

*Bienvenue !*

*Visiter*

*“Physique Fine enjah”*

*sur youtube*

*Pour plus comprendre le cours*

# Partie : 4 *Physique moderne , Optique*

## *Aspect ondulatoire de la lumière*

➤ *Les Chapitres qu'on va étudiées dans cette partie :*

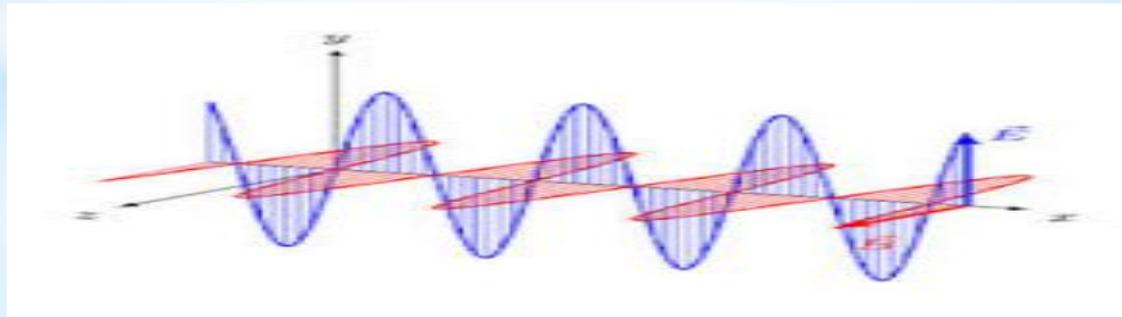
1. *Diffraction de la lumière .*

2. *Intérférence de la lumière .*

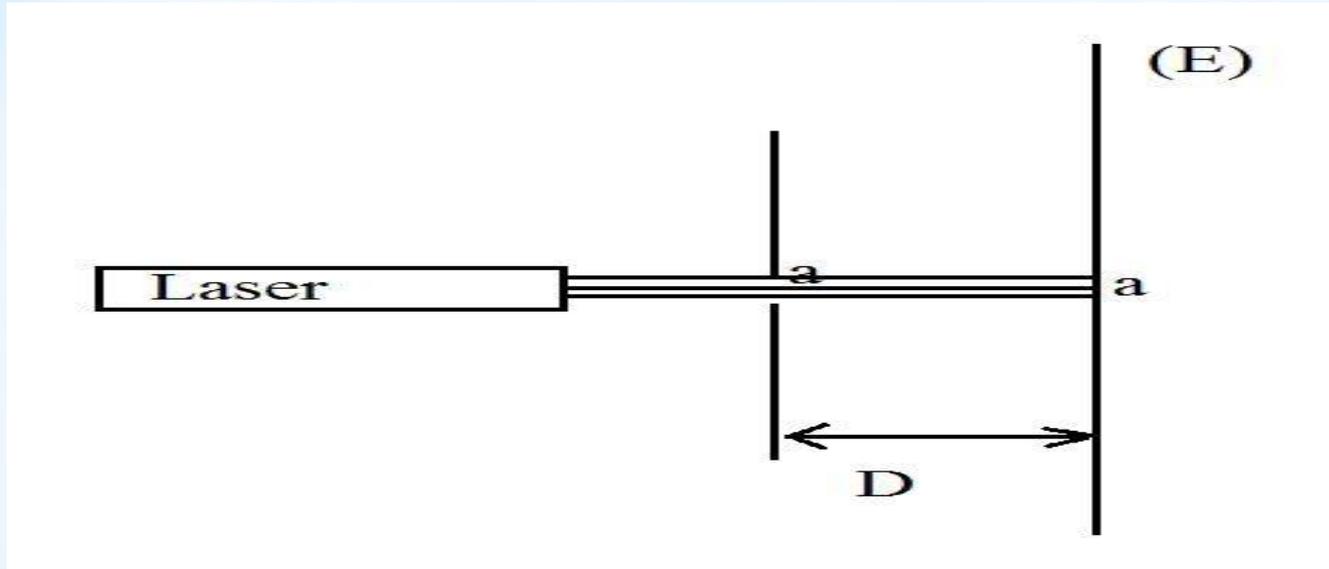
# Chapitre : 1 *Diffraction de la lumière*

## ➤ Ondes électromagnétiques :

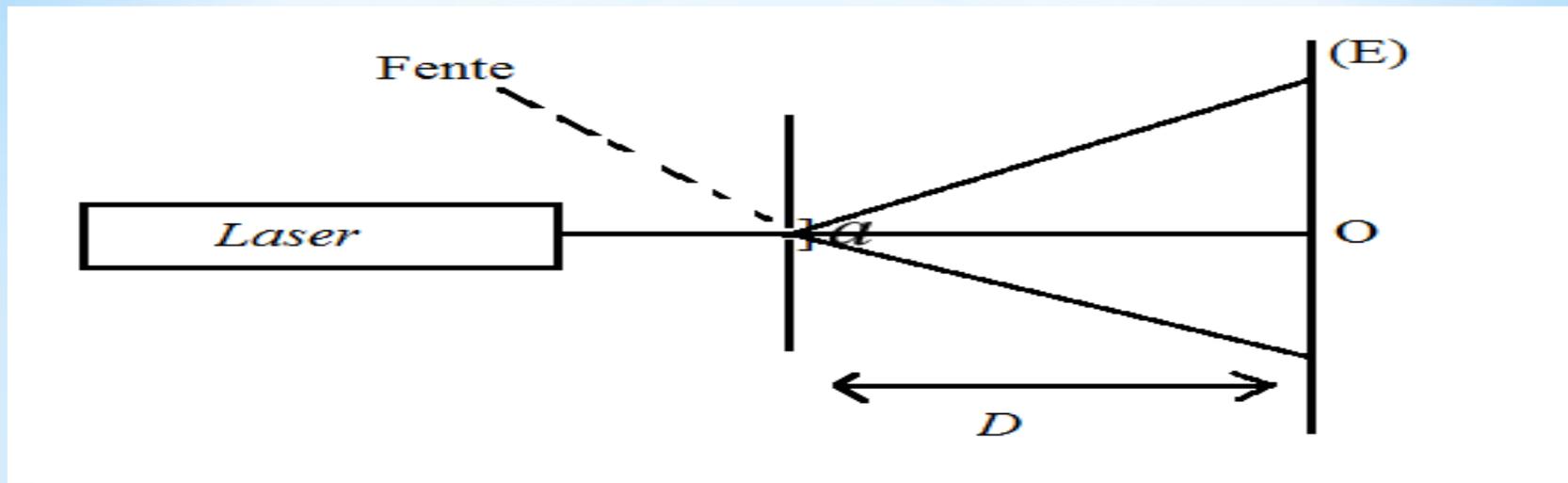
- ✓ *James Maxwell prédit l'existence des ondes électromagnétiques .*
- ✓ *Les ondes électromagnétiques sont constituées d'un champ électrique  $\vec{E}$  et d'un champ magnétique  $\vec{B}$  oscillant avec la même fréquence dans deux plans perpendiculaires . Ces deux champs se propagent dans la même direction avec une vitesse  $\vec{V}$  perpendiculaire au plan formé par  $\vec{E}$  et  $\vec{B}$  , tel que  $V = C$  .*



➤ Expérience avec une fente :

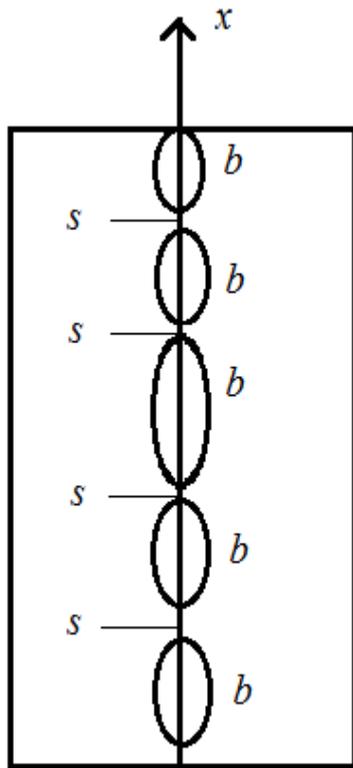


- ✓ Une source de laser monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .
- ✓ Une fente  $F$  de largeur  $a$ .
- ✓ Un écran d'observation (E) situé à une distance  $D$  de la fente.
- ✓ Si  $a > 1 \text{ mm}$ , la lumière se propage en ligne droite, on observe sur l'écran une tâche de même épaisseur  $a$ .



- ✓ *La même expérience avec une fente de largeur  $a < 1 \text{ mm}$ , il ya une phénomène de diffraction.*
- ✓ *Il y a un défaut de principe de la propagation rectiligne de la lumière.*
- ✓ *Un défaut dans le modèle d'un rayon lumineux.*
- ✓ *La lumière déviate de cette trajectoire rectiligne sans avoir subit ni réflexion ni réfraction, il subit alors la diffraction.*
- ✓  *$a \downarrow \Rightarrow \text{Diffraction} \uparrow$ .*

➤ Observation sur l'écran :

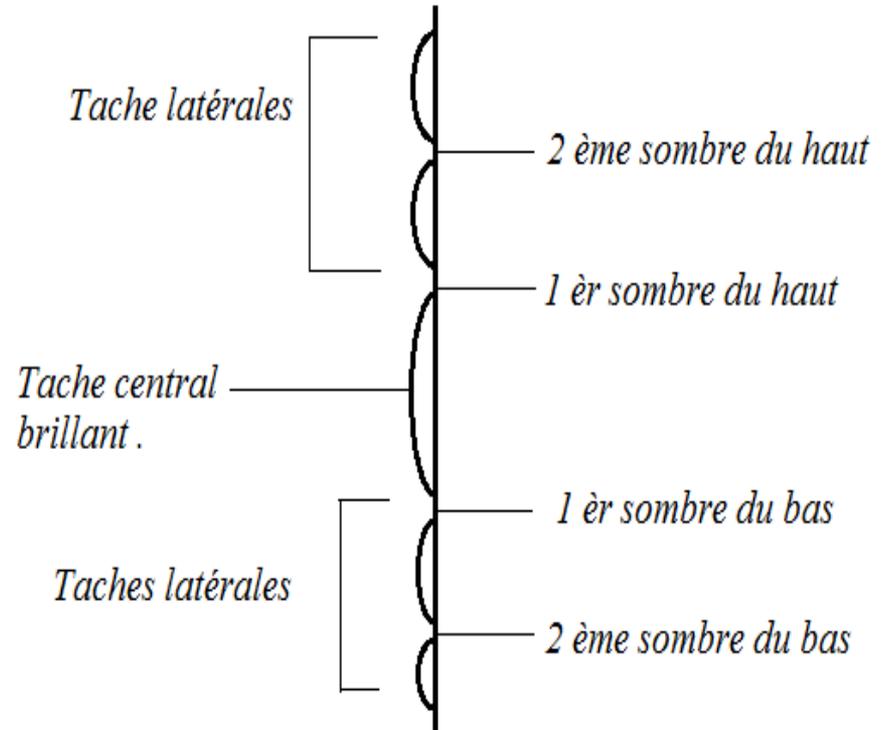


 : Largeur :  $L/2$

 : Largeur :  $L$

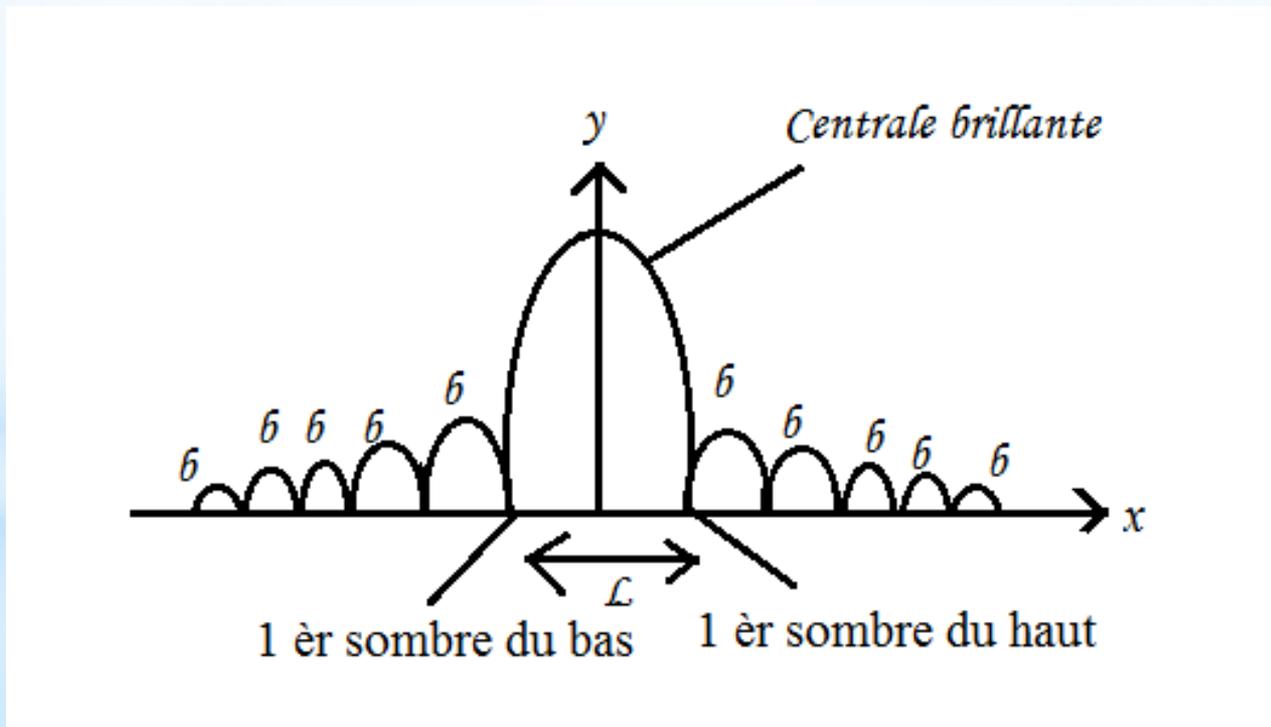
*b* : brillante

*s* : sombre



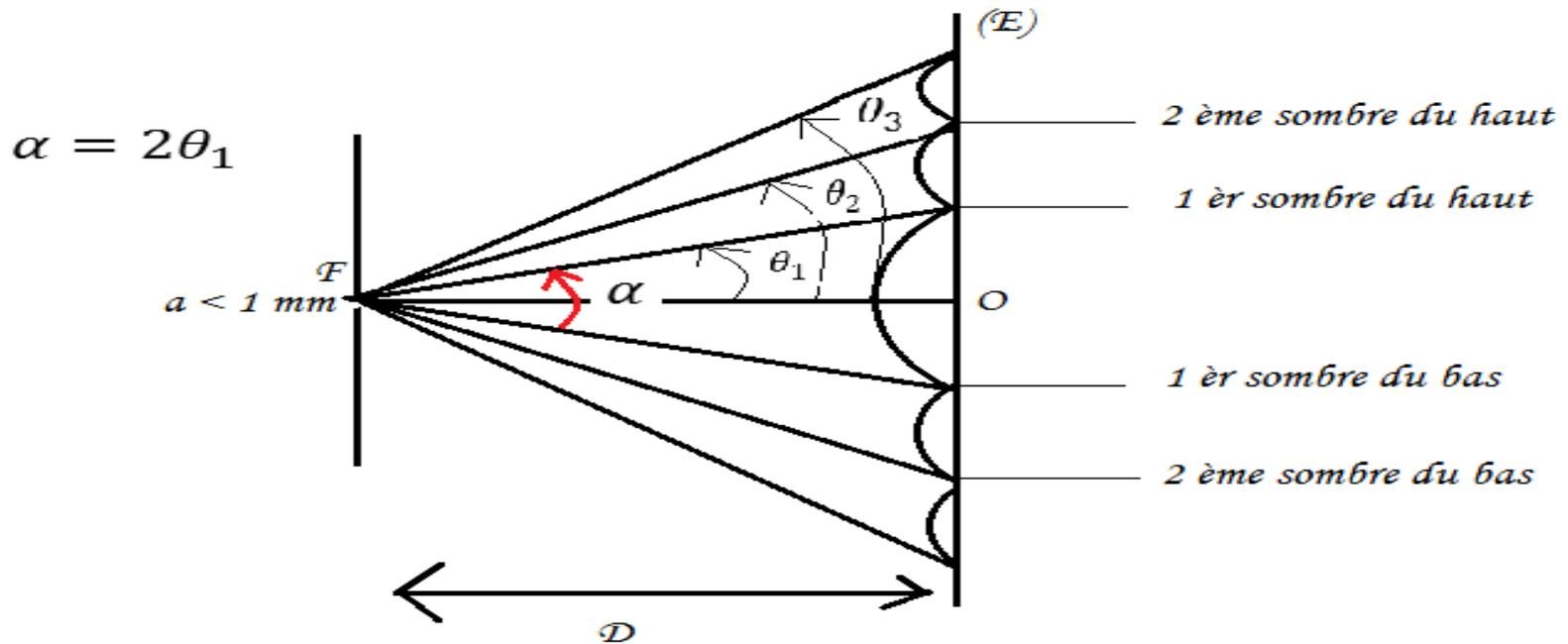
➤ Description de l'observation :

- ✓ On observe sur l'écran et dans le champ de diffraction, des tâches alternativement brillantes et sombres perpendiculaires à la direction de la fente. La tâche centrale est une tâche brillante représente une largeur double de celle des tâches latérales.
- ✓ L'intensité de la lumière diminue comme il indique le graphe suivant :



➤ Remarque : La diffraction conserve la fréquence et la longueur d'onde mais elle modifie la forme des surfaces d'onde .

➤ Relations :



➤ Physiquement :

$$\sin\theta_n = \frac{n\lambda}{a}$$

$$\sin\theta_1 = \frac{\lambda}{a}$$

✓ Si  $\theta_1$  est faible, alors  $\sin\theta_1 \approx \theta_1 \text{ (rd)} = \frac{\lambda}{a}$  (Si  $\theta < 0.17 \text{ (rd)} = 10^\circ$ )

$$\sin\theta_2 = \frac{2\lambda}{a}$$

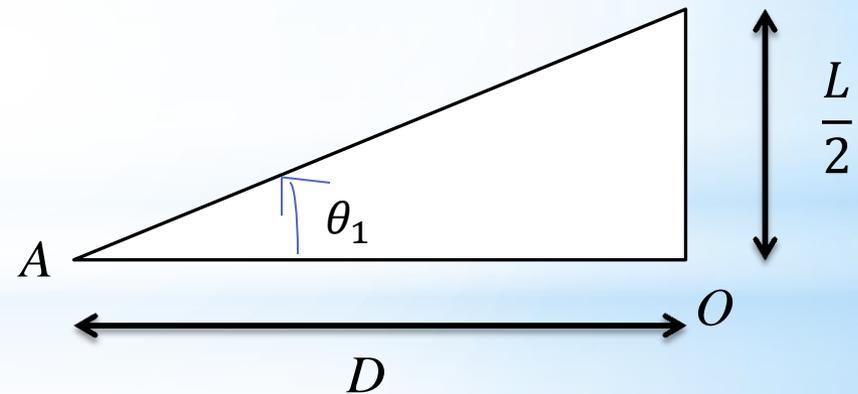
$$\sin\theta_3 = \frac{3\lambda}{a} \dots \text{ Etc}$$

➤ Géométriquement :

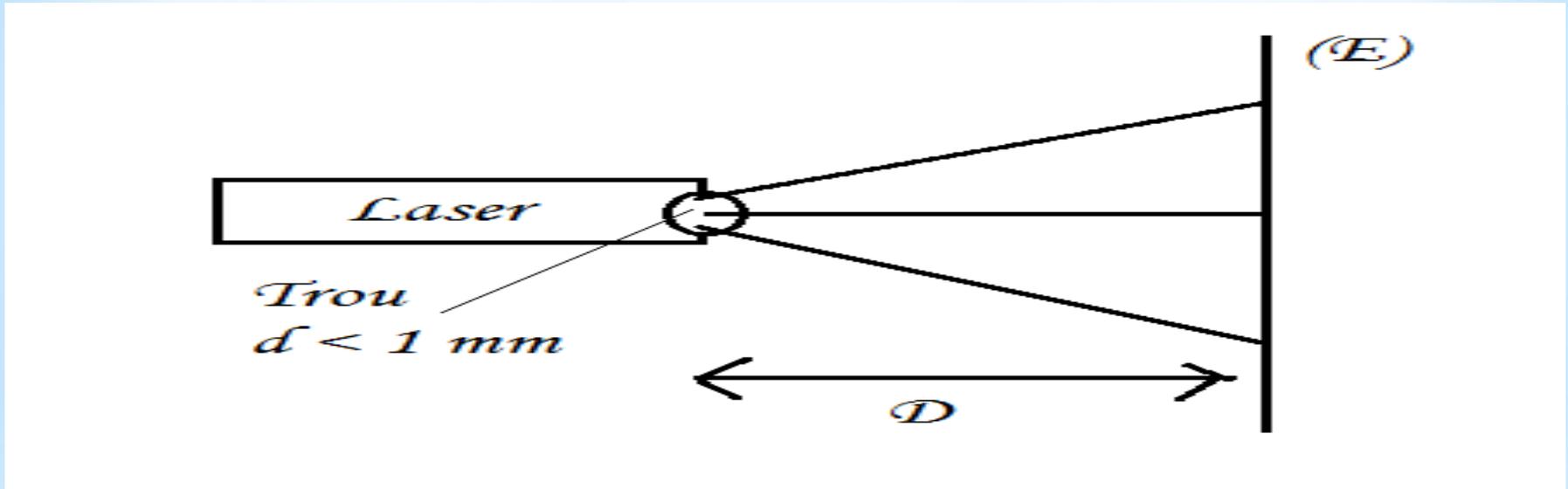
$$\tan\theta_1 = \frac{\text{Opp}}{\text{adj}} = \frac{\left(\frac{L}{2}\right)}{D} = \frac{L}{2D}$$

➤ Si  $\theta_1$  est faible, alors :  $\tan\theta \approx \theta$

$$\checkmark \text{ Alors : } \alpha = 2\theta_1 = \frac{2\lambda}{a} = \frac{2L}{2D} = \frac{L}{D}$$

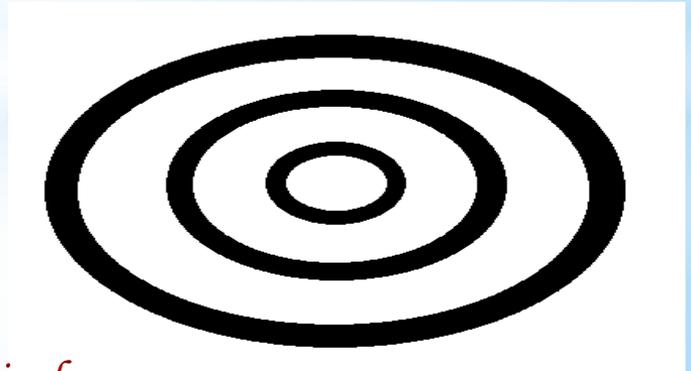


- Remarque : Tous les règles et les méthodes sont à retenir . Si la question est déterminer , il faut faire comme ci – avant .
- Diffraction par un trou de diamètre  $d$  :



- Observation :

Une tache circulaire centrale brillante , entourée par des anneaux concentriques alternativement brillantes et sombres .



➤ Relations : ( Supposons que  $\theta_1$  est faible ) .

✓ Physiquement :

$$\theta_1 = \frac{1.22 \lambda}{d}$$

Pour obtenir la valeur de  $\theta_{n+1}$  de la valeur de  $\theta_n$  , on ajoute sur le facteur de  $\lambda$  dans le numérateur de  $\theta_n$  la valeur : 1.01 , et on obtient  $\theta_{n+1}$  . C à d :

$$\theta_2 = \frac{(1.22 + 1.01)\lambda}{d} = \frac{2.23 \lambda}{d}$$

De la même manière :  $\theta_3 = \frac{(2.23+1.01)\lambda}{d} = \frac{3.24 \lambda}{d}$  .

✓ Géométriquement :  $\theta_1 = \frac{L}{2D}$  ( déjà fait )

➤ Alors :  $\theta_1 = \frac{1.22 \lambda}{d} = \frac{L}{2D}$  .

➤ Remarque:

Lorsqu'un faisceau lumineux rencontre une ouverture ou un obstacle de très petite dimension , il ne se propage plus par une ligne droite , il subit la diffraction .

➤ Exercice :

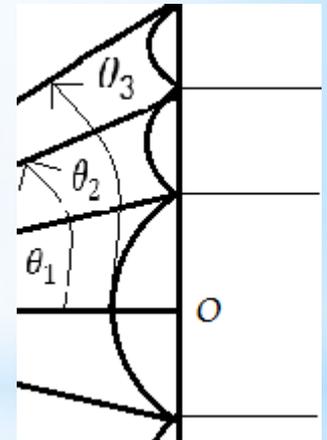
Un écran est placé à 50 cm d'une fente éclairée par une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda = 690 \text{ nm}$ . La distance entre la première frange sombre et la troisième frange sombre de la figure de diffraction est 3 mm. Calculer la largeur de la fente.

✓ Sol:

Distance entre première sombre et troisième sombre est :  $\frac{L}{2} + \frac{L}{2} = L$

Alors :  $L = 3 \text{ mm}$ , mais,  $\theta_1 = \frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$ , alors :

$$a = \frac{2 \lambda D}{L} = \frac{2 \times 690 \times 10^{-9} \times 50 \times 10^{-2}}{3 \times 10^{-3}} = 0.23 \times 10^{-3} = 0.23 \text{ mm}.$$



➤ Exercice:

*Un trou circulaire , de très petit diamètre , est éclairé successivement , par une lumière monochromatique rouge ( $\lambda_R = 800 \text{ nm}$ ) puis , par une lumière violette ( $\lambda_V = 400 \text{ nm}$ ) . Dans quel cas la tache centrale de diffraction est la plus étendue .*

✓ Sol:

$$\theta_1 = \frac{1.22 \lambda}{d} = \frac{L}{2D}$$

*Les distances  $d$  et  $D$  sont constantes , alors  $\lambda$  et  $L$  sont directement proportionnelles donc la plus grande longueur d'onde correspond à la largeur  $L$  la plus grande , donc la tache centrale de diffraction est plus étendue avec la lumière monochromatique rouge (  $\lambda_R = 800 \text{ nm}$  ).*

➤ Exercice:

Une fente de largeur  $a$  est placée sur le trajet d'un faisceau de lumière monochromatique, de longueur d'onde  $\lambda = 633 \text{ nm}$ , émise par un laser He – Ne .

Un écran est placée à la distance  $D = 2.5 \text{ m}$  de la fente .

On déplace une cellule photoélectrique (détecteur sensible à la lumière) le long de l'axe  $(x'ox)$  .

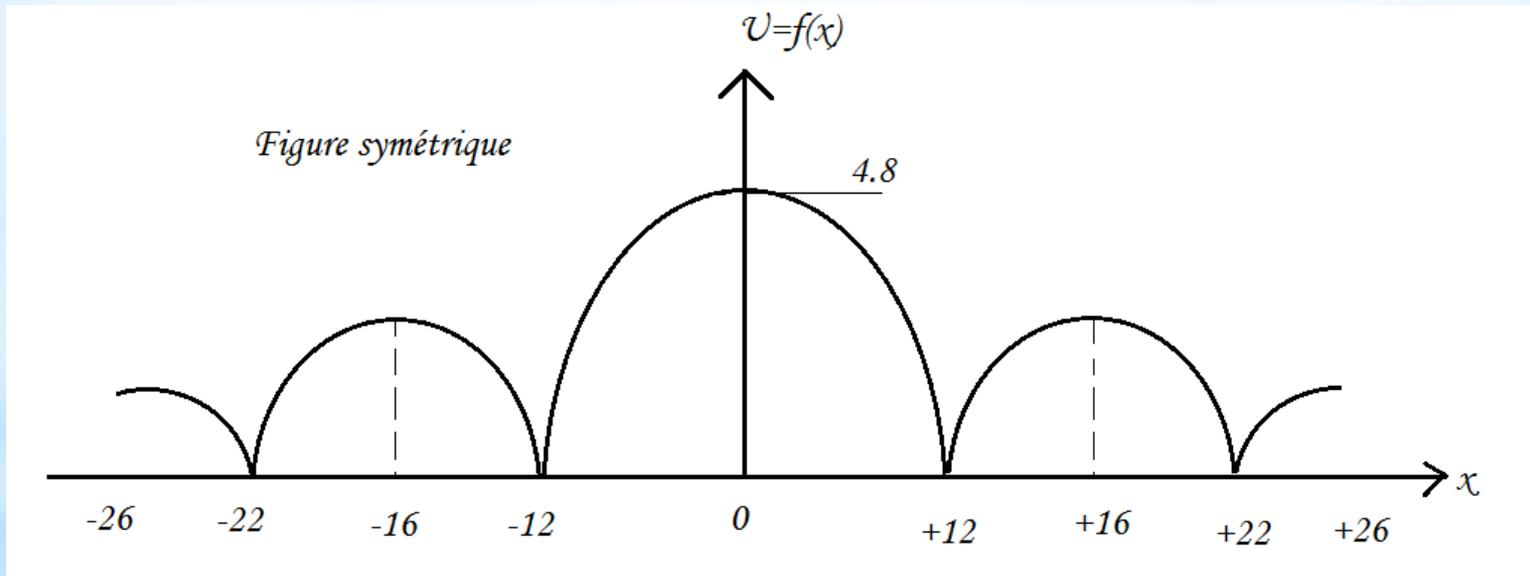
Cette cellule donne une tension  $U$  proportionnelle à l'intensité lumineuse  $I$  en chaque point  $M$ , de l'axe  $(x'ox)$ , déterminé par son abscisse  $OM = x$  . On obtient les résultats suivantes :

$X(\text{mm})$	26	24	22	20	18	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	2	0
$U(V)$	0.18	0.12	0.00	0.24	0.60	0.72	0.66	0.48	0.24	0	0.24	0.72	1.32	1.92	2.4	3.36	3.84	4.32	4.68	4.8

On obtient les mêmes valeurs de la tension  $U$  pour des valeurs de  $x$  négatives opposées à celles figurant dans le tableau .

1. Tracer la courbe représentant les variations de la fonction  $U = f(x)$  , pour les valeurs de  $x$  comprises entre  $-26$  mm et  $+26$  mm .

✓ Sol :



2. *Interprétez l'allure de la courbe obtenue .*

✓ Sol:

*Il y a des positions où la tension soit Max , pour  $x = 0$  , et  $x = \pm 16$  mm qui représentent les positions du centre de taches centrales brillantes .*

*Il ya des positions où la tension soit nulle , pour  $x = \pm 12$  mm et  $x = \pm 22$  mm , qui représentent les positions des zones sombres .*

*L'intensité de la lumière dans le tache brillante centrale est plus intense que les autres taches brillantes .*

*La largeur de la tache centrale est :  $2( 12 ) = 24$  mm d'après le graph .*

*La largeur de la tache latérale est 10 mm .*

3. *La largeur  $l$  de la tache centrale de la figure de diffraction observé est donner par :  $l = \frac{2 \lambda D}{a}$  . Calculer  $a$  .*

✓ Sol:  $a = \frac{2 \lambda D}{l} = \frac{2 \times 633 \times 10^{-9} \times 2.5}{24 \times 10^{-3}} = 0.131 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.131 \text{ mm} .$