

Partie Comprendre : Lois et modèles

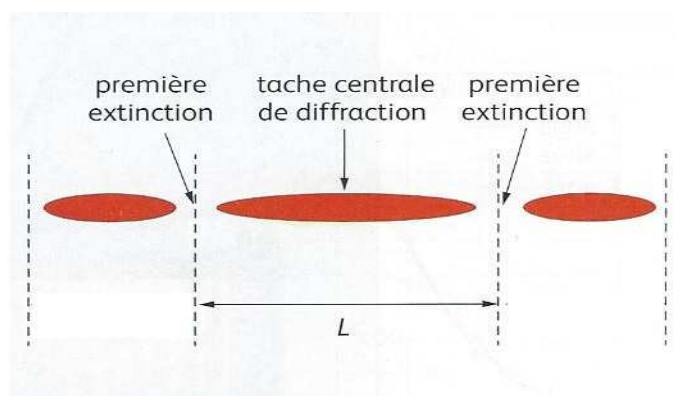
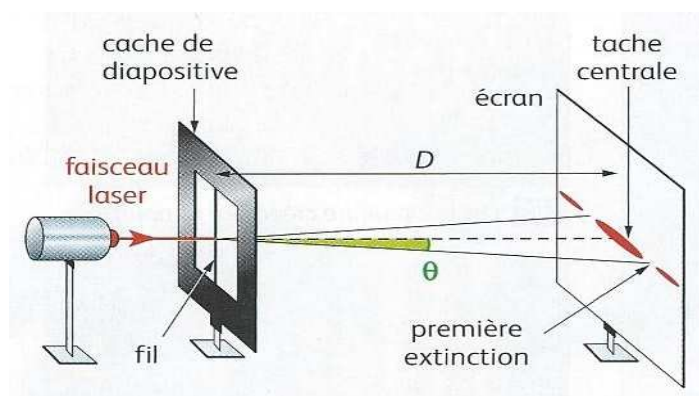
CHAP 15-ACT EXP Utilisation d'un capteur pour étudier des phénomènes optiques

Objectifs :

- Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier le phénomène de diffraction.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un laser comme outil d'investigation.
- Mettre en œuvre un protocole expérimental utilisant un capteur pour étudier un phénomène optique.

1. ÉTUDE DU PHENOMENE DE DIFFRACTION

- Réaliser le montage suivant permettant l'observation du phénomène de diffraction en utilisant comme objet diffractant un fil de diamètre $a = 80 \mu\text{m}$.
- On utilisera comme écran une feuille de papier blanc (assez transparente, du type papier pour imprimante).



1. Comment choisir la distance D pour favoriser l'observation de la figure de diffraction ?
2. Noter la valeur utilisée pour l'expérience.

1.1. Acquisition et réglages du logiciel

- Brancher la webcam sur le port USB de l'ordinateur.
- Lancer le logiciel Regavi et cliquer sur "intensité lumineuse".
- Dans la barre d'outils de gauche, sélectionner 800x600.
- Cliquer sur "webcam".
- Placer la webcam derrière l'écran, bien en face de la feuille sur laquelle est observée la figure de diffraction.
- Placer une règle dans le champ de la webcam pour pouvoir réaliser l'étalonnage (Scotcher la règle sur la feuille si nécessaire).
- Il faut que sur l'image on puisse voir au moins 10 cm de règle

Dans la barre d'outils de gauche :

- Il est possible de régler le gain, la luminosité ou le gamma.
- Ouvrir le menu déroulant "dimension" et choisir Echelle.
- Choisir comme largeur du tracé 4
- Choisir comme couleur du trait « noir » pour le tracé de l'axe de visualisation
- Choisir comme couleur exploitée « Rouge » pour l'intensité lumineuse.

Dans la barre d'outils en haut :

- Cliquer sur « Acquisition » : un axe de visualisation et une barre graduée apparaissent à l'image.

Etalonnage :

- Déplacer la barre graduée sur l'image de la règle et faire coïncider ses extrémités avec une longueur précise (par exemple 5 cm) sur la règle.
- Inscrire la longueur de l'échelle dans la barre d'outils à gauche (par exemple inscrire 50 mm dans la barre d'outils à gauche pour une longueur mesurée sur la règle de 5 cm)

(cf image1 en annexe)

Visualisation de l'intensité :

- Faire coïncider l'axe de visualisation avec la figure de diffraction. La faire glisser pour que son origine soit au centre de la tache centrale et l'incliner autant que nécessaire pour faire coïncider l'axe de visualisation avec l'orientation de la figure de diffraction.
- Dans la fenêtre de visualisation il faut que l'intensité correspondant au pic central ne sature pas trop et que les maximums d'ordre 2 (et même d'ordre 3 si possible) soient visibles.
- Pour cela, il est possible de régler le gamma ou même de revenir sur les réglages de la webcam (barre d'outils en haut) et de régler le gain et la luminosité (dans la barre d'outils de gauche) avant de refaire une acquisition.

(cf image2 en annexe)

Montrer votre acquisition au professeur.

2.2. Analyse de la figure de diffraction

- Démarrer le logiciel Regressi.
- Dans Regavi, exporter les données vers Regressi en utilisant l'icône correspondante.

1. Déterminer la largeur de la tache centrale en repérant les minima à l'aide du réticule. (On pourra éventuellement procéder à un changement d'origine au préalable).

2. Déterminer la formule reliant θ , L et D (définis sur les schémas ci-dessus) :

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

3. A l'aide de la relation :

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

déduire la valeur de la longueur d'onde λ du laser en fonction de a, L et D :

$$\lambda = \frac{a.L}{2.D}$$

4. a. Estimer l'incertitude $\Delta(L)$ sur L puis $\Delta(D)$ sur D

b. Calculer l'incertitude sur λ : $\Delta(\lambda)$, grâce à la formule :

$$\frac{\Delta(\lambda)}{\lambda} = \frac{\Delta(a)}{a} + \frac{\Delta(L)}{L} + \frac{\Delta(D)}{D}$$

On prendra $\Delta(a)/a = 0,03$ (soit 3% correspondant à la valeur indiquée par le constructeur du fil calibré de 80 μm)

- Proposer un encadrement de la valeur de λ trouvée expérimentalement.
- Le constructeur indique que la longueur d'onde du faisceau issu de la diode laser est de 650 nm. La valeur trouvée expérimentalement est-elle compatible avec la valeur donnée par le constructeur ?
- Comparer la largeur de la tache centrale avec les largeurs des autres taches.

2. ÉTUDE DE L'INTERFÉRENCE D'ONDES LUMINEUSES MONOCHROMATIQUES

3.1. Acquisition

- Réaliser le montage permettant l'observation d'une figure d'interférence en utilisant une fente double.
- Réaliser l'acquisition de cette figure.

Montrer votre acquisition au professeur.

- Faire le schéma de l'expérience

3.2. Analyse de la figure d'interférence

- Exporter votre mesure de l'intensité lumineuse vers Regressi.

1. A l'aide du réticule, déterminer la valeur de l'interfrange i
2. En prenant $\lambda = 650 \text{ nm}$, déterminer la distance b séparant les deux fentes en utilisant la formule :

$$b = \frac{\lambda \cdot D}{i}$$

3. a. Estimer l'incertitude $\Delta(i)$ sur i
- b. Calculer l'incertitude sur b : $\Delta(b)$, grâce à la formule :


$$\frac{\Delta(b)}{b} = \frac{\Delta(D)}{D} + \frac{\Delta(\lambda)}{\lambda} + \frac{\Delta(i)}{i}$$

3. ÉTUDE DE L'INTERFERENCE EN LUMIERE BLANCHE

- Ouvrir l'image "interference_en_lumiere_blanche.jpg" avec Regavi

Cette image est une photo prise d'une figure d'interférence obtenue lorsque la source de lumière utilisée est une source de lumière blanche (on utilisait un laser dans le §2.).

On observe une irisation de la figure d'interférence, nous allons donc l'étudier en isolant chaque composante (rouge, verte, bleue) de l'image.

- Ouvrir l'image "interference_en_lumiere_blanche.jpg" avec Regavi
- Dans la barre d'outils de gauche, sélectionner R pour étudier la composante rouge de l'image.
- Dans la barre d'outils de gauche, ouvrir le menu déroulant "dimension du pixel" et choisir mm
- Transférer les valeurs de l'intensité lumineuse de la composante rouge vers Regressi en la nommant $I(R)$.
- Refaire ce même transfert vers Regressi pour l'intensité lumineuse de la composante verte, notée $I(V)$, puis bleue $I(B)$.
- Dans Regressi, superposer les 3 courbes à l'aide du bouton 

Attention : la couleur de la courbe ne correspond pas forcément à la couleur de la composante étudiée.

1. A l'aide du réticule, déterminer la valeur de l'interfrange :

- $i(R)$ du rouge
- $i(V)$ du vert
- $i(B)$ du bleu

2. Expliquer pourquoi les trois courbes ont des interfranges de valeurs différentes

Données :

Longueur d'onde du rouge : $\lambda = 650 \text{ nm}$

Longueur d'onde du bleu : $\lambda = 450 \text{ nm}$

Longueur d'onde du vert : $\lambda = 550 \text{ nm}$

3. Expliquer le phénomène d'irisation observé sur la figure d'interférence en lumière blanche