

# LASER - DIFFRACTION - INTERFERENCES

*On prendra soin de reporter dans le compte-rendu :*

*courbes visualisées, mesures et leur incertitude, commentaires et interprétations.*

*Les graphes et régressions linéaires seront effectuées à l'aide d'un tableur, et imprimées en fin de séance.*

## Objectifs :

- Mettre en évidence et quantifier le phénomène de diffraction des ondes lumineuses.
- Mettre en évidence et quantifier le phénomène d'interférence des ondes lumineuses.

## Recommandations :

Tout faisceau laser est **potentiellement dangereux**, même si ceux utilisés en TP sont de faible puissance.

On ne doit **JAMAIS regarder le faisceau en face de sa source**.

Pour la même raison il faut se méfier des **réflexions parasites** qui peuvent se produire sur une surface réfléchissante (montre, bijou métallique, fente réglable et autre instrument). Aussi, on prendra garde à **ne pas manipuler un laser hors de son cavalier de fixation s'il est allumé**.

## I. Diffraction

### • MANIP 1 : Diffraction par une fente réglable

- Positionner un écran à environ 2 m du laser. Allumer le laser, observer son spot sur l'écran.
- Interposer une fente réglable sur le trajet du faisceau, près du laser.
- Réduire progressivement la largeur de la fente et observer la diffraction du faisceau sur l'écran. Comment évolue la tache centrale en fonction de la largeur de la fente ?

On souhaite maintenant vérifier quantitativement la loi qui relie la taille de la tache centrale de diffraction à la largeur de la fente diffractante. Dans les conditions de diffraction à l'infini, la largeur angulaire de cette tache (vue depuis la fente) dépend de la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière selon

$$\sin \frac{\Delta\theta}{2} = \frac{\lambda}{a}$$

**Q1.** En notant  $D$  la distance entre la fente et l'écran (ou la camera), comment s'exprime la largeur de la tache (en distance) ? Dans la suite on cherche à vérifier cette loi.

### • MANIP 2 : Loi de la diffraction à l'infini par une fente

- Remplacer la fente réglable par une diapositive comportant des fentes de taille variée calibrées connues.
- Interposer entre le LASER et la diapositive un élargisseur de faisceau <sup>a</sup>, suivi d'une lentille convergente. On choisira la distance focale de cette dernière et sa position de sorte à obtenir une onde plane sur la diapositive, de section suffisante pour bien recouvrir la fente.
- Pour chaque fente, mesurer la taille de la tache centrale de diffraction.
- Saisir les mesures dans un tableur. Tracer un graphe permettant de vérifier la loi énoncée plus haut par régression linéaire.
- La loi est-elle vérifiée ? La longueur d'onde indiquée pour ce laser correspond-elle à celle mesurée ?
- Changer de LASER puis vérifier rapidement à l'aide d'une mesure que la dépendance en  $\lambda$  est celle attendue.

---

<sup>a</sup>. Il s'agit d'une petite lentille très convergente du type que l'on trouve dans les microscopes.

• **MANIP 3 : Mesure de l'épaisseur d'un cheveu**

- Prélever un de vos cheveux et le fixer tendu sur un support vide. Remplacer la diapositive à fente par cet objet diffractant.
- Choisir un des deux LASER pour l'expérience dans le but d'optimiser la précision.
- Observer la figure de diffraction formée sur l'écran. Que constatez-vous ? Y a-t-il une/des différence(s) avec la figure obtenue précédemment avec une fente ?
- Mesurer la largeur du cheveu.

• **MANIP 4 : Loi de la diffraction à l'infini par une ouverture circulaire**

- Reprendre la principe de la MANIP 2 avec des ouvertures circulaires calibrées.
- Observer la figure de diffraction pour un trou suffisamment petit.
- Déterminer par régression linéaire l'expression du diamètre angulaire de la tache centrale (dite *tache d'Airy*). Comparer avec la loi obtenue pour la diffraction par une fente.

## II. Interférences à deux ondes

On utilise maintenant un objet diffractant constitué de deux fentes fines très rapprochées, espacées d'une distance  $d$ . En tant qu'objets diffractants, ces deux sources se comportent comme deux sources de lumières synchrones et *cohérentes*<sup>1</sup>. Par conséquent elles peuvent interférer. En théorie, l'écran étant éloigné d'une distance  $D$  très grande devant  $d$ , les franges d'interférences sont espacées d'une longueur  $i$  appelée *interfrange*, qui vérifie

$$i = \frac{\lambda D}{d}$$

• **MANIP 5 : Figure d'interférence donnée par deux fentes d'Young**

- Placer la double fente et l'écran. Observer la figure d'interférence. Analyser sa structure.
- Mesurer l'écartement  $d$  entre les deux fentes.

## III. Interférences à N ondes

Un réseau par transmission est constitué d'une succession de traits transparents très fins et parallèles gravés régulièrement avec un espacement  $a$  appelé *pas* du réseau. On le caractérise par son nombre de traits par unité de longueur  $N$  (par mm...), donc  $N = \frac{1}{a}$ . La condition d'interférence constructive entre les multiples rayons issus des traits fait intervenir un entier  $p$  appelé *ordre de d'interférence*, qui correspond à une différence de marche entre deux rayons consécutifs  $\delta = p\lambda$ . Ceci conduit à des direction par rapport à l'axe optique notées  $\theta_p$ , et qui vérifient

$$\sin \theta_p = p N \lambda + \sin i$$

où  $i$  est l'angle d'incidence sur le réseau.

• **MANIP 6 : Diffraction par un réseau**

- Placer un réseau perpendiculairement au banc optique et diriger le faisceau du LASER. Adapter si besoin la position de l'écran et observer les ordres de diffraction.
- Combien voit-on d'ordres d'inteférences ?  
*Si besoin on utilisera un dispositif d'élargissement de faisceau pour le LASER.*
- Effectuer les mesures les mesures nécessaires pour vérifier la loi ci-dessus par une régression linéaire.  
*Comment repère-t-on l'origine des angles (position exacte de l'axe optique) ?*
- En déduire la valeur trouvée pour  $N$ . Est-ce la valeur attendue ?

1. Deux ondes sont dites cohérentes si leurs phases respectives ne varient pas aléatoirement l'une par rapport à l'autre (elles sont liées).

S'il reste du temps, on pourra essayer de réaliser l'expérience suivante.

• **MANIP 7 : Décomposition de la lumière blanche par un réseau**

- Collimateur : à l'aide d'une source blanche de type LED et une fente réglable, former un faisceau parallèle par autocollimation (utiliser un miroir plan).
- A l'aide d'une seconde lentille (de courte focale), faire converger le faisceau sur l'écran.
- Interposer un réseau entre les deux lentilles et observer les ordres d'interférence.  
L'ordre de juxtaposition des couleurs est-il celui attendu ?