

## 2 Diffraction et mesure du diamètre d'un cheveu

Le phénomène de diffraction, parfois considéré comme parasite dans les instruments d'optique, permet aussi de réaliser la mesure d'objets de très petite dimension.

**Objectif** Mesurer l'angle caractéristique de diffraction d'un faisceau et en déduire le diamètre d'un cheveu.

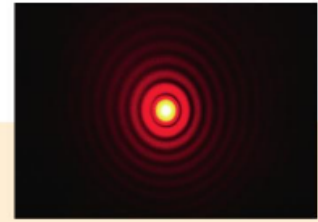


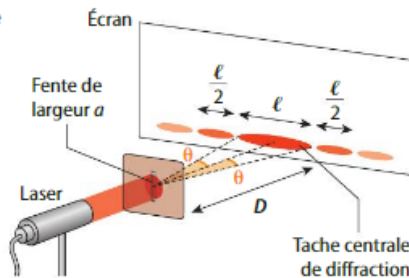
Figure de diffraction d'un laser par une pupille circulaire.

### Protocole 1 Étude qualitative de figures de diffraction

- Braquer un laser rouge vers un écran.
- Un support permet d'insérer des diapositives présentant diverses formes. Dans le support, sur le trajet du faisceau laser, insérer successivement :
  - une fente verticale ;
  - un cheveu orienté verticalement ;
  - une fente horizontale ;
  - un trou circulaire.

### Protocole 2 Étude de la largeur de la tache de diffraction par une fente

- Placer la première fente calibrée dans le support et positionner l'écran à une distance  $D = 3,00$  m de la diapositive.
- Noter la valeur de la largeur  $a$  de la fente et mesurer la largeur  $\ell$  de la tache centrale brillante. Vérifier que la largeur des taches secondaires vaut  $\frac{\ell}{2}$ .
- Faire de même avec les autres fentes calibrées et dresser un tableau de valeurs.



### Matériel

- Laser rouge hélium-néon de longueur d'onde  $\lambda = 632,8$  nm
- Écran
- Support à diapositives sur pied
- 5 fentes de largeurs calibrées : 30  $\mu\text{m}$ , 50  $\mu\text{m}$ , 70  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$  et 150  $\mu\text{m}$
- Diapositive avec trou circulaire de 0,4 mm de diamètre
- Diapositive avec un cheveu de diamètre  $d$  inconnu
- Mètre-ruban
- Réglet
- Papier millimétré ou tableur-grapheur

### Questions

- Réaliser le protocole 1 et reproduire la figure observée sur l'écran.
- a. Réaliser le protocole 2.
  - Montrer que l'angle  $\theta$  indiqué sur la figure vérifie  $\tan\theta = \frac{\ell}{2D}$ . Cet angle étant inférieur à  $15^\circ$ , on peut faire l'approximation  $\tan\theta \approx \theta$ .
  - Pour chaque couple de valeurs ( $a$  ;  $\ell$ ), calculer  $\theta = \frac{\ell}{2D}$  et  $\frac{1}{a}$ .
  - Tracer la courbe représentant  $\theta$  en fonction de  $\frac{1}{a}$ . Vérifier l'alignement des points, tracer la droite-modèle et déterminer son coefficient directeur  $k$ , avec son unité.
  - Vérifier que la valeur de  $k$  est proche de celle de la longueur d'onde  $\lambda$ . En déduire la relation entre  $\theta$ ,  $\lambda$  et  $a$ .
- a. Un cheveu de diamètre  $d$  forme une figure de diffraction analogue à une fente de largeur identique. Mesurer la largeur  $\ell$  de la tache de diffraction obtenue en plaçant la diapositive avec le cheveu sur le support.
- L'incertitude sur la mesure de  $\ell$  vaut  $u(\ell) = 1$  mm, celle sur  $D$  vaut  $u(D) = 2$  mm.

Calculer l'incertitude sur  $d$  :  $u(d) = d \sqrt{\left(\frac{u(\ell)}{\ell}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$

📄 Fiche 6 p. 602

### Bilan

- Exprimer l'angle caractéristique de diffraction  $\theta$  en fonction de la largeur  $a$  de l'objet diffractant et de la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière.
- Justifier l'affirmation suivante : « La tache de diffraction créée par une pupille est d'autant plus large que la largeur de la pupille est petite ».
- Expliquer la forme de la tache de diffraction obtenue avec la pupille circulaire dans le protocole 1.

📖 Cours 2 p. 467

COMPÉTENCES ÉVALUÉES 1 Réa 2 a. Réa b. Ana/Rai c. d. Réa e. Ana/Rai 3 a. Réa b. Val Bilan Ana/Rai