TP 3: Diffraction de la lumière

Objectifs: Le phénomène de diffraction de la lumière permet de connaître des informations sur l'objet diffractant.

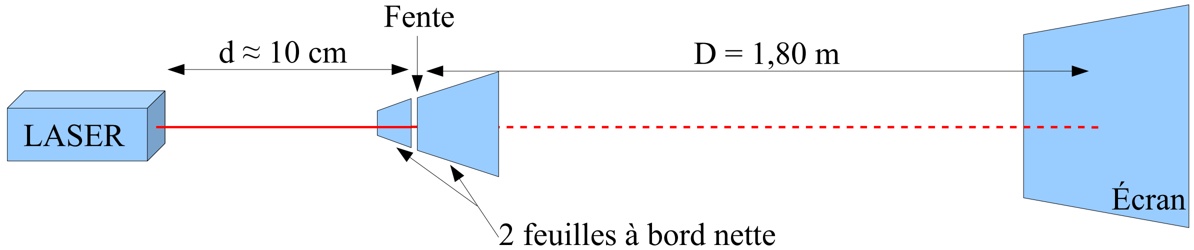
I°) La lumière, une onde électromagnétique

La lumière est une onde mais qui n'est pas mécanique. En effet, les ondes mécaniques ont besoin d'un milieu pour se propager (exemple: le son dans l'air) alors que la lumière peut se propager dans le vide.

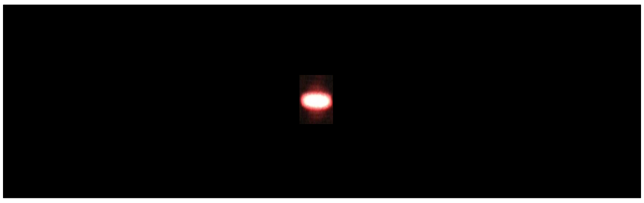
Donc comme la lumière est une onde, elle doit également subir le ***phénomène de diffraction***.

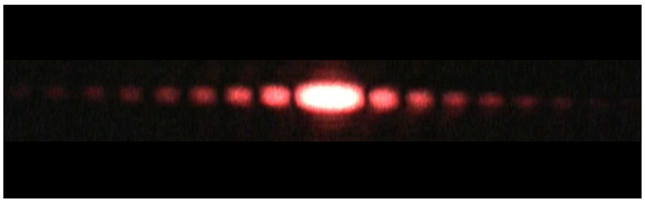
a°) Diffraction lumineuse

• Réaliser l'expérience ci-dessous.



1°) Dessiner ci-dessous l'image obtenue dans 2 cas: lorsque la fente est de grande ouverture et lorsqu'elle est petite.


Grande ouverture


Petite ouverture

2°) Est-ce que la lumière subit le phénomène de diffraction ? Dans quel cas apparait-il ?

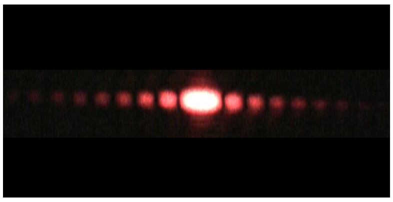
La lumière comme pour les ondes mécanique est sujet à la diffraction. Ce phénomène est très marqué quand la fente est de faible épaisseur.

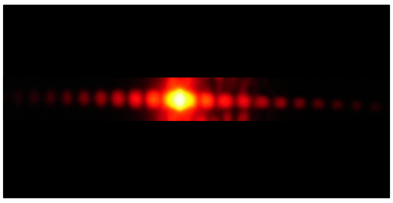
3°) Comparer la direction ou s'étale la figure de diffraction par rapport à la direction de la fente.

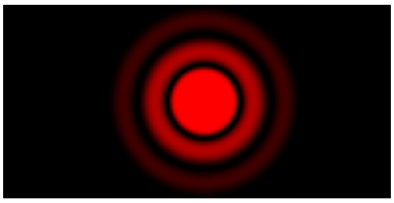
La fente est la figure de diffraction sont perpendiculaires.

b°) Diffraction par différents objets

• Réaliser la même expérience mais avec différents objets diffractants et dessiner rapidement les images obtenues ci-dessous.


Diffraction par une fente


Diffraction par un fil


Diffraction par un trou

1°) Qu'observez-vous entre la géométrie de l'objet diffractant et de l'image obtenu ? Quelle remarque pouvez-vous faire pour la fente et le fil ?

La figure de diffraction à la géométrie de l'objet diffractant.
On remarque qu'un fil à la même figure de diffraction qu'une fente.

II°) Influence de la largeur de la fente

a°) Expérience

• Réaliser toujours la même expérience mais cette fois avec des diapositives dont la largeur des fentes sont calibrées.

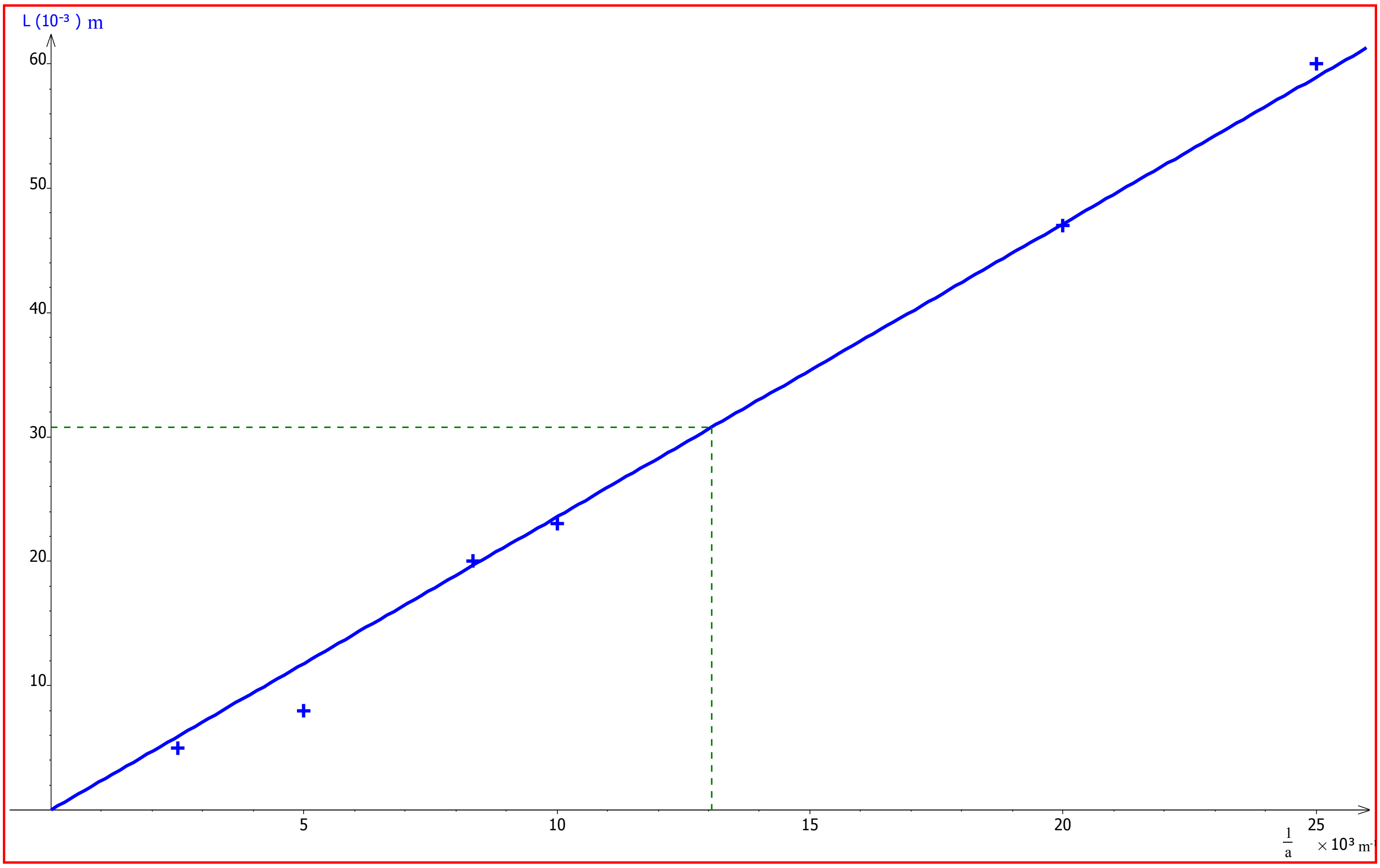
1°) Relever la longueur d'onde λ de la lumière du laser (valeur donnée par le constructeur).

Le constructeur donne une longueur d'onde de $\lambda = 650$ nm (Domaine du rouge)

2°) Pour chaque fente de largeur **a,** relever la largeur **L** de la tache centrale. Compléter le tableau ci-dessous.

a (m)	$0{,}400\times10^{-3}$	$0{,}280\times10^{-3}$	$0{,}120\times10^{-3}$	$0{,}100\times10^{-3}$	$0{,}050\times10^{-3}$	$0{,}040\times10^{-3}$
L (m)	**0,005**	**0,008**	**0,020**	**0,023**	**0,047**	**0,060**
$\frac{1}{a}$ (m^{-1})	$2{,}50\times10^{3}$	$3{,}57\times10^{3}$	$8{,}33\times10^{3}$	$1{,}00\times10^{4}$	$2{,}0\times10^{3}$	$2{,}5\times10^{4}$

3°) Tracer le graphique montrant l'évolution de L en fonction de $\frac{1}{a}$.



4°) Est-ce que $\frac{1}{a}$ et L sont proportionnels ?

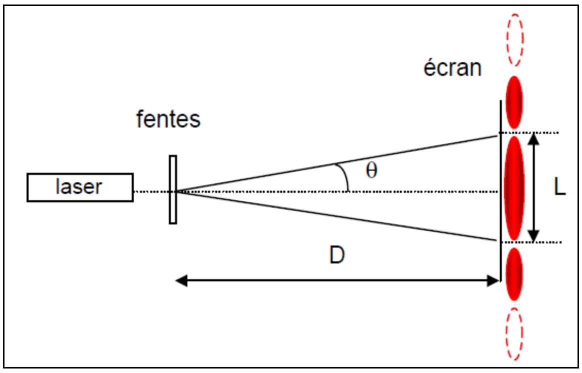
Ils sont proportionnels car on obtient une droite qui passe par l'origine.
(Attention dans le TP donné, la question du calcul du coefficient directeur n'est pas utile ici, vous pouvez l'enlever)

5°) Mesurer l'épaisseur d'un de vos cheveux. Faites apparaître les traits de construction sur le graphique.

On mesure une épaisseur L = 3,1 cm = 0,031 m. Sur le graphique on lit l'abscisse correspondant:
$\frac{1}{a}=13\,000$ **donc on a** $a=\frac{1}{13\,000}=77\,\mu m$ **.**

b°) Modélisation

Le but de cette partie est de relier l'angle d'ouverture **θ** (voir image ci-dessous) en fonction de **a** et de **λ**.



1°) Donner la relation entre: tan(**θ**), **D** et **L**.

On a un triangle rectangle. Donc on a $\tan(\theta)=\frac{L}{2D}$

2°) Pour des petits angles, on a: tan(**θ**) ≈ **θ**, écrire alors la relation entre **θ**, **D** et **L**.

Si θ est petit alors tan(θ) ≈ $\theta=\frac{L}{2D}$

3°) Compléter alors le tableau suivant: on rappel que **λ = 650 nm = 650 × 10^{-9} m**

$a\ (m)$	$0{,}400\times10^{-3}$	$0{,}280\times10^{-3}$	$0{,}120\times10^{-3}$	$0{,}100\times10^{-3}$	$0{,}050\times10^{-3}$	$0{,}040\times10^{-3}$
$\frac{\lambda}{a}$	1,62 × 10^{-3}	2,32 × 10^{-3}	5,42 × 10^{-3}	6,50 × 10^{-3}	1,3 × 10^{-2}	1,6 × 10^{-2}
$\theta=\frac{L}{2D}$	1,4 × 10^{-3}	2,2 × 10^{-3}	5,6 × 10^{-3}	6,4 × 10^{-3}	1,3 × 10^{-2}	1,7 × 10^{-2}

4°) Comparer alors **θ et** $\frac{\lambda}{a}$. En déduire alors la relation générale entre **D**, **L** et **λ** et **a**.

On voit facilement que $\theta=\frac{\lambda}{a}$ **et comme on a aussi** $\theta=\frac{L}{2D}$ **. On en déduit alors que** $\boxed{\frac{\lambda}{a}=\frac{L}{2D}}$

5°) Vérifier l'homogénéité de la relation obtenue.

Vérifions la dimension des équations:

On a $\frac{[\lambda]}{[a]}=\frac{\cancel{m}}{\cancel{m}}$ **est sans dimension. On a également** $\frac{[L]}{[2D]}=\frac{[L]}{[D]}=\frac{\cancel{m}}{\cancel{m}}$ **est également sans dimension.**
Donc la formule $\boxed{\frac{\lambda}{a}=\frac{L}{2D}}$ **est bien homogène.**