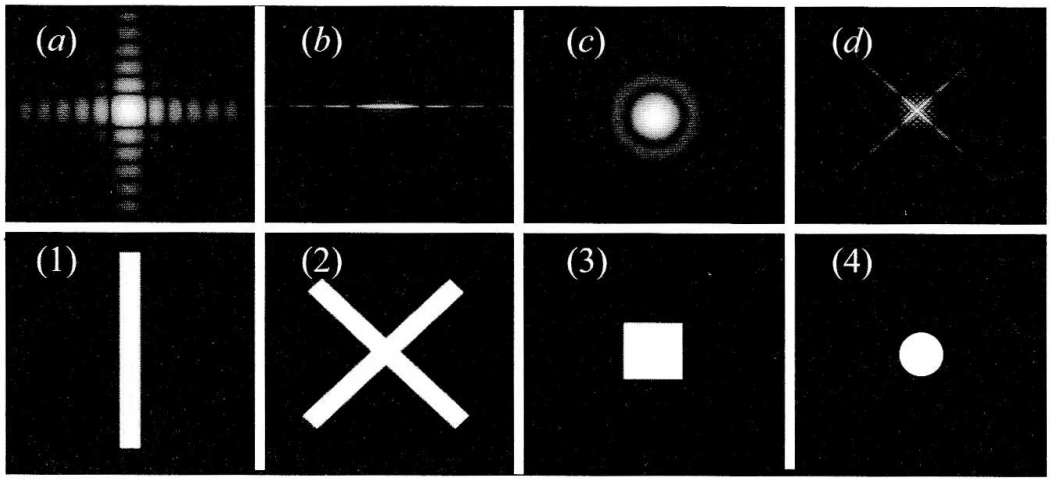
Exercice 1 : Résumé des éléments clés du cours
Recopier et compléter le texte ci-dessous.

Lois de la diffraction pour une fréquence spatiale (dans le cadre des hypothèses du cours) :

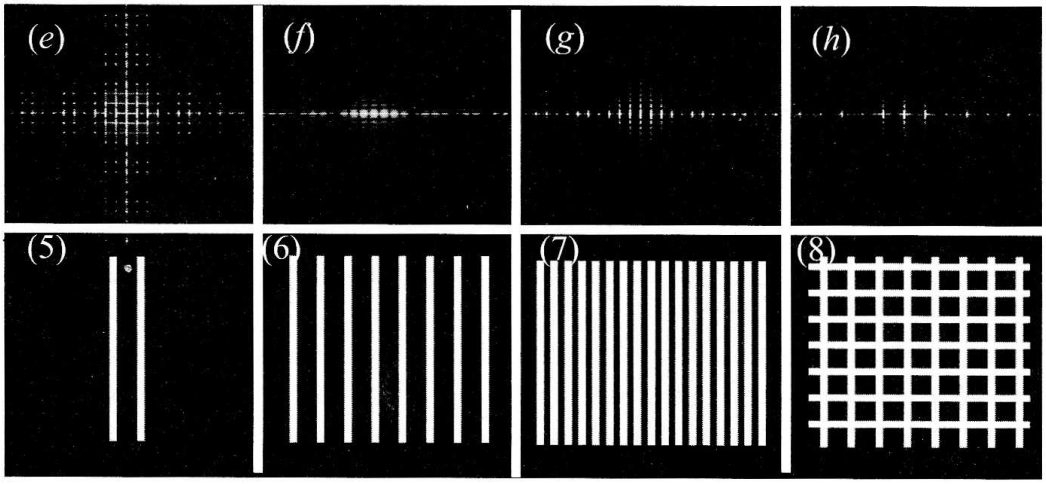
1. Une périodicité a dans la l'objet diffractant (mire) correspond à une fréquence spatiale $\sigma = \ldots$
2. La lumière est diffractée dans une direction faisant un angle θ avec l'axe optique tel que $\sin\theta = \ldots$
3. Dans le plan focal image d'une lentille convergente de focale f', on observe de la lumière à une distance du foyer image $x = \ldots$
4. L'intensité lumineuse diffractée I est proportionnelle à / au ..... : $I\alpha\ldots$

Exercice 2 : Reconnaître un objet par sa figure de diffraction
Les réponses aux questions ci-dessous devront être justifiées.

1. L'image ci-dessous montre quatre figures de diffraction obtenues dans le plan de Fourier (en haut) et quatre objets diffractants (en bas). Relier la figure de diffraction à l'objet correspondant. Comment est modifiée la figure de diffraction de l'objet (2) si on retire une branche de la croix ?

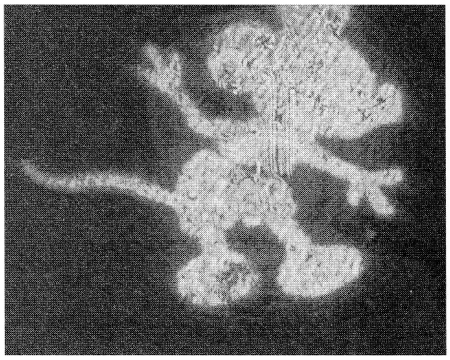


2. On s'intéresse maintenant à des objets constitués d'un même motif : une fente rectangulaire (image ci-dessous ; chaque série est représentée à la même échelle). Relier la figure de diffraction à l'objet correspondant.

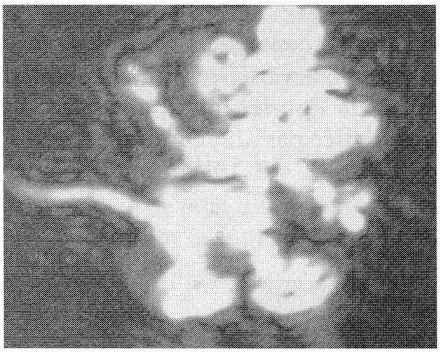


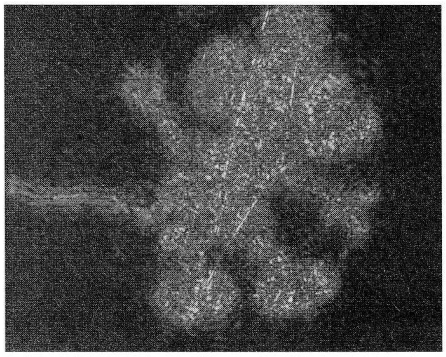
Exercice 3 : Analyse d'images

On réalise le montage optique « $4f$ » décrit dans le cours et on visualise dans un premier temps à l'aide d'une caméra CCD l'image de l'objet diffractant :



Expérience 1 : on ajoute un système optique qui conduit à l'image de gauche ci-dessous.
Expérience 2 : on enlève le système optique précédent et on le remplace par un autre dispositif qui conduit à l'image de droite.





Interpréter les deux expériences, en identifiant les dispositifs ajoutés, et en explicitant leurs effets sur les images.

Exercice 4 : Analyse d'un réseau grâce à un laser
Un laser de longueur d'onde $\lambda = 632,8$ nm éclaire sous incidence normale un réseau sinusoïdal de pas a inconnu. On observe sur un spectrogoniomètre trois faisceaux secondaires. On prend comme référence des mesures d'angles la tache la plus brillante. On mesure par rapport à celle-ci les angles des deux autres faisceaux, soit $\alpha_1 = 28,55^\circ$ et $\alpha_2 = 28,55^\circ$. En déduire la valeur de a.

Exercice 5 : Fréquences spatiales d'un réseau et filtrage
On considère un réseau de fentes de période a.

1. Comparer sa figure de diffraction dans le plan de Fourier à celle d'un réseau de transparence sinusoïdale de période identique. À quoi correspond la lumière présente au centre du plan de Fourier ?
2. On imagine un filtre spatial qui permettrait de couper un pic sur deux dans la figure de diffraction du réseau de fentes. Comment serait modifiée l'image du réseau par ce filtrage ?

Exercice 6 : Profil de transmission triangulaire
Une plaque possède une fonction de transmission triangulaire, c'est-à-dire affine par morceaux, continue, de coefficient directeur alternativement β et $-\beta$, variant entre 0 et 1, et de période spatiale a selon X.

1. Tracer l'allure du profil de la fonction de transmission.
2. Exprimer la relation entre β et a.
3. On donne la décomposition de Fourier de cette fonction de transmission :

$$t(X) = \frac{1}{2} + \sum_{p=0}^{\infty} \frac{4}{(2p+1)^2\pi^2} \cos \frac{(2p+1)\cdot 2\pi X}{a}$$

   On éclaire la plaque sous incidence normale avec une lumière quasi-monochromatique de longueur d'onde λ et on fait l'observation dans le plan de Fourier. À quelle condition observe-t-on une tache unique ?
4. À quelle condition observe-t-on exactement trois taches ?
5. On prend $\lambda = a/6$. Combien de taches observe-t-on ? Quel est le rapport entre les intensités lumineuses des deux taches les moins brillantes ?

Exercice 7 : (∗) Diffraction d'une onde lumineuse par un réseau sinusoïdal acoustique
Une onde lumineuse plane (de longueur d'onde $\lambda_0 = 0,55$ μm dns le vide) arrive sous incidence nulle sur une cuve à eau, siège, dans la direction perpendiculaire, d'une onde ultrasonore stationnaire de fréquence $f_a = 6,8$ MHz. Les variations infimes de masse volumique de l'eau dues à l'onde acoustique se traduisent par des variations semblables de son indice de réfraction autour de $n = 1,33$.

1. Pourquoi y a-t-il diffraction ? Expliquer.
2. Sur l'écran placé dans le plan focal image d'une lentille convergente de distance focale $f' = 60$ cm, la distance des maxima voisins est $\Delta x = 1,2$ mm. En déduire la célérité c_a des ondes ultrasonores dans l'eau.

Problème : La trame dans les tableaux de Roy Lichtenstein [1]
Dès 1960, le peintre du Pop art Roy Lichtenstein met, primitivement, en ordre la couleur au sein de ses toiles. Il réduit la couleur à la seule triade des couleurs primaires : bleu, jaune et rouge. Il peint un monde

1. Source du texte : `http://archee.qc.ca`

dans sa forme archétypale, répétant les couleurs de la trame typographique agrandie. Des images peintes en aplats, très colorées, marquées de points et de lignes parallèles, constituent la trame, la marque personnelle de ses toiles. Les points réalisés au pochoir imitent l'aspect tramé des images imprimées.

Dans le tableau ci-dessous [2], les points forment un motif hexagonal et sont éloignés de 0,13 mm. Proposer un montage possible de filtrage optique du tableau afin de faire disparaître cette trame [3]. On donnera des valeurs numériques :

- des distances réelles sur le schéma du montage ;
- des focales des lentilles utilisées ;
- et des caractéristiques du filtre employé.

2. Il s'agit en réalité d'un détail de tableau.
3. Appelons ça une « performance artistique ».