

Chapitre 2

Diffraction des ondes lumineuses

C'est un phénomène observable si la taille de l'objet diffractant avoisine la longueur d'onde de la lumière considérée.

Principe de base de la diffraction

- **Huygens (1678)** : La lumière se propage de proche en proche. Chaque point d'une surface d'onde (Σ_0) atteinte par la lumière à un instant t_0 peut être considéré comme une source secondaire émettant des ondelettes sphériques. A t , la surface d'onde (Σ) est l'enveloppe des surfaces d'onde émises par toutes les sources secondaires réparties sur (Σ_0).
- **Fresnel (1818)** : La vibration lumineuse en un point M de l'écran d'observation a pour amplitude complexe la somme de toutes les amplitudes complexes des ondes émises par tous les points P de l'ouverture diffractante D et qui atteignent M . L'amplitude de l'onde émise par le point P (source secondaire) est proportionnelle à l'amplitude de l'onde primaire et à l'air de la surface autour de P .

Approximations pour la diffraction de Fraunhofer (à l'infini)

- Approximation de Gauss : les rayons sont paraxiaux.
- Les dimensions de D (l'ouverture diffractante) sont petites devant toutes les autres dimensions du montage.
- L'onde incidente utilisée est plane et le diaphragme diffractant D appartient au plan d'onde.
- La diffraction est observée à l'infini par rapport à l'objet diffractant $D \Rightarrow$ diffraction à l'infini.

Transmittance

$$\underline{t}(P) = \frac{\underline{\Psi}(P)}{\underline{\Psi}_i(P)} \xrightarrow{\text{cas du diaphragme}} \begin{cases} 1 & \text{si } P \in \text{trou} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Intensité lumineuse au point $M(X, Y)$

$$I(X, Y) = \left\| \underline{k} \int_D \underline{t}(x, y) e^{-2i\pi(ux+vy)} dx dy \right\|^2$$

- x, y : coordonnées de P (sur le diaphragme)
- X, Y : coordonnées de M (sur l'écran)
- $\underline{t}(x, y)$: transmittance du diaphragme D
- u, v : fréquences spatiales : $u = \frac{x}{\lambda f}, v = \frac{y}{\lambda f}$
- λ : longueur d'onde de la source
- f : focale de la lentille qui projette
- \underline{k} : constante complexe

- Ouverture rectangulaire : $I(M) = I_0 \text{sinc}^2 ua \text{sinc}^2 vb$
- Fente infiniment fine : $I(M) = I_0 \text{sinc}^2 ua$