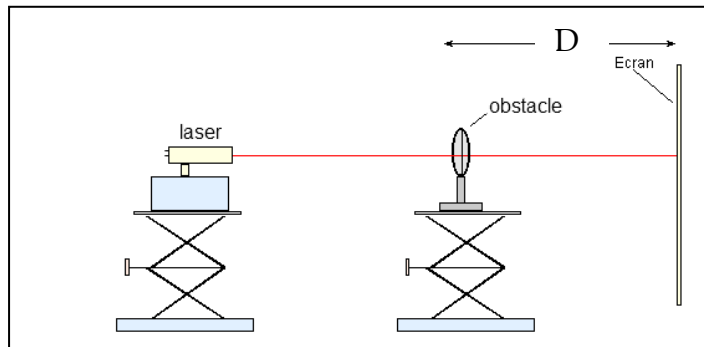


Deux phénomènes caractéristiques des ondes

La nature de la lumière a longtemps passionné les physiciens. Cet objet insaisissable – on ne la « voit » pas, et elle ne peut pas a priori être une onde mécanique (pourquoi ?) – présente deux propriétés caractéristiques de toutes les ondes : elle se diffracte et peut interférer. Voyons cela plus précisément.

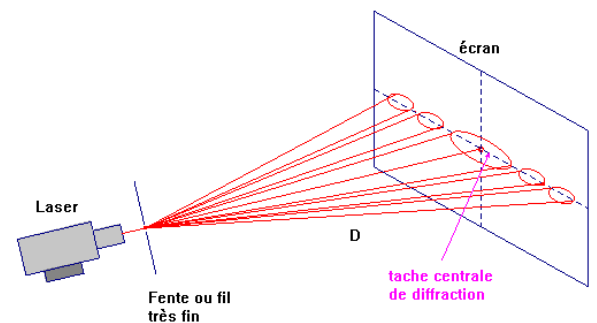


Principe du montage d'étude

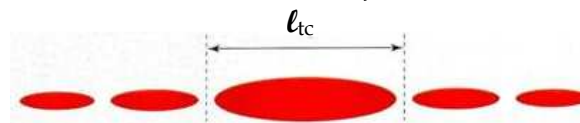
1 - Le phénomène de diffraction

1.1 - Influence des distances

1. A l'aide du schéma ci-contre, comment peut-on expliquer qu'a priori la distance D a une influence sur la figure observée ?
2. Préciser le sens de variation de cette dépendance au moyen d'observations expérimentales.
3. Quelle configuration choisir pour réaliser les mesures les plus précises sur la figure ?



Dans la suite, on choisira une caractéristique de la figure de diffraction : la largeur de la tache centrale, notée l_c . Notez qu'elle se mesure entre les milieux des deux premières extinctions.



1.2 - Influence de la taille et de la forme de l'objet diffractant

1. Qu'observe-t-on sur l'écran sans fente ? avec une fente ? avec un trou circulaire ? avec un fil ? Faire un schéma rapide.
2. Préciser la direction de la figure de diffraction pour une fente verticale ou horizontale. Placer successivement les trois fentes ($a = 100, 200$ et $400 \mu\text{m}$) sur le trajet de la lumière laser et observer les figures obtenues à l'écran pour $D = 1,50 \text{ m}$; les reproduire sur une même feuille de papier.
3. D'après vous, si l'on prenait des fentes encore plus larges, que se passerait-il ? Sur la même feuille de papier, reproduire la figure obtenue avec un fil de diamètre $a = 100 \mu\text{m}$.
4. Les figures obtenues avec la fente et le fil de $100 \mu\text{m}$ illustre de qu'on appelle en optique le théorème de Babinet. Proposez un énoncé de ce théorème.

1.3 - Détermination de la longueur d'onde du laser

On admettra ici que l'écart angulaire θ est lié à la longueur d'onde λ et à la taille a de l'objet diffractant par la relation

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

Vous pourrez constater son homogénéité et nous en proposerons une justification ultérieurement.

→ Que devient cette relation si θ est très petit ? **NB** : θ est en radians.

A l'aide du matériel à disposition, **vous proposerez un protocole** permettant de déterminer la longueur d'onde du laser. Après validation, vous pourrez le **réaliser et conclure**. N'oubliez pas de discuter la **précision** de votre résultat.

↳ 1^{er} indice

↳ 2^{ème} indice

↳ 3^{ème} indice

→ Comparer la valeur expérimentale à la valeur théorique λ_{th} de la longueur d'onde du laser indiquée sur le boîtier.

→ D'après l'étude précédente, tracer l'allure de la figure de diffraction obtenue avec un laser de couleur bleue sous celle du laser rouge, ci-dessous. Justifier.



Figure de diffraction en lumière rouge

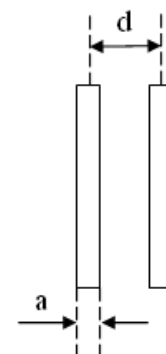
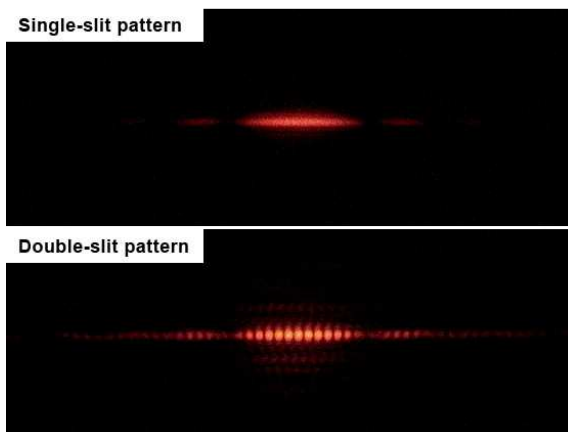
2 - Le phénomène d'interférences

Thomas Young, en 1801, réalisa une expérience historique en faveur de la nature ondulatoire de la lumière. Il superposa deux faisceaux lumineux issus d'une même source, en les faisant passer à travers deux fentes fines parallèles et proches, et observa le résultat sur un écran.

Le phénomène d'interférences lumineuses est capable d'augmenter ou de diminuer l'intensité lumineuse observée. Nous allons voir comment la superposition de deux ondes lumineuses peut produire de l'obscurité...

2.1 - Etude qualitative

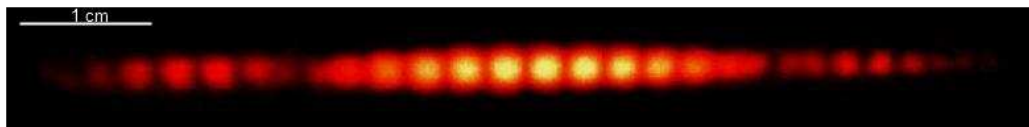
On remplace la fente simple par une fente double, c'est-à-dire deux fentes de largeur a séparées d'une distance d de l'ordre du dixième de millimètre.



1. Que signifient les termes « single-slit pattern » et « double-slit pattern » ?
2. Quels commentaires ces clichés appellent-ils ?

2.2 - Etude de résultats expérimentaux

A la distance $D = 1,50$ m d'un écran, on place une bifente ($a = 100 \mu\text{m}$; $d = 300 \mu\text{m}$) que l'on éclaire par un laser de longueur d'onde $\lambda = 633$ nm. La figure [fig_interf.jpg](#) obtenue est photographiée sur une largeur de 8 cm, ce qui permet d'obtenir l'échelle indiquée.



A l'aide du logiciel SalsaJ et en détaillant votre démarche, déterminer l'interfrange i de la figure d'interférences obtenue. On donne la distance des bifentes à l'écran, $D = 1,50$ m, ainsi que la longueur d'onde du laser utilisé $\lambda = 633$ nm et la distance entre les fentes, $d = 300 \mu\text{m}$.

De la même manière, on réalise l'acquisition et l'exploitation de situations faisant varier les différents paramètres.

numéro de l'expérience	λ (nm)	D (mm)	d (μm)	a (μm)	i (mm)
1	650	1409	150	50	6,09
2	650	1409	350	100	2,74
3	650	1409	700	100	1,31
4	532	1409	700	100	1,05
5	532	1409	150	50	4,99
6	532	1409	350	100	2,20
7	532	1409	150	75	5,02
8	532	1409	150	100	5,13
9	532	1008	350	100	1,57
10	532	608	350	100	0,87
11	532	1810	350	100	2,74
12	405	1409	150	50	3,80
13	405	1409	350	100	1,61

A l'aide de ces données, choisir, parmi les relations suivantes une relation simple entre l'interfrange i , la longueur d'onde λ du laser, la distance D bifente-écran et la distance d entre les fentes :

$$(1) i = \lambda.D.d \quad (2) i = \frac{d.D}{\lambda} \quad (3) i = \frac{\lambda.d}{D} \quad (4) i = \frac{\lambda.D}{d} \quad (5) i = \frac{d}{\lambda.D} \quad (6) i = \frac{1}{d.\lambda.D}$$

Vous préciserez votre démarche en justifiant chaque relation réfutée ou acceptée.

→ Montrer que cette relation est bien vérifiée dans le cadre de l'étude réalisée par SalsaJ.

→ Pourquoi ne tient-on pas compte ici du paramètre « largeur de fente », a ?

→ Justifier les figures d'interférences ci-contre.

Figures d'interférences pour un laser rouge (670 nm - en haut) et un laser vert (570 nm - en bas).

