

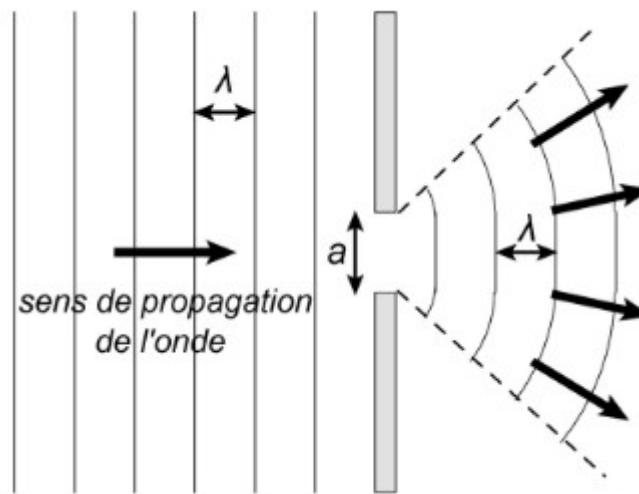
Phénomène de diffraction

1. Définition

La diffraction se caractérise par une déviation de l'onde à la traversée d'un obstacle . En d'autres termes , si l'onde a au départ une direction de propagation unique (onde plane) , elle en aura plusieurs après diffraction (fronts d'onde modifiés).

2. Conditions d'obtention de la diffraction

Un obstacle peut être formé par un orifice (une fine fente par exemple) ou au contraire la présence de matière (un cheveu, ou un fil par exemple)



Plus la diffraction est marquée , plus l'étalement du faisceau est important . La règle est que la diffraction est d'autant plus marquée que la dimension a de l'obstacle est petite devant la longueur d'onde λ de l'onde.

On distingue alors deux régimes :

- Si $a \gg \lambda$, la diffraction est négligeable , on utilise le modèle de rayon lumineux .
Exemple : la lumière visible ($400\text{nm} < \lambda < 800\text{nm}$) n'est pas notablement diffractée par un obstacle dont les dimensions sont de l'ordre de cm ou plus.
- Si a et λ sont plus ou moins de même ordre de grandeur , la diffraction doit être prise en compte , on est dans le cadre de l'optique ondulatoire.
- Le phénomène de diffraction concerne les ondes en général.

Exemples

- Les vagues à la surface de la mer peuvent être diffractées par une jetée , qui joue alors le rôle d'obstacle diffractant.
- Des obstacle de la taille d'une porte sont susceptibles de diffracter des onde sonores.

3 – Étude expérimentale de la diffraction

3.1 Description de l'expérience

Quel caractère de la lumière l'apparition d'une figure de diffraction met-elle en évidence ?

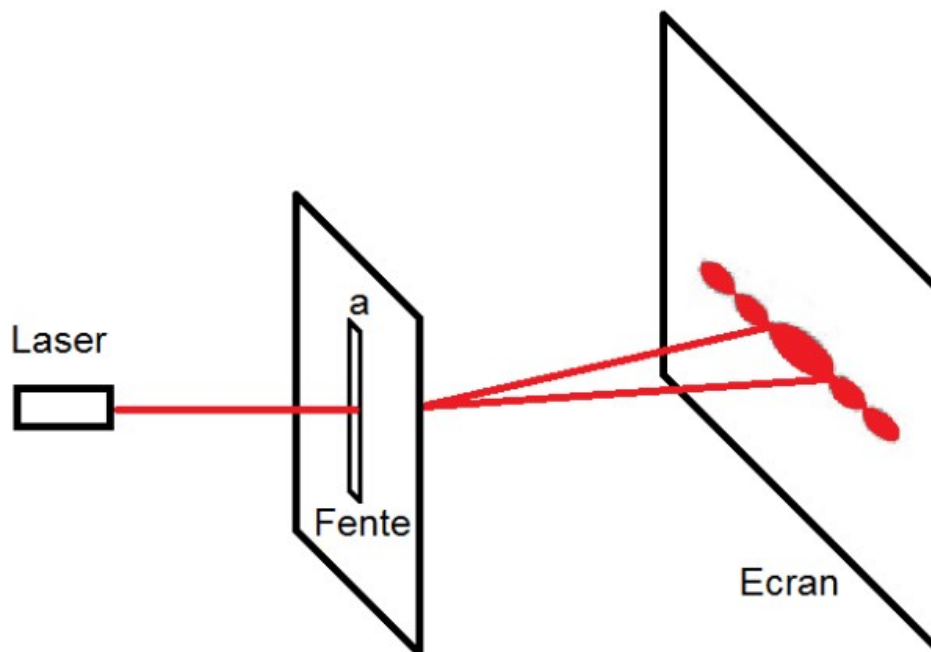
→ La diffraction met en évidence le caractère ondulatoire de la lumière .

Les trois propriétés d'un laser :

- la lumière est monochromatique
- la lumière est directive : se propage en une seule direction
- la lumière est cohérente : les ondes émises sont en phase.

On va effectuer la diffraction d'un laser par une fente verticale de largeur « a » et regarder ce que l'on obtient sur un écran.

Le schéma est le suivant :



Comme tu le vois la figure obtenue n'est pas une fente verticale mais un ensemble de tâches, de plus en plus petites au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la tâche centrale.

Tu remarqueras que la fente est verticale mais les tâches sont horizontales.

Si la fente avait été horizontale, les tâches auraient été verticales...

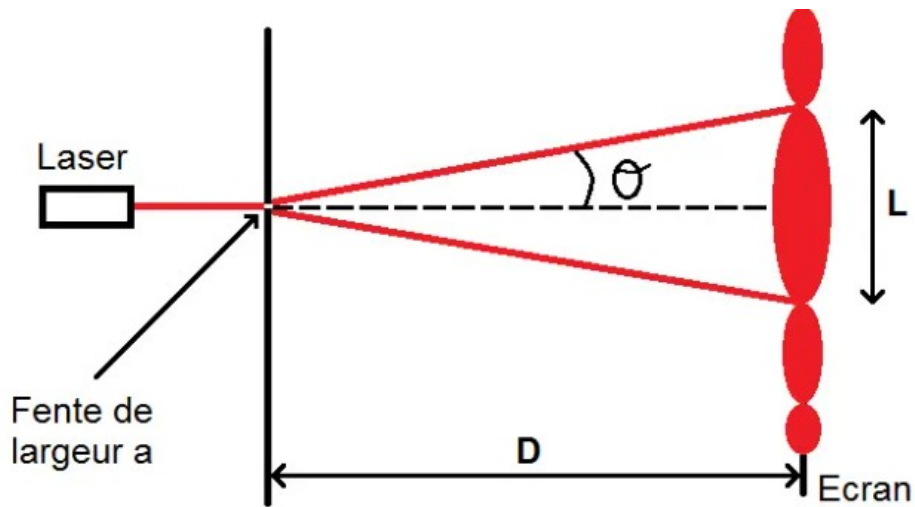
Évidemment, comme dit plus haut, il faut que la largeur « a » de la fente soit petite devant la longueur d'onde λ .

Plus la fente sera petite plus le phénomène de diffraction sera prononcé. C'est ce que l'on va montrer par le calcul !

Pour cela, schématisons le dispositif non pas en 3D comme ci-dessus mais vu de côté.

On prendra une fente horizontale pour avoir des tâches verticales. On a alors le schéma suivant :

3.2 Vérification par le calcul



On note:- D la distance entre la fente et l'écran.

- « a » la largeur de la fente, en m.
- L le diamètre de la tâche centrale, en m
- λ la longueur de l'onde, en m.
- θ l'angle entre l'axe central et une extrémité de la tâche centrale, en radians : c'est ce que l'on

appelle **l'écart angulaire**. Et $\theta = \frac{\lambda}{a}$

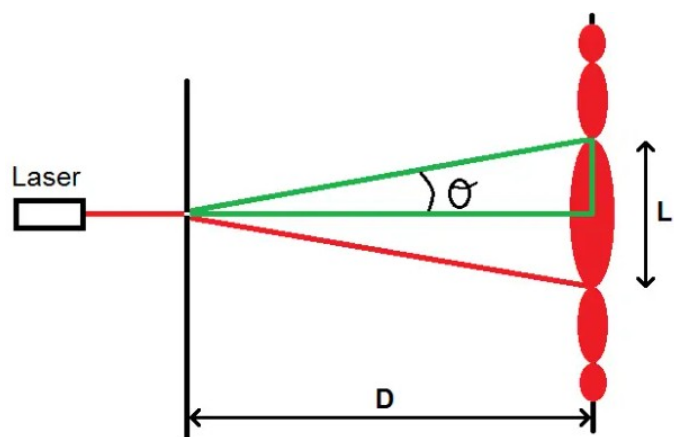
Mettons nous dans le triangle rectangle mis en vert sur ce schéma :

Avec la trigonométrie, on a :

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

Or θ est un angle petit, on peut donc approcher $\tan(\theta)$ par θ : $\tan(\theta) \approx \theta$

D'où : $\theta = \frac{L}{2D} \leftrightarrow \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D} \rightarrow$ on a



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


Ainsi, on voit que **plus a est petit, plus L est grand**, c'est-à-dire que la tâche centrale sera

plus grande et donc que le phénomène de diffraction sera plus important : cela est logique avec ce que l'on a dit précédemment !

Remarque

Ce que l'on vient de voir avec une fente (donc une ouverture) est également vrai pour un obstacle ! L'exemple le plus classique est le cheveu : le rayon laser va arriver sur le cheveu et on aura le même type de figure de diffraction à savoir une tâche centrale et des tâches de part et d'autre. Le « a » représente alors le diamètre du cheveu : ce diamètre doit être petit devant la longueur d'onde.

4. Applications de la diffraction et influence sur les instruments optiques.

- Un cristal est constitué par un arrangement régulier d'atomes , qui constituent des obstacles diffractant. En cristallographie, on peut ainsi **étudier la structure d'un cristal** en étudiant la figure de diffraction obtenue en envoyant des rayons X sur le cristal.
 - Si l'on remplace la fente de manipulation par un ensemble de fentes régulièrement disposés , on obtient un réseau de diffraction . Chaque longueur d'onde est diffractée différemment . Ainsi, comme un prisme , **un réseau de diffraction** permet de séparer les différentes radiations de la lumière. Il est alors utilisé en **spectroscopie**.
 - La surface d'un disque optique (CD, DVD, Blu-ray) est creusé d'un ensemble de microsillons , agissant comme réseau de diffraction (en réflexion) . Cela explique **le phénomène d'irisation** (observation de couleur de l'arc en ciel) quand on éclaire un CD en lumière blanche.
- 
- La **diffraction limite les capacités des instruments optiques** , comme les microscopes et les lecteurs de disque optiques. Pour ces derniers, l'évolution de la capacité des disques optiques s'est faite en diminuant la longueur d'onde du laser utilisé par le lecteur afin de minimiser l'effet de diffraction.
 - La diffraction est un phénomène concernant les ondes. Ainsi. Tout corpuscule et/ou tout phénomène physique subissant le phénomène de diffraction a un comportement ondulatoire.