

ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE 10 : MESURE PAR INTERFÉRENCE DE LONGUEURS

Document 1

Du fait de la très grande sensibilité des figures d'interférences aux conditions expérimentales, les mesures par interférences, ou interférométrie, se sont répandues dans de nombreux secteurs, comme dans l'industrie, pour la mesure de très faibles variations d'épaisseur.



En astronomie, on s'arrange pour observer la même source en deux endroits à l'aide de deux télescopes et l'on fait interférer les deux images. L'évolution de la figure d'interférences obtenue en fonction de l'écartement des télescopes permet de remonter aux dimensions de la source observée.

Document 2

Observer les pixels à l'aide d'une loupe avec un écran d'ordinateur, de téléphone portable ou de télévision. Dans un appareil photo numérique, les pixels sont produits par la « dalle » de cellules constituant l'écran où se forme l'image optique derrière l'objectif : chaque pixel est constitué de trois sous-pixels, l'un de couleur rouge R, l'autre de couleur verte V et le dernier bleu B. Ces couleurs ne sont pas monochromatiques mais correspondent à une émission dans un intervalle de longueur d'onde centré sur un maximum à environ 700 nm pour le rouge R, 545 nm pour le vert V et 435 nm pour le bleu B.

Document 3

Etude de l'image numérique par le logiciel ImageJ (« programmes utilitaires ») :

ce logiciel permet d'obtenir l'image en « allumant » un seul type de sous pixel, rouge R, vert V ou bleu B : alors l'image est produite en niveau de gris.

Pour obtenir 3 images en niveau de gris pour chaque couleur de sous pixel :

- Ouvrir dans l'atelier « physique terminale » : {File (dossier), Open (ouvrir)}, les images à analyser : figure d'interférence puis figure de diffraction.
- Le menu : {Image, Color, Split channels (Dissocier les canaux)} produit 3 images en niveau de gris correspondant chacune à un seul pixel
- Pour mesurer les distances, tracer une ligne sur la distance étalon qui est graduée en dixièmes de mm ($100 \leftrightarrow 1,0$ cm) puis le menu {Analyze, Set Scale} permet de calibrer la longueur représentée par chaque pixel, ne pas oublier l'unité.

Données :

- largeur de la tache centre d'une figure de diffraction d'une fente fine $L = \frac{2D}{a}$;
- interfrange de la figure d'interférence par deux fentes fines : $i = \frac{D}{l}$.
- On estime les incertitudes sur a , i et λ égales à $\Delta a = 1 \mu\text{m}$, $\Delta \lambda = 5 \text{ nm}$ et $\Delta i = 0,1 \text{ mm} / n$ où n est le nombre de franges mesurées : Calculer l'incertitude ΔD sur D donnée par la relation : $\Delta D = D \times \sqrt{\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta i}{i}}$. La valeur de D est exprimé par un encadrement. Par une relation analogue, la valeur de λ est exprimée par un encadrement.

On va modéliser les deux télescopes par deux fentes F_1 et F_2 : voir document 4.

Les documents ci-dessous enregistrées dans l'atelier {physique terminale} représentent d'une part la photo numérique de la figure de diffraction d'une fente unique (les deux fentes sont supposées identiques de largeur $a = 100 \mu\text{m}$) et, d'autre part, celle de la figure d'interférence donnée par les deux fentes.

Analyser les enregistrements afin de déterminer l'espacement entre les deux fentes ainsi que la distance D les séparant de l'écran.

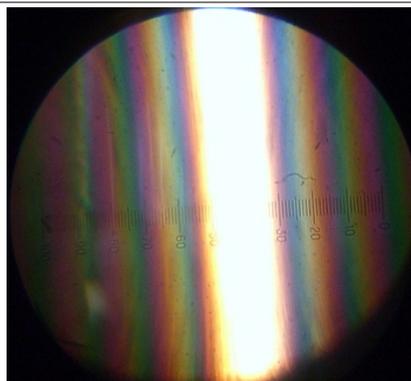
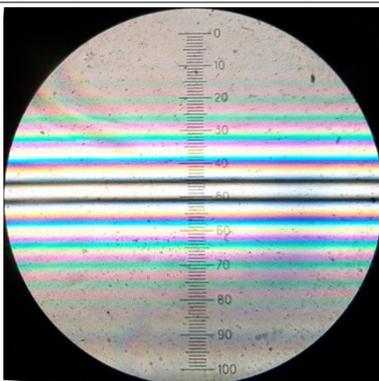


Figure d'interférence

Figure de diffraction