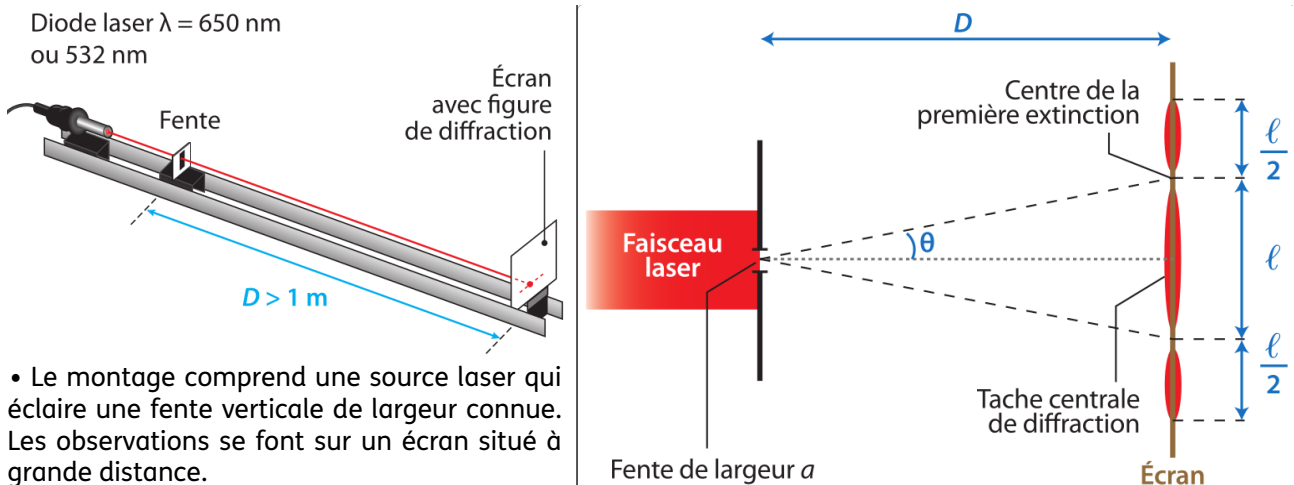


L'objectif du TP est la détermination d'un diamètre d'un cheveu (ou d'un objet assez fin) par diffractométrie.

### 1. Montage et schématisation



- Le montage comprend une source laser qui éclaire une fente verticale de largeur connue. Les observations se font sur un écran situé à grande distance.

### 2. Étude qualitative

- ↳ Décrire en quelques phrases la figure de diffraction observée sur l'écran.
- ↳ Remplacer la fente par un fil. Commenter. (Théorème de Babinet)
- ↳ Vérifier l'influence de l'orientation de la fente (ou du fil) sur la figure de diffraction.

### 3. Étude quantitative

- L'élargissement du faisceau à la traversée d'un obstacle, responsable de l'apparition d'une tache centrale, est caractérisé par un angle, appelé écart angulaire, et noté  $\theta$ . On souhaite établir expérimentalement la relation entre  $\theta$  et «  $a$  » largeur de l'obstacle.

- ↳ Montrer que l'angle caractéristique de la diffraction  $\theta$  peut être exprimé en fonction des distances caractéristiques de l'expérience  $\ell$  (largeur de la tache centrale) et  $D$  (distance fente-écran)

On rappelle que pour les petits angles,  $\tan\theta = \theta$ .

- La largeur de la tache centrale de diffraction est mesurée en photographiant – smartphone – la figure de diffraction. Celle-ci est réalisée sur fond blanc, elle occupe la majorité de l'image, qui fait apparaître également une échelle (papier millimétré scotché sur écran blanc)

L'image obtenue est alors analysée à l'aide du logiciel ImageJ. Commandes essentielles :

- ↳ Trait pour indiquer l'échelle ou l'axe de la coupe à effectuer :



- ↳ Échelle : Analyse | Set scale.

- ↳ Tracer de l'intensité lumineuse : Analyse | Plot profile ou CTRL+K

- ↳ Imprimer vos courbes successives sur une seule page.

$a$ ( $\mu\text{m}$ )	30	40	60	80	100	150	200
$\ell$ (cm)							
$\theta$ ( $10^{-3}$ rad)							

#### 4. Traitement des mesures et modélisation

---

↳ Montrer, en traçant une courbe à l'aide de LoggerPro, que l'écart angulaire  $\theta$  est proportionnel à l'inverse de la taille  $a$  de l'obstacle.  
↳ Imprimer votre courbe après validation.

↳ Préciser le coefficient directeur. Quelle est sa signification physique ?

#### 5. Diamètre d'un objet fin

---

↳ Proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de déterminer le diamètre d'un cheveu.

↳ L'incertitude-type  $u(a)$  sur la mesure de  $a$  peut être calculée par :  $\left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 = \left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u(l)}{l}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2$  avec

les incertitudes-types suivantes :  $u(\lambda) = 20 \text{ nm}$ ,  $u(l) = 1 \text{ mm}$  et  $u(D) = 1 \text{ cm}$ .

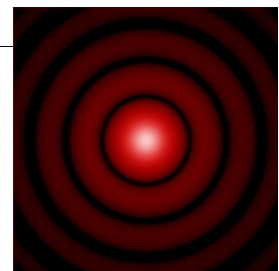
↳ Présenter votre résultat sous la forme standard.

#### 6. Bonus

---

• Dans le cas où la diffraction se fait à travers un trou circulaire de diamètre «  $a$  » à la place de la fente, on obtient la figure de diffraction ci-contre. Cette figure s'appelle la tache d'Airy. Le diamètre de la tache centrale de la figure de diffraction est noté  $d_{\text{Airy}}$ .

L'angle caractéristique de diffraction est alors donné par la relation :  $\theta = 1.22 \times \frac{\lambda}{a}$



↳ Déterminer le diamètre  $d$  des grains de lycopode présentés dans la vidéo suivante et comparer avec la valeur donnée à la fin de la vidéo.



On utilise une source laser. Elle produit un faisceau lumineux très directif et de forte puissance lumineuse susceptible d'altérer la rétine de manière irréversible. Il ne faut jamais regarder directement le faisceau de lumière d'un laser ni placer sur son trajet des objets réfléchissants (montre, bagues, règle métallique...)



