

b) Une fente

Recommencer les mêmes mesures et le même enregistrement qu'au a) en masquant une des deux fentes et sans rien changer d'autre par ailleurs au montage.

$$I = I_0 \left( \frac{\sin u}{u} \right)^2 \quad \text{pour une fente, avec } u = \frac{\pi a y}{\lambda f}$$

Vérifier que les intensités des différents maxima sont dans le rapport calculé.

2) FILTRAGE SPATIAL

\* Principe

Le montage indiqué sur la figure B-2 permet d'avoir:

d'une part dans le plan focal de la lentille la figure de diffraction, donc une amplitude complexe proportionnelle à la transformée de Fourier inverse de  $t(X, Y)$

d'autre part sur l'écran, l'image (renversée et agrandie) de l'objet diffractant, donc une amplitude complexe proportionnelle à  $t(X/g, Y/g)$  ( $g$  étant le grandissement).

On a donc schématiquement:

$$\text{Plan objet} \xrightarrow{\text{TF}^{-1}} \text{Plan focal} \xrightarrow{\text{TF}^{-1}} \text{Plan image}$$

Occulter une région du plan focal revient à supprimer des composantes dans le spectre de Fourier de l'image, ce qui évidemment la modifie.

\* Applications

a) Réseau d'amplitude

On utilise comme objet diffractant une série de fentes parallèles à  $X'X$  toutes de même largeur  $b$  et espacées de  $a$ . La fonction de transmission de cet objet ne dépend que de  $Y$  et vaut (figure B-3):

$$t(Y) = 1 \text{ pour } -\frac{b}{2} + na \leq Y \leq \frac{b}{2} + na \quad n \in Z$$

$$t(Y) = 0 \text{ pour } \frac{b}{2} + na \leq Y \leq a - \frac{b}{2} + na \quad n \in Z$$

C'est une fonction paire et périodique de période  $a$ .

Sa série de Fourier est:

$$t(Y) = \frac{b}{a} + \sum_{l=1}^{+\infty} \frac{2}{l\pi} \sin l\pi \frac{b}{a} \cos 2\pi l \frac{Y}{a}$$

ou en posant:

$$\gamma_l = \frac{1}{l\pi} \sin l\pi \frac{b}{a}$$

$$t(Y) = \frac{b}{a} + \sum_{l=1}^{+\infty} \gamma_l \left[ e^{i2\pi l \frac{Y}{a}} + e^{-i2\pi l \frac{Y}{a}} \right]$$

La transformée de Fourier inverse de cette fonction est:

$$\mathcal{F}[t](\alpha, \beta) = \delta(\alpha) \left\{ \frac{b}{a} \delta(\beta) + \sum_{l=1}^{+\infty} \gamma_l \left[ \delta(\beta + \frac{l}{a}) + \delta(\beta - \frac{l}{a}) \right] \right\}$$

On a  $\alpha = \frac{x}{\lambda f}$ ,  $\beta = \frac{y}{\lambda f}$ , la figure de diffraction est donc constituée d'une série de points brillants situés sur l'axe  $y'y$  aux points de coordonnées:

$$y = 0 \quad \text{et} \quad y = \pm l \frac{\lambda f}{a} \quad \text{avec } l = 1, 2, \dots \quad \text{et d'intensités proportionnelles à:} \quad \left( \frac{b}{a} \right)^2 \quad \dots \quad \gamma_l^2 \quad \dots$$

La valeur de  $\pm l$  est appelée ordre du point brillant de la figure de diffraction.

En résumé:

Plan objet	TF <sup>-1</sup>	Plan focal	TF <sup>-1</sup>	Plan image
$t(Y)$	amplitude	pts. brill.	ordre	
...	...	...	...	...
+	+			+
$\gamma_3 e^{i2\pi \frac{3Y}{a}}$	$\rightarrow \sim \gamma_3 \delta(\frac{Y}{\lambda f} + \frac{3}{a})$	*	-3	$\rightarrow \sim \gamma_3 e^{i2\pi \frac{3Y}{a}}$
+	+			+
$\gamma_2 e^{i2\pi \frac{2Y}{a}}$	$\rightarrow \sim \gamma_2 \delta(\frac{Y}{\lambda f} + \frac{2}{a})$	*	-2	$\rightarrow \sim \gamma_2 e^{i2\pi \frac{2Y}{a}}$
+	+			+
$\gamma_1 e^{i2\pi \frac{Y}{a}}$	$\rightarrow \sim \gamma_1 \delta(\frac{Y}{\lambda f} + \frac{1}{a})$	*	-1	$\rightarrow \sim \gamma_1 e^{i2\pi \frac{Y}{a}}$
+	+			+
$\frac{b}{a}$	$\rightarrow \sim \frac{b}{a} \delta(\frac{Y}{\lambda f})$	*	0	$\rightarrow \sim \frac{b}{a}$
+	+			+
$\gamma_1 e^{-i2\pi \frac{Y}{a}}$	$\rightarrow \sim \gamma_1 \delta(\frac{Y}{\lambda f} - \frac{1}{a})$	*	1	$\rightarrow \sim \gamma_1 e^{-i2\pi \frac{Y}{a}}$
+	+			+
$\gamma_2 e^{-i2\pi \frac{2Y}{a}}$	$\rightarrow \sim \gamma_2 \delta(\frac{Y}{\lambda f} - \frac{2}{a})$	*	2	$\rightarrow \sim \gamma_2 e^{-i2\pi \frac{2Y}{a}}$
+	+			+
$\gamma_3 e^{-i2\pi \frac{3Y}{a}}$	$\rightarrow \sim \gamma_3 \delta(\frac{Y}{\lambda f} - \frac{3}{a})$	*	3	$\rightarrow \sim \gamma_3 e^{-i2\pi \frac{3Y}{a}}$
+	+			+
...	...	...	...	...

Si par exemple on occulte tous les points brillants dans le plan focal sauf ceux correspondant aux ordres -1 et +1 on a, pour l'image de l'objet sur l'écran, au grandissement près, une amplitude  $\gamma_1 e^{i2\pi \frac{Y}{a}} + \gamma_1 e^{-i2\pi \frac{Y}{a}} = 2\gamma_1 \cos 2\pi \frac{Y}{a}$  donc une intensité  $2\gamma_1^2(1 + \cos 2\pi \frac{Y}{a/2})$ , c'est à dire des bandes sombres moins contrastées et deux fois plus serrées que dans l'image non filtrée.

Si le réseau a  $a = 2b$ , l'expression de  $\gamma_l$  indique que les ordres pairs (sauf zéro) sont nuls.

Cette condition est presque réalisée pour le réseau utilisé et les ordres pairs sont nettement plus faibles que les ordres impairs.

#### α) Observations à l'œil

Observer, sur un écran éloigné pour l'agrandir au maximum, l'image du réseau donnée par la lentille  $L_2$ . Pour régler la position de  $L_2$  il est plus facile d'utiliser d'abord la diapositive où figurent les X et les II.

On a  $a=0.146$  mm,  $\lambda=0.6328$  μ et  $f=250$  mm donc  $\lambda f/a=1.08$  mm.

On veut observer comment est modifiée l'image finale lorsqu'on élimine certains ordres.

Décrire et expliquer ce que l'on observe à l'œil quand, dans le plan focal de la lentille:

- on ne laisse passer que l'ordre 0 ou un ordre unique quelconque
- on laisse passer tous les ordres sauf l'ordre 0
- on ne laisse passer que les ordres 0 et  $\pm 1$
- on ne laisse passer que les ordres  $\pm 1$

#### β) Enregistrements avec la barette de photo-diodes

Former la figure de diffraction sur la barette de photo-diodes et l'enregistrer. Pour pouvoir atténuer suffisamment la

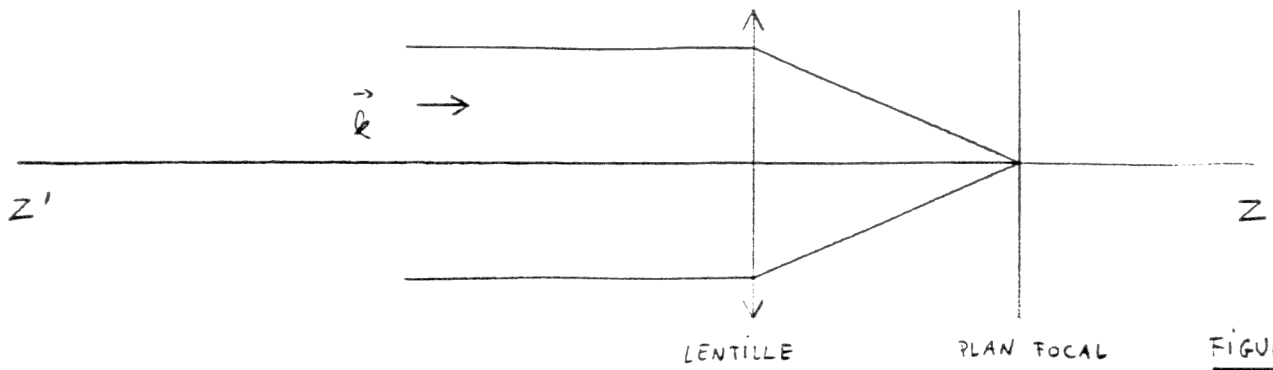


FIGURE A-1

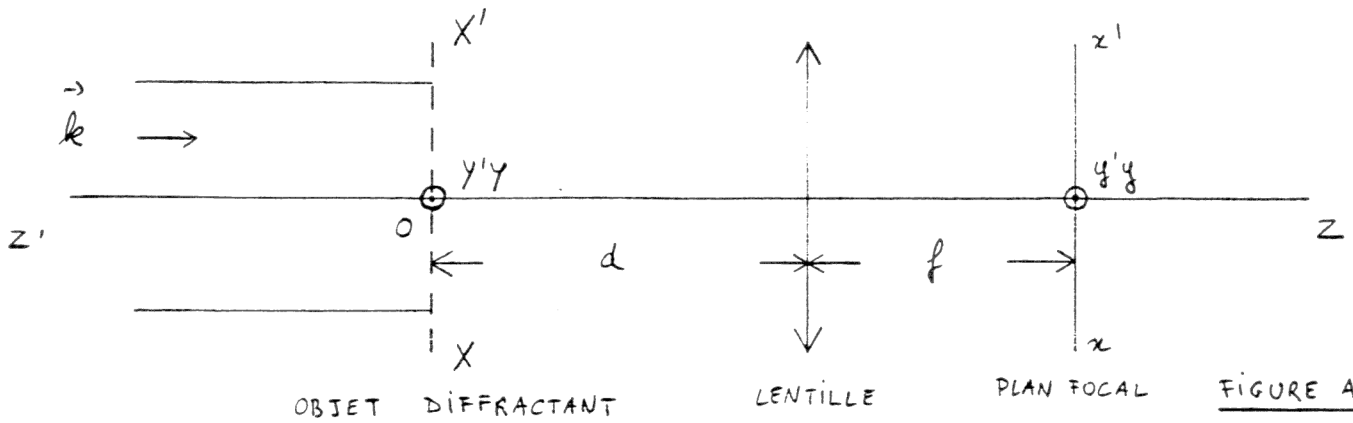


FIGURE A-2

$(X'X, Y'Y) = \text{PLAN OBJET}$      $(z'x, y'y) = \text{PLAN FOCAL}$      $(Y'Y, y'y)$  EST HORIZONTAL

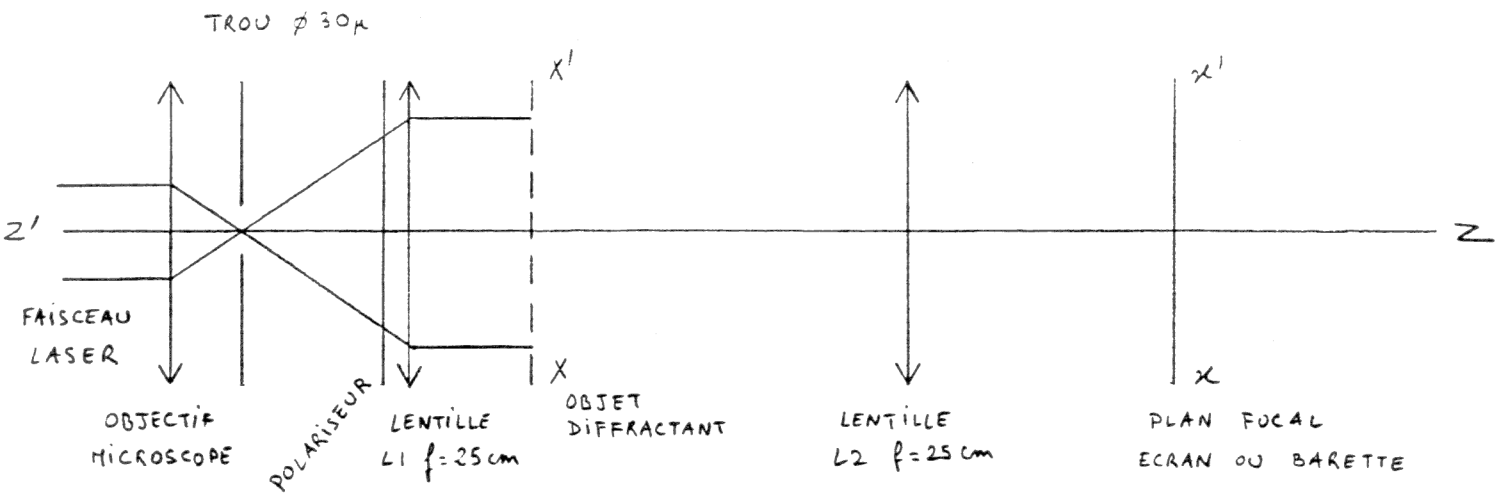
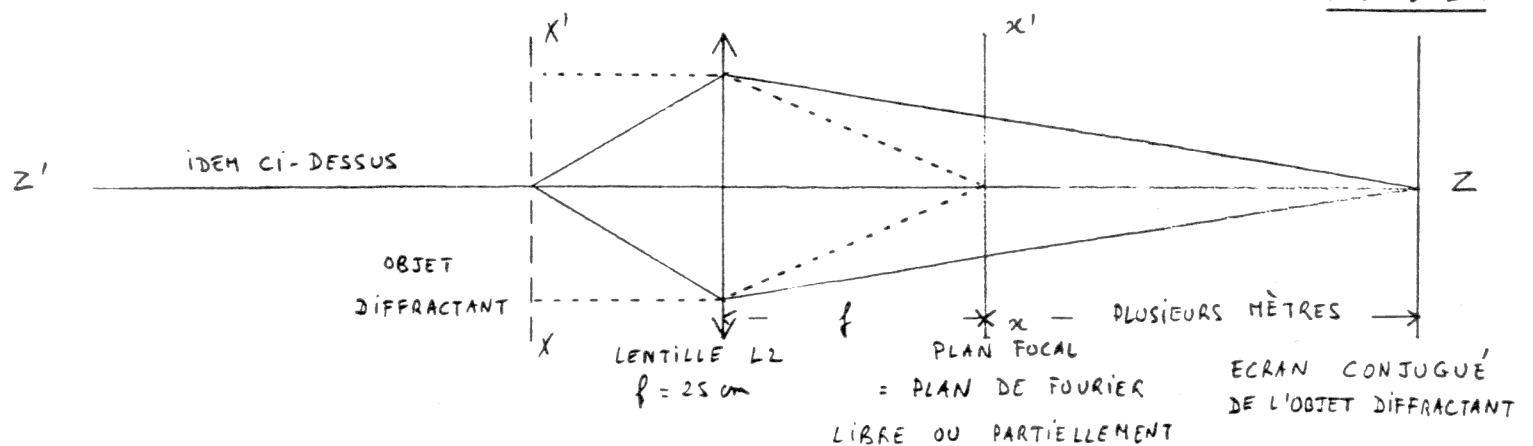


FIGURE B-1



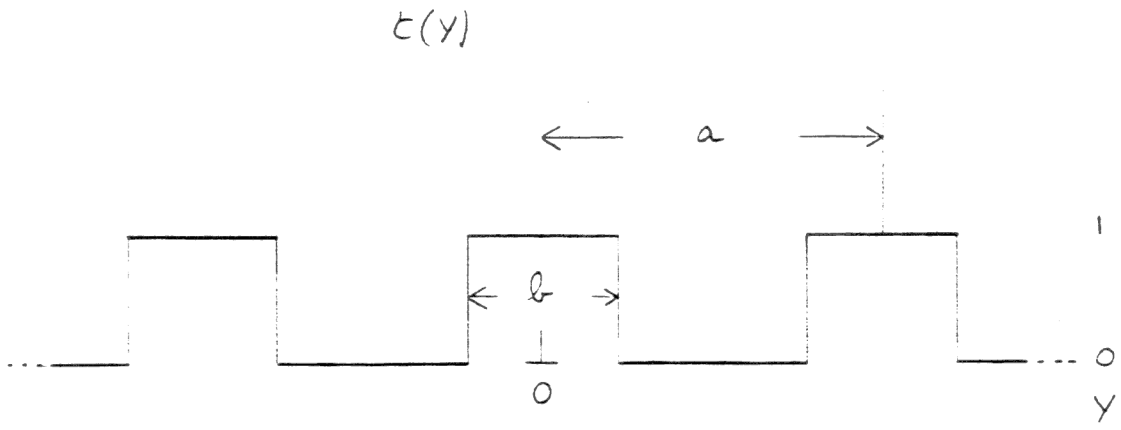


FIGURE B-3

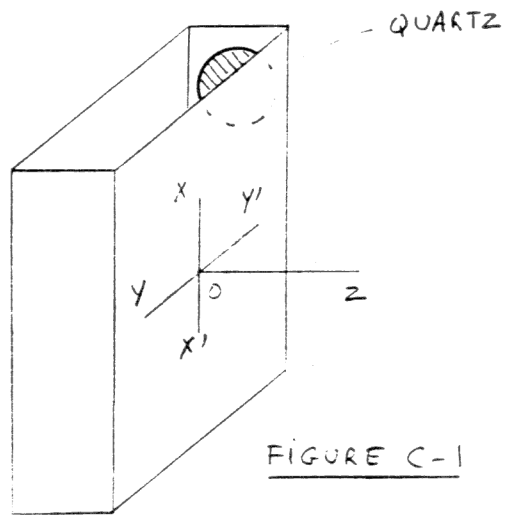


FIGURE C-1

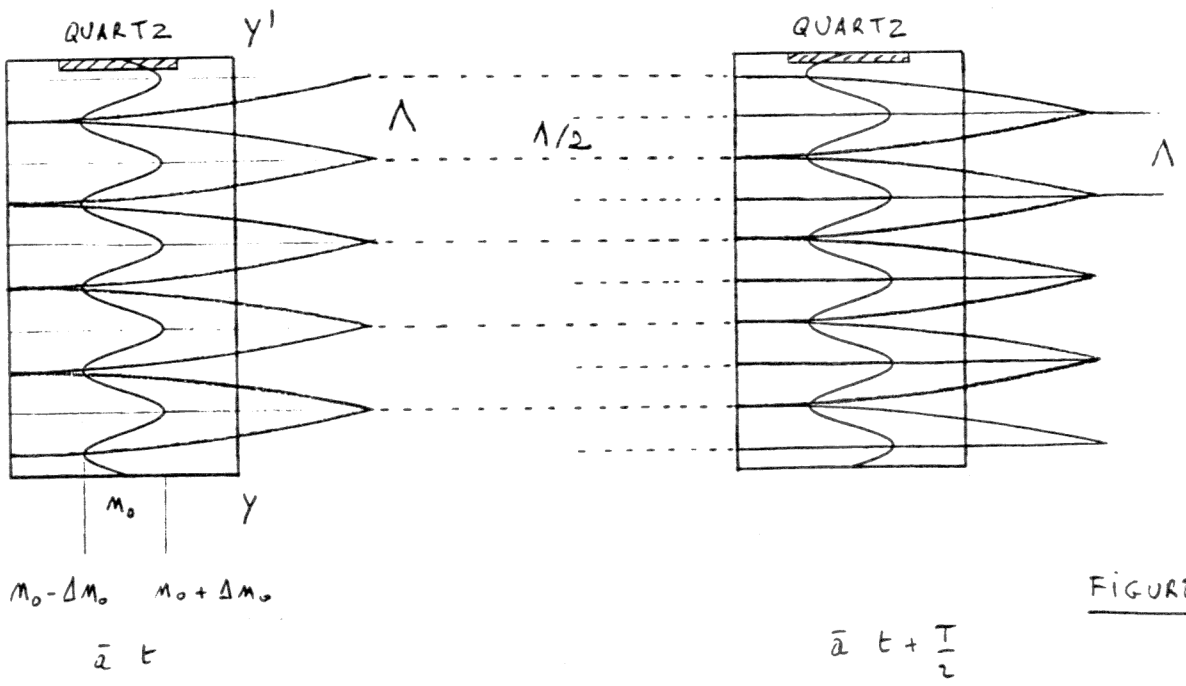


FIGURE C-2