

B.O. Diffraction d'une onde par une ouverture : conditions d'observation et caractéristiques. Angle caractéristique de diffraction.

I. Le phénomène de diffraction.

- 1. Mise en évidence expérimentale du phénomène de diffraction.
 - 1.1. Diffraction d'ondes à la surface de l'eau.

Montage expérimental :

Une cuve à onde contient une fine épaisseur d'eau.

Un stylet plat génère une perturbation entrainant la formation d'une onde périodique progressive. La surface de l'eau est éclairée par un stroboscope.

Vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=frJqTEwTdOk>

(2 min 18 s)



Synthèse de la vidéo :

La diffraction est un changement de la direction de propagation de l'onde.
 Si on diminue la taille de l'ouverture, le phénomène de diffraction est encore plus marqué.
 L'onde est présente partout derrière l'obstacle.
 Le son qui est une onde de pression peut être diffracté.
 La lumière peut être également diffractée si elle passe par des orifices très petits.

- 1.2. Influence de la largeur de la fente.

Observer et interpréter

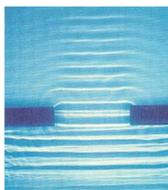


Figure 1

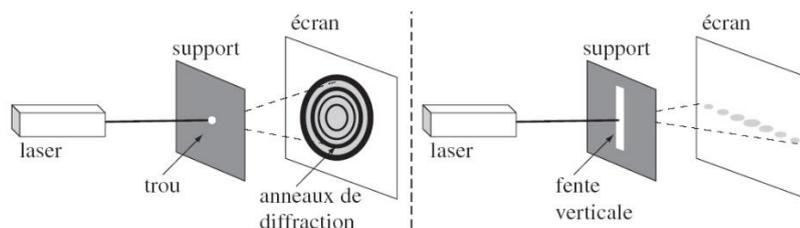


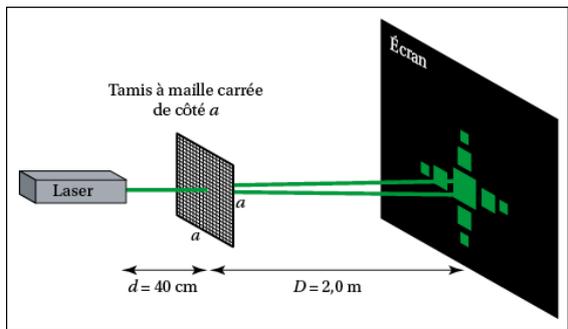
Figure 2

Condition pour observer le phénomène de diffraction : la largeur de la fente doit être de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde ou encore $a \leq \lambda$

- 1.3. Diffraction lumineuse.

Dispositifs expérimentaux



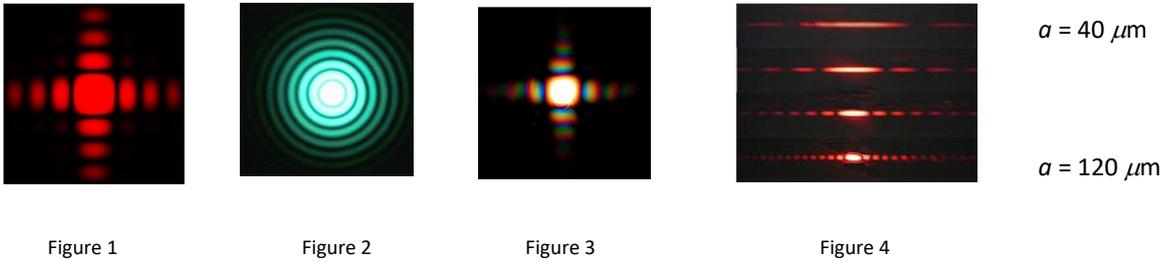


Voici quelques images (au dos de la page) de diffraction obtenues dans des conditions expérimentales différentes (taille, orientation et forme de l'orifice – nature du rayonnement).

Questions :

Indiquer pour chacune de ces images, les conditions expérimentales permettant de les obtenir (ouverture ronde, carrée, fente horizontale, fente verticale...) et nature du rayonnement (monochromatique-lumière blanche...)

Dans le cas de la figure 4, on fait varier la largeur de la fente de $a = 40 \mu\text{m}$ à $a = 120 \mu\text{m}$.

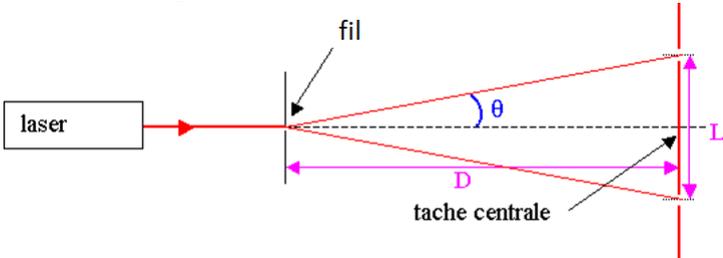


Réponses :

- Figure 1 : lumière monochromatique rouge passant à travers une maille carrée.
- Figure 2 : lumière monochromatique verte passant à travers un orifice circulaire.
- Figure 3 : lumière polychromatique (blanche) passant à travers une maille carrée.
- Figure 4 : lumière chromatique rouge passant à travers un fil vertical de taille variable. Tache de diffraction large pour a petit.

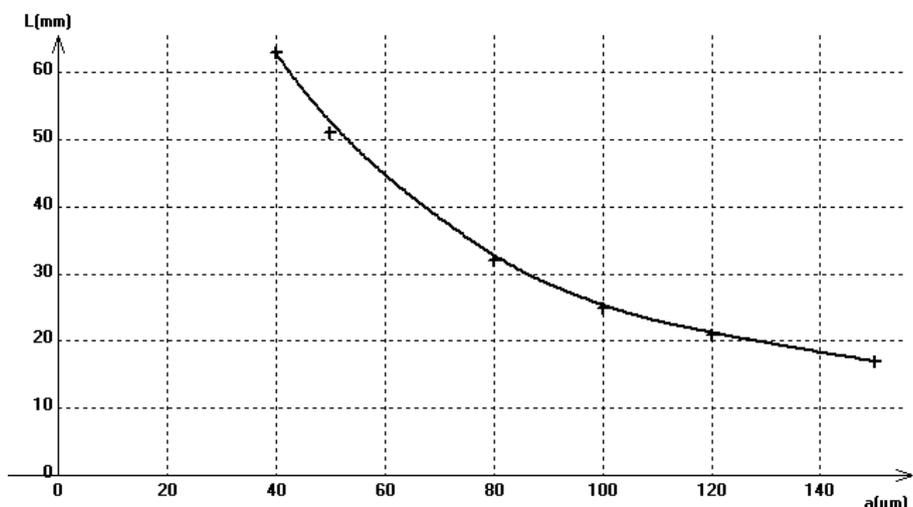
II. Application du phénomène de diffraction à la mesure de petits objets.

On fait passer un faisceau laser sur un fil de diamètre a inconnu. Ce fil est situé à une distance $D = 2,00 \text{ m}$ d'un écran. On mesure la largeur de la tache centrale de diffraction obtenue sur l'écran. On trouve $L = 23,0 \text{ mm}$.



Afin de déterminer la valeur de a , on effectue plusieurs mesures de largeurs différentes avec des fils calibrés de diamètre différents. Les résultats et le graphique $L = f(a)$ sont fournis ci-dessous.

a (mm)	L (mm)
0,040	63
0,050	51
0,080	32
0,100	25
0,120	21
0,150	17



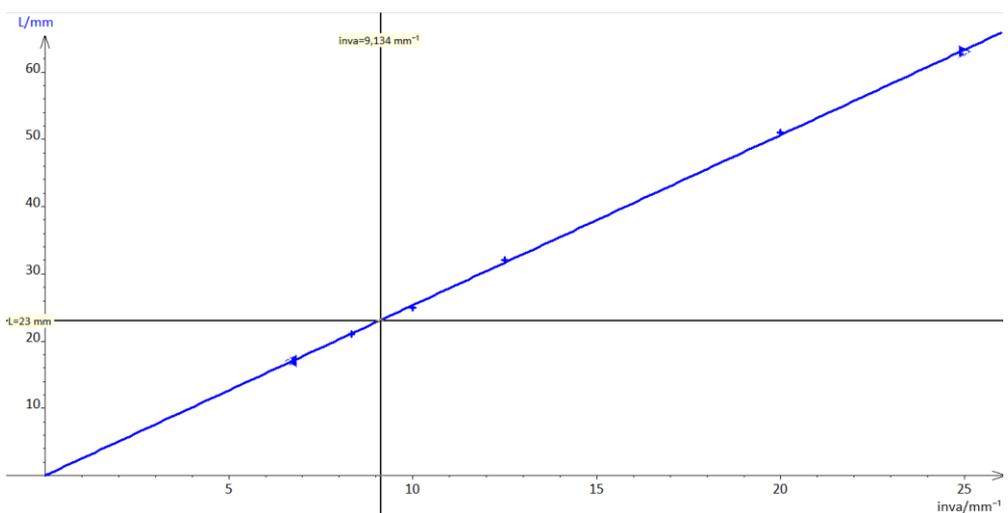
Questions :

- Déterminer le diamètre a du fil à partir du graphique $L = f(a)$
- On peut également déterminer la largeur du fil en utilisant un graphique représentant une fonction linéaire. Quelles grandeurs doit-on alors affichées en abscisse et en ordonnée ? Tracer ce graphique. En déduire la valeur du diamètre du fil par cette méthode.
- Il existe une relation entre la longueur d'onde λ du laser, le diamètre a du fil et l'angle θ de diffraction : $\theta = \frac{\lambda}{a}$
 - Trouver la relation entre θ , L et D sachant que $\tan \theta = \theta$ si θ est petit.
 - Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ du laser.

i	a m	L m	inva m ⁻¹
0	4,000·10 ⁻⁵	0,0630	2,500·10 ⁴
1	5,000·10 ⁻⁵	0,0510	2,000·10 ⁴
2	8,000·10 ⁻⁵	0,0320	1,250·10 ⁴
3	0,0001	0,0250	1,000·10 ⁴
4	0,00012	0,0210	8333
5	0,00015	0,0170	6667

Réponses

- Par lecture du graphique, on trouve $a = 110 \mu\text{m}$
- Afin d'obtenir une fonction linéaire, on trace le graphique $L = f(\frac{1}{a})$



On trouve $\frac{1}{a} = 9,134 \text{ mm}^{-1}$ soit $a = 0,109 \text{ mm} = 109 \mu\text{m}$ la valeur est proche de celle trouvée précédemment.

3. $\tan \theta = \theta = \frac{L}{2D}$

4. On peut écrire l'égalité $\frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a}$ soit $\lambda = \frac{L \cdot a}{2D}$ $\lambda = \frac{23,0 \times 10^{-3} \times 109 \times 10^{-6}}{2 \times 2,00} = 627 \times 10^{-9} \text{ m} = 627 \text{ nm}.$