

DIFFRACTION

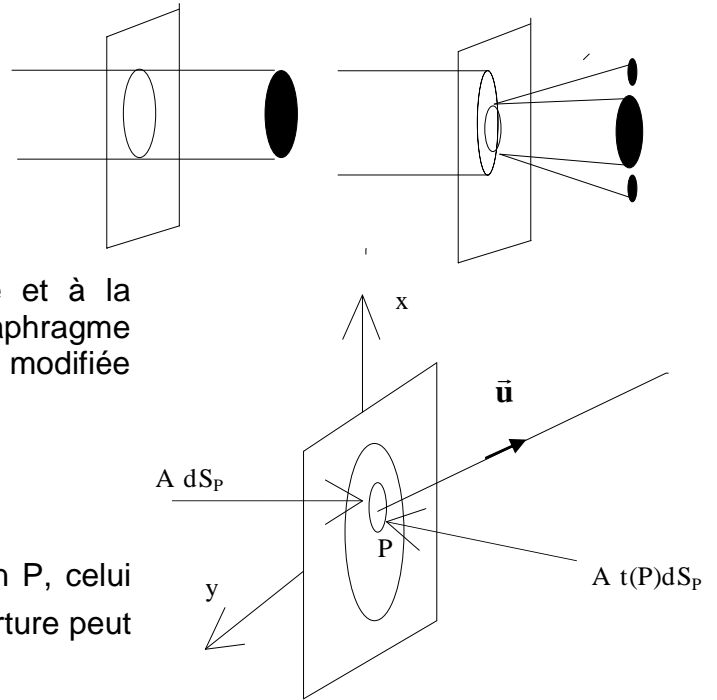
• **Principe de Huyghens-Fresnel**

Tout élément de surface élémentaire du diaphragme joue le rôle d'une source ponctuelle P:

- dont la fréquence est celle de l'onde incidente
- dont l'amplitude est proportionnelle à dS (l'aire élémentaire), à l'amplitude de l'onde incidente et à la **transparence $t(P)$** (parfois complexe) en P du diaphragme
- dont la phase est celle de l'onde incidente modifiée éventuellement par transparence de la pupille:

$$d\underline{s}_P(M) = A t(P) e^{j\omega t} e^{-j\frac{2\pi}{\lambda_0}(PM)} dS_P$$

Rem: si A est l'amplitude du signal qui arrive en P, celui qui en repart est $A t(P) = A T(P) e^{j\varphi(P)}$ car l'ouverture peut atténuer ou **déphasé** le signal ($t(p) = 1$ correspond à un simple trou).

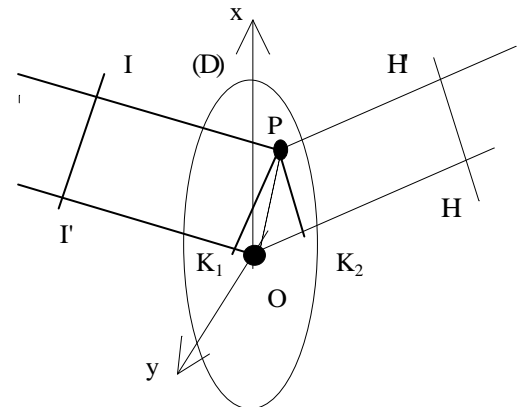


• **Eclairement à l'infini dans la direction \vec{u}**

Pour calculer $I(\vec{u})$, il faut faire la **somme de toutes les vibrations issues des différents points P du diaphragme.**

$$\underline{s}(M) = e^{j\omega t} e^{-j\frac{2\pi}{\lambda_0}(SOM)} \iint_{\text{pupille}} A t(P) e^{-j\frac{2\pi}{\lambda_0}\delta} dS_P$$

On note que **le signal résultant a même phase que celui passé par O.**



• **Forme pratique**

$$\delta = (SPM) - (SOM) = -OK_2 - OK_1 = -\vec{OP} \cdot \vec{u} + \vec{OP} \cdot \vec{u}_i$$

En introduisant les vecteurs d'ondes $\vec{k} = \frac{2\pi}{\lambda_0} \vec{u}$ et $\vec{k}_i = \frac{2\pi}{\lambda_0} \vec{u}_i$

$$\underline{s}(M) = e^{j\omega t} e^{-j\frac{2\pi}{\lambda_0}(SOM)} \iint_{\text{pupille}} A t(P) e^{j(\vec{k} - \vec{k}_i) \cdot \vec{OP}} dS_P$$

Si les coordonnées de P sont $(x,y,0)$ et si les directions sont données par $\vec{u} (\alpha, \beta, \gamma)$ et

$$\vec{u}_i (\alpha_i, \beta_i, \gamma_i) \text{ alors } \underline{s}_P(M) = e^{j\omega t} e^{-j\frac{2\pi}{\lambda_0}(SOM)} \iint_{\text{pupille}} A t(P) e^{j\frac{2\pi}{\lambda_0}((\alpha - \alpha_i)x + (\beta - \beta_i)y)} dx dy$$

• **Eclairement par une ouverture rectangulaire de longueur b et de largeur $a < b$.**

L'intensité dans la direction $\vec{u} (\alpha, \beta, \gamma)$ s'écrit :

$$I(\vec{u}) = I_0 \left(\frac{\sin u}{u} \right)^2 \left(\frac{\sin v}{v} \right)^2 \text{ avec } u = \frac{\pi a(\alpha - \alpha_i)}{\lambda} \text{ et } v = \frac{\pi b(\beta - \beta_i)}{\lambda}$$

On définit la fonction **sinus cardinal** $\frac{\sin u}{u} = \text{sinc}(u)$.

- **Cas de la fente fine $b \gg \lambda$**

Dans ces conditions l'éclairement se limite à :

$$\vec{I}(u) = I_0 \left(\frac{\sin u}{u} \right)^2 \quad \text{avec } u = \frac{\pi a(\alpha - \alpha_i)}{\lambda}$$

Rem: On peut remplacer l'onde produite par la fente infiniment longue, par un signal unique issu de O: $s(t) = A (\text{sinc } u) e^{j\omega t}$.

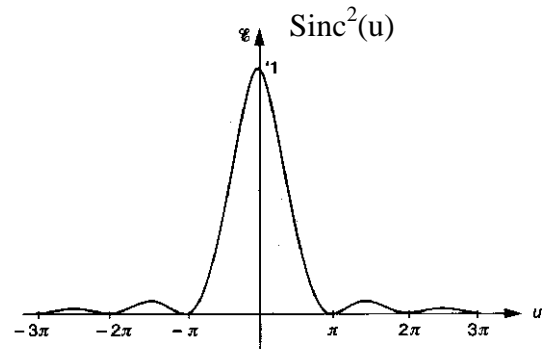


Fig. 5

RESEAUX

- **Réseau de fentes fines**

C'est le réseau le plus simple. Sur une plaque ont été gravées N fentes à raison de n fentes par mm. (Le réseau de Rowland réalisé en 1882 comportait 5511 traits par cm). Si la plaque est transparente, on étudie la lumière transmise par le réseau. Si elle est réfléchissante on étudie la lumière réfléchi. On l'éclaire par un faisceau de lumière parallèle. **Chaque fente devient une source secondaire. Si elles sont éclairées par un faisceau de lumière cohérente, les N fentes interfèrent . On étudie leur interférence à l'infini.**

- **Formule des réseaux** $a(\sin\theta - \sin i) = k\lambda$

Elle ne donne que la position des maxima. L'entier relatif **k** est l'ordre d'un maximum

- **Déviaton par le réseau**

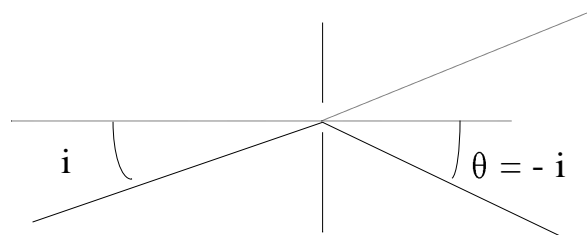
Si le réseau est éclairé sous incidence i et diffracte dans la direction θ , l'angle de déviaton du faisceau est: $D = \theta - i$.

- **Minimum de déviaton**

D est minimale pour $\theta = -i$.

On a alors la relation:

$$\sin(D_m / 2) = k\lambda / 2a$$



Minimum de déviaton

qui donne pour l'ordre k et λ la valeur de D_m .

Rem : La mise en évidence du minimum de déviaton suppose qu'on fasse varier i (rotation du plateau du goniomètre) en restant dans un ordre k donné.

ROLE DES LENTILLES EN OPTIQUE PHYSIQUE

Elles n'introduisent pas de différence de chemin optique supplémentaire. Elles n'ont qu'un rôle de mise en forme des faisceaux (créer un faisceau parallèle, ramener une image dans son plan focal). Pour faire simple, on traitera les problèmes d'interférences par étape :

- après avoir identifier les signaux qui interfèrent on enlève les lentilles
- on traite le problème d'optique physique (interférences)
- on replace les lentilles pour définir les caractéristiques de la figure d'interférences .