

# TP P1.3 : ÉTUDE DE LA DIFFRACTION

## Compétence(s)

- Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier ou utiliser le phénomène de diffraction dans le cas des ondes lumineuses.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation ou pour transmettre de l'information.

La diffraction est le comportement des ondes lorsqu'elles rencontrent un objet de forme aigüe (type arête ou bordure) : elle se manifeste par le fait qu'après la rencontre d'un objet, une partie de la lumière est déviée, selon des lois bien précises.

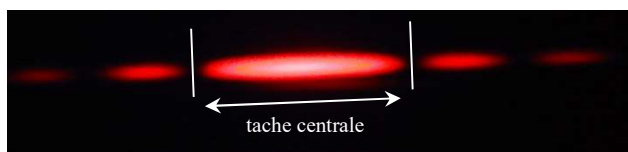
La diffraction s'observe avec la lumière, mais également avec le son, les vagues, les électrons (nous reviendrons sur ce point plus tard dans l'année). Elle est une signature de la nature ondulatoire d'un phénomène.

## Problématique

Quelle est l'influence de la taille de l'obstacle sur le phénomène de diffraction ? Comment mesurer le diamètre d'un cheveu grâce à un faisceau laser ?

## Document 1 : Diffraction d'un rayon laser par une fente

Lorsqu'un rayon lumineux passe à travers une unique fente verticale de faible ouverture, on observe à la sortie la figure de diffraction horizontale ci-dessous.



## Matériel disponible

- Un laser ;
- Un écran ;
- Un ensemble de fils de différente largeur ;

Et de toute autre petit matériel que vous jugerez utile...

## Questions préalables

Mettre en évidence le phénomène de diffraction. Qu'observerait-on après passage du faisceau laser sur le fil, si ce phénomène n'existait pas ?

### La tache lumineuse du rayon laser avec l'ombre du fil.

Quelle est l'influence de la largeur du fil sur le phénomène de diffraction ? Le montrer qualitativement.

### Plus le fil est fin, plus la figure de diffraction est étendue.

De quelle autre grandeur physique modifiable sur votre montage dépend la largeur de la tache centrale ?

### De la distance entre le fil et l'écran.

## I. MODÉLISATION DU PHÉNOMÈNE

### Travail à faire

Trouver la loi mathématique reliant l'importance du **phénomène de diffraction** (que l'on quantifiera par la **largeur de la tache centrale  $\ell$** ) au diamètre du fil  $a$ .

### Réflexion préalable

Comment faire, en sciences, pour trouver une loi mathématique reliant une grandeur (ici, la taille de la tache centrale) à une autre (ici la largeur de la fente) ?

**On trace un graphique représentant une grandeur en fonction d'une autre (ici  $\ell$  en fonction de  $a$ ).**

### Conception d'un protocole

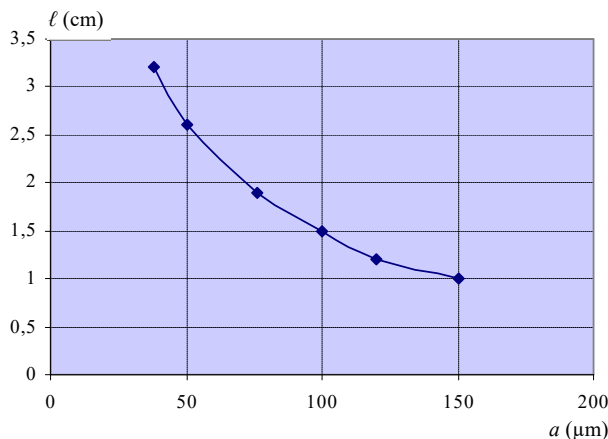
Imaginer le protocole d'une expérience constituant la première étape pour répondre à la problématique. Veillez à bien préciser les conditions dans lesquelles travailler pour être le plus précis possible.

- Placer les fils loin de l'écran afin d'obtenir la plus grande image possible.
- Faire passer le rayon laser sur le premier fil pour former le motif de diffraction sur l'écran.
- Mesurer la taille de la tache centrale et répéter pour chaque fil en veillant à ne pas changer la distance fils-écran.
- Tracer le graphique montrant la largeur de la tache centrale en fonction du diamètre des fils.

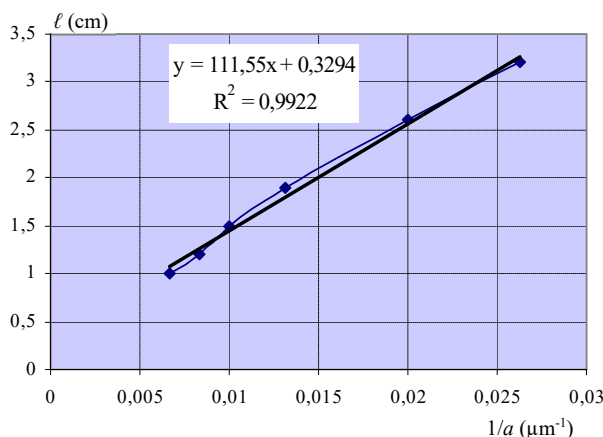
## Réalisation des mesures

Réaliser votre expérience, prenez les mesures nécessaires et exploitez mathématiquement ces mesures pour découvrir la loi mathématique pouvant modéliser ce phénomène.

### Courbe représentant $\ell$ en fonction de $a$ obtenue expérimentalement.



On peut conjecturer que  $\ell$  et  $a$  sont liées par une fonction inverse. Pour en avoir le cœur net, on trace  $\ell$  en fonction de  $1/a$ . On obtient la courbe ci-dessous.



On constate que les points sont alignés avec un degré satisfaisant de certitude ( $R^2 = 0,9922$ ).

## II. MESURE DU DIAMÈTRE D'UN CHEVEU

### Travail à faire

En mesurant la largeur de la tache centrale produite par la diffraction par le cheveu et vos découvertes de la partie I, en déduire le diamètre du cheveu.

**Avec le cheveu on mesure une largeur de tache centrale de 2,3 cm. (ce résultat est propre à chaque groupe !). On peut :**

- ou bien faire une lecture graphique à partir de la première courbe,  $a \approx 60 \mu\text{m}$ .
- ou bien utiliser l'équation de la droite calculée par le tableur ( $\ell = 111,55 \times (1/a) + 0,3294$ ,  $a = 57 \mu\text{m}$ ). Ce deuxième choix est préférable si vous avez du temps, car il permet une meilleure précision.

### Validation de votre résultat

Vérifier que ce diamètre correspond bien à la réalité, grâce à un microscope et une lame de Malassez.