Thème : Ondes et signaux
TP C 16 : Diffraction
(version professeur)

B.O. Illustrer et caractériser qualitativement le phénomène de diffraction dans des situations variées. Exploiter la relation donnant l'angle caractéristique de diffraction dans le cas d'une onde lumineuse diffractée par une fente rectangulaire en utilisant éventuellement un logiciel de traitement d'image.

Partie I : Détermination de la longueur d'onde d'un L.A.S.E.R.

Protocole : Faire varier la valeur de a et mesurer les largeurs L des tâches centrales correspondantes.

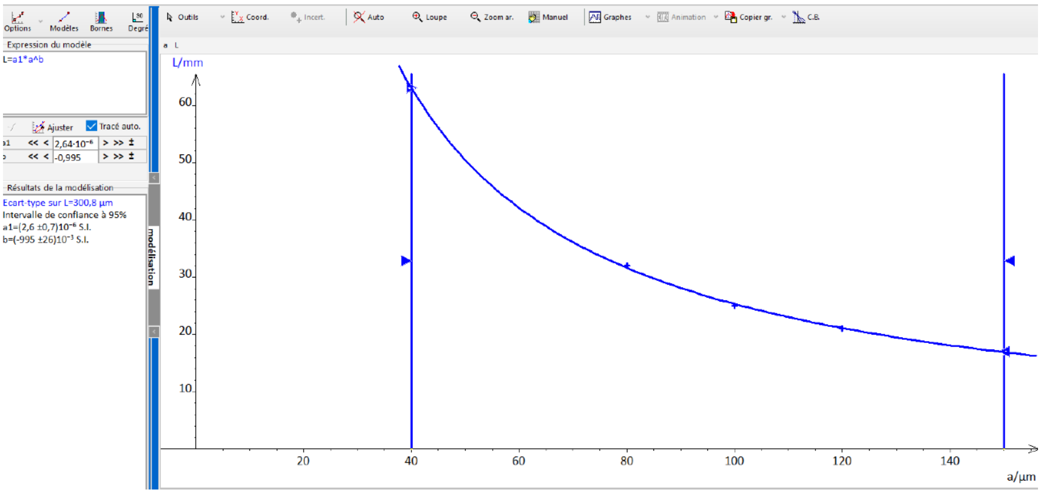
Compléter le tableau suivant :

a (μm)	40	60	80	100	120	150
L (cm)	6,3	4,2	3,2	2,6	2,1	1,7

3

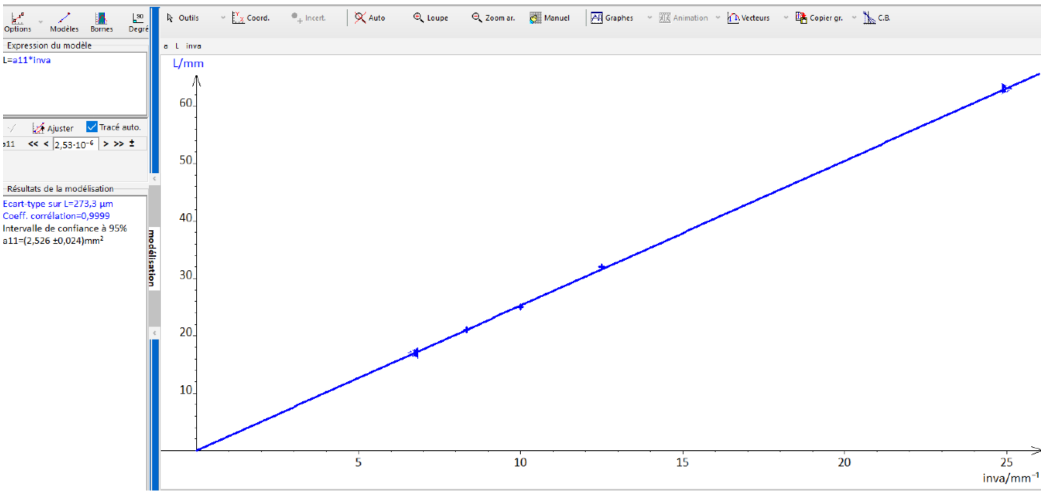
Exploitation :

1. Tracer le graphique $L = f$(a). Utiliser le modèle adapté afin de déterminer l'équation de cette courbe.
   On choisit le modèle puissance (a^{-1}). On obtient une hyperbole.



2

2. Tracer un graphique, tel que l'on obtienne une droite.
   Il faut ajouter une grandeur : $\frac{1}{a}$ afin de tracer la fonction $L = f(\frac{1}{a})$



3

3. Utiliser le coefficient directeur de cette droite afin de déterminer la valeur de la longueur d'onde λ du laser. 3
Le coefficient directeur de cette droite est égal à 2,53 × 10^{-6} mm^2
Sur le graphique $L = f\left(\frac{1}{a}\right)$, le coefficient directeur de la droite d'équation $L = 2\lambda D \times \frac{1}{a}$ est $2\lambda D$
On a $2\lambda D = 2{,}53 \times 10^{-6}\ mm^2$
Soit $\lambda = \frac{2{,}53\times10^{-6}}{2D} = \frac{2{,}53\times10^{-6}}{2\times2{,}00} = 6{,}33 \times 10^{-7}$ m
Soit $\lambda = 633$ nm

4. Donner la valeur de la longueur d'onde (nm) sous la forme $\lambda = \lambda_{exp} \pm \hat{u}_\lambda$ 3
On prend les résultats obtenus avec la fente de largeur $a = 40\ \mu$m.
$\hat{u}_a = 1 \times 10^{-6}$ m
$\hat{u}_L = \hat{u}_D = \sqrt{2} \times \frac{l}{\sqrt{12}} = \sqrt{2} \times \frac{1}{\sqrt{12}} = 0{,}4$ mm = 0,04 cm.
On a $\frac{\hat{u}_\lambda}{\lambda} = \sqrt{\left(\frac{\hat{u}_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\hat{u}_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\hat{u}_D}{D}\right)^2}$
$\Leftrightarrow \frac{\hat{u}_\lambda}{633} = \sqrt{\left(\frac{1\times10^{-6}}{40\times10^{-6}}\right)^2 + \left(\frac{0{,}04}{6{,}3}\right)^2 + \left(\frac{0{,}04}{200}\right)^2}$
$\Leftrightarrow \hat{u}_\lambda = 633 \times \sqrt{\left(\frac{1\times10^{-6}}{40\times10^{-6}}\right)^2 + \left(\frac{0{,}04}{6{,}3\times10^{-2}}\right)^2 + \left(\frac{0{,}04}{2{,}00}\right)^2}$
$\Leftrightarrow \hat{u}_\lambda = 16{,}3$ nm

Avec deux chiffres significatifs arrondi par excès, on obtient λ = (633 ± 17) nm

5. Comparer à la valeur attendue λ = 633 nm. Conclure. 2

$\frac{|m_{mesurée} - m_{référence}|}{\hat{u}_\lambda} = \frac{|633-633|}{17} = 0$
La mesure est très précise.

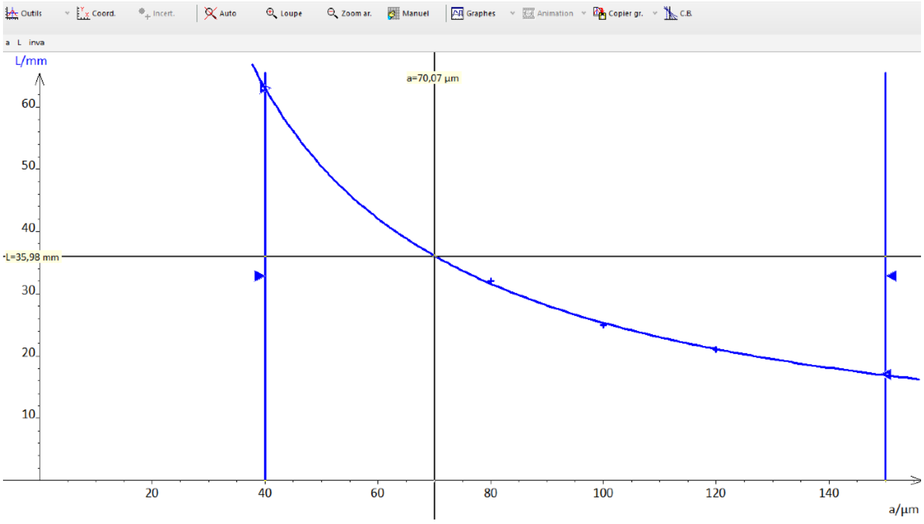
Partie B : Détermination du diamètre de l'un de vos cheveux.

En utilisant les résultats de l'expérience précédente, proposer un protocole afin de déterminer le diamètre *d* de l'un de vos cheveux.

1. Déterminer graphiquement le diamètre *d* de votre cheveu. 4

Protocole : on reproduit la même expérience que précédemment, en remplaçant un fil par un cheveu.
On mesure une longueur *L* de la tâche centrale de diffraction *L* = 36 mm
On utilise le premier graphique *L* = *f*(*a*) et l'outil « Réticule libre »

Pour *L* = 36 mm , on lit *a* = 70 μm



2. Donner la valeur du diamètre (μm) de votre cheveu sous la forme $d = d_{\text{exp}} \pm \hat{u}_d$
   L'incertitude-type sur le diamètre du cheveu est $\hat{u}_d$ = 10 μm
   d = (70 ± 10) μm
3. Classer votre cheveu dans l'une des catégories de nature de cheveux suivantes :
   Le diamètre du cheveu est compris dans l'intervalle 70 μm - 90 μm. Il s'agit donc d'un cheveu d'épaisseur moyenne.