

TP : détermination du diamètre d'un fil d'araignée

Contexte : Un étudiant observe une araignée tisser sa toile... Quand lui vient une question en tête...
Ce fil est si fin, quel peut bien être son diamètre ?
Avec le matériel à disposition, essayez de l'aider à trouver la réponse.

Document n°1 : Matériel à disposition

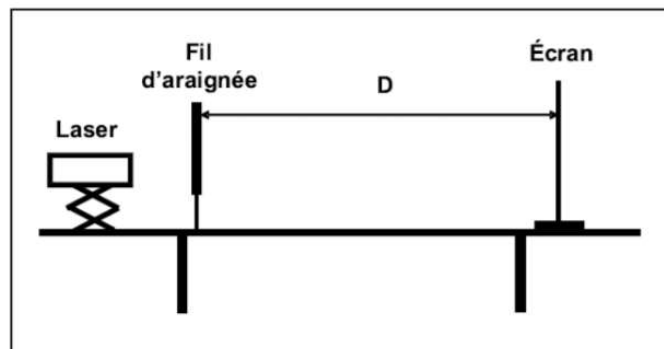
- laser rouge 615nm
- écran blanc
- une règle graduée 1m
- une série de fils calibrés 0,052mm/0,062mm/0,08mm/0,10mm/0,12mm/0,14mm/0,16mm
- un support de fil avec le fil d'araignée de diamètre inconnu

Proposez un protocole expérimentale qui permettrait de déterminer le diamètre de fil d'araignée.

1 : observation du phénomène avec un fil calibré :

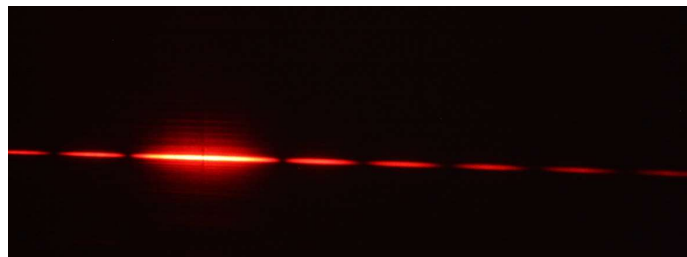
Placez le laser, un fil calibré et l'écran, le long de la règle graduée d'1m.

Qu'observez-vous sur l'écran ? (pour une meilleure observation, il est important de bien se placer dans le noir)



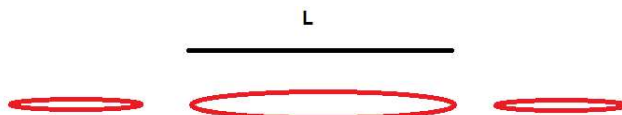
On appelle d la distance entre le laser et le fil (quelques cm), et D la distance entre le fil et l'écran

Figure observée :



On observe ici une tache centrale très lumineuse et plusieurs taches réparties de part et d'autre de la tache centrale, moins lumineuses, séparées par des espaces sombres.

Remplacez le fil calibré par un autre. Observez-vous des différences ?



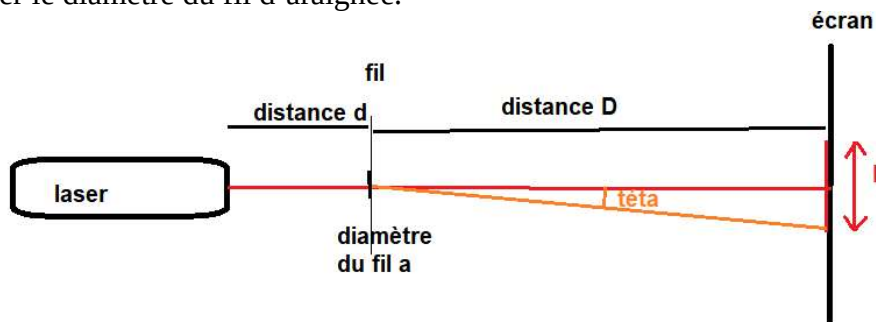
2 : Mesures

On propose de mesurer la largeur L de la tache centrale pour chaque fil calibré de diamètre a pour une distance D fixée.

a (mm)	0,052	0,062	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	araignée
L (mm)								
Θ (rad)								

Compléter le tableau en déterminant la valeur de Θ , appelé écart angulaire, l'angle entre le rayon issu de la sortie du diamètre du fil jusqu'à l'écran, avec le rayon allant jusqu'au bord de la tache centrale. Pour des angles petits, on admet que $\tan\Theta = \Theta$.

Tracer la courbe $\Theta = f(1/a)$. Que remarque-t-on ? Calculer la pente de la droite. A quoi correspond-elle ? Déterminer le diamètre du fil d'araignée.



On déduit de la courbe que $\Theta = \lambda/a$. On a démontré que $\tan\Theta = \Theta = L/2D$.

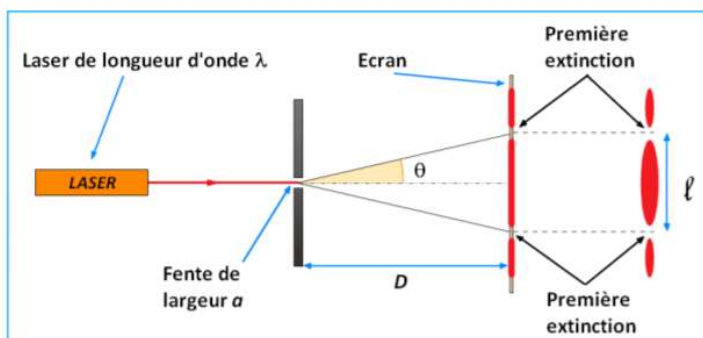
Ainsi on peut écrire l'expression $L = 2\lambda D/a$

Document 2 : La diffraction de la lumière

Lorsqu'une onde lumineuse rencontre un obstacle de dimension voisine de sa longueur d'onde λ , sa direction de propagation est modifiée : c'est le phénomène de diffraction.

Le phénomène est d'autant plus marqué que la dimension est petite par rapport à λ . L'onde diffractée présente alors des maxima et des minima d'amplitude (zones lumineuses et zones d'ombre).

L'angle θ appelé « écart angulaire » est défini à partir de la tache centrale et de la première extinction. Il est défini en radians. Si la distance D est grande devant la longueur ℓ de la tache centrale alors $\theta \approx \tan \theta = \frac{\ell}{2D}$.



NB : on observe le même résultat en utilisant des fentes calibrées à la place des fils. Si on utilise des trous calibrés, la forme de la tache sera circulaire.

Ce travail est proposé par le Sgen-CFDT Midi-Pyrénées