

Un faisceau de lumière, horizontal monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ , produit par une source laser arrive sur un fil vertical, de diamètre  $a$  ( $a$  est de l'ordre du dixième de millimètre).

On place un écran à une distance  $D$  ( $D$  est grande devant  $a$ ) de ce fil.

- Décrire le phénomène observé.
  - Quel renseignement sur la nature de la lumière ce phénomène apporte-t-il ? Nommer ce phénomène.
  - La lumière émise par la source laser est dite monochromatique. Quelle est la signification de ce terme ?
- Sur votre copie, faire un schéma représentant l'expérience vue de dessus observée sur l'écran
- Exprimer l'écart angulaire  $\theta$  en fonction des grandeurs  $L$  (largeur de la tâche centrale de diffraction) et  $D$  sachant que pour de petits angles exprimés en radian :  $\tan \theta = \theta$ .
- Ecrire l'expression mathématique qui lie les grandeurs  $\theta$ ,  $\lambda$  et  $a$  ?
- En utilisant les résultats précédents, montrer que  $L$  s'exprime par :  $L = 2 \lambda D / a$ .
- On dispose de deux fils calibrés de diamètres respectifs  $a_1 = 20 \mu\text{m}$  et  $a_2 = 50 \mu\text{m}$ . On place successivement ces deux fils verticaux dans le dispositif précédent. On obtient sur l'écran deux figures de diffraction distinctes notées A et B.



Associer, en le justifiant, à chacun des deux fils la figure de diffraction qui lui correspond.

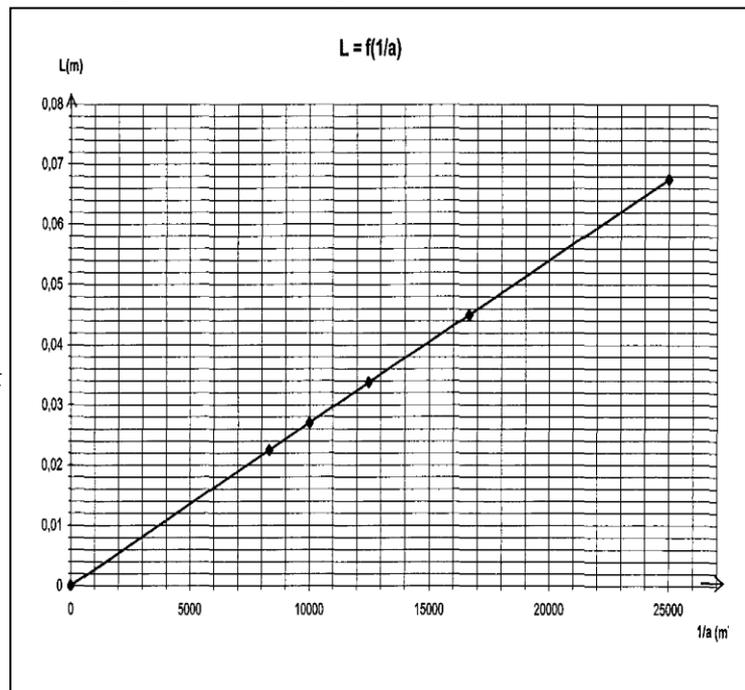
- On cherche à déterminer expérimentalement la longueur d'onde dans le vide  $\lambda$  de la lumière monochromatique émise par une source laser. Pour cela, on place devant le faisceau laser horizontal des fils calibrés verticaux de diamètre «  $a$  » et pour chacun des fils, on mesure la largeur  $L$  de la tâche centrale de diffraction, puis on trace la courbe  $L = f(1/a)$ .

**7.1.** Montrer que l'allure de la courbe  $L = f(1/a)$  obtenue est en accord avec l'expression de  $L$  donnée en 5.

**7.2.** Donner l'équation de la courbe  $L = f(1/a)$  et en déduire la longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide de la lumière monochromatique du faisceau laser utilisé.

**7.3.** La couleur de la lumière émise par le laser est-elle rouge, verte ou violette ?

**7.4.** Calculer la fréquence de la lumière monochromatique émise par la source laser.



**Donnée:** célérité de la lumière dans le vide ou dans l'air  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$ .

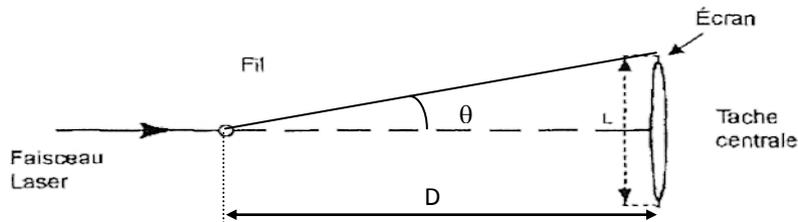
## Correction

1.a. On observe sur l'écran un étalement du faisceau laser, perpendiculaire à la direction du fil, constitué d'une tache centrale bordée de taches latérales.

b. La lumière ne se propage plus de façon rectiligne, le phénomène observé est la **diffraction de la lumière**. Or ce phénomène est caractéristique des ondes, donc **la lumière est de nature ondulatoire**.

c. La lumière émise par la source laser est monochromatique : cela signifie que la lumière laser est constituée d'une seule radiation de fréquence fixée (ou de longueur d'onde dans le vide fixée).

2.



3. L'angle  $\theta$  est l'angle entre le **centre de la tache centrale** et le **centre de la zone de première extinction**. Voir figure ci-dessus.

Le schéma montre que:  $\tan\theta = (L/2) \div D = L / 2 D$

$\theta$  étant petit et exprimé en radian, on a  $\tan \theta = \theta$ , donc  $\theta = L / 2 D$

4. La relation entre les grandeurs  $\theta$ ,  $\lambda$  et  $a$  est:  $\theta = \lambda / a$  avec  $\theta$  en (rad),  $\lambda$  et  $a$  en (m).

5. En égalant les deux expressions de  $\theta$ , il vient:  $L/2 D = \lambda / a$  soit :  $L = 2 \lambda D / a$

6. D'après la relation précédente pour  $\lambda$  et  $D$  fixés, la largeur  $L$  "de la tache centrale" est inversement proportionnelle au diamètre  $a$  du fil diffractant.

Donc la tache centrale la plus grande correspond au fil de diamètre le plus petit :

$$\text{figure A} \quad \Leftrightarrow \quad a_1 = 20 \mu\text{m}$$

$$\text{figure B} \quad \Leftrightarrow \quad a_2 = 50 \mu\text{m}$$

7.

7.1. Le graphe  $L = f(1/a)$  est une droite qui passe par l'origine : donc la largeur  $L$  de la tache centrale est proportionnelle à l'inverse du diamètre du fil, soit  $1/a$ .

L'équation modélisant la droite est de la forme:  $L = k \cdot \frac{1}{a}$  avec  $k$  le coefficient directeur de cette droite.

Ceci est en accord avec l'expression  $L = 2 \lambda D \times \frac{1}{a}$  car  $D$  et  $\lambda$  sont constantes, avec  $k = 2 \cdot \lambda \cdot D$ .

7.2. Détermination le coefficient directeur  $k$  :

Soient les points A ( 15000 ; 0,028 ) et B ( 25 000 ; 0,068 ) :  $k = (0,068 - 0,028) / (25\,000 - 15\,000)$   
 $k = 2,67 \cdot 10^{-6}$

L'équation de la droite s'écrit :  $L = 2,67 \times 10^{-6} \cdot \frac{1}{a}$ .

De l'expression  $k = 2.\lambda.D$  on déduit l'expression :  $\lambda = k / 2 D$

$$\lambda = 2,67 \cdot 10^{-6} / 2 \times 2,5 = \mathbf{5,34 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

**7.3.** C'est une lumière de coloration verte.

**7.4.** La fréquence  $\nu$  de la lumière monochromatique émise par la source laser est:  $\nu = c / \lambda$

$$\nu = 3 \cdot 10^8 / 5,4 \cdot 10^{-7} = \mathbf{5,5 \times 10^{14} \text{ Hz.}}$$