

TP 3 : Interférences avec une lame semi-réfléchissante

1 Objectif

L'objectif du TP est de se familiariser avec la notion d'interférences sur le plan expérimental. On fait interférer deux faisceaux laser issus d'un même faisceau en les croisant, et on cherche sur quel(s) paramètre(s) agir pour faire varier le pas des franges. Ce type de franges est directement utilisé en vélocimétrie laser Doppler (voir deuxième année). Les franges agrandies sont utilisées pour la profilométrie par projection de franges (TP d'AMOS 1ère année).

2 Principe du TP

2.1 Principe physique

On sépare un faisceau laser en deux faisceaux de même intensité à l'aide d'une lame semi-réfléchissante, puis on fait se croiser ces deux faisceaux avec un angle α . Ils interfèrent dans la zone de croisement, donnant lieu à des franges d'interférence. Il s'avère que ces franges sont très resserrées et ne sont pas visibles à l'oeil nu. On va les agrandir en plaçant une lentille de courte focale juste derrière la zone de croisement des faisceaux : elle se comporte comme une loupe. On peut alors observer des franges agrandies sur un écran placé derrière la lentille.

2.2 Montage expérimental

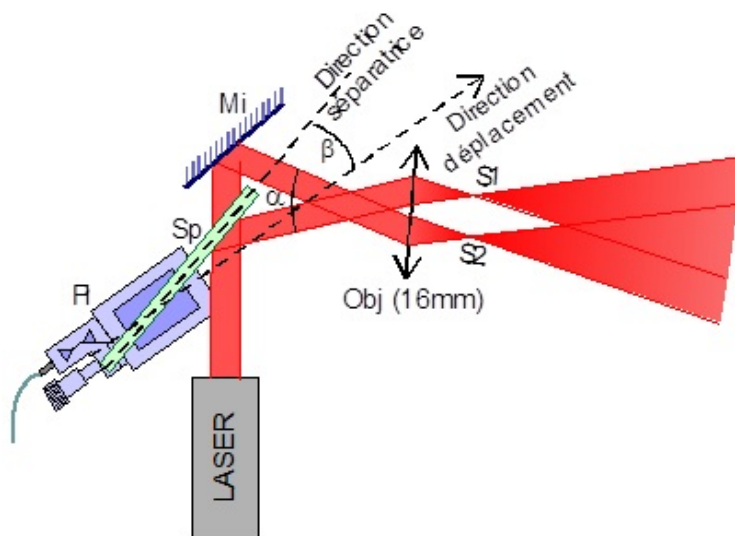


Figure 1: Schéma du montage expérimental.

Le montage à réaliser est indiqué sur la figure 1. Avec un laser He-Ne rouge, on éclaire une lame semi-réfléchissante sous une incidence de 45 degrés. Il y a un faisceau réfléchi et un faisceau transmis. Le faisceau transmis est réfléchi à l'aide d'un miroir pour croiser l'autre faisceau sous un angle de quelques degrés. Une lentille de distance focale $f = 16\text{ mm}$ est placée juste derrière

la zone de croisement pour agrandir les franges. Celles-ci, agrandies, sont observées sur un écran.

3 Travail demandé

3.1 Réalisation du montage

Réaliser le montage comme indiqué ci-dessus avec un laser He-Ne rouge. On commencera par placer le laser et par vérifier que son faisceau est bien horizontal ; régler l'horizontalité du laser si ce n'est pas le cas. Placer ensuite le miroir en vérifiant que le faisceau qu'il réfléchit est aussi horizontal. Si ce n'est pas le cas, agir sur les vis d'orientation du miroir. Puis placer la lame semi-réfléchissante à environ 1 ou 2 cm du miroir. Vérifier que le faisceau réfléchi par la lame est aussi horizontal. Si ce n'est pas le cas, caler le support de la lame avec du papier pour y remédier. Placer la lame de telle sorte qu'elle ne soit traversée qu'une seule fois par la lumière, puis l'orienter pour que les deux faisceaux se croisent sous un angle de quelques degrés (càd à une distance de l'ordre de 30 cm à 40 cm de la lame). Puis, placer la lentille de telle sorte que le point de croisement des faisceaux soit à hauteur de son centre, juste avant sa face d'entrée. Observer les franges sur un écran. Améliorer le contraste des franges en jouant légèrement sur la position de la lentille, puis sur les vis d'orientation du miroir.

Appeler le professeur

3.2 Mesure des franges agrandies

L'interfrange I mesuré sur l'écran est l'écart entre deux franges consécutives. On le mesure du centre d'une frange noire au centre de la frange noire suivante. On a une meilleure précision en mesurant la largeur de plusieurs interfranges, et en divisant par le nombre d'interfranges.

On veut montrer que l'interfrange I mesuré sur l'écran est proportionnel à la distance D entre la lentille et l'écran (effet de grandissement lié à la lentille). Pour cela, mesurer I pour différentes valeurs de D et remplir un tableau de mesures sous Excel.

Faire un graphe I en fonction de D et tracer la droite de régression passant par l'origine. Commenter le résultat obtenu.

Utiliser la fonction `Droitereg` pour obtenir le coefficient directeur de la droite. La valeur théorique de ce coefficient directeur est i/f où f est la distance focale de la lentille et i l'interfrange des franges non-agrandies dans la zone de croisement des faisceaux. En déduire la valeur de i .

Déterminer la valeur de l'angle α entre les deux faisceaux qui interfèrent. Pour cela, on pourra utiliser le fait que la valeur de α en radians est approximativement égale au rapport de la distance miroir - lame semi-réfléchissante sur la distance miroir - lentille.

3.3 Nouvelles mesures avec un autre angle α

Sur le montage expérimental, modifier la valeur de l'angle α entre les faisceaux qui interfèrent. On indiquera dans le compte-rendu la méthode utilisée pour faire ce changement.

Après cette modification, les faisceaux se croisent peut-être en un autre point que précédemment. Déplacer la lentille en conséquence, de manière à observer à nouveau les franges.

Relever la valeur de α comme pour le montage précédent.

Reprendre la série de mesures comme précédemment (graphe I en fonction de D) afin de déterminer la nouvelle valeur de i .

Joindre le tableau de mesures, le graphe avec la droite de régression, le résultat de la fonction `Droitereg` et la valeur de i au compte-rendu.

4 Exploitation des mesures

L'expression théorique de l'interfrange i des franges non-agrandies en fonction de la longueur d'onde du laser λ et de l'angle α entre les faisceaux est :

$$i = \frac{\lambda}{\alpha}$$

Sachant que vous utilisez un laser He-Ne rouge de longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$, vérifiez cette relation avec les deux couples de valeurs (i, α) que vous avez déterminés. Conclusion : quels paramètres déterminent l'interfrange des franges non agrandies ? Des franges agrandies ?

BAREME

| | Travail à faire | Note sur place | Note écrit |
|-----|--------------------|----------------|------------|
| 3.1 | Premier montage | - / 4 | |
| 3.2 | Mesures I et D | - / 2 | |
| 3.2 | Excel et i | | - / 3 |
| 3.2 | Mesure α | - / 1 | |
| 3.3 | 2ème montage | - / 4 | |
| 3.4 | Mesure α | - / 1 | |
| 3.4 | Mesures et Excel | | - / 3 |
| 4 | Conclusion | | - / 2 |

TOTAL : / **20**