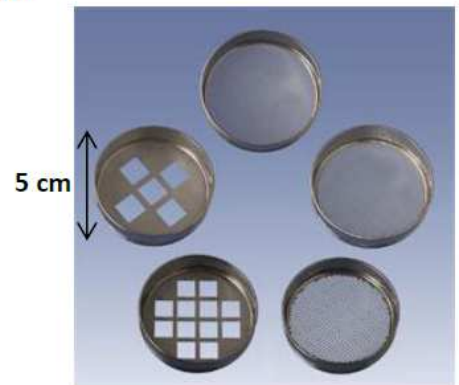


EXERCICES. LA DIFFRACTION

Exercice 1. Détermination de la dimension des mailles du tamis

La production de certains catalyseurs nécessite de déposer un métal noble (Pd, Pt, Au) sur un support inerte comme de la silice (SiO_2). La silice commerciale se présente sous forme de petits grains blancs de tailles différentes : il est nécessaire de trier ces grains à l'aide de tamis pour fabriquer des catalyseurs tous identiques. Différents types de tamis sont présentés sur la **photographie n°1**.



Photographie n°1

Le but de cet exercice est de vérifier la taille des mailles d'un tamis en effectuant une expérience de diffraction par un faisceau LASER.

Un faisceau LASER monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 532 \text{ nm}$ et se propageant dans l'air, est dirigé vers un tamis de laboratoire (sorte de grille) à maille carrée de côté a (voir **figure 1**). On observe sur l'écran une figure de diffraction visible sur la **photographie n°2**. La tache centrale est un carré de côté $L = 2,66 \text{ cm}$.

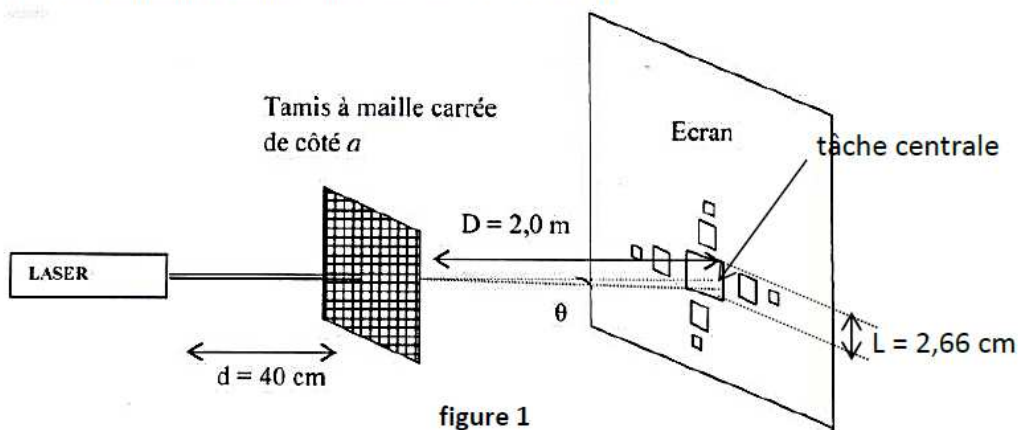
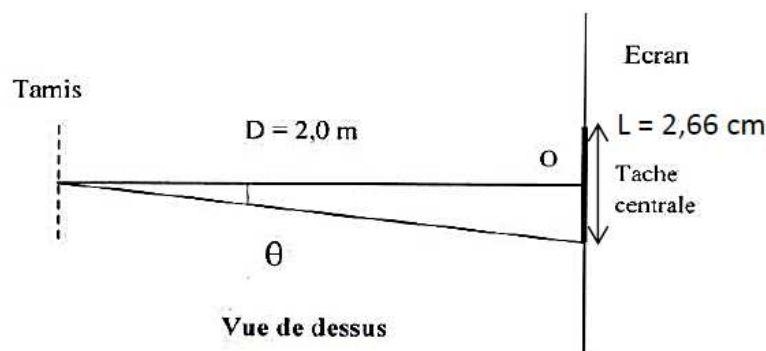


figure 1



Photographie n°2

Un tamis à maille carrée possède des propriétés diffractantes identiques à celles observées lors de la superposition de deux fentes allongées de même largeur et disposées perpendiculairement l'une par rapport à l'autre.



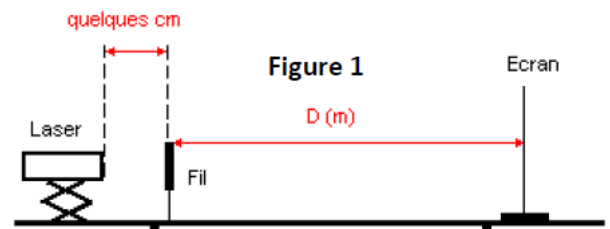
Vue de dessus

Donnée : angle caractéristique de diffraction pour une fente rectangulaire de largeur a : $\theta = \frac{\lambda}{a}$

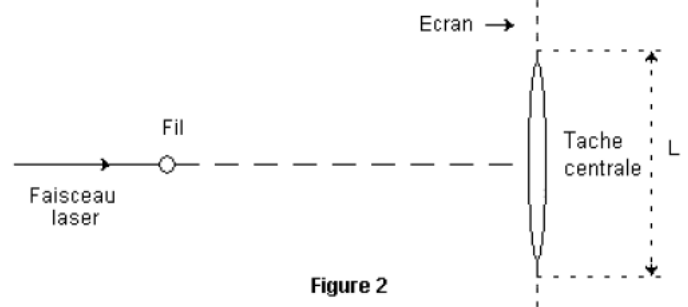
1. Exprimer l'écart angulaire θ en fonction de L et D . On se placera dans l'approximation des petits angles en radian : $\tan \theta \approx \theta$.
2. En déduire, en μm , la dimension a d'une maille du tamis en utilisant les données expérimentales.

Exercice 2. Détermination une longueur d'onde

Une lumière laser arrive sur un fil vertical, de diamètre a . On place un écran à une distance D de ce fil ; la distance D est grande devant a (voir la Figure 1).



1. Compléter la Figure 2 en repérant l'angle caractéristique de diffraction θ et la distance D .
2. Établir l'expression de L en fonction de D et a . Préciser l'approximation réalisée.



On dispose de deux fils calibrés de diamètres respectifs $a_1 = 60 \mu\text{m}$ et $a_2 = 80 \mu\text{m}$. On place successivement ces deux fils verticaux dans le dispositif présenté dans la Figure 1. On obtient sur l'écran deux figures de diffraction distinctes notées A et B (voir la Figure 3).

3. Associer à chacun des deux fils la figure de diffraction qui lui correspond (Figure 3). Justifier.

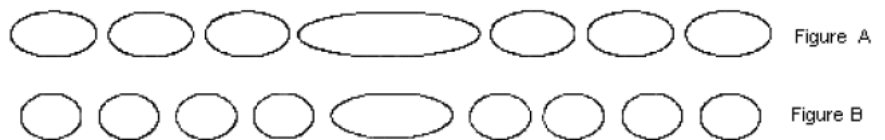


Figure 3

On cherche maintenant à déterminer expérimentalement la longueur d'onde dans le vide de la lumière monochromatique émise par la source laser utilisée. Pour cela, on place devant le faisceau laser des fils calibrés verticaux. On désigne par « a » le diamètre d'un fil. La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D = 2,50 \text{ m}$ des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur L entre les deux premières extinctions de lumière. On trace la courbe $L = f(1/a)$ (voir Figure 4).

4. La lumière émise par la source laser est dite *monochromatique*. Que signifie ce terme ?
5. Montrer que l'allure de la courbe $L = f(1/a)$ obtenue est en accord avec l'expression de L établie précédemment.
6. Déterminer précisément, à l'aide de la courbe, une valeur expérimentale de la longueur d'onde du laser.

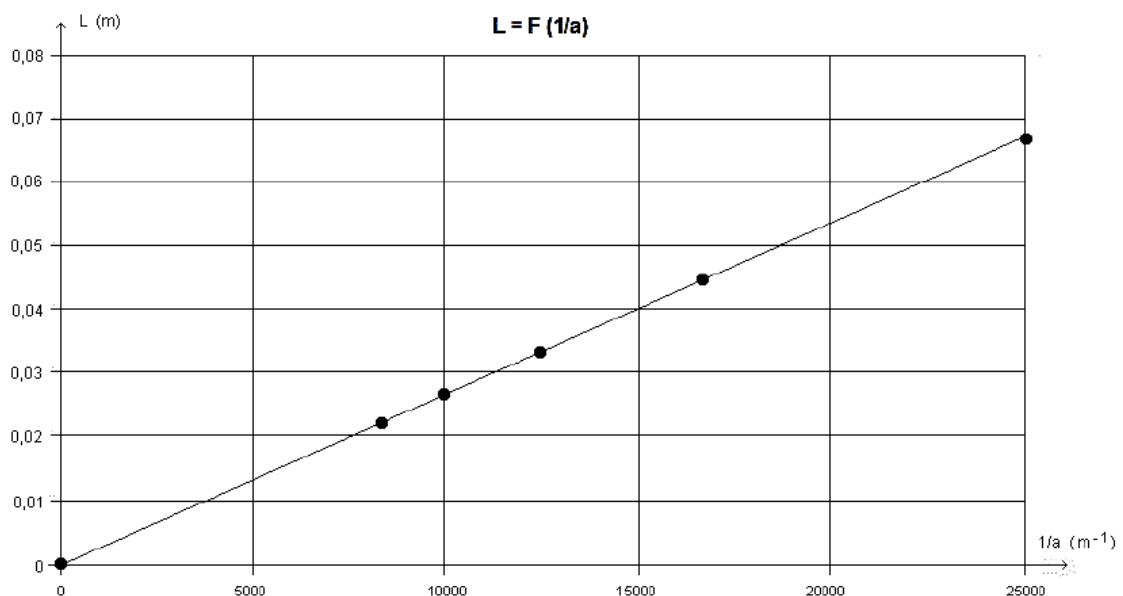
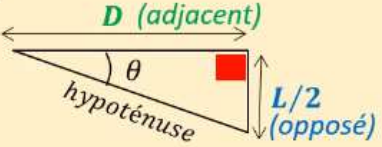


Figure 4

Correction :

Exercice 1 :

1.



$$\tan \theta = \left(\frac{\text{opposé}}{\text{adjacent}} \right) = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$$

or $\tan \theta \approx \theta$ (car petits angles ici)

$$\rightarrow \theta = \frac{L}{2D}$$

2.

$$\theta = \frac{L}{2D} \quad \theta = \frac{\lambda}{a} \quad \left. \begin{array}{l} \theta = \frac{L}{2D} \\ \theta = \frac{\lambda}{a} \end{array} \right\} \frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \rightarrow a = \frac{2D\lambda}{L}$$

$$a = \frac{2 \times 2,0 \times 532 \times 10^{-9}}{2,66 \times 10^{-2}}$$

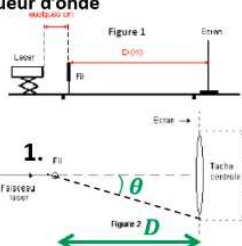
$$= 8,0 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$= 80 \mu\text{m}$$

Exercice 2 :

Exercice. Détermination d'une longueur d'onde

Une lumière laser arrive sur un fil vertical, de diamètre a . On place un écran à une distance D de ce fil ; la distance D est grande devant a (voir la Figure 1).



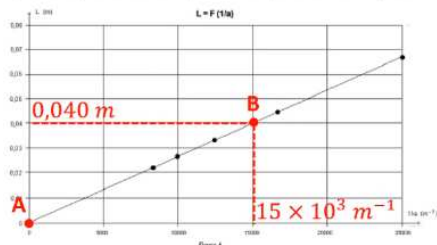
1. Compléter la Figure 2 en repérant l'angle caractéristique de diffraction θ et la distance D .
 2. Établir l'expression de L en fonction de D et a . Préciser l'approximation réalisée.
- Donnée : angle caractéristique de diffraction pour une fente rectangulaire ou un fil fin de largeur a : $\theta = \frac{\lambda}{a}$

On dispose de deux fils calibrés de diamètres respectifs $a_1 = 60 \mu\text{m}$ et $a_2 = 80 \mu\text{m}$. On place successivement ces deux fils verticaux dans le dispositif présenté dans la Figure 1. On obtient sur l'écran deux figures de diffraction distinctes notées A et B (voir la Figure 3).

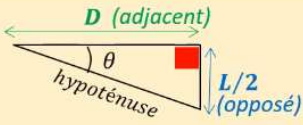
3. Associer à chacun des deux fils la figure de diffraction qui lui correspond (Figure 3). Justifier.

On cherche maintenant à déterminer expérimentalement la longueur d'onde dans le vide de la lumière monochromatique émise par la source laser utilisée. Pour cela, on place devant le faisceau laser des fils calibrés verticaux. On désigne par « a » le diamètre d'un fil. La figure de diffraction obtenue est observée sur un écran blanc situé à une distance $D = 2,50 \text{ m}$ des fils. Pour chacun des fils, on mesure la largeur L entre les deux premières extinctions de lumière. On trace la courbe $L = f(1/a)$ (voir Figure 4).

4. La lumière émise par la source laser est dite monochromatique. Que signifie ce terme ?
5. Montrer que l'allure de la courbe $L = f(1/a)$ obtenue est en accord avec l'expression de L établie précédemment.
6. Déterminer précisément, à l'aide de la courbe, une valeur expérimentale de la longueur d'onde du laser.



2.



$$\tan \theta = \left(\frac{\text{opposé}}{\text{adjacent}} \right) = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D}$$

or $\tan \theta \approx \theta$ (car petits angles ici)

$$\rightarrow \theta = \frac{L}{2D} \quad \left. \begin{array}{l} \theta = \frac{L}{2D} \\ \theta = \frac{\lambda}{a} \end{array} \right\} \frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \rightarrow L = \frac{2D\lambda}{a}$$

3. L et a : inversement proportionnelles

$$L_A > L_B$$

4. monochromatique = une seule longueur d'onde

5. $L = \frac{2D\lambda}{a} = 2D\lambda \times \frac{1}{a} = k \times \frac{1}{a} \rightarrow L = f\left(\frac{1}{a}\right)$: fonction linéaire
constante $\rightarrow$ vérifié !

6. $k = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{0,040 - 0}{15 \times 10^3 - 0} = 2,7 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
 $k = 2D\lambda \rightarrow \lambda = \frac{k}{2D} = \frac{2,7 \times 10^{-6}}{2 \times 2,50} = 5,4 \times 10^{-7} \text{ m} = 5,4 \times 10^2 \text{ nm}$