

O3 OPTIQUE ONDULATOIRE

I) INTRODUCTION:

Dans cette expérience on s'intéresse aux phénomènes de diffraction et d'interférence des ondes électromagnétiques (EM), que l'on étudiera au travers du comportement de la lumière sur des réseaux optiques.

II) THEORIE:

Lorsque les ondes tombent sur un obstacle de dimensions comparables à leur longueur d'onde, on observe les phénomènes de diffraction. On peut aisément observer ces phénomènes avec des ondes électromagnétiques. Une onde EM est constituée d'un champ électrique et d'un champ magnétique sinusoïdaux perpendiculaires l'un à l'autre et à la direction de propagation (Fig.1).

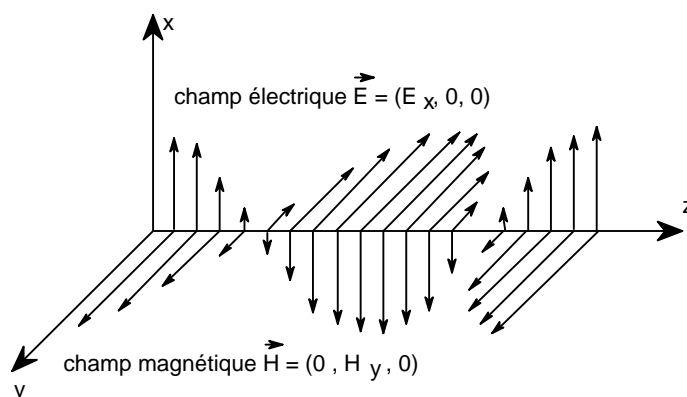


Figure 1

Suivant la gamme de fréquence, les ondes EM ont reçu des noms (Fig.2).

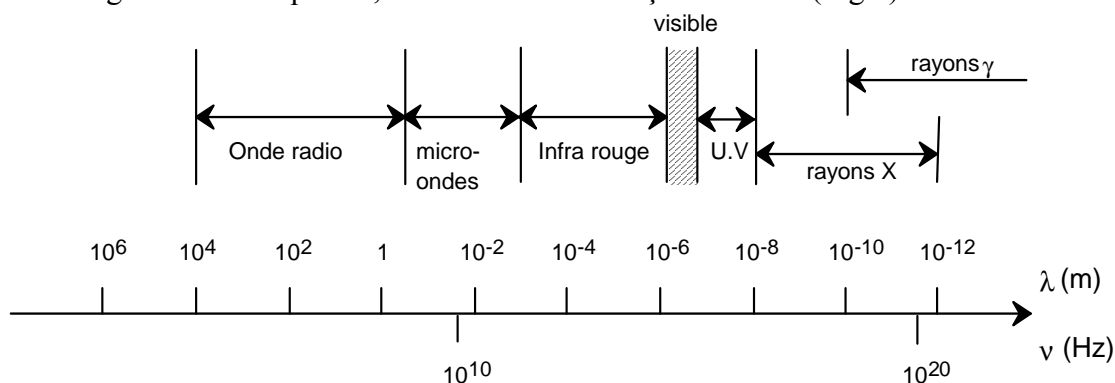


Figure 2

La fréquence ν et la longueur d'onde λ sont reliées par :

$$(1) \quad \nu \lambda = c \quad \text{où } c \text{ est la vitesse de la lumière}$$

Principe de Huygens

Tout point d'une surface d'onde peut être considéré comme une source d'ondes secondaires sphériques. Après un temps t , la nouvelle position de la surface d'onde sera la surface tangente à toutes ces ondes sphériques.

Principe de superposition

Si un point de l'espace est soumis à plusieurs perturbations, ces perturbations s'additionnent.

Diffraction par une fente

Chaque point de la fente devient source d'ondes sphériques (Huygens). Tout point sur l'écran reçoit la somme des ondes émises de la fente, que l'on peut calculer pour obtenir la figure de diffraction (Fig.3). Les minima d'amplitude ont lieu lorsque la condition suivante est satisfaite :

$$(2) \quad s \sin\phi = n \lambda \quad n: \text{entier (onde de diffraction)}$$

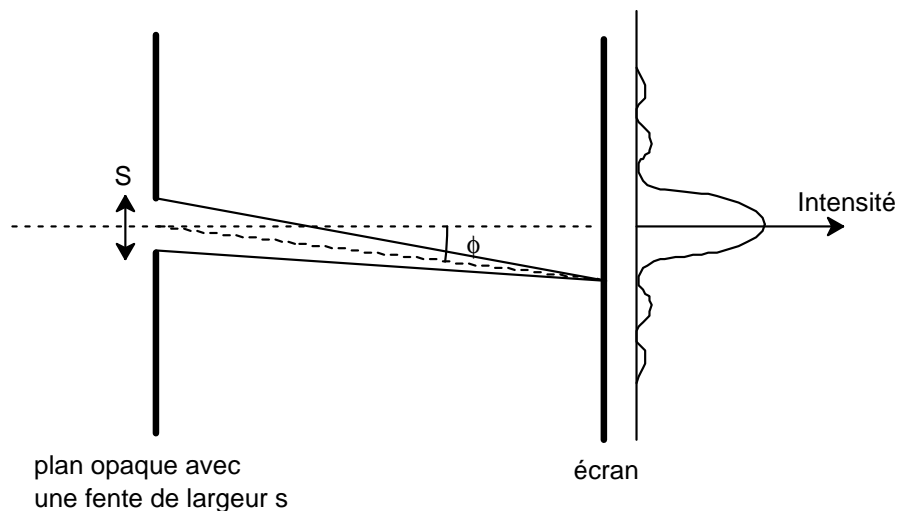


Figure 3

Réseaux optiques

Un réseau optique est une succession de Z fentes équidistantes. Il y a diffraction par les fentes et interférence entre les ondes diffractées par chacune d'elles. Le calcul de la figure de diffraction résultant s'obtient pour la somme des perturbations de chaque fente. Le résultat est donné par la figure d'interférence de Z sources modulée par la figure de diffraction.

La fig.4 montre une figure d'interférence pour $Z=5$, la distance s est la largeur de la fente, r la distance entre les fentes. La condition pour que l'amplitude de l'interférence soit maximale est donnée par :

$$(3) \quad r \sin\phi = n \lambda \quad n : \text{entier (ordre d'interférence)}$$

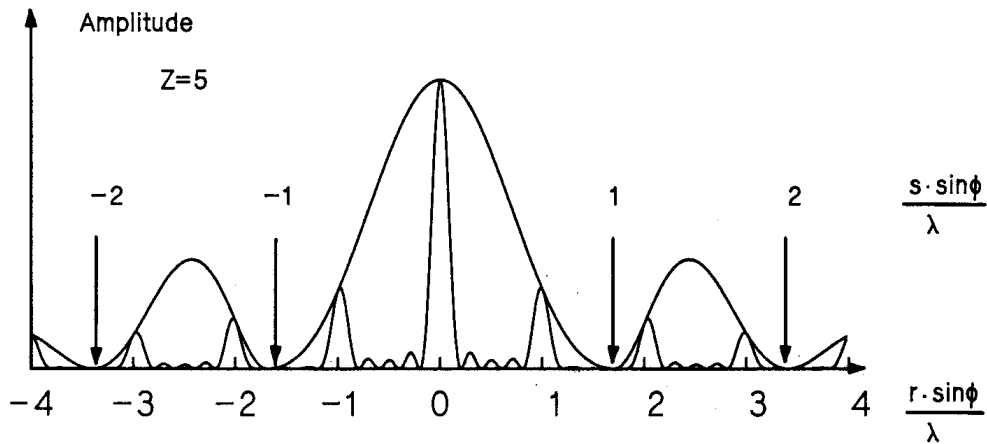


Figure 4

Pouvoir de résolution

Le pouvoir de résolution indique quelle est la plus petite différence de longueur d'onde $\Delta\lambda$ qui donne des maxima encore séparés. En pratique, on peut distinguer deux raies si, pour un ordre donné, le maximum de l'une des raies coïncide avec le premier minimum de l'autre (Fig.5).

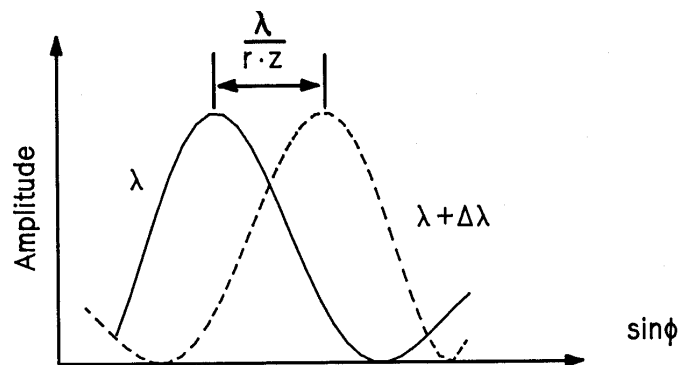


Figure 5

La distance du premier minimum est $\frac{\lambda}{rZ}$

La distance entre les 2 maxima est $\frac{n\Delta\lambda}{r}$

Le pouvoir de résolution est $\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = nZ$

où n est l'ordre et Z le nombre de fentes éclairées.

III) EXPERIENCES

Appareillage et ajustage

La figure 6 donne une représentation schématique de l'appareillage utilisé.

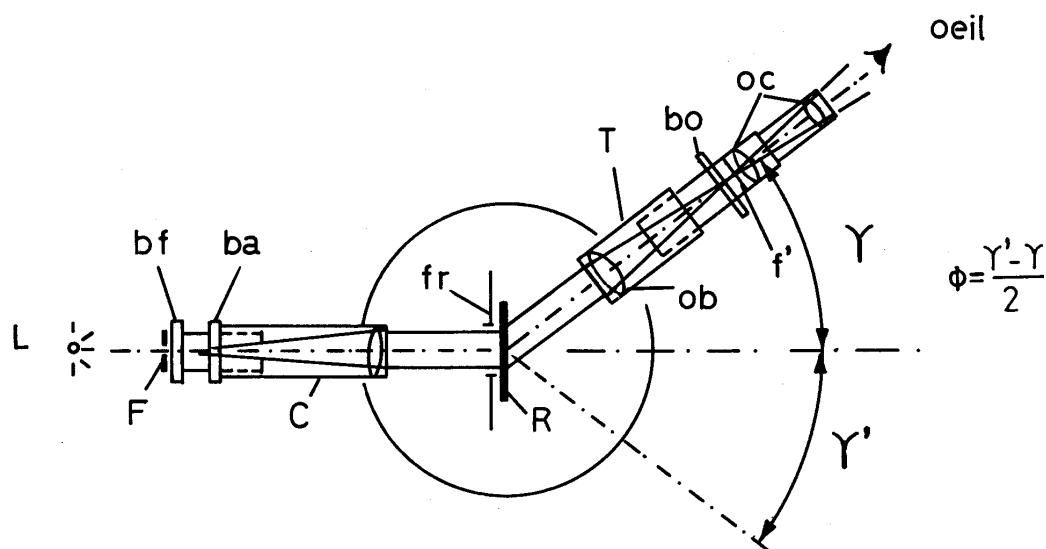


Figure 6

Pour avoir un angle d'incidence de la lumière bien défini de 90° par rapport au réseau, il faut que la fente F (source lumineuse) se trouve à la distance focale de la lentille du collimateur. Ceci a lieu lorsque la bague d'arrêt (ba) est plaquée contre le corps du collimateur. La lumière entre dans le télescope T en un faisceau parallèle. Le télescope doit donc être ajusté comme si la fente était à l'infini. Pour ceci, ouvrir la fente (fr) du réseau au maximum. Mettre le réticule à la distance focale de l'objectif du télescope (bague bo); ceci est le cas lorsque l'image (f') de la fente F du collimateur apparaît nettement en même temps que le réticule. La position de cette image par rapport au réticule ne devrait pas alors dépendre de la position de l'œil.

On règle le réseau (R) de sorte que toutes les raies diffractées soient divisées en deux parties de même longueur par le centre du réticule. On règle l'ouverture de la fente F (bague bf) pour que les raies soient aussi fines que possible mais encore bien visibles. Ne forcer en aucun cas les vis et la fente.

IV) MANIPULATIONS :

- Calculer, à l'aide de la mesure de l'angle ϕ (Fig. 6), 4 longueurs d'onde émises par une lampe à mercure à haute pression. Parmi les 4 raies, il doit y avoir une raie jaune et une violette. Faire la mesure au premier et au second ordre pour les 4 raies ainsi qu'au troisième ordre pour les raies violettes.
- Calculer le nombre minimum de fentes à éclairer pour séparer le doublet jaune du mercure avec $\Delta\lambda = 2.1\text{nm}$ et $\lambda = 578.05\text{nm}$. Vérifier expérimentalement.