

CONTRÔLE n° 2 : DIFFRACTION ET INTERFÉRENCES

EXERCICE 1 : LA LUMIÈRE : UNE ONDE

Le caractère ondulatoire de la lumière fut établi au XIX^{ème} siècle par des expériences d'interférences et de diffraction montrant, par analogie avec les ondes mécaniques, que la lumière peut être décrite comme une onde.

I. Diffraction de la lumière (9 points)

1) Expérience de Fresnel.

- a) Fresnel a utilisé les rayons solaires pour réaliser son expérience. Une telle lumière est-elle monochromatique ou polychromatique ? Justifier.
- b) Fresnel exploite le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer. Le diamètre du fil a-t-il une importance pour observer le phénomène de diffraction ? Justifier.

2) Mesure de longueur d'onde par diffraction

On réalise une expérience de diffraction à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ .

A quelques centimètres du laser, on place des fils verticaux de diamètres connus. On désigne par « a » le diamètre d'un fil.

La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D = 1,60$ m des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur ℓ de la tache centrale.

A partir de ces mesures et des données, il est possible de calculer la demi-ouverture angulaire θ du faisceau diffracté.

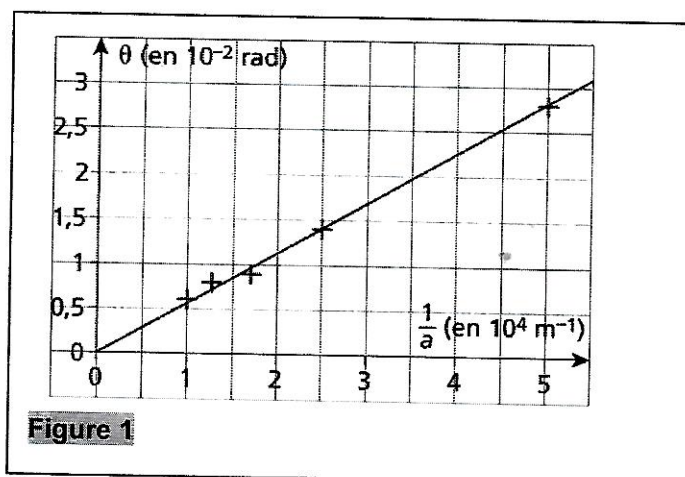


Figure 1

- a) Représenter la figure de diffraction obtenue sur l'écran.
- b) Établir la relation entre θ , ℓ et D . Faire un schéma et détailler vos calculs pour justifier cette relation.
- c) Donner la relation liant θ , λ et a , en précisant leurs unités.
- d) On trace la courbe $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$ (fig.1).

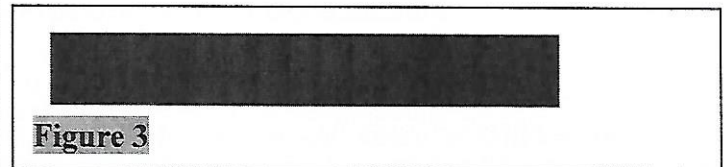
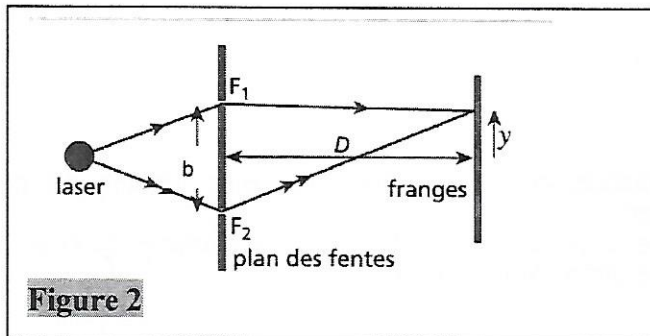
Quel type de fonction obtient-on ? Que peut-on en déduire quant à $\frac{1}{a}$ et θ . Exprimer θ en fonction de $\frac{1}{a}$.

- e) Déterminer la valeur de λ en vous aidant de la figure 1 et de la question précédente.
- f) Les résultats précédents seraient-ils modifiés en remplaçant un fil de diamètre a par une fente d'épaisseur a ?

II. Mesure de longueur d'onde par interférences (4 points)

Le fil ou la fente est remplacé par un écran percé de deux fentes distantes de b (fig.2). Des franges (fig.3) sont observées sur un écran situé à $D = 3,0$ m.

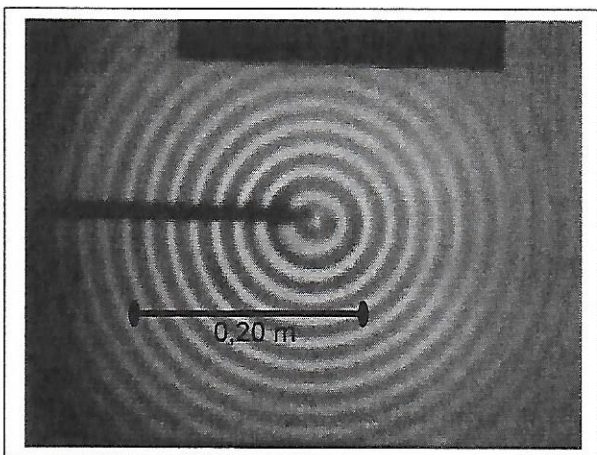
- 1) A quelle condition (*donner une formule*) les interférences sont-elles constructives ? Destructives ? Qu'observe-t-on au centre de l'écran en $y = 0$?
- 2) La largeur sur l'écran d'un ensemble de six interfranges consécutives est 25 mm. Sachant que l'écart b entre les fentes est $b = 0,40$ mm, quelle est la longueur d'onde ? Pourquoi mesurer six interfranges au lieu d'une ?



EXERCICE 2 : INTERFÉRENCES A LA SURFACE DE L'EAU (7 points)

Diverses expériences sont réalisées dans une cuve à ondes, afin de déterminer certaines caractéristiques de l'onde.

- 1) On produit des ondes progressives circulaires à la surface de l'eau avec une source S de fréquence $f = 20$ Hz.



- a) Calculer la longueur d'onde λ de la source S .
Détaillez votre raisonnement.
- b) On considère un point M de la surface de l'eau situé à $d = 12$ cm du point S . Le point M vibre-t-il en phase ou en opposition de phase avec le point source S ? justifier.

- 2) On réalise maintenant des interférences à la surface de l'eau. Deux points sources synchrones, notés S_1 et S_2 , vibrant en phase et ayant même amplitude, émettent chacun une onde progressive de même longueur d'onde que la source S . On s'intéresse à la zone où se superposent les deux ondes.

- a) Les interférences sont-elles constructives, destructives ou quelconques en un point M de la surface de l'eau tel que $S_1M = 8,0$ cm et $S_2M = 17$ cm ? L'amplitude du mouvement en ce point M est-elle maximale, minimale ou quelconque.
- b) Si M se trouve à 4 cm de S_1 sur l'axe $S_1S_2 = 16$ cm. Quelle sera alors l'état vibratoire de ce point ?
- c) Combien y a-t-il de franges d'amplitude maximale entre S_1 et S_2 ? Expliquer votre raisonnement.