

Phénomènes de diffraction

1. Étude quantitative de la diffraction 1
2. Principe et approche qualitative de la diffraction 3
3. Exemple de phénomènes de diffraction 4

I. Étude quantitative de la diffraction

1) Observation expérimentale

Si on fait briller de la lumière à travers des fentes d'Young, on observe des raies qui ont toutes même taille. On parle alors **d'interférence**.

Si on fait briller de la lumière à travers un dispositif à double fente, on observe une raie centrale, et des raies de taille décroissante autour. On parle alors de **diffraction**.

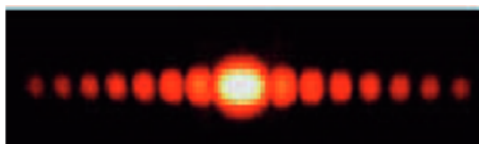


Fig. 1. – Figure de diffraction d'une double fente

En optique géométrique, on s'attendrait à ce que si un faisceau parallèle à une fente passe à travers cette fente, le faisceau coupé fasse la taille de la fente et reste de la taille de la fente (en pointillés sur Fig. 2).

En réalité, la lumière est **diffractée**.

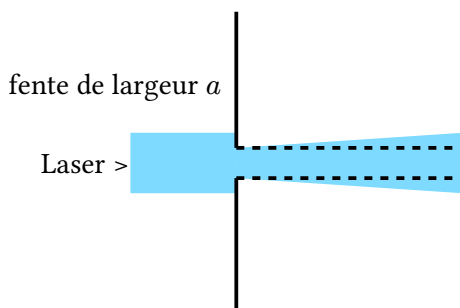


Fig. 2. – Diffraction d'un faisceau laser par une fente

2) Approche quantitative

Sur Fig. 2, on pose θ l'angle de diffraction, D la distance entre la fente et l'écran et L la taille des taches obtenues sur l'écran.

On mesure la taille des taches en faisant varier les différents paramètres:

a) Pour une ouverture a constante

Pour des angles θ petits, on a $\theta \approx \frac{L}{D}$, et la largeur suit en effet une relation pseudo-linéaire avec D :

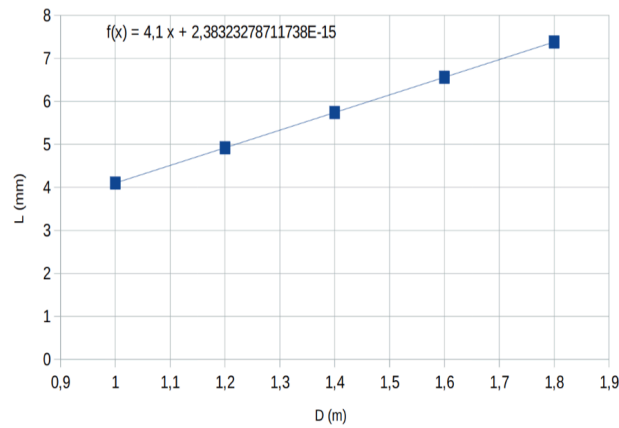


Fig. 3. – Largeur L de la tache centrale en fonction de D

b) Variation de la taille L de la tache centrale avec la largeur a de la fente

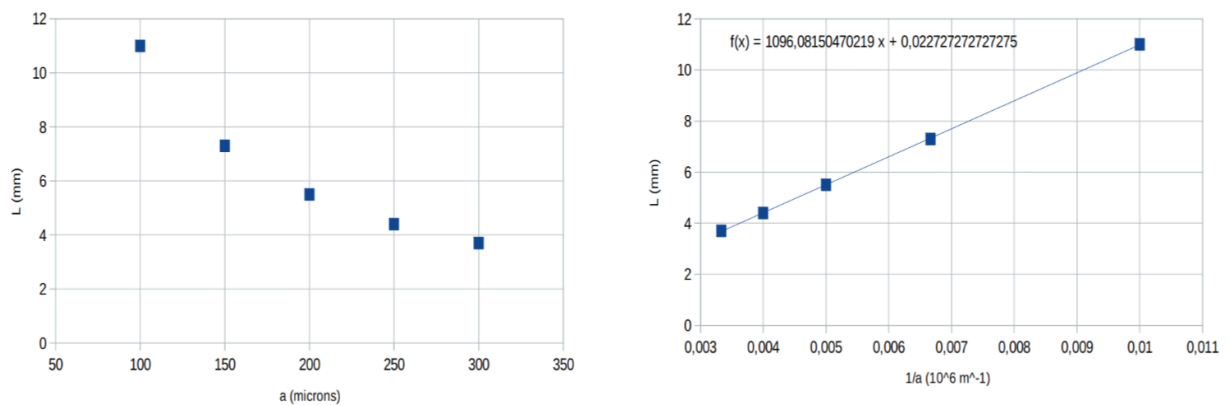


Fig. 4. – Largeur L en fonction de la largeur a de la fente ou de l'inverse de a pour $D = 1.8$ m

$$L = \frac{K}{a} \text{ avec } K = 11 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$$

c) Loi de la diffraction pour une fente

🪂 Parachutage:

Pour λ la longueur d'onde, a la largeur de la fente:

$$\sin \theta = \frac{\lambda}{a}$$

d) Généralisation à une ouverture

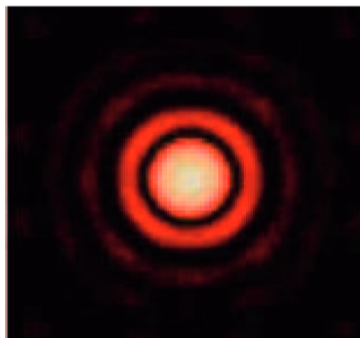


Fig. 5. – Figure de diffraction à travers une ouverture

À travers une double fente, la fente centrale est deux fois plus grande que la deuxième. Ici, la tache centrale est 1.22 fois plus grande que la deuxième. (lié aux fonctions de Bessel).

Dans ce cas ci, l'angle de diffraction vérifie donc $\sin \theta = 1.22 \frac{\lambda}{a}$

II. Principe et approche qualitative de la diffraction

1) Modélisation de la propagation d'une onde plane

On va modéliser la propagation d'une onde plane (par exemple, une onde créée par un laser) par de multiples points émetteurs circulaires.

Si on observe l'avant des ondes émisent, on observe en effet une onde quasi-plane: le front d'onde

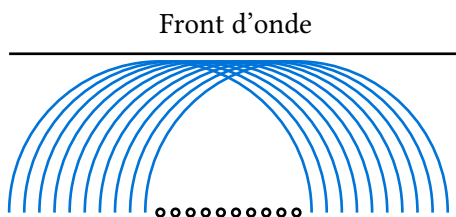


Fig. 6. – Front d'onde

2) Diffraction d'une onde par une fente

On va modéliser la diffraction par une fente par plusieurs point sources, positionnés dans la fente, qui vont chacun émettre un signal:

Si la fente est suffisamment large, on observe pas de réel changement dans le front d'onde:

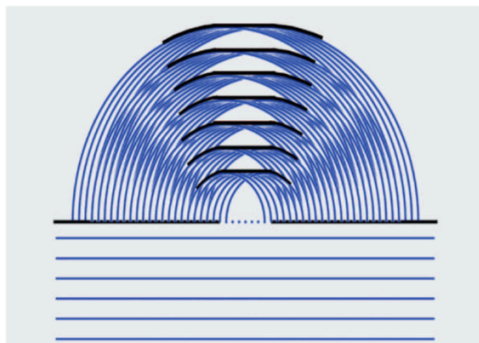


Fig. 7. – Diffraction par une fente large

Si la fente est suffisamment fine, en additionnant les signaux de chacun des points on pourra observer assez d'interférences pour voir une tache.

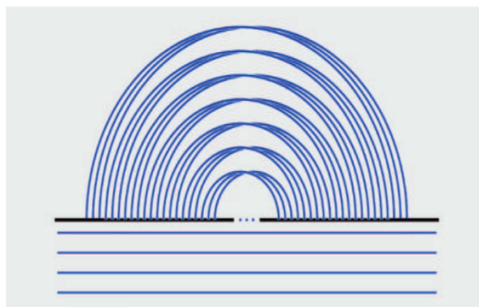


Fig. 8. – Diffraction par une fente fine

3) Diffraction par un obstacle

Par cette modélisation, on observe que les ondes se propagent en contournant les obstacles:

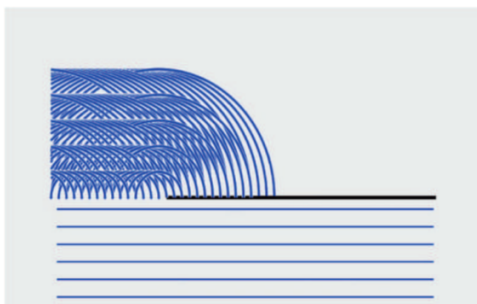


Fig. 9. – Diffraction par un obstacle

III. Exemple de phénomènes de diffraction

1) Diffraction en optique

a) Limitation du pouvoir de résolution

Si on observe la diffraction de deux objets (comme deux fentes), il existe plusieurs critères pour nous dire si oui ou non on distingue les deux objets dans leur diffraction (et pas un seul blob d'interférences).

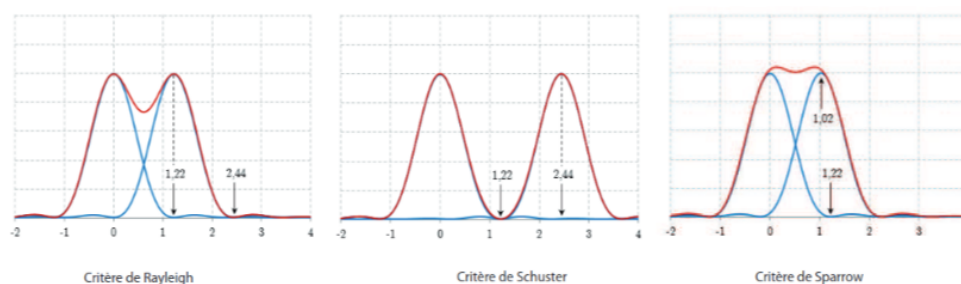


Fig. 10. – Différents critères de résolution

Voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Pouvoir_de_résolution