

Optique TP n°3 Interférences avec les fentes d'Young

Mardi 22 ou 29 septembre 2026

Compétences expérimentales exigibles

- ✓ PCSI : Mettre en œuvre le dispositif expérimental des trous d'Young avec une acquisition numérique d'image.
- ✓ Identifier l'effet de la diffraction sur la figure observée avec les trous d'Young.
- ✓ Utiliser un critère semi-quantitatif de brouillage des franges portant sur l'ordre d'interférences pour interpréter des observations expérimentales lors de l'élargissement spectral de la source.
- ✓ Évaluer l'incertitude-type d'une grandeur s'exprimant en fonction d'autres grandeurs, dont les incertitudes-types sont connues, à l'aide d'une somme, d'une différence, d'un produit ou d'un quotient.
- ✓ Comparer entre elles les différentes contributions lors de l'évaluation d'une incertitude-type composée.
- ✓ Comparer deux valeurs dont les incertitudes types sont connues à l'aide de leur écart normalisé.

Matériel – Par binôme (en salle 174)

- ☐ Deux diodes LASER de couleurs différentes
- ☐ Fentes d'Young
- ☐ Écran

Matériel – Un exemplaire en salle des Michelson

- ☐ Lampe à vapeur de sodium
- ☐ Condenseur
- ☐ Fente réglable
- ☐ Lentilles minces convergentes $f' = 20$ cm
- ☐ Lunette de visée à l'infini
- ☐ Banc d'optique

Objectif du TP

- Étudier les interférences avec les fentes d'Young.
- Observer l'effet de l'élargissement de la source.

I Travail préparatoire

- Lire l'ensemble de l'énoncé, et y identifier ce qu'il faudra faire pendant la séance.
- Préparer les questions précédées d'une .
- Lire les §I et §III de la fiche sur les incertitudes, et l'apporter.

Questions préparatoires –

On réalise dans l'air l'expérience des fentes de Young à l'aide d'une source ponctuelle monochromatique, de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 632,8$ nm placée au foyer objet d'une lentille convergente. Le faisceau parallèle émergent éclaire un système de deux fentes de Young de largeur b et distantes de a de manière symétrique par rapport à l'axe optique. On observe la figure d'interférences sur un écran situé à une distance D .

Q1. Réaliser un schéma permettant de représenter le champ d'interférences. Pourquoi dit-on que les interférences sont délocalisées ?

- Q2. Déterminer la différence de marche en un point M d'abscisse x sur l'écran dans le champ d'interférences. On considérera que D est grande devant les autres dimensions.
- Q3. En utilisant la formule de Fresnel, exprimer le profil d'intensité $I(x)$ sur l'écran. Quelles sont les abscisses $x_{\max}$ correspondant aux lieux d'interférences constructives et les abscisses $x_{\min}$ correspondant aux lieux d'interférences destructives ?
- Q4. Définir et déterminer l'interfrange.

II Fentes d'Young en lumière monochromatique

II.1 Observations et interfranges



	$b = 40 \mu\text{m}$					$b = 80 \mu\text{m}$				
n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$a (\mu\text{m})$	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500

Expérience – Interfrange

- ☞ Réaliser un montage optique pour observer les interférences produites par des fentes d'Young en utilisant une diode laser placée à quelques centimètres des fentes. On utilisera la paire n°1.
- ☞ Observer la figure d'interférences sur un écran placé le plus loin possible des fentes.
- ☞ Mesurer l'interfrange i de la figure, ainsi que toutes les longueurs que vous jugerez pertinentes.
- ☞ Évaluer leurs incertitudes-types.



🔍 Présenter vos observations et l'évaluation des incertitudes à l'enseignante.

Observations et écarts des fentes

- Q5. Faire un schéma du montage.
Noter vos observations expérimentales : reproduire la figure d'interférence observée, et identifier clairement dessus la figure de diffraction et les franges d'interférences.
- Q6. Identifier précisément les sources d'incertitudes sur chaque mesure effectuée et évaluer leurs incertitudes-types.
- Q7. Déterminer la distance a séparant les deux fentes, et calculer son incertitude-type. 💡 voir §III.1 & III.2 du poly « Les incertitudes ».
Écrire le résultat. 💡 voir §I.1 du poly « Les incertitudes ».
- Q8. Comparer à la valeur fournie par le constructeur en évaluant l'écart normalisé. Commenter.
💡 voir §I.2 du poly « Les incertitudes ».

Expérience – Observations qualitatives

- ☞ Translater la source dans le sens des fentes (verticales).
 - ☞ Translater la source perpendiculairement aux fentes (horizontales).
- Q9. Noter vos observations.

II.2 Validation de la loi de l'interfrange

Protocole

Q10. Proposer un protocole permettant de vérifier la relation de $i = \frac{\lambda D}{a}$ en exploitant une régression linéaire.

 Présenter votre protocole à l'enseignante.

Expérience –

-  Mettre en œuvre le protocole.
-  Évaluer les incertitudes sur la mesure de i .
-  Utiliser Capytale : <https://capytale2.ac-paris.fr/web/c/3102-11610092/bfc> (Code activité : 3102-11610092) pour exploiter les mesures.

Exploitation et conclusion

Q11. Conclure.

II.3 Effet de la diffraction

Expérience – Effet de la diffraction

-  Mesurer la largeur L de la tache centrale pour les fentes d'Young utilisées précédemment.
-  Évaluer son incertitude-type.

Données – Diffraction

Le demi-angle du cône de diffraction due à une ouverture de taille b est $\theta \approx \frac{\lambda}{b}$

Largeur des fentes

- Q12. Faire un schéma et relier L , D , b et λ .
- Q13. Déterminer la largeur b des fentes, calculer son incertitude-type, et écrire le résultat de l'expérience.
- Q14. Comparer à la valeur fournie par le constructeur en évaluant l'écart normalisé. Commenter.

Expérience – Modification de a ou b

-  Observer la figure d'interférences en utilisant les différentes fentes d'un même groupe, c'est-à-dire d'une même largeur de fente.
-  Dénombrer le nombre total de franges visibles dans la tache centrale.

Q15. Comparer le nombre de franges au rapport $\frac{b}{a}$.

-  Comparer les figures observées avec les doubles fentes 1 et 6 (puis 2 et 7, puis 3 et 8, ...)

Q16. Noter vos observations.

III Cohérence spatiale

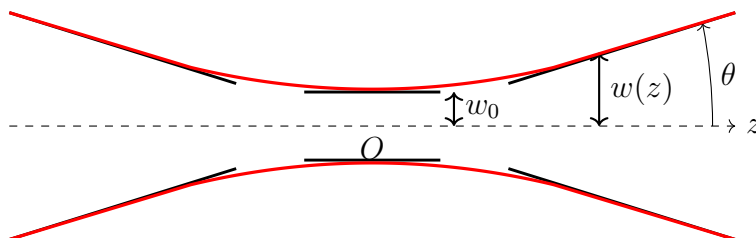
Le LASER n'est pas une source ponctuelle, son faisceau peut être assimilé à un faisceau dit gaussien (cf chapitre sur le LASER en fin d'année).

Pour un faisceau gaussien se propageant dans le vide, la largeur du faisceau $w(z)$ sera à une valeur minimale w_0 appelée le waist du faisceau laser, situé en z_0 .

Le paramètre $w(z)$ s'approche d'une ligne droite pour $z \gg z_0$.

L'angle entre cette ligne droite et l'axe central du faisceau est appelé la divergence du faisceau. Il est

$$\text{donné par } \tan(\theta) = \frac{\lambda}{\pi w_0}$$



Protocole : Mesure de w_0

Q17. Proposer un protocole pour estimer la valeur de w_0 .

 Présenter vos observations et l'évaluation des incertitudes à l'enseignante.



Expérience – Mesure de w_0

 Mettre en œuvre le protocole.

Q18. Noter vos mesures.

Q19. Déterminer une condition sur la distance laser-fente donnée par le critère de cohérence spatiale. Cette condition était-elle réalisée dans le II ?

IV Cohérence temporelle : Fentes d'Young en lumière polychromatique

On se placera sur l'unique poste possible dans la salle des Michelson.



Expérience – Cohérence et lampe à vapeur de sodium

-  Placer un condenseur entre la lampe à vapeur de sodium et une fente source. Faire converger la lumière du condenseur sur la fente source à l'aide du condenseur.
-  Placer une lentille de focale $f' = 20$ cm de manière à avoir la fente source au foyer objet de cette dernière en utilisant la méthode d'autocollimation.
-  Placer les fentes d'Young après la lentille.
-  Il faut rechercher les franges à travers le viseur. Placer celui-ci dans la zone où se trouvent les franges. Régler éventuellement la position verticale du viseur.
-  Avant réglage, les franges sont souvent peu nettes ; on observe au mieux une zone fortement éclairée et striée : affiner le parallélisme fente primaire / direction privilégiée des fentes et modifier éventuellement la largeur de la fente source.
-  Modifier l'ouverture de la fente. Qu'observez-vous ?



Cohérence temporelle

Q20. Noter vos observations.

Q21. Expliquer le brouillage de la figure d'interférence observé.