

TD d'Optique 3

Diffraction (1)

03/10/2018



**EXERCICE I RAPPELS**

On considère une source lumineuse monochromatique ponctuelle  $S$  éclairant un objet, dans le plan  $Oxy$ , situé à une distance  $d$  de la source et de transmittance complexe  $t(x, y) = |t(x, y)|e^{i\varphi(x, y)}$ . On note  $s_0$  l'onde source et  $s$  l'onde transmise à travers l'objet. On observe l'éclairement obtenu dans un plan  $(O'XY)$  situé à une distance  $D$  de l'objet.

1. Énoncer le principe de Huygens-Fresnel.
2. Calculer l'amplitude diffractée dans la limite où les distances objet-écran et source-objet sont grandes devant toutes les autres dimensions.
3. Qu'est-ce que la diffraction de Fraunhofer ? Quelles sont ses conditions de validité ? Qu'est-ce que la diffraction de Fresnel ?
4. Décrire quantitativement la figure de diffraction de Fraunhofer d'une fente rectangulaire de longueur  $a$  et de largeur  $b$  éclairée par une onde plane monochromatique de vecteur d'onde  $\vec{k}_0$ , observée dans le plan focal d'une lentille de focale  $f$ .
5. À l'aide de la question précédente, estimer la largeur de la tache d'Airy dans le cas où l'objet diffractant est un trou.
6. Énoncer et démontrer le théorème de Babinet.

**EXERCICE II DIFFRACTION PAR UN ENSEMBLE DE STRUCTURES**

On considère un ensemble de petites structures diffractantes, ou motifs, réparties dans un objet de petite dimension devant la distance  $D$  à l'écran sur lequel on observe la figure de diffraction.

On éclaire cet objet par une onde plane monochromatique, de longueur d'onde  $\lambda_0$ , de direction quelconque, et on étudie la figure de diffraction obtenue sur l'écran, dans l'approximation de Fraunhofer.

**1. Cas général**

- 1.1 Utiliser le principe de Huygens-Fresnel pour obtenir l'amplitude diffractée en un point  $M(X, Y, D)$  de l'écran d'observation.
- 1.2 Montrer que l'on obtient la figure de diffraction d'un motif, modulée par une fonction caractéristique de la répartition de ces motifs dans l'objet.

**2. Structures réparties de façon aléatoire**

Que nous donne cette formule dans le cas de motifs répartis de façon aléatoire ?

**3. Structures périodiques : réseau**

On considère maintenant une répartition périodique des structures diffractantes : un réseau de  $N$  fentes de largeur  $e$ , réparties sur une longueur  $L = Na$  où  $a$  est la période de ce réseau.

La fonction de transparence de chaque fente est  $t_0(x)$ , avec  $t_0(x) = 1$  pour  $-e/2 < x < e/2$  et  $t_0(x) = 0$  sinon. On étudie la figure de diffraction obtenue en transmission.

- 3.1 Déterminer les directions privilégiées dans lesquelles se concentre l'intensité lumineuse.
- 3.2 Calculer l'intensité diffractée par l'ensemble du réseau dans une direction donnée en fonction de l'intensité  $I_0$ , intensité mesurée au centre de la figure pour une fente unique.