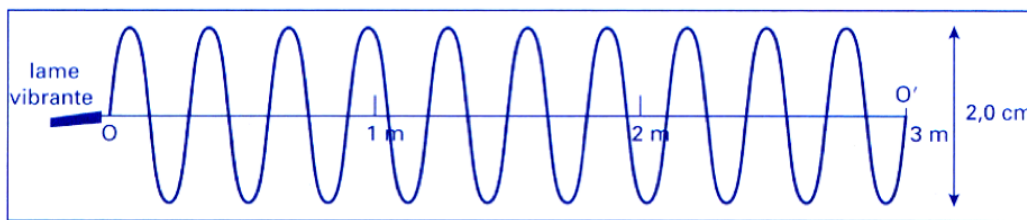


EXERCICE I : CORDE VIBRANTE (12 points)

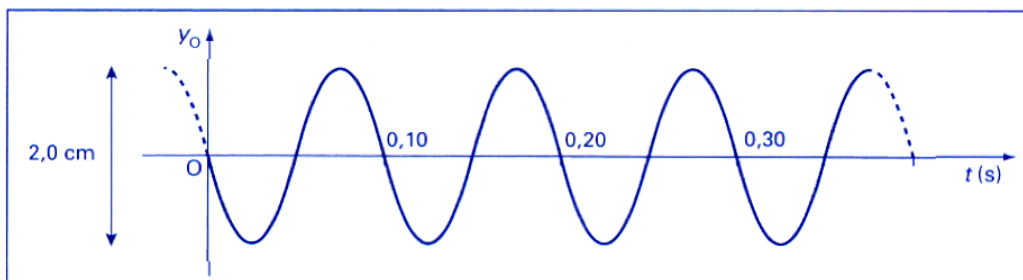
Une lame vibrante en mouvement sinusoïdal de fréquence $f = 10 \text{ Hz}$, fixée à l'extrémité O d'une corde de longueur $L = 3,0 \text{ m}$, génère le long de celle-ci une onde progressive périodique. Un dispositif approprié empêche tout phénomène de réflexion à l'autre extrémité O' de la corde. À la date origine $t = 0 \text{ s}$, on suppose que tous les points de la corde ont été atteints par l'onde. La célérité v de l'onde s'exprime en fonction de la tension F de la corde (force avec laquelle la corde est tendue) et de sa masse linéique (masse par unité de longueur), $\mu = 1,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1}$ par la relation suivante : $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

1. Le document 1 représente l'aspect de la corde à la date $t_1 = 0,50 \text{ s}$.
 - 1.1. L'onde étudiée est-elle transversale ou longitudinale? Quelle est son amplitude?
 - 1.2. Déterminer le plus précisément possible la valeur de la longueur d'onde λ .
 - 1.3. En déduire la valeur de la célérité v de l'onde dans les conditions de l'expérience.
 - 1.4. À la date $t_1 = 0,50 \text{ s}$, l'extrémité O de la corde fixée à la lame vibrante est-elle en train de monter ou de descendre?
 - 1.5. Sur le document 1, représenter l'aspect de la corde à la date $t_2 = 0,65 \text{ s}$. Justifier la réponse.



Doc. 1 – Aspect de la corde vibrante à la date $t_1 = 0,50 \text{ s}$.

2. Le document 2 représente les variations de l'élongation y_O du point source O en fonction du temps.
 - 2.1. Vérifier que la fréquence f de vibration de la lame, déduite du document 2, correspond bien à celle donnée par l'énoncé.
 - 2.2. Sur le document 2, représenter en rouge les variations au cours du temps de l'élongation du point A tel que $OA = 1,5 \text{ m}$. Justifier la réponse.
 - 2.3. Sur le document 2, représenter en vert les variations au cours du temps de l'élongation du point B tel que $OB = 75 \text{ cm}$. Justifier la réponse.
3. Calculer la valeur de la tension F de la corde dans les conditions de l'expérience.
4. On double la tension de la corde sans modifier la lame vibrante. Qu'advient-il de la célérité de l'onde, de sa période temporelle et de sa longueur d'onde? Justifier les réponses.



Doc. 2 – Variation de l'élongation y_O en fonction du temps.

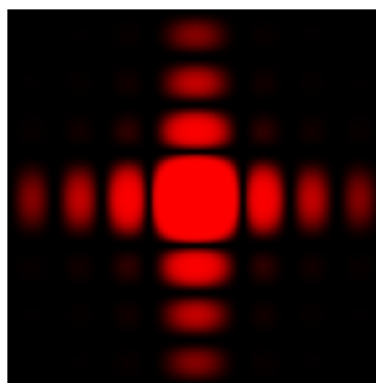
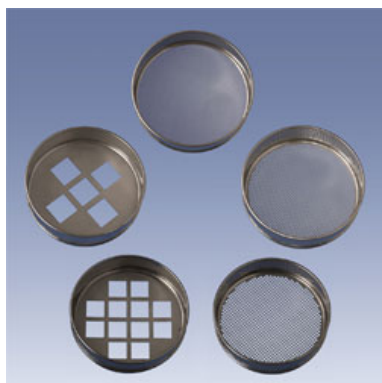
EXERCICE II : LUMIÈRE TAMISÉE (8 points)

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.

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.

1. Lumière 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 (une sorte de grille, voir ci-dessous à gauche) à maille carrée de côté a . On observe sur un écran une figure de diffraction identique à celle représentée ci-dessous à droite. La tache centrale de cette figure de diffraction est un carré de côté $L = 2,66 \text{ cm}$.



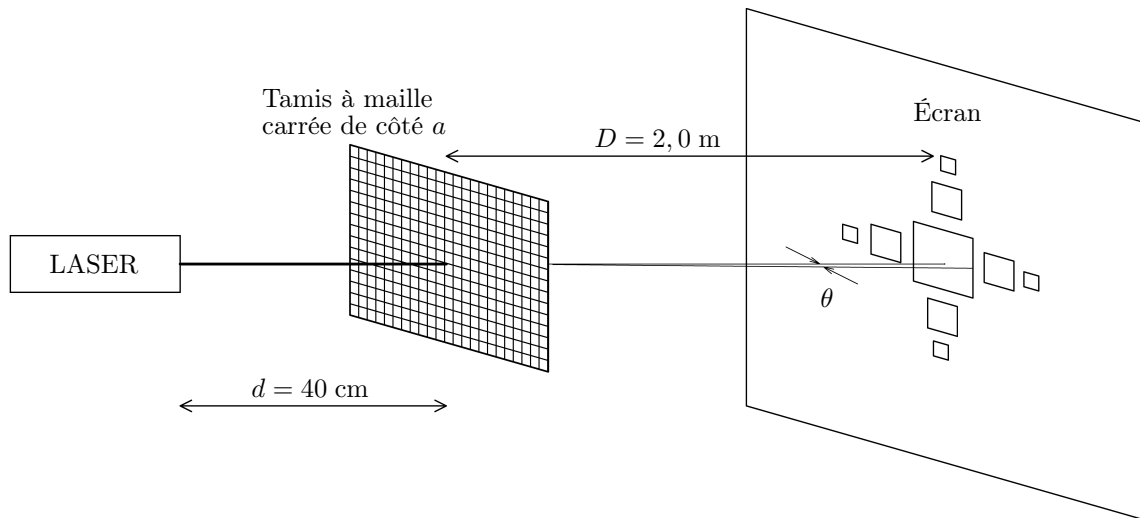
- 1.1. Qu'est-ce que l'apparition d'une figure de diffraction met-elle en évidence concernant la nature de la lumière ?
- 1.2. Dans quelle condition ce phénomène est-il observable ?
- 1.3. Une onde lumineuse est caractérisée par deux périodicités. Nommer ces périodicités, donner leur symbole et préciser leur unité.
- 1.4. Rappeler la relation mathématique qui lie la longueur d'onde dans le vide λ_0 , la célérité c de la lumière dans le vide et la période T_0 . Exprimer la fréquence f_0 correspondante en fonction de c et de λ_0 puis calculer sa valeur.

2. Dimension des mailles du tamis

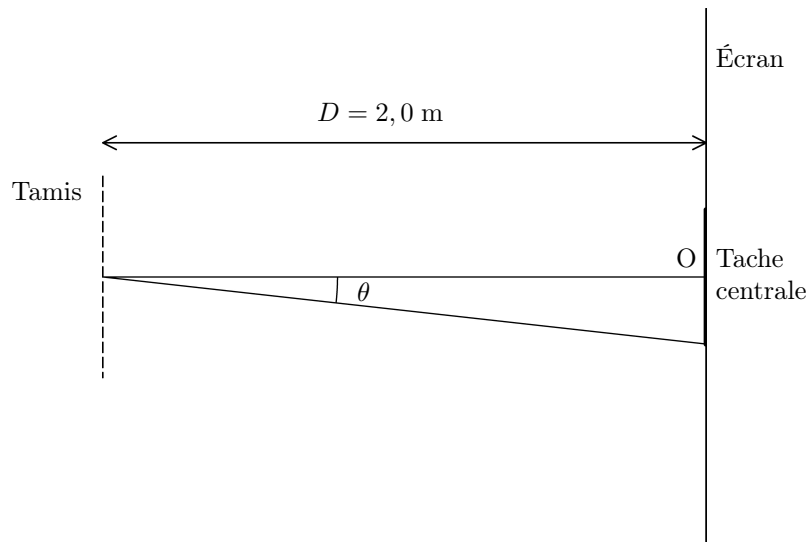
Le LASER est placé à une distance $d = 40 \text{ cm}$ du tamis ; la distance entre le tamis et l'écran vaut $D = 2,0 \text{ m}$. La célérité de la lumière dans le vide vaut : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

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 en perspective



Vue du dessus



- 2.1.** En s'aidant du schéma ci-dessus représentant la situation vue par au-dessus, montrer que l'écart angulaire θ noté sur le schéma peut s'exprimer de la façon suivante : $\theta = \frac{L}{2 \cdot D}$.
- On se placera dans l'approximation des petits angles dans laquelle on a $\tan \theta \simeq \theta$ lorsque l'angle θ est exprimé en radians.*
- 2.2.** Rappeler la relation mathématique qui lie l'écart angulaire θ à la longueur d'onde λ et au côté a de la maille en précisant les unités de chaque grandeur.
- 2.3.** Exprimer enfin la dimension a d'une maille du tamis en fonction de D , L et λ puis calculer sa valeur en utilisant les données expérimentales données ci-dessus.