

Des ondes pour observer et mesurer

TP 8. DIFFRACTION

CH IV PROPAGATION DES ONDES

Objectifs : - Mettre en évidence expérimentalement le phénomène de diffraction.

- Prévoir les conséquences de la modification de la taille de l'objet diffractant et de la longueur d'onde sur une figure de diffraction.

- Citer et utiliser l'expression de l'angle d'ouverture d'un faisceau monochromatique diffracté par une fente.

- Réaliser une mesure dimensionnelle en utilisant le phénomène de diffraction

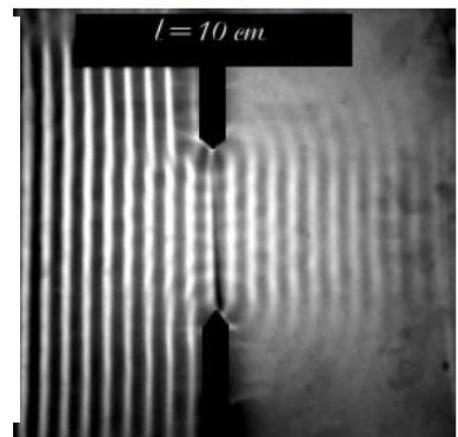
Compétences travaillées : S'approprier, Réaliser, Valider, Analyser**I. DIFFRACTION D'ONDES A LA SURFACE DE L'EAU**

Sur la photographie ci-contre, on observe que les vagues, initialement rectilignes, deviennent circulaires après le passage par l'ouverture : l'onde est **diffractée** par l'ouverture.

Quelles sont les conditions pour observer ce phénomène ?**Photographie 1 :**

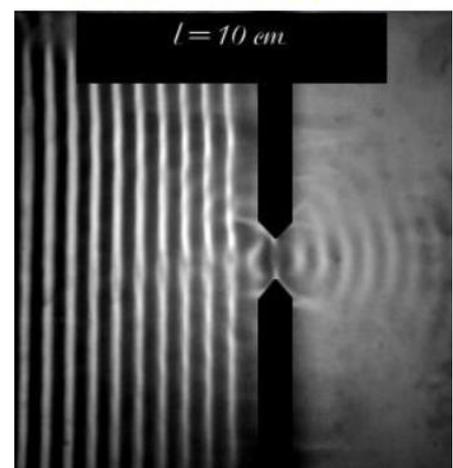
- ☒ Les ondes mécaniques observées après passage de la fente sur la photographie 1, sont-elles semblables aux ondes incidentes ? ;
- ☒ Déterminer l'échelle correspondante
- ☒ Mesurer avec précision les longueurs d'onde $\lambda_{lav.}$ et $\lambda_{lap.}$ des ondes mécaniques observées avant et après le passage de la fente.
- ☒ La longueur d'onde est-elle modifiée lors du passage de l'onde par la fente ?
- ☒ Comparer la longueur d'onde avec la largeur de la fente

Photo 1 : fente 58 mm – f = 30 Hz

**Photographie 2 :**

- ☒ Les ondes mécaniques observées après passage de la fente sur la photographie 2, sont-elles semblables aux ondes incidentes ?
- ☒ Obtient-on une figure de diffraction ?
- ☒ Comparer la longueur d'onde avec la largeur de la fente

Photo 2 : fente 13 mm – f = 30 Hz

**Photographie 3 :**

Comparer la longueur d'onde avec la largeur de la fente

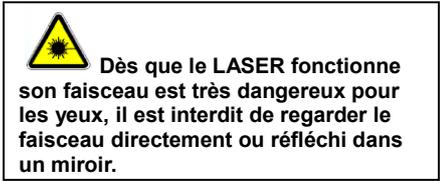


II. DIFFRACTION D'ONDES LUMINEUSES MONOCHROMATIQUES:

1. Détermination de la longueur d'onde λ du faisceau laser utilisé à partir des figures de diffraction avec une fente.

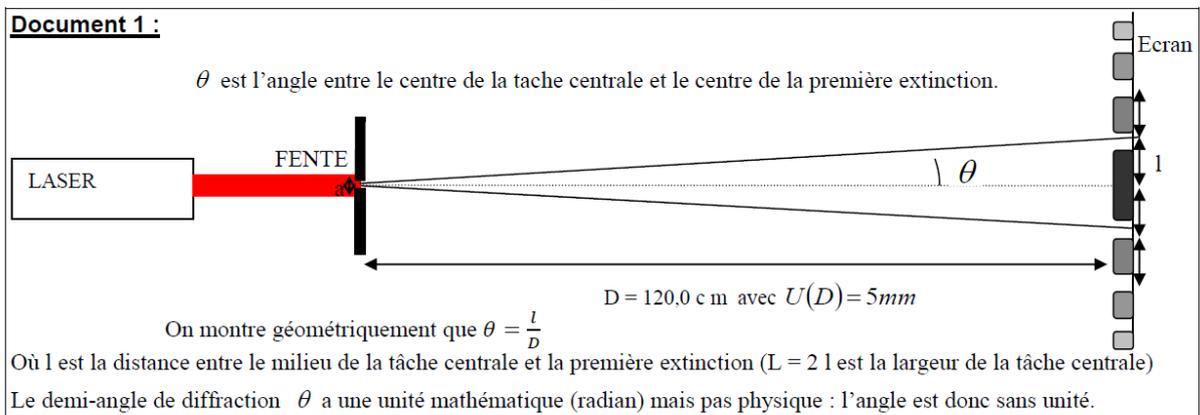
Matériel expérimental :

Source laser rouge He Ne (longueur d'onde $\lambda_{\text{théorique}} = \dots\dots\dots$ nm),
 Fentes de largeurs différentes : **0,070** ; 0,040 ; 0,050; 0,100 ; 0,120 ;
 0,280 ; 0,400 en mm.
 Incertitude sur les fentes **U(a) = 0,01 mm**
 Banc optique, écran, excel ou regressi.



Expérimentation :

Placer les différents éléments comme indiqué sur la figure ci-dessous. Choisir la fente la plus étroite pour commencer l'expérience. Observer la figure de diffraction obtenue sur l'écran.



On propose différentes relations liant la largeur L de la tâche centrale, la distance D de la fente à l'écran, la largeur a de la fente et la longueur d'onde λ de la source lumineuse.

(a) $L = \frac{2\lambda D}{a}$; (b) $L = \frac{2\lambda D}{a^2}$; (c) $L = \frac{2aD}{\lambda}$; (d) $L = 2a\lambda D$

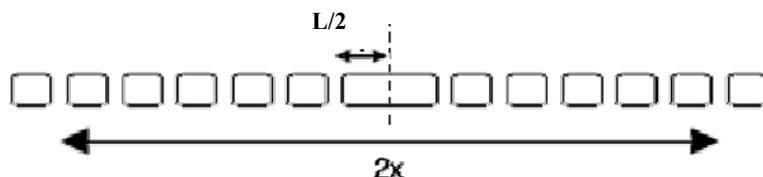
1. Eliminer certaines des expressions proposées par analyse dimensionnelle.
2. Proposer un protocole de manipulation qualitative (sans mesure) pour sélectionner la bonne relation.

Aide : Faire varier un seul paramètre à la fois !

3. Proposer un protocole et réaliser **une série de mesures** permettant de vérifier la relation retenue précédemment.

Aide : Pour déterminer la demi-largeur L/2 de la frange centrale en minimisant les erreurs de mesure, suivre les étapes suivantes :

* Mesurer la distance totale 2x entre deux franges sombres éloignées de la frange centrale. Plus la distance 2x est grande plus l'erreur de mesure est petite.



* Compter le nombre N de franges dans l'intervalle 2x. La frange centrale compte pour 2 franges

lumineuses de part et d'autre du centre de l'image de diffraction. En déduire la largeur de la tache centrale L.

4. En déduire la longueur d'onde λ du laser

5. Identifier les causes d'erreurs et les exprimer numériquement

Aide : Erreur de mesure de type B

L'incertitude élargie (pour un niveau de confiance de 95%) sur une mesure L obtenue à partir d'une double lecture sur une échelle graduée en mm:

$$U(L) = \sqrt{2} \times \frac{\text{valeur de la plus petite graduation}}{\sqrt{3}} = 0,8 \text{ mm}$$

$$U(\lambda) = \lambda \times \sqrt{\left(\frac{U(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{U(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

6. calculer l'incertitude sur cette longueur d'onde :

7. En déduire un encadrement pour longueur d'onde

8. Comparer à la valeur théorique fournie par le constructeur

2. Mesure du diamètre d'un cheveu ou de la largeur d'une fente inconnue :

Vous devez déterminer le diamètre d d'un de vos cheveux ainsi que l'incertitude associée à votre mesure.

1. Expliquer en quoi le phénomène de diffraction permet de mesurer une petite longueur.

2. Réaliser l'expérience.

3. Pour évaluer l'incertitude sur le diamètre du cheveu on fait le calcul suivant :

$$\Delta d = d \times \frac{\Delta L}{L}$$

4. En déduire un encadrement.