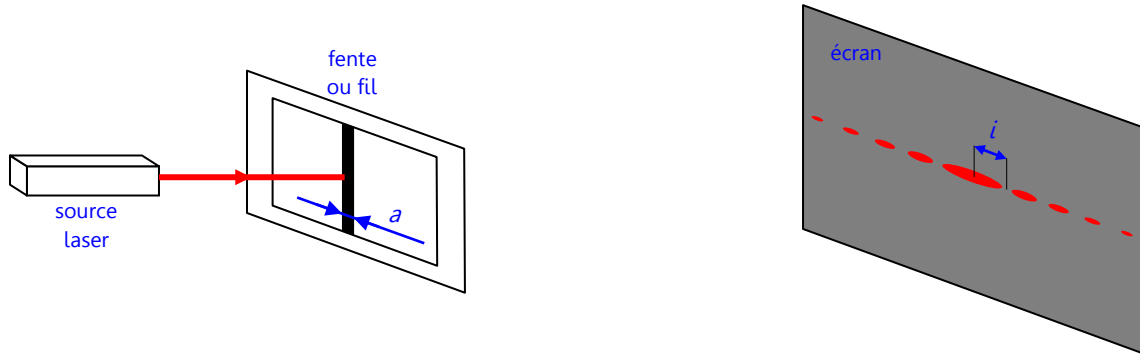
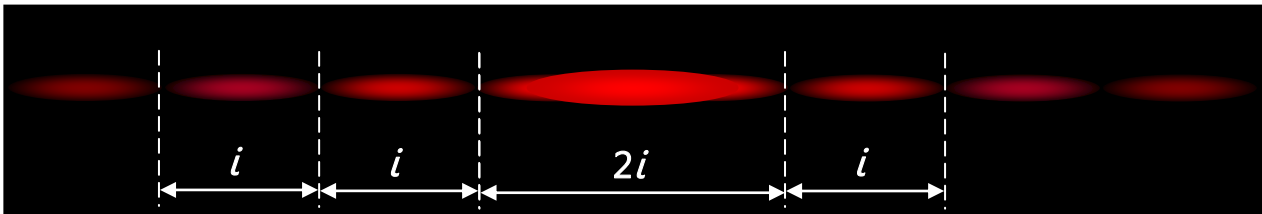


Diffraction de la lumière et diamètre d'un cheveu Éléments de correction

1. Schéma en perspective du montage expérimental permettant d'observer la figure de diffraction d'un laser par un fil (ou une fente) :



2. Figure de diffraction obtenue :



3. On peut penser que la figure de diffraction dépend :

- de l'orientation du fil ;
- du diamètre du fil ;
- de la distance fil-écran ;
- de la distance fil-laser ;
- de la longueur d'onde ...

Pour tester ces paramètres, on se ramène toujours à une même expérience témoin (fil vertical, de diamètre 0,1 mm, écran placé à 70 cm du fil, laser placé à 20 cm du fil, longueur d'onde 650 nm ...) et on ne change qu'un seul paramètre à la fois.

4. On remarque que :

- la figure de diffraction reste perpendiculaire au fil ;
- plus le diamètre du fil augmente et plus l'interfrange i diminue (la diffraction est moins importante) ;
- plus la distance fil-écran augmente et plus l'interfrange i augmente (la figure de diffraction est plus étalée) ;
- la figure de diffraction ne dépend pas de la distance fil-laser ;
- plus la longueur d'onde augmente (par exemple en passant du vert au rouge) et plus l'interfrange i augmente (la diffraction est plus importante).

5. Voir schémas des questions 1 et 2.

6. On peut tracer l'interfrange i en fonction de du diamètre a du fil (pour différents fils), tous les autres paramètres étant fixés (entre autres la distance fil-écran).

Comme $i = \lambda \cdot D \times \frac{1}{a}$, on doit obtenir une hyperbole, du type $i = k \times \frac{1}{a}$ où $k = \lambda \cdot D$ donc $\lambda = \frac{k}{D}$.

Il faut donc commencer par mesurer l'interfrange i pour différents fils de diamètres a connus.

7. Pour diminuer l'incertitude de mesure, il faut que l'interfrange i soit suffisamment grand donc la distance fil-écran D doit être assez grande (on peut prendre 80 cm).

L'interfrange i reste cependant assez petit donc, pour diminuer encore l'incertitude de mesure, il faut réaliser la mesure sur un nombre d'interfranges suffisamment grand.

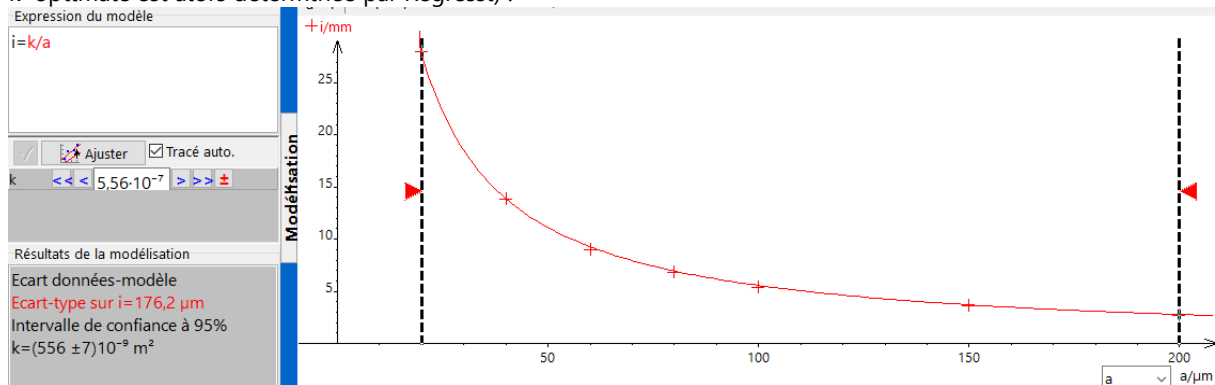
Par exemple si $5i = 18,0 \text{ mm}$ alors $i = 18,0 / 5 = 3,6 \text{ mm}$

La mesure peut être faite à la main, en mesurant directement les interfranges sur l'écran. Cependant, pour plus de précision, on peut utiliser un capteur photo (tel que celui d'un smartphone), en prenant bien soin de placer une règle graduée sur l'écran photographié (afin de connaître l'échelle) puis transférer la photo sur un ordinateur et faire les mesures sur la photo en utilisant le module *Image - Intensité lumineuse* du logiciel Regressi.

Exemple de résultats obtenus :

$a \text{ (}\mu\text{m)}$	20	40	60	80	100	150	200
$i \text{ (mm)}$	28,0	13,8	9,0	6,8	5,4	3,6	2,7

On utilise alors un tableur-grapheur tel que Regressi et on modélisation avec la fonction $i = k / a$ (la valeur de k optimale est alors déterminée par Regressi) :

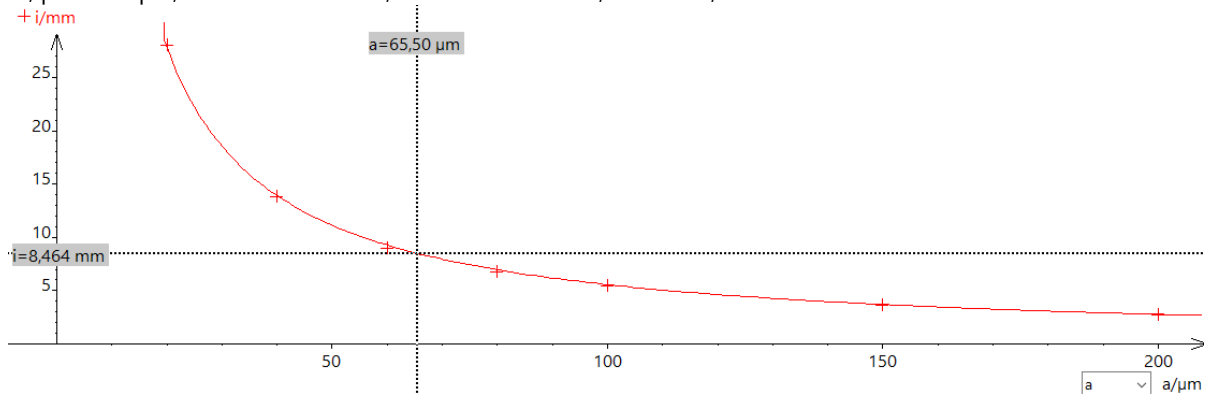


Ici (avec i en m, a en m et $D = 80,0 \text{ cm}$) $i = k / a$ avec $k = 5,56 \times 10^{-7}$

$$\text{donc } \lambda = \frac{k}{D} = \frac{5,56 \times 10^{-7}}{0,800} = 6,95 \times 10^{-7} \text{ m} = 695 \times 10^{-9} \text{ m} = 695 \times 10^{-9} \text{ nm}$$

8. Pour déterminer le diamètre d'un cheveu, on utilise le même montage expérimental, en maintenant fixes tous les paramètres (entre autres la distance fil-écran) mais en remplaçant le fil par un cheveu. On mesure alors l'interfrange i et on reporte sa valeur sur le graphique ou on calcule a en utilisant la formule obtenue à la fin de la question 7.

Si, par exemple, on mesure $10i = 8,4 \text{ cm}$ et donc $i = 0,84 \text{ cm} = 8,4 \text{ mm}$:



- on reporte cette mesure sur le graphique et on en déduit que le diamètre du cheveu est $d = 66 \mu\text{m}$;

OU

- on calcule a avec $i = 5,56 \times 10^{-7} / a$ donc $a = \frac{5,56 \times 10^{-7}}{8,4 \times 10^{-3}} = 6,9 \times 10^{-5} \text{ m} = 69 \mu\text{m}$.

9. $i = k / a$ donc $i = k \times \frac{1}{a}$ donc i est proportionnel à $\frac{1}{a}$.

Donc, lorsqu'on trace i en fonction de $\frac{1}{a}$, on doit obtenir une droite passant par l'origine.

Ceci est facilement vérifiable à la main, avec une simple règle.

a (m)	20×10^{-6}	40×10^{-6}	60×10^{-6}	80×10^{-6}	100×10^{-6}	150×10^{-6}	200×10^{-6}
$1/a$ (m^{-1})	$50,0 \times 10^{-3}$	$25,0 \times 10^{-3}$	$16,7 \times 10^{-3}$	$12,5 \times 10^{-3}$	$10,0 \times 10^{-3}$	$6,7 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$
i (m)	$28,0 \times 10^{-3}$	$13,8 \times 10^{-3}$	$9,0 \times 10^{-3}$	$6,8 \times 10^{-3}$	$5,4 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	$2,7 \times 10^{-3}$

