

TP1 : Diffraction de la lumière

Expérience paillasse professeur sur la diffraction de lumière par une fente. On éclaire l'obstacle à l'aide d'un laser vert de longueur d'onde $\lambda = 532$ nm

Obstacle.	Figure obtenue sur un écran
Fente large	
Fente mince verticale	
Fente mince horizontale	
Trou mince	
Animation PhET :	
https://phet.colorado.edu/sims/html/wave-interference/latest/wave-interference_all.html?locale=fr	

Document 1 Le principe de Babinet (1794-1872)

Jacques Babinet est un physicien français du XIX^e siècle.

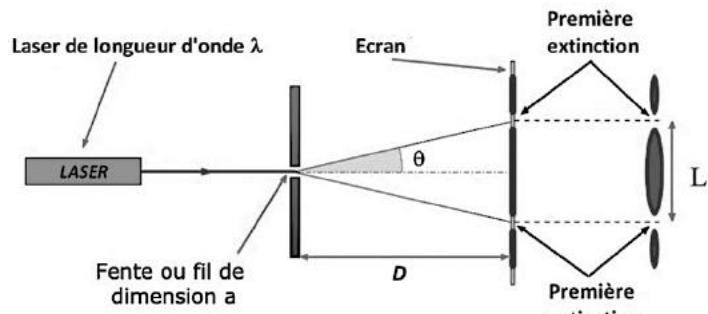
S'il est aujourd'hui peu connu du grand public et seulement modérément des scientifiques, il fut pourtant un excellent expérimentateur et surtout un grand vulgarisateur des sciences. Il reste célèbre pour son théorème des écrans complémentaires en diffraction : il a montré que, sous certaines conditions de distance, les figures de diffraction produites par deux écrans complémentaires (par exemple une fente et un fil de même largeur) sont identiques.



Document 2 La diffraction de la lumière ; schéma de l'expérience

Lorsqu'une onde lumineuse rencontre un obstacle (fil ou fente) de dimension a comparable à sa longueur d'onde λ , sa direction de propagation est modifiée : c'est le phénomène de **diffraction**.

Ce phénomène est d'autant plus marqué que la dimension de l'obstacle a est petite devant λ . L'onde diffractée présente alors une succession de maxima et de minima d'amplitude, correspondant à des zones lumineuses et des zones d'ombre.



Notations :

- D : distance entre l'obstacle et l'écran
- L : largeur de la tache centrale, mesurée entre les centres des deux premières extinctions



• θ : angle de diffraction (en radians) est défini comme l'angle compris entre la direction initiale de propagation de l'onde (avant diffraction) et la direction du premier minimum d'intensité lumineuse observé sur l'écran. Autrement dit, cet angle θ correspond à la moitié de la largeur angulaire de la tache centrale : il va du milieu de la figure (maximum central) jusqu'au bord de la première zone d'ombre.

Document 3 : Modélisation mathématique de la figure de diffraction « à l'infini »

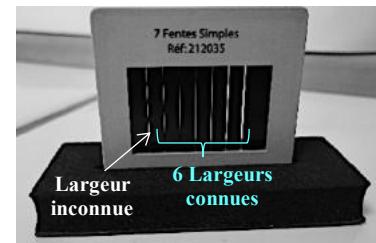
Si la distance D entre l'objet diffractant (fente ou fil) et l'écran est suffisamment grande devant la largeur L de la tache centrale (ex. $D > 10 L$), on peut établir la relation suivante :

$$L = \frac{2 \times \lambda \times D}{a}$$

Document 4 Liste du matériel

- Laser rouge $\lambda = 650 \text{ nm}$.
- Un support avec une série de **6 fils calibrés tendus de largeur $a = 38, 50, 76, 100, 120$ et $150 \mu\text{m}$** . L'incertitude-type de la largeur est : $u(a) = 5 \mu\text{m}$.
- Un support de diapositive
- 1 diapositive avec une première fente **de largeur inconnue** et une série de **6 fentes calibrées de largeur connue $a = 40, 50, 100, 120, 280$ et $400 \mu\text{m}$** . L'incertitude-type de la largeur de la fente est : $u(a) \approx 5 \mu\text{m}$.
- Un mètre ruban
- Un écran
- Un ruban adhésif

L'incertitude-type sur les distances mesurées sont : $u(D) = 0,5 \text{ cm}$ $u(L) = 1 \text{ cm}$



Document 5 Incertitude de type B

Lors de la réalisation **d'une seule mesure expérimentale**, le scientifique cherche à déterminer l'incertitude-type B associée à la mesure. Dans le cas de la mesure de la longueur d'onde λ_{exp} qui dépend de a , de D et de la largeur de la tache centrale L alors l'incertitude-type B sur λ_{exp} est donnée par :

$$u(\lambda_{\text{exp}}) = \lambda_{\text{exp}} \times \sqrt{\left(\frac{u(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{u(L)}{L}\right)^2}$$

Partie 1 : mesure d'une longueur d'onde

1. Pour un fil de largeur $a = 38 \mu\text{m}$ et une distance écran – fil de 1,5 m mesurer la largeur de la tache centrale L .
2. En déduire une mesure de la longueur d'onde λ_{exp} et son incertitude-type $u(\lambda_{\text{exp}})$.
3. Écrire le résultat de la mesure de λ_{exp} avec un nombre de chiffres significatifs adapté.

Partie 2 : mesure d'une largeur de fente

Pour une distance écran – fil de 1,5 m **FIXE**, $\lambda = 650 \text{ nm}$, mesurer la largeur L de la tache centrale correspondant à chaque fente de largeur connue. Il y a 6 mesures à faire.

4. Sur Régessi, tracer la courbe représentative de $L(m)$ en fonction de $a(m)$. Décrire la courbe obtenue.
5. Sur Régessi, tracer la courbe représentative de $L(m)$ en fonction de $\frac{1}{a}(m^{-1})$. Décrire la courbe obtenue.
6. En utilisant la courbe représentative de $L(m)$ en fonction de $\frac{1}{a}(m^{-1})$, déterminer la largeur de la fente inconnue. Justifier la démarche et les calculs.

Document 6 Épaisseur des cheveux

Le diamètre d'un cheveu varie de 50 à 100 μm environ. Les cheveux fins contiennent jusqu'à 50 % de protéines en moins par rapport aux cheveux épais. Leur diamètre moyen est de 50 à 70 μm , contre environ de 80 à 100 μm (voire plus) pour les cheveux moyens à épais.

7. Indiquer une méthode permettant de mesurer le diamètre de l'un de vos cheveux. Mesurer le diamètre d'un de vos cheveux en le scotchant sur une diapositive.