

Thème 4 : Ondes et signaux

Partie 1. Caractériser les phénomènes ondulatoires

CHAP 19 ACT EXP-Diffraction

SECURITE

Attention de ne jamais regarder directement le faisceau d'un laser, très intense. S'il pénètre dans l'oeil, il peut gravement endommager la rétine et conduire à la cécité.

1. OBJECTIF

- Étudier expérimentalement le phénomène de diffraction des ondes lumineuses.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser.

2. A LA DECOUVERTE DE LA DIFFRACTION

La lumière se propage en ligne droite dans un milieu homogène et transparent. Mais que se passe-t-il lorsqu'elle rencontre un obstacle ?

3 UN RAYON DE LUMIERE ?

3.1. Pour commencer (situation déclenchante)

Afin de chercher à isoler un rayon de lumière laser, on fait passer un faisceau de lumière laser par une fente réglable (ou par des fentes de largeur différentes)

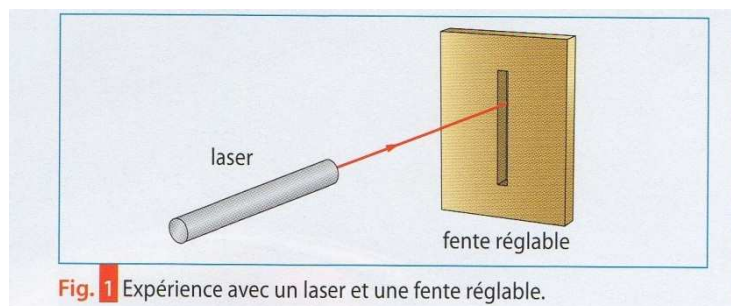


Fig. 1 Expérience avec un laser et une fente réglable.

3.2. Investigation

Pour répondre à la question :

Que va-t-on observer au fur et à mesure que la largeur de la fente diminue ?

a) Etablir un protocole expérimentale détaillé

Matériel à disposition :

Laser ; écran, diapo avec fentes de différentes largeur, support à diapo

Appeler le prof pour vérification

b) Noter vos observations et représenter la figure obtenue sur l'écran.

c) Comment se présente la figure de diffraction ?

- Si la fente est verticale
- Si la fente est horizontale

Pour conclure

d) Peut-on isoler un rayon de lumière ?

- e) La propagation rectiligne de la lumière est-elle encore vérifiée ?
 f) Ce phénomène, découvert par Francesco Grimaldi en 1665, fut nommé diffraction, du latin diffractus qui signifie « mis en morceau ». Proposer une explication.

3.3. Approfondissement

- a) Répéter l'expérience en remplaçant la fente par un obstacle très fin (fil de pêche).
 y a-t-il une différence entre la figure de diffraction obtenue à l'aide d'une fente verticale et celle obtenue lorsque le faisceau laser rencontre un obstacle ?
- b) Répéter l'expérience en remplaçant la fente par des petits trous de diamètres différents
 - Rendre compte du phénomène observé sur l'écran
 - Faire un dessin soigné et en couleurs de la figure de diffraction observée pour 2 diamètres de trous différents

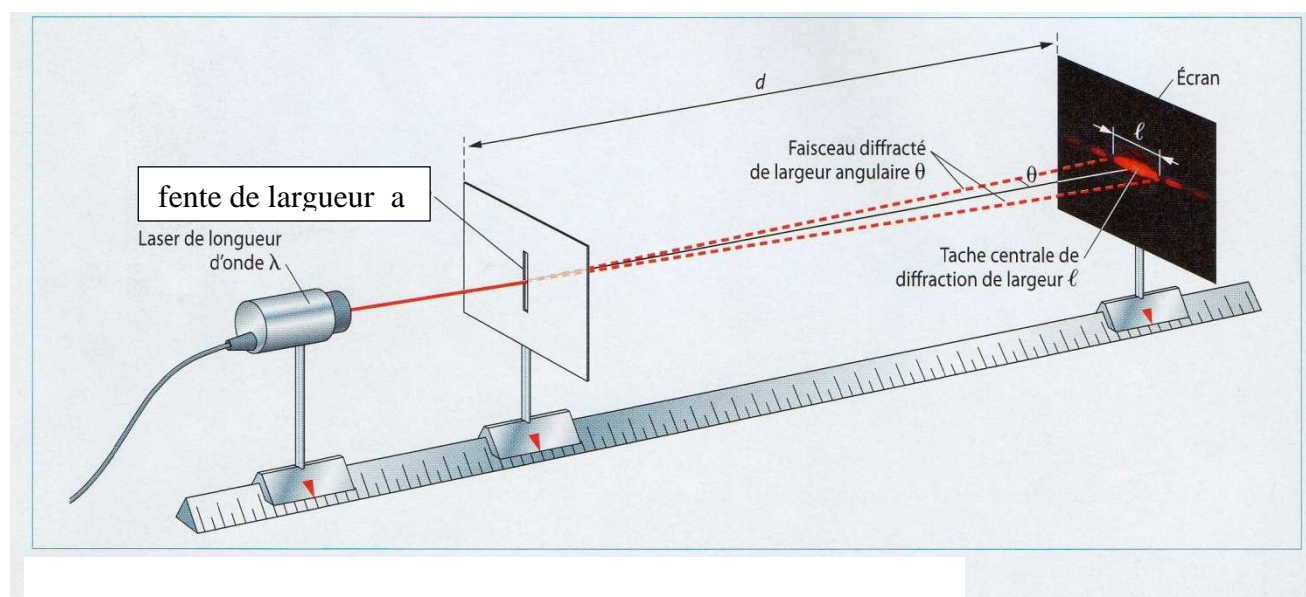
4. LE LASER, UN OUTIL D'INVESTIGATION

4.1. Protocole expérimental

- Positionner un écran à une distance d d'une fente de $40\mu\text{m}$. Mesurer d à l'aide d'un réglet

Rem : Plus d est grand, plus la tache centrale sera grande

- Disposer le laser éteint sur un support puis le diriger vers le fil.
 - Le mettre alors sous tension pour éclairer la fente.



Appeler le prof pour vérification

- Mesurer la largeur l de la tache centrale de diffraction, la plus lumineuse, grâce à un double décimètre en plastique (jamais en acier pour éviter toute réflexion).
 - Refaire les mesures de l pour les fils de différentes épaisseurs a .
 - Reporter dans le tableau en annexe la valeur du paramètre d , ainsi que les valeurs de l .

4.2. Questions

- a) Quelle valeur de d doit-on choisir pour une détermination de θ la plus précise possible ?
 b) Montrer à l'aide des relations trigonométriques que l'on a : $\theta = \frac{l}{2.d}$
 c) Dans le tableau en annexe (ou dans un tableur), calculer les angles θ .
 d) Dans le tableau en annexe (ou dans un tableur), calculer $\frac{1}{a}$

e) Représenter sur un graphique $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$

Aide à la réalisation de la courbe

- Il faut prendre une page entière soit en portrait soit en paysage
- En math les équations de courbe se mettent sous la forme $y = f(x)$, avec y ordonnée et x en abscisse.

Comparer $y = f(x)$ et $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$ pour trouver ce qu'il faut mettre en abscisse et en ordonnée

- Trouver l'échelle qui donne la courbe la plus grande possible, sans pour autant dépasser la feuille

(rem : Il n'est pas obligatoire de prendre la même échelle en abscisse et en ordonnée)

Après avoir mis l'échelle sur le graphique, appeler le prof

- Mettre les points AU CRAYON
- Si c'est une droite, tracer la droite au CRAYON et à la règle
- Si c'est une courbe, la tracer à main levée au CRAYON
- Mettre un titre au graphique (ex : $d = f(1/a)$)
- Indiquer clairement sur la feuille de papier millimétrée et dans un rectangle les échelles utilisées.

Montrer la courbe au prof avant de la tracer

f) Choisir sur la droite (**PAS DANS LE TABLEAU**) deux points A et B et noter leurs coordonnées sur le rapport.
Astuce : Choisir des points simples sur la courbe

g) Calculer le coefficient directeur k de la courbe précédente.

REMARQUE :

ON RAPPELLE QUE SI ON A DEUX POINTS $A \begin{pmatrix} x_A \\ y_A \end{pmatrix}$ et $B \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \end{pmatrix}$ SUR UNE DROITE,

LE COEFFICIENT DIRECTEUR (LA PENTE) EST DONNÉE PAR LA RELATION :

$$k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$$

h) En déduire la valeur de la longueur d'onde λ de la diode laser utilisée. (Indication : $\lambda \sim 650 \text{ nm}$)

Justifier votre démarche

i) A partir des 2 relations : $\theta = \frac{l}{2.d}$ et $\theta = \frac{\lambda}{a}$, établir l'expression de l en fonction de $\frac{1}{a}$

4.3. Investigation

a) Proposer un protocole détaillé pour mesurer la largeur d'un cheveu

Appeler le prof pour vérification

b) Réaliser le protocole