

Optique - Diffraction

Compte rendu individuel à rédiger proprement en justifiant les différentes réponses.

1- Objectifs

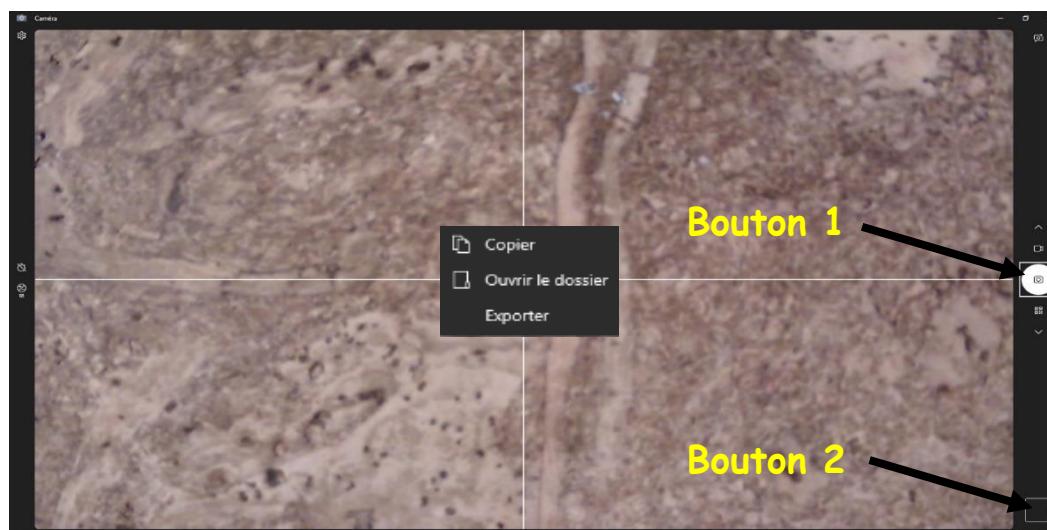
L'observation de la diffraction de la lumière a contribué à valider le modèle ondulatoire de la lumière. Les objectifs de ce travail sont:

- De comprendre ce qu'est le phénomène de diffraction.
- Déterminer la longueur d'onde d'un laser.

2- Document - Utilisation de la camera

Afin de réaliser les mesures on utilisera une caméra qui nous permettra de réaliser des photographies du phénomène de diffraction.

- Cliquer 1 fois sur menu "Démarrer" de Windows (en bas à gauche de l'écran).
- Taper le mot "Caméra" au clavier.
- Cliquer sur "Caméra" pour ouvrir le programme.
- Le programme s'ouvre.



- Régler la mise au point en tournant l'objectif de la caméra ou alors modifier la distance entre l'écran et la caméra. L'image doit être la plus nette possible.
- Veiller à ce que la figure observée soit bien alignée avec le fond d'écran.
- Cliquer sur le bouton 1 pour prendre une photo.
- Cliquer sur le bouton 2 pour ouvrir la photo.
- Sur la photo ouverte cliquer avec le bouton droit de la souris et choisir "Copier".
- Coller la photo dans le dossier "Documents ».
- Renommer la photo sous le nom "Diffraction" + n° fente.

3- Document - Utilisation de SalsaJ

Une fois la photographie réalisée, elle sera analysée à l'aide du logiciel SalsaJ. Ce logiciel permet de réaliser des mesures de la largeur de la tâche de diffraction.

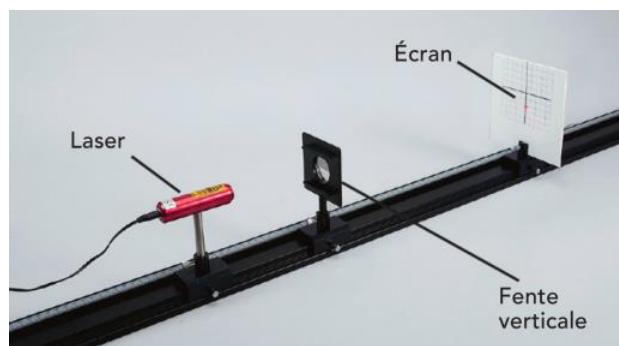
- Ouvrir le programme "SalsaJ".
- Les boutons et fonctions sont les suivants:

Ouvrir un fichier image	Annuler la dernière opération	Tracer un trait	Zoom avant/arrière	Déplacement dans le cadre de l'image

- Pour ouvrir un fichier image:
 - Effectuer "Fichier" puis "Ouvrir" ou cliquer sur le bouton "Ouvrir un fichier image".
 - Rechercher le fichier en se déplaçant dans l'arborescence.
 - Cliquer sur le fichier désiré puis "Ouvrir".
- Pour étalonner l'échelle d'une image:
 - Tracer un trait entre deux points séparés d'une distance connue. Pour cela, cliquer sur le bouton "Tracer un trait" puis cliquer et glisser entre les deux points.
 - Penser à utiliser le zoom avant (clic gauche) au préalable pour gagner en précision. Pour dézoomer faire clic droit.
 - Dans la barre de menu du logiciel, cliquer "Analyse" et "Indiquer l'échelle".
 - Compléter ou modifier les informations dans la fenêtre qui apparaît, cocher "Global" puis cliquer "OUI".
- Pour mesurer une distance après étalonnage:
 - Tracer un trait entre deux points séparés d'une distance d . Pour cela, cliquer sur le bouton "Tracer un trait" puis cliquer et glisser entre les deux points.
 - La valeur s'affiche en haut et droite.

4- Observation du phénomène de diffraction

Réaliser le montage photographié ci-dessous en éclairant la quatrième fente du jeton. La fente est placée à 10cm environ du laser et l'écran est positionné le plus loin possible de la fente à une distance $D > 1,50\text{m}$.



- Observer la figure de diffraction sur l'écran.
- Reproduire la figure de diffraction observée et la légendier avec les termes "tache centrale de diffraction", "taches secondaires", "zone de première extinction", etc.....
- Comparer la direction de la figure de diffraction à celle des fentes.
- Qu'observe-t-on sur l'écran en l'absence de fente?
- Que se passe-t-il si la distance D diminue?
- Que se passe-t-il si la largeur a de la fente diminue?

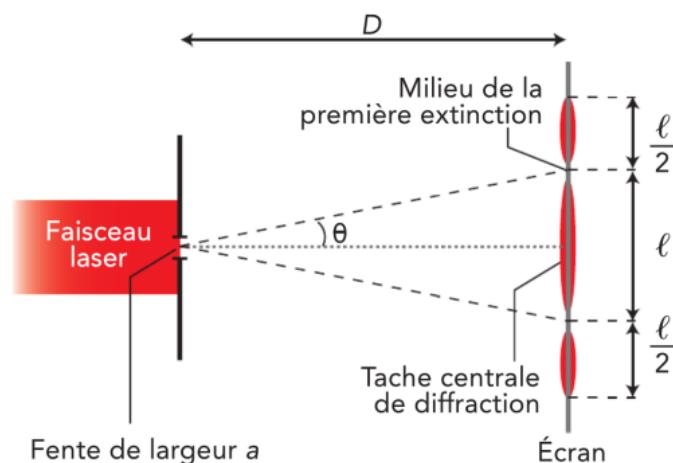
5- Détermination de la longueur d'onde d'un laser

Repérer, les positions exactes des fentes et de l'écran et ne plus les modifier.

- Mesurer précisément la distance D en mètre.

On note:

- a , la largeur de la fente de diffraction.
- ℓ , la distance séparant les milieux des deux premières zones extinctions.
- θ l'écart angulaire entre le milieu de la tache centrale de diffraction et le milieu de la première extinction.
- Réaliser une série de mesures précises de la longueur ℓ de la tâche de diffraction pour les fentes de largeur a correspondant aux valeurs du tableau ci-dessous.



Fente	1	2	3	4	5	6	7
$a (\times 10^{-6} \text{m})$	30	40	60	80	100	150	200
$\ell (\times 10^{-3} \text{m})$							

- Comment varie la largeur ℓ de la tache centrale de diffraction lorsque la largeur a de la fente diminue?
- En utilisant le schéma et sachant que pour de petits angles θ en radian $\tan \theta \approx \theta$ montrer que l'on a:

$$\theta = \frac{\ell}{2D}$$

- Dans un tableur grapheur (LatisPro), copier les valeurs de $a(\text{m})$ et $\ell(\text{m})$ puis faire calculer, dans l'ordre, les valeurs de $\frac{1}{a}$ et de l'angle θ .

- Tracer le graphe θ en fonction de $\frac{1}{a}$.
- Reproduire le graphique.
- Commenter l'allure du graphe.
- Que peut-on dire des grandeurs θ et $\frac{1}{a}$?
- On note k le coefficient directeur de la droite obtenue: quelle relation peut-on écrire entre θ , k et $\frac{1}{a}$?
- Modéliser la droite et noter la valeur de k en précisant son unité.

La théorie de la diffraction montre que l'on a la relation:

$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

- En déduire la relation donnant la valeur de la longueur d'onde expérimentale λ_{exp} du laser utilisé (l'exprimer en nm).
- Comparer la valeur expérimentale λ_{exp} trouvée à la valeur réelle $\lambda_{\text{théo}}$ indiquée sur le laser.

L'incertitude $\Delta\lambda_{\text{exp}}$ sur la valeur de la longueur d'onde expérimentale λ_{exp} est donnée par la formule:

$$\Delta\lambda_{\text{exp}} = \lambda_{\text{exp}} \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta l}{l}\right)^2 + \left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2}$$

- Calculer l'incertitude sur la valeur de la longueur d'onde à partir des valeurs suivantes: $\Delta l = 1\text{mm}$; $\Delta D = 5\text{mm}$, $\Delta a = 1\mu\text{m}$. et $a = 80\mu\text{m}$.
- En déduire un encadrement sur la valeur de λ_{exp} et vérifier que la valeur théorique $\lambda_{\text{théo}}$ est bien comprise dans cet encadrement.
- Conclure.