MP09 : Diffraction des ondes lumineuses

Louis Heitz et Vincent Brémaud

Sommaire

Le code couleur utilisé dans ce document est le suivant :

- → Pour des élements de correction / des questions posées par le correcteur
- **Pour les renvois vers la bibliographie**
- *Pour des remarques diverses des auteurs*
- ⚠ **Pour des points particulièrement délicats, des erreurs à ne pas commettre**
- Pour des liens cliquables

Rapports du jury

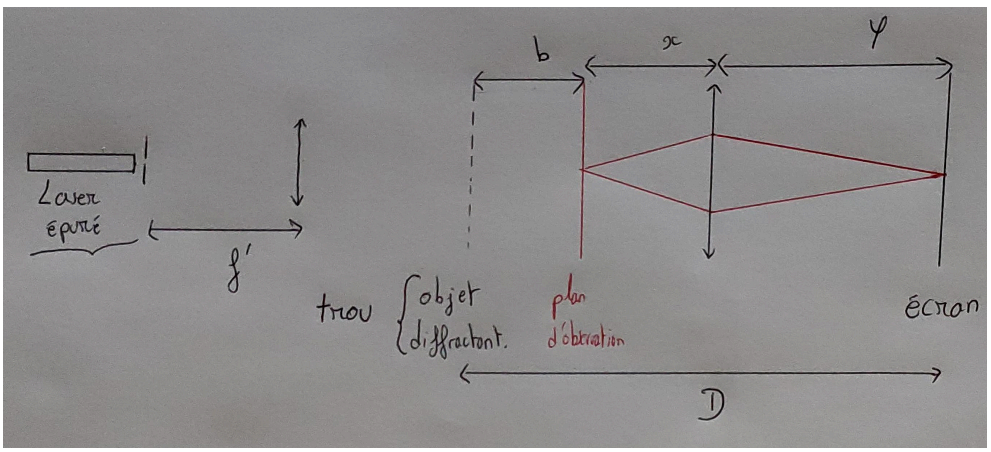
Bibliographie

Introduction

Diffraction = conséquence extension spatiale finie de l'onde lumineuse. On distingue deux régimes, selon nombre de Fresnel : Fresnel/Fraunhoffer selon proche ou loin. Positif : loin intéressant : TF, on peut filtrer. Négatif : point devient tache.

I Régime de Fresnel

On réalise le montage suivant :



Le but est de caractériser le régime de Fresnel, c'est à-à-dire, lorsqu'on observe proche de la source. Pour pour agrandir l'image, on fait l'image du plan d'observation par une lentille sur un écran.

On fait varier la position de la lentille, donc la position du plan observé, et on observe l'apparition/disparition d'anneaux dans la tâche centrale de Diffraction, tant que le plan d'observation est proche de la source.

On observe le nombre de tache sombre/claire dans la tache, ce qui donne le nombre de Fresnel. ⚠ **On commence à 2, lorsqu'une tâche sombre apparaît au centre de la tâche de diffraction**

Puisque, théoriquement on a

$$\mathcal{F} = \frac{\rho^2}{\lambda b}$$

où ρ est le rayon du trou et λ la longueur d'onde du laser utilisé. (On n'a pas de terme source, car on a une onde plane en entrée !)

Pour trouver b, ditance entre le plan d'observation et l'objet diffractant, on trouve la position du plan d'observation à l'aide de la conjugaison par la lentille ; puis la distance objet écran étant fixée, on en déduit b selon :

$$b = D - \left(\frac{1}{f_2} - \frac{1}{y}\right)^{-1} - y$$

où f_2 est la focale de la deuxième lentille.

II Régime de Fraunhofer

Maintenant on regarde loin de la source, on est dans le régime de Fraunhofer. On réalise le montage de la p.324 du livre d'ALD. On éclaire avec une onde plane, un laser épuré toujours, une fente de largeur réglable. ⚠ **Prendre une fente avec un vernier !**. On observe alors dans le plan focal d'une lentille CV : ici c'est Fraunhofer exact.

On regarde alors la largeur de la tache centrale, ce qui donne $2\Delta x$ (vérification avec les annulations suivantes, on a Δx entre deux annulations).

On a alors :

$$\frac{f_2}{\Delta x} = \alpha \frac{(b - b_0)}{\lambda}$$

où b est la largeur de la fente, b_0 un offset d'ouverture de la fente. Théoriquement on a $\alpha = 1$.

III Application au filtrage spatial

Grâce à la diffraction de Fraunhofer, on a accès aux différences fréquences spatiales : en les filtrant on peut jouer sur l'image formée.

On réalise le montage p.331 de ALD : éclaire en onde plane d'un objet diffractant, on place une lentille ensuite, dans le plan focal de la lentille on a le plan de Fourier. On observe au niveau de l'image par la lentille de l'objet diffractant.

⚠ **Prendre une grande focale pour la deuxième lentille, pour avoir de la place pour observer le plan de Fourier**

Prendre comme objet diffractant une grille du plus petit pas petit possible, pour avoir les plus grandes fréquences spatiales : $f_x = \frac{x}{\lambda f_2}$

Conclusion

Filtrage spatial c'est coooooool. Permet de sonder petites structures / périodiques. Rayon X,

A Correction

B Commentaires

C Matériels

D Expériences faites les années précédentes

- Ceci

- Cela

E Questions du jury

F Tableau présenté