



# Mesurer de petites dimensions : Toute la lumière sur l'épaisseur d'un cheveu

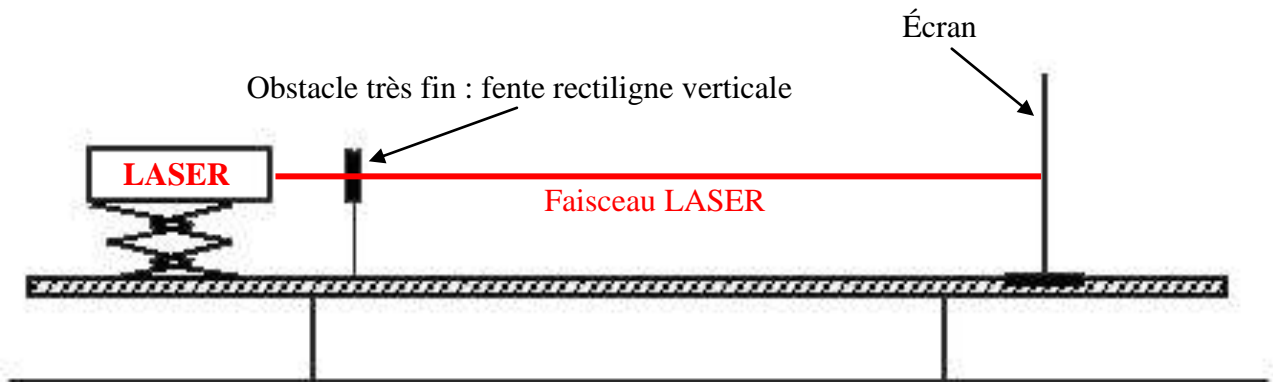


## But de la manipulation :

- Utiliser une technique d'étalonnage pour mesurer la taille d'un objet très petit.
- Approcher expérimentalement le phénomène de diffraction par un fil opaque.
- Estimer le diamètre d'un cheveu.

## I. Quand la lumière ne se propage plus en ligne droite.

### Protocole expérimental :



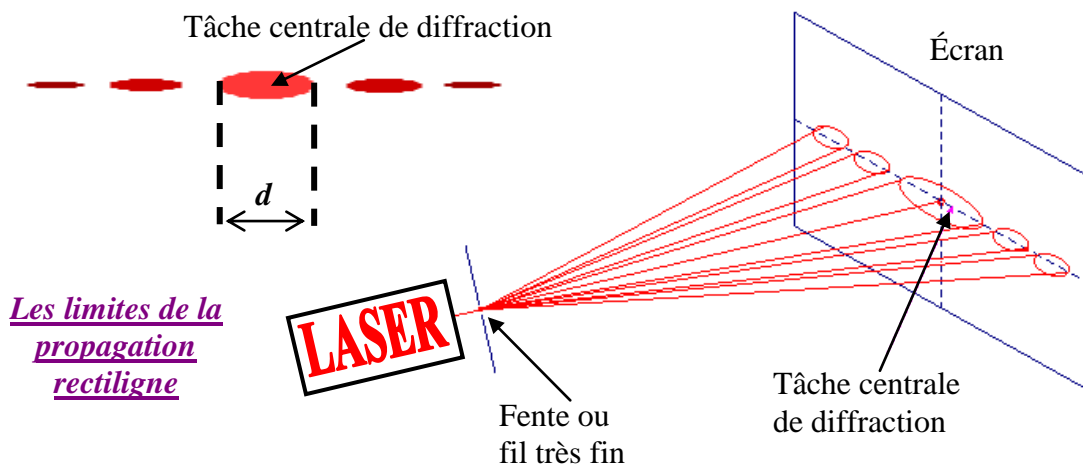
### Observations :

Écran vu de face :



Lorsqu'un faisceau lumineux rencontre un obstacle ou une ouverture de très petite dimension (cheveu, tête d'épingle, fente très étroite ...) le faisceau s'étale en privilégiant certaines directions. On dit qu'il subit une « **diffraction** »

La largeur «  $d$  » de la tâche centrale de diffraction dépend de la taille de l'obstacle placé sur le chemin du faisceau lumineux.





Un obstacle de faible dimension provoque la diffraction de la lumière.  
On utilise ce phénomène dans une technique d'étalonnage pour déterminer des longueurs inférieures au dixième de millimètre.

## II. Technique d'étalonnage

### Protocole expérimental :

Sur le trajet du faisceau LASER, on place des fils calibrés de diamètres «  $a$  » connus : 40, 60, 80, 100 et 120  $\mu\text{m}$ .

La distance entre le fil et l'écran doit rester constante, environ 5 m.

On observe la figure de diffraction et on mesure la largeur «  $d$  » de la tâche centrale.

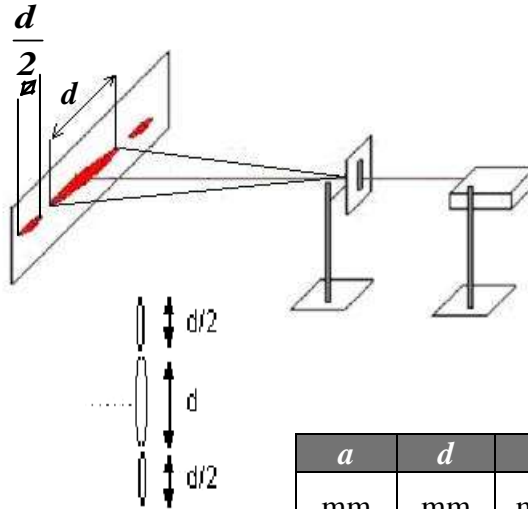
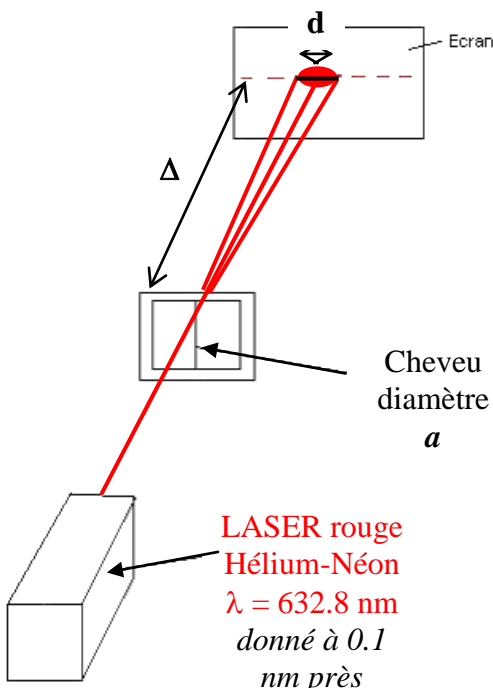
Pour améliorer la précision, on mesure la largeur de plusieurs tâches et on en déduit «  $d$  ».

On dresse un tableau des résultats avec une colonne supplémentaire en «  $1/a$  ».

Sur feuille de papier millimétré, on trace les graphes de  $d = f(a)$  d'une part et de  $d = g(1/a)$  d'autre part.

Conclure.

### Mesurer l'épaisseur $d$ d'un cheveu :



$a$	$d$	$1/a$
mm	mm	$\text{mm}^{-1}$
<b>Pour les fils calibrés :</b>		
0,040		
0,060		
0,080		
0,100		
0,120		
<b>Pour le cheveu :</b>		

Mesurer la largeur de la tâche centrale de diffraction obtenue en éclairant un cheveu avec le LASER.

A partir de la courbe donnant les variations de  $d$  en fonction de  $1/a$ , estimer la valeur du diamètre du cheveu.

### Complément : Vérification

On démontre que : 
$$\frac{d}{\Delta} = \frac{2 \lambda}{a}$$

$a$  : diamètre du cheveu.

$\lambda$  : longueur d'onde de la lumière monochromatique LASER ( 632.8 nm ).

$\Delta$  : distance du cheveu à l'écran.

$d$  : largeur de la tâche centrale de diffraction.

Retrouver par le calcul la largeur  $a$  du diamètre du cheveu après avoir mesuré le plus précisément  $\Delta$  et  $d$ .

( $d$  est mesuré avec le double décimètre à 1 mm près et  $\Delta$  avec le mètre ruban à 5 mm près)