

Exercice B – Mesure du diamètre d'un fil de pêche

Le fil en nylon est le plus connu et le plus utilisé des fils pour la pêche. L'élasticité du nylon permet de limiter le risque de décrochage et de casse. Son diamètre et sa résistance sont deux critères très importants pour le choix d'un fil.

Source : Génération Pêche.

L'objectif de cet exercice est de déterminer le diamètre d'un fil de pêche.

1^{ère} partie : vérification de la longueur d'onde du laser

On réalise le montage de la **figure 1** au laboratoire.

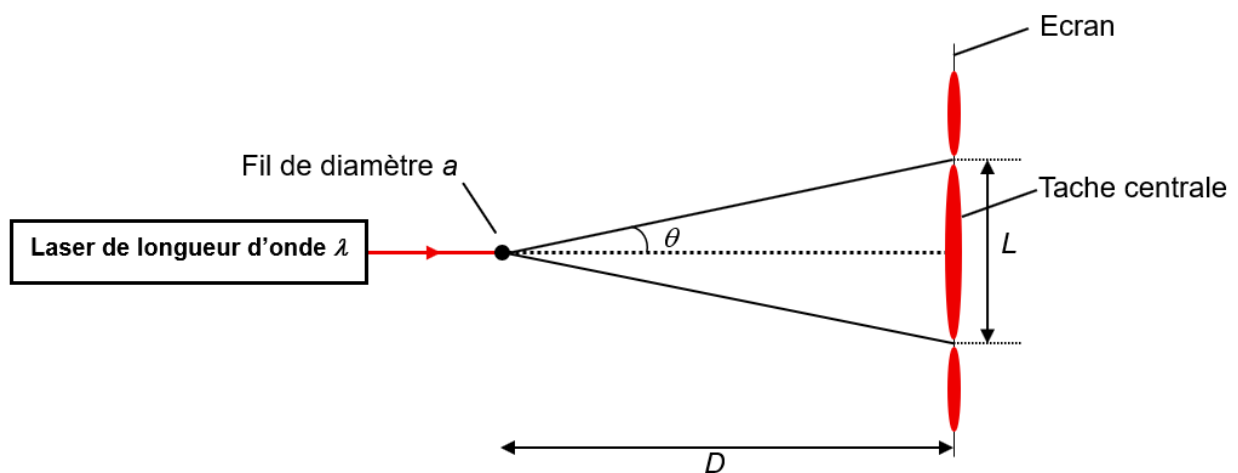


Figure 1 – Schéma de l'expérience en vue de dessus sans souci d'échelle.

Données

- Distance entre le fil et l'écran : $D = 2,50$ m.
- L'angle θ caractérisant le phénomène étudié est donné par la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$.
- Approximation pour les petits angles ($\theta \ll 1$ rad) : $\tan \theta \approx \theta$.

1. Nommer le phénomène schématisé sur la **figure 1** et le décrire succinctement.
2. À partir de la **figure 1** et des données, établir que la largeur de la tache centrale est donnée par la relation $L = \frac{2 \lambda D}{a}$.

On a mesuré cette largeur L avec différents fils calibrés de diamètre a .

On réalise un programme écrit en langage Python pour tracer la représentation graphique de la largeur L de la tache centrale en fonction de $\frac{1}{a}$ et pour afficher le coefficient directeur de la droite de modélisation (**figure 2**).

Un extrait du programme est fourni sur la **figure 3**.

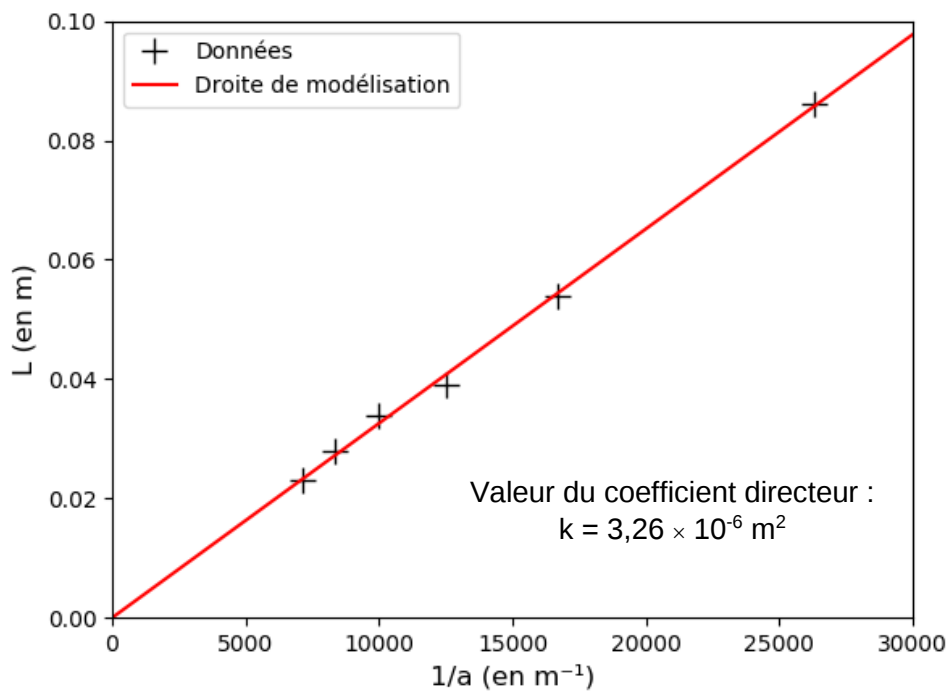


Figure 2 – Représentation graphique de L en fonction de $\frac{1}{a}$ et affichage du coefficient directeur.

```

6  a = [3.8e-5, 6.0e-5, 8.0e-5, 1.00e-4, 1.20e-4, 1.40e-4] # a en mètres
7
8  inva = []
9  for i in range(6):
10     inva.append(1 / a[i])

```

Figure 3 – Extrait du programme Python.

3. Expliquer ce que permettent de faire les lignes 8, 9 et 10 du programme Python.
4. Déterminer, en nm, la valeur expérimentale λ_{exp} de la longueur d'onde du laser utilisé.

2^{ème} partie : détermination du diamètre d'un fil de pêche

On réalise l'expérience de la **figure 1** avec un fil de pêche. La mesure de la largeur de la tache centrale donne $L = 25 \text{ mm}$. Les autres données de l'expérience sont les suivantes :

- longueur d'onde du laser utilisé : $\lambda = 650 \text{ nm}$;
- distance entre le fil de pêche et l'écran : $D = 2,50 \text{ m}$;
- diamètre de référence du fil de pêche : $a_{\text{fil,réf}} = 120 \mu\text{m}$.

Pour évaluer la compatibilité du résultat d'une mesure avec une valeur de référence, on peut calculer l'écart normalisé $\frac{|x - x_{\text{réf}}|}{u(x)}$ où x est la valeur mesurée, $x_{\text{réf}}$ la valeur de référence et $u(x)$ l'incertitude-type associée à la valeur mesurée.

5. À l'aide de la relation établie à la question 2, déterminer la valeur du diamètre a_{fil} du fil de pêche.

L'incertitude-type $u(a_{\text{fil}})$ associée à la valeur du diamètre du fil de pêche trouvée précédemment est :

$$u(a_{\text{fil}}) = a_{\text{fil}} \times \sqrt{\left(\frac{u(\lambda)}{\lambda}\right)^2 + \left(\frac{u(L)}{L}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

avec $u(L) = 1 \text{ mm}$, $u(D) = 0,01 \text{ m}$ et $u(\lambda) = 1 \text{ nm}$.

6. Évaluer la valeur de $u(a_{\text{fil}})$, puis discuter de l'accord du résultat obtenu à la question 5 avec la valeur de référence du diamètre du fil de pêche.