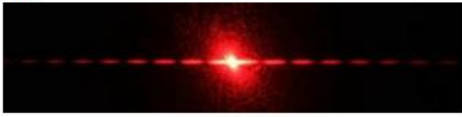


## ② Diffraction et mesure du diamètre d'un cheveu

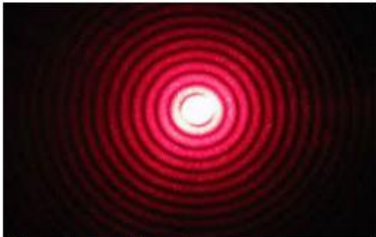
1. a. Une fente verticale donne une figure de diffraction horizontale.  
 b. Un cheveu orienté verticalement se comporte comme une fente et donne une figure de diffraction horizontale.



- c. Une fente horizontale donne une figure de diffraction verticale.



- d. Un trou circulaire donne une tâche d'Airy, cercles concentriques alternativement brillants et sombres.



2. a. On réalise le protocole.  
 b. Dans le triangle rectangle qui relie le centre de la fente, celui de la tache centrale et le bord de cette tache, on a :  $\tan \theta = \frac{\ell}{2D}$  d'où  $\theta = \frac{\ell}{2D}$

- c. Voici un exemple de tableau de mesures :

$\ell$ ( $\times 10^{-2}$ m)	12,5	7,5	5,4	3,8	2,7
$\theta$ ( $\times 10^{-3}$ rad)	20,8	12,0	9,0	6,3	4,5
$a$ (en $\mu\text{m}$ )	30	50	70	100	150
$\frac{1}{a}$ ( $\times 10^4$ m $^{-1}$ )	3,3	2,0	1,4	1,0	0,67

- d. On observe l'alignement des points avec l'origine. La courbe obtenue est une fonction linéaire de la forme  $\theta = k \times \frac{1}{a}$ .

Par analyse dimensionnelle, le coefficient  $k$  s'exprime en m et est homogène à une distance.

$$e. k = \frac{12,5 \times 10^{-3} - 0}{2,0 \times 10^4 - 0} = 6,25 \times 10^{-7} \text{ m} = 625 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$k = 625 \text{ nm}$  proche de  $633 \text{ nm}$ , valeur de la longueur d'onde.

On en déduit que  $\lambda = k$  et donc  $\theta = \frac{\lambda}{a}$ .

3. a. Pour le cheveu, on trouve par exemple  $\ell = 4,5 \text{ cm}$

- b. Pour déterminer  $d$ , on calcule :

$$\theta = \frac{\ell}{2D} = \frac{4,5 \times 10^{-2}}{2 \times 3} = 7,5 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

On reporte la valeur de  $\theta$  en ordonnées sur la droite d'étalonnage et on trouve  $\frac{1}{a} = 1,2 \times 10^4 \text{ m}^{-1}$ .

$$a = \frac{1}{1,2 \times 10^4} = 8,3 \times 10^{-5} \text{ m} = 83 \mu\text{m}$$

Incertitude sur le diamètre du cheveu :

$$u(d) = d \sqrt{\left(\frac{u(\ell)}{\ell}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

$$u(d) = 83 \sqrt{\left(\frac{1}{45}\right)^2 + \left(\frac{0,002}{3}\right)^2} = 83 \times 0,022 = 2 \mu\text{m}$$

### Bilan

- $\theta = \frac{\lambda}{a}$  avec  $a$  et  $\lambda$  en mètres et  $\theta$  en radians.
- $\ell = \frac{2\lambda D}{a}$  donc si la largeur de la pupille diminue, la largeur de la tache augmente.
- Un obstacle et une ouverture donnent la même figure de diffraction. La figure de diffraction a la même forme que la fente qui lui a donné naissance et elle est perpendiculaire à celle-ci.