

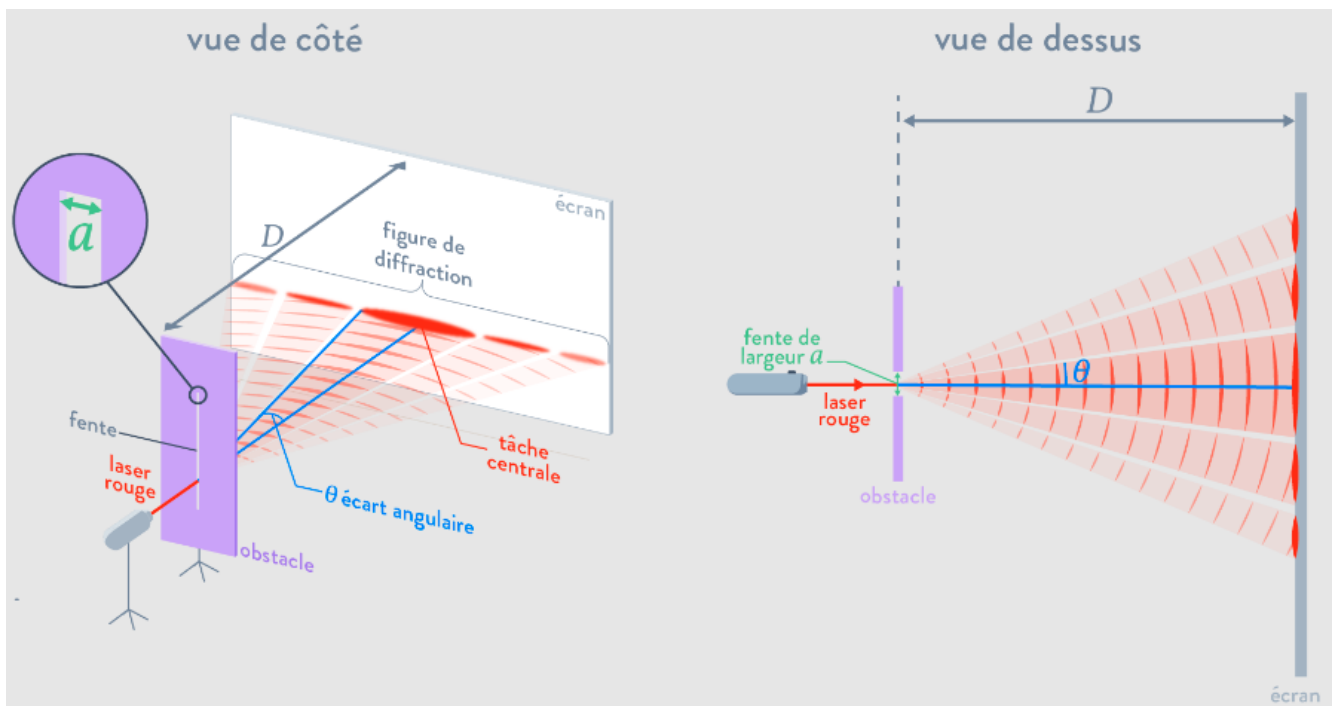
## Leçon N°3: Propagation d'une onde lumineuse

# I Mise en évidence expérimentale de la diffraction de la lumière :

### I.1 Expérience:

Dans cette première expérience envoyons à l'aide d'une source laser un faisceau lumineux étroit de longueur d'onde  $\lambda = 633nm$  sur un écran.

On intercale entre l'écran et la source laser une plaque portant une fente de largeur  $a$ .



- Sur l'écran de projection situé à une distance  $D$  de la fente on observe une tâche centrale plus large entourée de part et d'autre par des tâches secondaires moins larges et moins brillantes.
- La fente se comporte comme une source lumineuse fictive, ce phénomène s'appelle diffraction de la lumière.

#### Remarque:

- En remplaçant la fente par un obstacle très fin (un cheveu par exemple) on obtient les mêmes résultats que ceux trouvés précédemment.
- En utilisant une plaque contenant un trou circulaire, on obtient une tâche lumineuse circulaire entourée d'anneaux concentriques d'intensité de plus en plus faible.
- On constate expérimentalement que :
  - La largeur de la tâche centrale augmente lorsque la largeur de la fente diminue.
  - La largeur de la tâche centrale augmente avec la longueur de l'onde lumineuse. (et aussi avec la distance  $D$ ).



## I.2 Conclusion:

Le phénomène de diffraction montre que la lumière a un aspect ondulatoire.

La lumière peut donc être caractérisée comme toutes les ondes, par sa célérité, sa fréquence et sa longueur d'onde.

## I.3 Etude de la diffraction d'un faisceau laser par une fente:

### I.3.1 L'écart angulaire:

L'écart angulaire  $\theta$  est l'angle sous lequel on voit la moitié de la tâche centrale depuis la fente de diffraction. D'après la figure

On a

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

avec :

-L le largeur de la tâche centrale, en mètre (m);

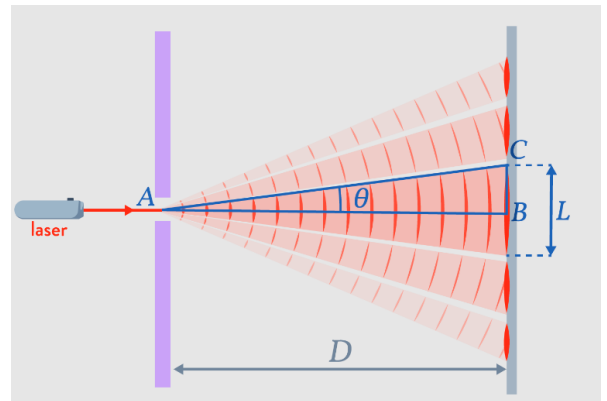
-D la distance entre l'obstacle et l'écran, en mètre(m);

Pour les angles petits  $\theta$  mesurés en radian, on peut écrire :

$\tan\theta \approx \theta$  et  $\sin\theta \approx \theta$  et  $\cos\theta \approx 1$

donc :

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



### I.3.2 Relation entre l'écart angulaire et la largeur de la fente:

## \*Expérience:

On pose l'écran à une distance  $D=1,5m$  puis on fait varier la largeur de la fente et on mesure dans chaque cas la largeur  $L$  de la tâche centrale. Tableau des résultats:

$a(\mu.m)$	100	120	200	250	300
$L(mm)$	19	15.8	9.5	7.6	6.3
$\theta(\times 10^{-3}rad)$	6.33	5.26	3.17	2.53	2.1
$\frac{1}{a}(\times 10^3mm^{-1})$	10	8.33	5	4	3.33

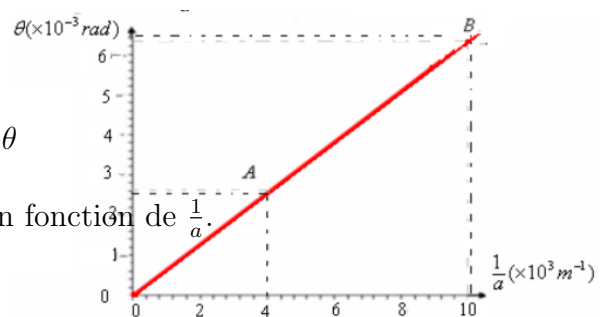
Représentation de la courbe de variation de  $\frac{1}{a}$  en fonction de  $\theta$

On constate que  $\theta$  est proportionnelle à  $\frac{1}{a}$ , donc  $\theta = K \cdot \frac{1}{a}$

K: c'est le coefficient directeur de la droite qui représente  $\theta$  en fonction de  $\frac{1}{a}$ .

## le coefficient directeur K :

$$k = \frac{\Delta\theta}{\Delta\frac{1}{a}} = \frac{\theta_B - \theta_A}{(\frac{1}{a})_B - (\frac{1}{a})_A} = \frac{(6.33 - 2.53) \cdot 10^{-3}}{(10 - 4) \cdot 10^3 m} = 633 \cdot 10^{-9} = 633nm = \lambda$$



donc

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

## Expression de la largeur de la fente: $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2.D}$

On constate expérimentalement que la largeur de la tâche augmente avec l'augmentation de D et de la longueur d'onde et elle diminue avec l'augmentation de la largeur (a) de la fente, ce qui est en accord avec les résultats de l'expérience.

Remarque: la diffraction par un trou circulaire de diamètre a, l'écart angulaire est donné par la relation suivante:  $\theta = \frac{1,22 \cdot \lambda}{a}$ .

Dans le cas de la diffraction par un fil de diamètre d, l'écart angulaire est donné par la relation suivante  $\theta = \frac{\lambda}{a}$

## Exercice d'application 1:



On réalise une expérience de diffraction, par un fil fin rectiligne, de la lumière laser, de longueur d'onde  $\lambda$ . On observe, sur un écran l'image ci-contre :

1. Schématiser l'expérience en précisant l'orientation du fil.
2. La figure de diffraction est la même que celle qui est donnée par une fente ayant une largeur égale au diamètre a du fil. Si D est la distance entre le fil et l'écran d'observation, et L la largeur de la tache centrale, quelle relation permet de déterminer  $\lambda$ ? Préciser ces grandeurs sur le schéma.
3. Calculer  $\lambda$

Données :  $D = 7,70m$  ;  $L = 2,0cm$  ;  $a = 0,50mm$

## II Caractéristiques des ondes lumineuses :

### II.1 Onde électromagnétique:

La lumière n'est une onde mécanique, c'est une onde électromagnétique qui se propage dans les milieux transparents et dans le vide. La vitesse de propagation de la lumière dans le vide (et dans l'air) est  $c = 3.10^8 m/s$  (on l'appelle célérité).

### II.2 Lumière monochromatique et lumière polychromatique:

#### II.2.1 Lumière monochromatique :

- Toute radiation lumineuse ayant une seule couleur est dite monochromatique. Elle est caractérisée par sa fréquence  $\nu$  qui ne change pas avec le milieu de propagation.
- Exemple : laser est une source de lumière monochromatique c'est-à-dire composée d'une seule radiation.
- La longueur d'onde d'une lumière monochromatique dépend du milieu de propagation  $\lambda = \frac{v}{\nu}$ .
- La vitesse de propagation de la lumière dépend du milieu de propagation.
- Exemples : La vitesse dans le vide et La vitesse dans l'air :  $c = 3.10^8 m/s$ , La vitesse dans le verre  $v_{verre} = 2.10^8 m/s$ , dans l'eau:  $v_{eau} = 2,25.10^8 m/s$ .

Remarque: La vitesse de propagation de la lumière dans le vide est :  $c = 3.10^8 m/s$ , par conséquence la relation précédente  $\lambda_0 = \frac{c}{\nu}$  avec  $\lambda_0$  est la longueur de l'onde lumineuse dans le vide.

### II.2.2 lumière polychromatique :

La lumière blanche (ou lumière visible ) est une lumière polychromatique composée de plusieurs radiations monochromatiques

Le mot polychromatique signifie composée de plusieurs couleurs .

Exemples : la lumière du soleil, celle de la lampe à incandescence ou de la bougie .....

Le domaine de la lumière blanche (visible) est  $400nm \leq \lambda \leq 800nm$  à l'extérieur de ce domaine de la lumière est invisible

pour  $\lambda \geq 800nm$  domaine de l'infrarouge

pour  $\lambda \leq 400nm$  domaine de l'ultraviolet

