le système parallèlement à son plan (sans sortir du faisceau incident)
- On fait subir au système une rotation dans son plan (autour de l'axe optique)
- Le système, au lieu d'être éclairé normalement, est éclairé par un faisceau oblique

B - DIFFRACTION A L'INFINI PAR UNE OUVERTURE

La difficulté essentielle dans l'étude de la diffraction d'une onde plane réside précisément dans la difficulté à avoir une onde plane. Ceci se réalise de deux façons

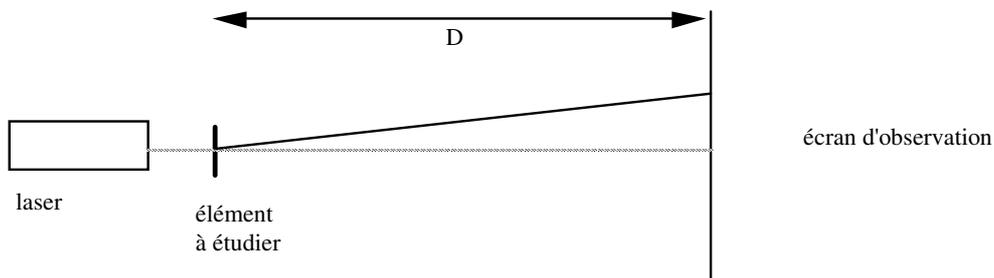
* Utilisation d'un laser

* Utilisation d'une lunette collimatrice de goniomètre

Etude à l'aide du laser : (on utilisera les « gros » lasers gris et non les diodes lasers)

Un laser est une source lumineuse émettant une onde (presque !) plane correspondant à un faisceau d'un diamètre de l'ordre du mm. Le fait qu'il s'agisse d'une onde plane fait que ce faisceau ne diverge pas, ou très peu. La puissance lumineuse émise est très faible, mais **interdiction absolue d'observer directement à l'œil nu le faisceau laser !!!!!**

Le dispositif expérimental sera le suivant :



Le faisceau laser est envoyé sur l'élément diffractant (attention au réglage correct de l'alignement) et la figure de diffraction est observée sur un écran situé à D (de l'ordre du mètre). D étant grand par rapport aux dimensions des pupilles diffractantes, on considèrera qu'il s'agit pratiquement de diffraction à l'infini.

a) Diffraction par des fentes fines :

Intercaler dans le faisceau laser une fente de largeur a et observer directement la figure de diffraction. En faire un schéma rapide et mesurer sur l'écran les largeurs des taches (centrale et latérales) de diffraction. En déduire les largeurs angulaires (D est mesurable, donc connue). La longueur d'onde λ de la radiation émise par le laser étant connue, vérifier les largeurs des fentes diffractantes à votre disposition. Vos résultats seront présentés dans un tableau:

largeur de la fente indiquée	Largeur mesurée

b) Ecrans complémentaires et théorème de Babinet :

Un cheveu (ou ici un fil) de diamètre noté a donne la même figure de diffraction qu'une fente de largeur a : on dit que le cheveu et la fente sont des *écrans complémentaires* (voir feuille de TD sur la diffraction).

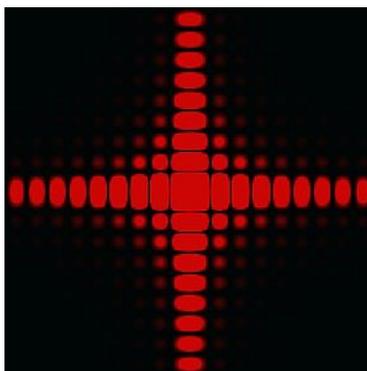
Dessiner dans votre compte-rendu ce que vous observez puis déterminer :

- le diamètre des fils proposés
- puis le diamètre d'un cheveu de l'un des expérimentateurs

Les résultats seront regroupés dans un tableau donnant les diamètres des fils du lycée et du cheveu de l'expérimentateur.

c) Etude de la diffraction par une ouverture rectangulaire :

Intercaler dans le faisceau laser une pupille rectangulaire et observer directement la figure de diffraction.



En faire un schéma rapide et mesurer les largeurs de la tache centrale de diffraction (ou la largeur entre deux minimums nuls). Déterminer les dimensions de la pupille rectangulaire. Comparer à la valeur donnée par le constructeur ; ici encore, ces résultats seront regroupés dans un tableau.

d) Etude de la diffraction par une ouverture circulaire :

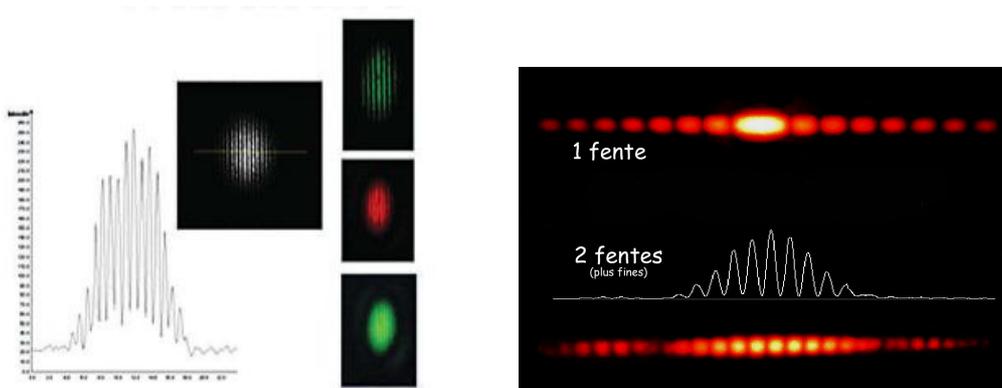
Intercaler dans le faisceau laser une pupille circulaire de rayon a et observer directement la figure de diffraction. Pour cela, on prendra un des trous circulaires des diaphragmes avec entourage en plastique. En faire un schéma rapide et mesurer sur l'écran les rayons des taches (centrale et latérales) de diffraction. En déduire leurs largeurs angulaires (D est connue).

- Déterminer le rayon a de l'ouverture diffractante, la longueur d'onde du laser étant connue.
- Comparer à la valeur donnée par le constructeur.

Ces résultats seront regroupés dans un tableau indiquant le rayon trouvé expérimentalement ainsi que celui donné par le constructeur.

e) Etude qualitative des fentes et trous d'Young au laser :

Observer la figure d'interférences obtenue quand on éclaire deux fentes d'Young au laser et que l'on regarde sur un écran situé assez loin des fentes.



Estimer grossièrement l'interfrange et le rapport (distance entre les fentes) / (largeur d'une fente).