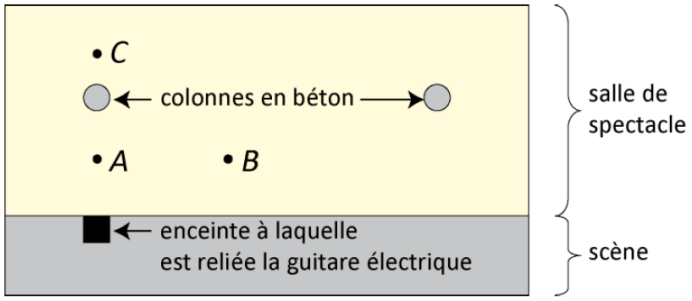
En partie d'après le manuel numérique d'Image https://spcl.ac-montpellier.fr/moodle/

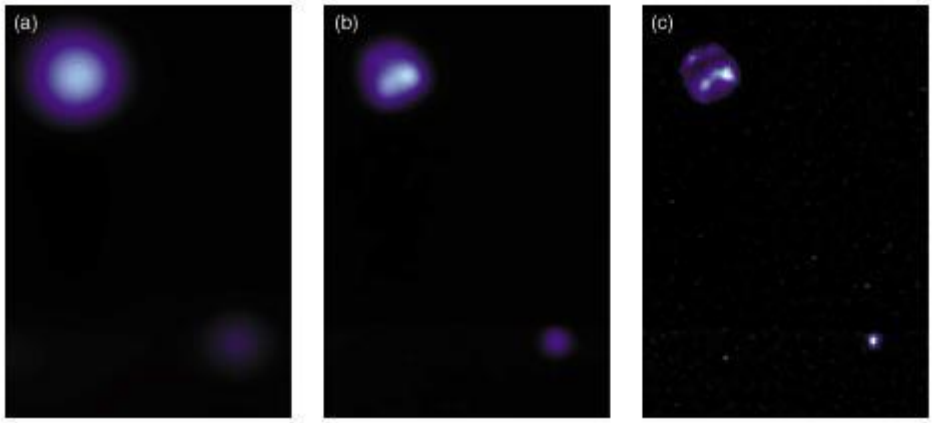
I. Reconnaître le phénomène de diffraction.

Identifier parmi les situations suivantes celles qui mettent en œuvre le phénomène de diffraction.
1. Une personne qui se regarde dans un miroir.
2. La formation d'un arc en ciel.
3. Sur la figure ci-dessous, la personne située en A entend le guitariste.



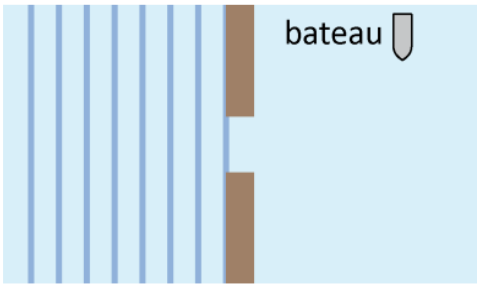
4. Sur la figure précédente, les personnes situées en B et C entendent aussi le guitariste.
5. Une paille pongée dans un verre d'eau apparaît brisée si on la regarde à travers le verre :

6. Plus l'ensemble Neptune – Triton est observé avec un télescope de grand diamètre, plus l'image observée est nette :



La planète Neptune et son satellite Triton, observés avec trois télescopes de diamètres de plus en plus élevés
source : https://str.llnl.gov

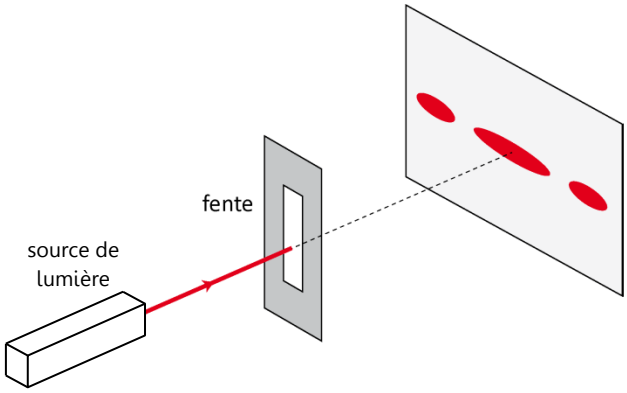
II. Comment bien concevoir un port.



Afin de protéger les bateaux de la houle, un port est conçu ainsi :

1. Le bateau représenté sur cette figure est-il à l'abri de la houle ? Justifier en représentant sur la figure ci-contre l'allure de vagues après les digues.
2. Afin de pallier cet inconvénient, un ingénieur propose de réduire la taille de l'ouverture entre les digues. Un autre propose au contraire de l'agrandir : lequel a raison ? Justifier à l'aide de vos connaissances. Le phénomène mentionné à la question 1 sera-t-il alors vraiment éliminé ?
3. Proposer une autre disposition des digues permettant, cette fois, de vraiment protéger le bateau de la houle.

III. Facteurs influençant la tache de diffraction.

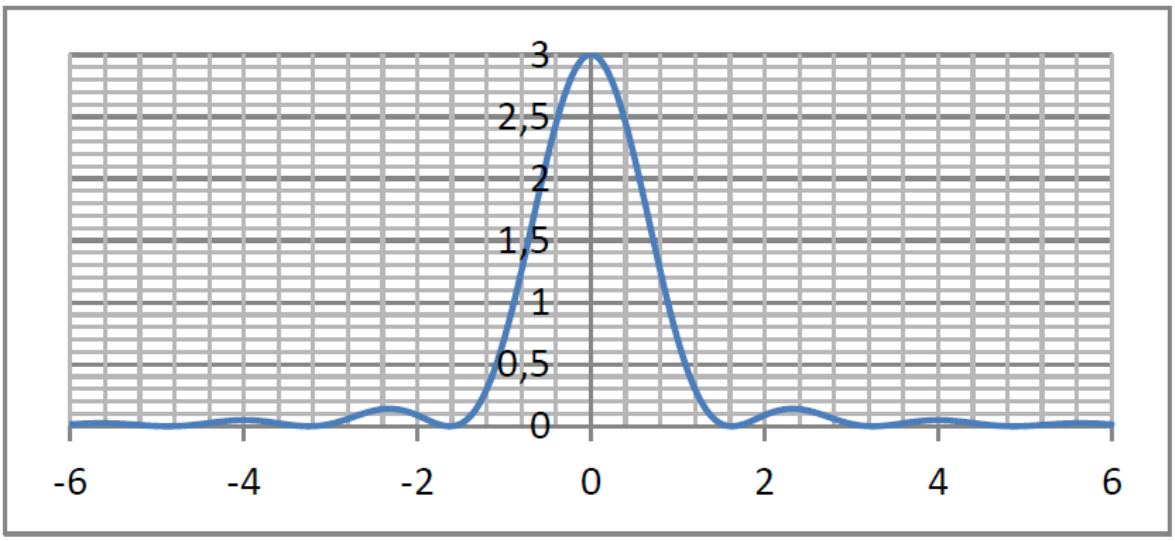


Une fente est éclairée par une source émettant une lumière monochromatique rouge. On note D la distance entre la fente et l'écran, a la largeur de la fente et L la largeur de la tache centrale de la figure de diffraction et β l'angle sous lequel est vue la moitié de cette tache à partir de la fente.

1. Placer sur le schéma les différentes grandeurs citées.
2. Prévoir, dans chaque cas suivant, l'évolution de la largeur de la tache centrale de diffraction :
– on diminue la largeur de la fente ;
– on remplace la source de lumière par une autre, toujours monochromatique, de couleur bleue ;
– on rapproche la source de lumière de la fente ;
– on rapproche l'écran de la fente.
3. Sachant qu'ici (pour les petits angles, en radian) $\beta \approx \tan\beta$, donner la relation permettant de calculer β à partir de la mesure de L.

IV : Mesure du diamètre d'une fibre optique.

Pour déterminer le diamètre d'une fibre optique, on y fait pénétrer un faisceau laser de longueur d'onde 650 nm. On place un capteur CCD à 2,0 m de la sortie de cette fibre optique et on obtient l'enregistrement ci-après (l'axe des abscisses étant gradué en cm) :



Évolution de l'intensité lumineuse reçue en fonction de la distance (en cm)

Document : largeur de la tache centrale de diffraction par une ouverture circulaire.
Lorsqu'un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ éclaire une ouverture circulaire de diamètre a, la figure de diffraction obtenue sur un écran placée à une distance D de l'ouverture circulaire présente une tache centrale de diamètre :

$$L = 2,44 \times \frac{\lambda \cdot D}{a}$$

Question : Quel est le diamètre de cette fibre optique ?

V. Analyse quantitative d'une figure de diffraction.

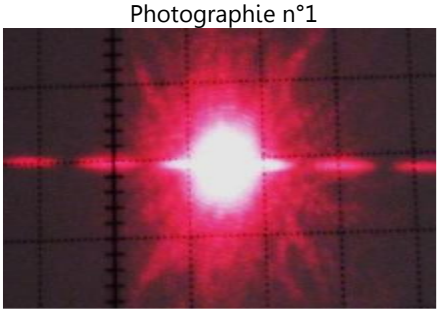
Document 1 : expression de la largeur de la tache centrale de diffraction par un fil.
Lorsqu'un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ éclaire un fil de largeur a, la figure de diffraction obtenue sur un écran placée à une distance D du fil présente des taches de largeur i (et une tache centrale de largeur $2i$) telles que cette interfrange i soit :

$$i = \frac{\lambda D}{a}.$$

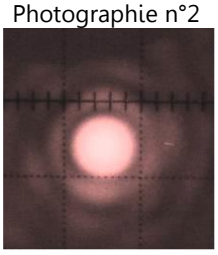
Afin de déterminer le diamètre a d'un fil, on l'éclaire à l'aide d'une source émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ = 632 nm. Le fil est placé à une distance D = 1,40 m devant un écran. On réalise une photo de l'image obtenue à l'écran, on obtient la photographie n°1 du document 2 ci-après.

Document 2 : résultats expérimentaux.

Photographie n°1



Photographie n°2



les photographies sont à l'échelle 1, c'est-à-dire taille réelle (chaque carreau fait 1 cm de côté)

1. Dans quelle direction le fil a-t-il été positionné ?
2. Exploiter la photographie pour déterminer le diamètre a du fil utilisé.
3. On remplace alors le fil par un obstacle inconnu. On obtient la 2de photographie du document 2. Quelle est la forme de cet obstacle ?

VI. Mesure de la taille d'une microfissure.

Afin de détecter la présence de microfissures à la surface d'un matériau, on utilise un laser dont le faisceau balaie toute la surface. Un écran recueille le faisceau réfléchi. La détection d'une microfissure se traduit par l'apparition d'une figure de diffraction sur l'écran dont on mesure la largeur L de la tache centrale.

Afin d'étalonner le dispositif, un matériau strié de rayures dont les largeurs sont connues est utilisé dans les mêmes conditions (même laser, même distance matériau-écran) et les taches centrales de diffraction sont mesurées.
On obtient les résultats suivants :

	matériau utilisé pour l'étalonnage					microfissure inconnue
largeur a de la fissure (µm)	10	20	30	40	50	?
largeur L de la tache centrale obtenue (mm)	53	27	18	13	11	23

Document: largeur de la tache centrale de diffraction par une fissure rectiligne.
Lorsqu'un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ est réfléchi par une fissure de largeur a, la figure de diffraction obtenue sur l'écran semi-transparent placé à une distance D du matériau fissuré présente une tache centrale de largeur :

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

Question : Quelle est la largeur de la microfissure détectée ?
Pour répondre, une méthode graphique reposant sur le tracé d'une droite d'étalonnage est attendue.