



Détermination de l'épaisseur d'un cheveu

Compétences travaillées

Compétences	Niveau Validé
Réaliser :	A B C D
Mobiliser et Exploiter ses connaissances :	A B C D
Mettre en œuvre une démarche expérimentale :	A B C D
Valider :	A B C D

Contexte Les techniciens de la police scientifique ont retrouvé des cheveux sur le lieu du crime. Au sein de notre laboratoire d'analyse de Notre-Dame des Oiseaux, nous avons maintenant pour mission de mesurer l'épaisseur d'un échantillon de cheveu à l'aide de différentes techniques et en particulier celle basée sur le phénomène du diffraction à l'aide d'un laser. On dispose d'un cache de diapositive sur lequel on a fixé un cheveu tendu. Le but de cette séance est de connaître avec la plus grande précision possible le diamètre de ce cheveu.

Sécurité :



Il ne faut jamais regarder en face le faisceau d'un laser, sous peine de détérioration irréversible de la rétine. Ne jamais s'amuser à pointer le faisceau vers vos camarades, sous peine de sanctions.



FIGURE 1 – Echantillon de cheveux prélevés

I. Avec une règle et une loupe

Poser le cache sur la règle graduée et mesurer l'épaisseur du cheveu. Pour plus de précision, vous pouvez utiliser la loupe.

Pouvez-vous donner avec précision l'épaisseur du cheveu ?

Si vous ne pouvez pas le faire, est-il possible de donner un encadrement de l'épaisseur du cheveu ? Attention aux chiffres significatifs !

$$e = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots) \mu\text{m}$$

II. Avec un papier millimétré et un projecteur

On projette le papier millimétré. On repère sur l'écran les lignes verticales du papier. On mesure la longueur L_1 entre deux lignes représentant 10 mm du papier millimétré.

$$L_1 = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots) \text{mm}$$

Pourquoi a-t-on mesuré 10 mm de papier millimétré et non directement 1 mm sur l'écran ?

.....
.....
.....

On projette ensuite le cheveu dans son cache. On repère la largeur L_2 du cheveu sur l'écran.

$$L_2 = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots) \text{mm}$$

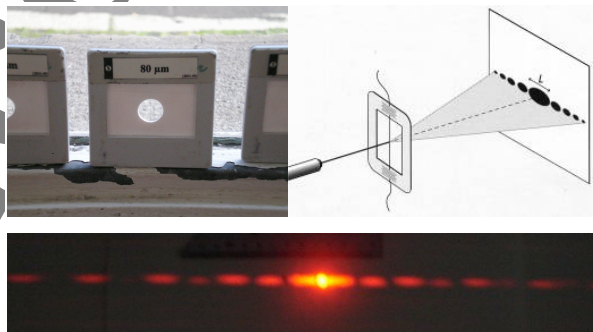
En utilisant la proportionnalité, est-il possible de connaître l'épaisseur du cheveu ?

$$e = (\dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots) \mu\text{m}$$

III. Par la diffraction

Pour mesurer l'épaisseur du cheveu, on utilise un phénomène physique connu appelé la diffraction.

III.1. Observation de la figure de la diffraction



- Placer un fil très fin (ex : $80 \mu\text{m}$) perpendiculairement au mur : une distance fil-mur = 2,0 m.
- Placer le laser perpendiculairement au mur de la salle : distance fil-laser = 20 cm.
Une feuille de papier scotchée au mur servira d'écran.
- Allumer le laser et déplacer le pour que le faisceau arrive sur fil.
- Faire le schéma légendé du montage et représenter les tâches de diffraction que vous observez.
Représenter :
 - les tâches de diffraction sur l'écran vu de dessus
 - le faisceau de lumière du laser jusqu'à la fente
 - les faisceaux de lumière de la fente jusqu'aux tâches lumineuses.

Le fil est vertical ; la figure de diffraction est

On met le fil horizontalement. La figure de diffraction est

Ce que vous montre le schéma est-il en accord avec vos connaissances sur le rayon lumineux ?

.....

.....

.....

.....

.....

Le phénomène de diffraction intervient quand on intercale sur le trajet d'un faisceau lumineux un obstacle de faible dimension ou une ouverture petite.

III.2. Mise en évidence d'un paramètre intervenant dans le phénomène de diffraction

On modifie la largeur du fil.

On prend des fils de largeur successivement égales à :

Que constate-t-on ?

.....

.....

.....

III.3. Utilisation de la diffraction pour mesurer l'épaisseur d'un cheveu

Pour connaître le diamètre du cheveu, on va comparer la largeur de la tache centrale de la figure de diffraction obtenue avec le cheveu aux largeurs des taches centrales obtenues avec des fils de largeur connue.

Mesurer la largeur de la tache centrale de diffraction L pour plusieurs fils de largeur différente a . On dispose de 4 fils. Pour chacun d'eux, on mesure la largeur de la bande centrale de la figure de diffraction. On reporte ces mesures dans le tableau ci-dessous.

Diamètre du fil : a (mm)					
Largeur de la tache centrale : L (mm)					
$L \times a$ en mm^2					

Intercaler entre le laser et l'écran, le cache contenant le cheveu.

Mesurer la largeur de la tache centrale obtenue par la diffraction du faisceau laser par le cheveu.

.....

A partir du tableau, on peut trouver le diamètre du cheveu par deux méthodes différentes :

III.3.a) 1ère méthode : la courbe d'étalonnage

En s'appuyant sur les valeurs mesurées, la largeur de la tache centrale L est-elle proportionnelle ou inversement proportionnelle au diamètre du fil a ?

.....
 Est-il plus judicieux de tracer $L = f(a)$ ou $L = f(1/a)$?

Après votre choix, quelles grandeurs placez-vous :
 en abscisse,
 en ordonnée,

Echelle :
 - en abscisse : 10 cm pour représenter 0,100 mm.
 - en ordonnée : 10 cm pour représenter 100 mm.

Placer les points expérimentaux sur la courbe.
 Avec une règle tracer la droite moyenne passant par l'origine.
 Ne pas oublier de légender le graphique : titre, grandeur sur les axes avec leurs unités, échelles.

Utiliser cette courbe pour déterminer l'épaisseur du cheveu :

$$e = (\dots \pm \dots) \mu\text{m}$$

III.3.b) Par le calcul

On peut aussi utiliser la propriété suivante : le produit $L \times a$ est constant.
 C'est-à-dire la largeur de tache centrale multiplié par le diamètre du fil est constant.
 A partir de cette donnée, peut-on calculer le diamètre du cheveu ?

$$e = (\dots \pm \dots) \mu\text{m}$$

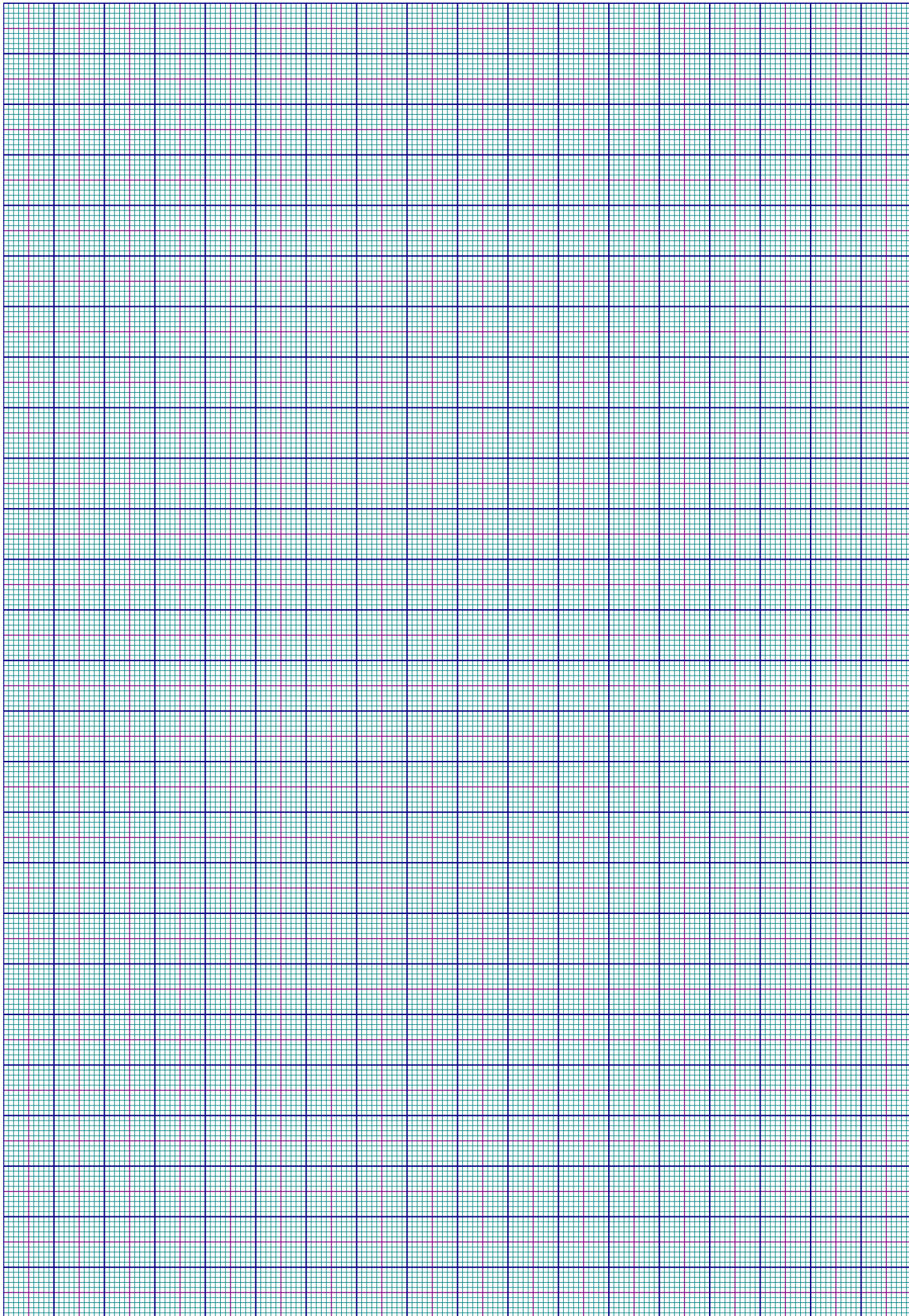


FIGURE 2 – Tracé de la courbe d'étalonnage.