

TP n°4 : Diffraction de la lumière monochromatique – Correction

1. **Problème :** il s'agit de déterminer l'épaisseur d'un de vos cheveux en utilisant le phénomène de diffraction de la lumière monochromatique (technique utilisée par la police scientifique)

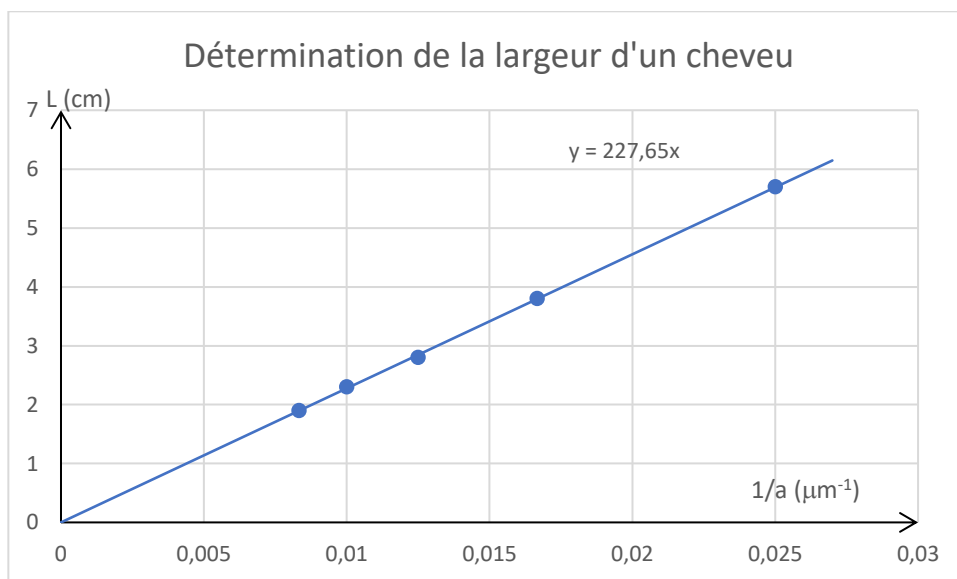
2. **Stratégie / protocole :**

- Dispositif expérimental utilisé : conforme au schéma donné dans le document. On veillera particulièrement à garder la distance D constante. On choisit $D = 1,80\text{m}$ soit la plus grande possible de façon à observer des figures de diffraction les plus grandes possibles.
- On mesure les largeurs L des taches de diffraction obtenues avec les différents fils d'épaisseur a connus ainsi que celle obtenue avec le cheveu d'épaisseur e.
- A l'aide du logiciel EXCEL ou Latispro, on trace L en fonction de $1/a$. On espère obtenir une droite qui passe par l'origine puisque L est proportionnel à $1/a$ selon la formule donnée dans le document.
- On modélise la droite obtenue en utilisant les fonctions du logiciel
- On utilise l'équation de la droite pour déterminer e à partir de L

3. **Réalisation et résultats des mesures :**

Pour une distance $L = 1,80\text{m}$

Epaisseur fil a (μm)	40	60	80	100	120	Cheveu
Largeur tache centrale L (cm)	5,7	3,8	2,8	2,3	1,9	3,1



On obtient bien une droite passant par l'origine. L est bien proportionnel à l'inverse de a (ou inversement proportionnel à a).

Le logiciel donne l'équation suivante : $L = \frac{228}{a}$ (où L est en cm et a en μm).

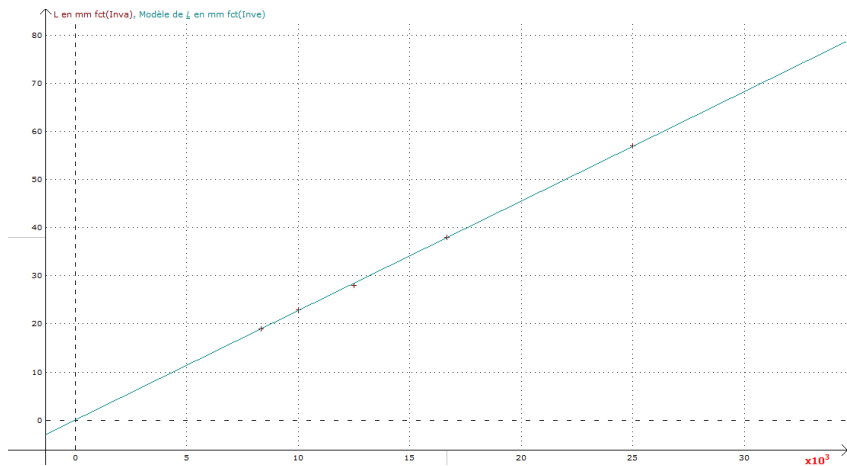
Détermination de e :

Mesure de $L_{\text{cheveu}} = 3,1$ cm

$$e = \frac{228}{L_{\text{cheveu}}} \quad \text{A.N.} \quad e = \frac{228}{3,1} = 73,5 \mu\text{m}$$

Tracé de la droite avec Latispro :

	a	L
	m	m
1	40 μm	57 mm
2	60 μm	38 mm
3	80 μm	28 mm
4	100 μm	23 mm
5	120 μm	19 mm
6		



On obtient bien une droite passant par l'origine. L est bien proportionnel à l'inverse de a (ou inversement proportionnel à a).

Le logiciel donne l'équation suivante : $L = \frac{2,28 \cdot 10^{-6}}{a}$ où $2,28 \cdot 10^{-6}$ est en m^2 .

Détermination de e : $a = \frac{2,28 \cdot 10^{-6}}{L_{cheveu}}$

Mesure de $L_{cheveu} = 3,1 \text{ cm}$

D'où $a = 7,35 \times 10^{-5} \text{ m}$ soit $73,5 \mu\text{m}$

4. Calcul de l'incertitude – Validation du résultat

- Estimation de la précision de mesure de D : $\delta_D = 1 \text{ cm}$

Calcul de l'incertitude absolue sur D : $u_D = \frac{2\delta_D}{\sqrt{3}} = 1,15 \text{ cm}$

Calcul de l'incertitude relative sur D : $\frac{u_D}{D} = \frac{1,15}{180} = 6,4 \times 10^{-3} = 0,64 \%$

- Estimation de la précision de mesure de L : $\delta_L = 2 \text{ mm}$

Calcul de l'incertitude absolue sur L : $u_L = \frac{2\delta_L}{\sqrt{3}} = 2,3 \text{ mm}$

Calcul de l'incertitude relative sur L : $\frac{u_L}{L} = \frac{2,3}{31} = 7,4 \times 10^{-2} = 7,4 \%$

- Incertitude relative sur λ , donnée par le constructeur : $\frac{u_\lambda}{\lambda} = 0,05 = 5 \%$

- Composition des incertitudes relatives ; calcul de l'incertitude relative sur a :

$$\frac{u_a}{a} = \sqrt{\left(\frac{u_D}{D}\right)^2 + \left(\frac{u_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{u_\lambda}{\lambda}\right)^2}$$

A.N. $\frac{u_a}{a} = \sqrt{(6,4 \times 10^{-3})^2 + (7,4 \times 10^{-2})^2 + (0,05)^2} = 0,090 = 9 \%$

- Calcul de l'incertitude absolue sur a :

$$u_a = \left(\frac{u_a}{a}\right) \times a \quad \text{A.N.} \quad u_a = 0,09 \times 73,5 = 6,6 \mu\text{m}$$

Conclusion : $a = 74 \pm 7 \mu\text{m}$