

# TD 2 optique ondulatoire

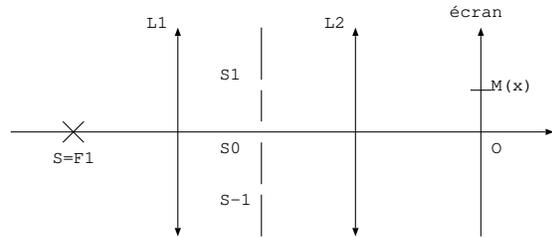
## I. Réseau de diffraction

- On éclaire sous incidence normale un réseau de 400 traits/mm avec un laser de longueur d'onde  $\lambda = 680 \text{ nm}$ . Calculer  $a$  et prévoir les ordres visibles et calculer l'angle de diffraction dans l'ordre  $-2$ .
- On éclaire un réseau de 500 traits/mm sous incidence  $i_0 = 30^\circ$  avec un laser de longueur d'onde  $\lambda = 580 \text{ nm}$ . Prévoir les ordres visibles.
- On considère un réseau de 800 traits/mm. Déterminer l'angle d'incidence et l'angle de déviation, au minimum de déviation dans l'ordre 1 pour  $\lambda_1 = 589,0 \text{ nm}$ .
- Donner la plage des angles d'incidence  $i_0$  pour lesquels l'ordre  $+3$  est observable pour  $\lambda = 542 \text{ nm}$  pour un réseau de 300 traits/mm.

Réponses: 1-  $a = 2,5 \mu\text{m}$ , on voit 7 ordres 2- on voit 6 ordres 3-  $i_0 = -13,6^\circ$  et  $D_m = 27^\circ$  4-  $-90^\circ < i_0 < 30^\circ$

## II. Interférences à 3 ondes

On considère le système interférentiel ci-contre, où S est une source monochromatique ponctuelle placée au foyer de  $L_1$ . L'écran est placé dans le plan focal image de  $L_2$ .  $S_0, S_1$  et  $S_{-1}$  sont trois fentes identiques distantes de  $a$ . On note  $f'_1$  et  $f'_2$  les focales images des lentilles.

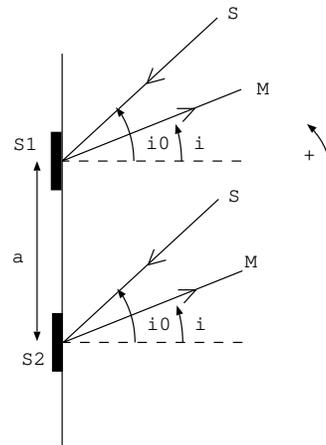


- Construire les trois rayons issus de S qui interfèrent en M. Exprimer  $\delta_{1/0}(M) = (SS_1M) - (SS_{-1}M)$ . En déduire sans calcul  $\delta_{-1/0}(M) = (SS_{-1}M) - (SS_0M)$  et  $\delta_{1/-1}(M) = (SS_1M) - (SS_{-1}M)$ .
- On note  $s_0(M, t) = a_0 \cos(\omega t)$  et  $s_1(M, t) = a_0 \cos(\omega t - \phi(M))$  l'amplitude des ondes au point M à l'instant  $t$  qui sont passées par  $S_0$  et par  $S_1$ . Exprimer  $s_{-1}(M, t)$ , l'amplitude de l'onde au point M à l'instant  $t$  qui est passée par  $S_{-1}$ . En déduire que l'amplitude de l'onde résultante est de la forme  $s(M, t) = a_0 \cos(\omega t)(1 + 2 \cos \phi(M))$ .
- En déduire l'intensité au point M en fonction de  $I_0$ , intensité des ondes  $s_0(M, t)$ ,  $s_1(M, t)$  et  $s_{-1}(M, t)$ .
- Déterminer les valeurs de  $\phi$  qui correspondent aux franges brillantes et l'intensité des franges brillantes. Déterminer la demi-largeur  $\Delta\phi$  des franges brillantes.

Réponses: 1-  $\delta_{1/0}(M) = \frac{ax}{f'_2}$  3-  $I(M) = I_0(1 + 2 \cos \phi(M))$  3-  $\Delta\phi = \frac{\pi}{3}$  et  $I_{max} = 9I_0$

## III. Réseau par réflexion

Un réseau en réflexion est constitué de N miroirs notés  $S_1, S_2, \dots, S_N$ , parfaitement réfléchissant. L'espace entre deux miroirs consécutifs est notée  $a$ ,  $a$  est donc le pas du réseau. Chaque miroir est séparé de son voisin par un motif parfaitement opaque. Le réseau est éclairé sous incidence quelconque, repérée par un angle orienté  $i_0$ , par une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ . On s'intéresse à la figure d'interférences et de diffraction à l'infini de ce réseau dans la direction repérée par l'angle orienté  $i$  pour l'onde réfléchie. On travaille ici avec des angles orientés positifs.



- Calculer la différence de marche  $\delta_{2/1}(M) = (SS_2M) - (SS_1M)$  entre deux rayons successifs diffractés et qui interfèrent en M à l'infini.

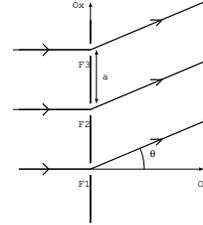
2. En déduire la formule des réseaux par transmission, formule qui les directions  $i_p$  dans lesquelles on observe des interférences totalement constructives en fonction de  $i_0$ ,  $\lambda$ ,  $a$  et  $p$  l'ordre d'interférences.

3. Calculer le nombre d'ordres visibles pour  $i_0 = 45^\circ$ ,  $a = 2 \mu\text{m}$  et  $\lambda = 632 \text{ nm}$ .

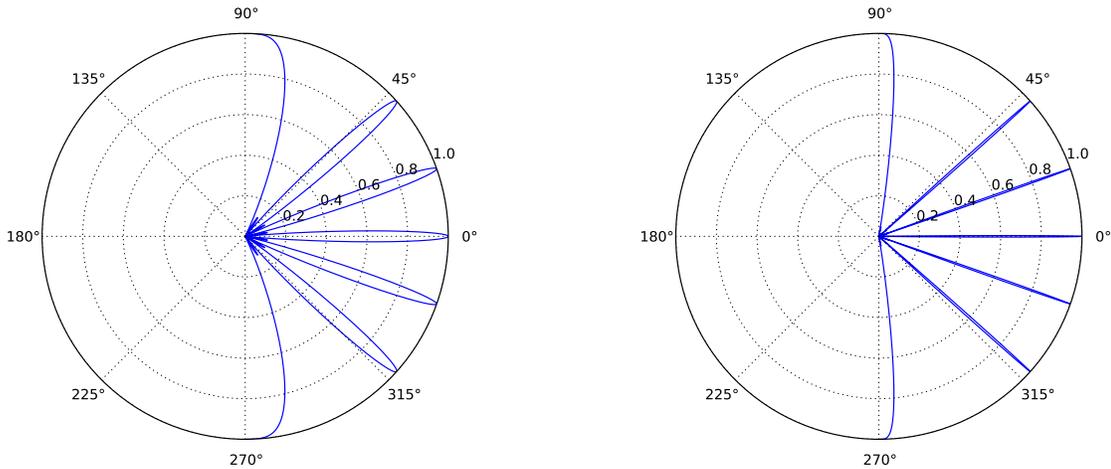
Réponse : 2- formule des réseaux par réflexion  $\sin i_p + \sin i_0 = \frac{p\lambda}{a}$  3- on voit 6 ordres

#### IV. Interférences à N ondes

On considère un écran opaque percé de  $N$  fentes très fines identiques distantes de  $a = m\lambda$  avec  $m$  un entier. Cet écran est éclairé en incidence normale par un faisceau laser de longueur d'onde  $\lambda$ .



On donne deux diagrammes de rayonnement de la lumière diffractée dans le plan  $Oxz$  pour une même valeur de  $m$  et pour deux valeurs de  $N$  données  $N = 3$  et  $N = 20$  (le diagramme de rayonnement désigne le diagramme donnant l'intensité lumineuse en fonction de  $\theta$ ).



1. Lire les valeurs de  $\theta$  qui correspondent à des franges brillantes et donner les valeurs de  $p$  qui correspondent à ces franges.

2. Démontrer la formule des réseaux et déduire des valeurs numériques précédentes, la valeur numérique de  $m$ .

3. Sur quel diagramme les franges brillantes sont-elles plus larges? Associer à chaque diagramme la valeur de  $N$  correspondante en justifiant votre réponse.

Réponses:  $m = 3$ , à gauche  $N = 3$  et à droite  $N = 20$