

Spectroscopie Interférentielle à l'aide du Michelson

Objectifs :

- Réglage du Michelson.
- Étudier l'apparition de brouillages des interférences en présence de sources non monochromatiques, et s'en servir pour évaluer quantitativement la longueur de cohérence temporelle et la largeur spectrale.

Compétences expérimentales exigibles :

- Obtenir une estimation semi-quantitative de la longueur de cohérence temporelle d'une radiation à l'aide d'un interféromètre de Michelson en lame d'air.
- Réaliser la mesure d'un faible écart spectral avec un interféromètre de Michelson.

Précautions d'usage impératives

- L'argenture des miroirs et la surface réfléchissante de la séparatrice n'étant pas protégés, on n'y touchera sous aucun prétexte.
- On manipulera les vis avec délicatesse.
- On demandera l'autorisation pour déplacer le Michelson.

I. Réglage du Michelson

Dans toute cette partie, on utilise une lampe à vapeur de mercure. On pourra se référer au TP-cours pour les détails.

• MANIP 1 : Compensatrice et miroirs

- Mettre les vis V_4 et V_5 à « mi-course » (vérifier que les lamelles sont en contact, un peu courbées mais pas trop).
- Au moyen d'un collimateur, effectuer les réglages de la compensatrice et du parallélisme des miroirs.

• MANIP 2 : Anneaux d'égale inclinaison en lumière quasi monochromatique

- Observer en source étendue les anneaux d'égales inclinaisons. Bien les stabiliser.
- Les interférences sont-elles localisées ? Le montrer expérimentalement en utilisant une lunette réglée sur l'infini.

Exercice (maison) : Montrer que si l'épaisseur de la lame d'air diminue, les anneaux d'égales inclinaisons se déplacent vers le centre et l'interfrange augmente, et vice versa.

• MANIP 3 : Passage au contact optique

- En cours de chariotage, retoucher éventuellement le parallélisme des miroirs s'il se dégrade, en agissant notamment sur le réglage fin (miroir M_2). Si les anneaux sont bien stables, la figure ne doit pas dériver.
- Affiner la zone de positions du miroir M_1 au voisinage desquelles se trouve le contact optique.

II. Évaluation d'une largeur spectrale

Exercice (maison) : lorsqu'une source émet deux radiations proches λ et $\lambda + \Delta\lambda$, retrouver rapidement qu'entre deux brouillages successifs la différence de marche δ varie d'une quantité que l'on déterminera.

• MANIP 4 : Étude du doublet jaune du sodium

- Placer la lampe à vapeur de sodium, observer les anneaux.
- Translater le miroir et observer les brouillages périodiques.
- Relever la distance entre deux brouillages successifs (on pourra observer n brouillages pour avoir davantage de précision).
- En déduire l'écart entre les longueurs d'onde $\Delta\lambda$, sachant qu'une raie jaune correspond à $\lambda = 589,6 \text{ nm}$.
- Associer ce résultat à celui des camarades pour faire une statistique sur toute la classe (avec PYTHON de préférence, ou un tableur sinon).

On souhaite maintenant déterminer la longueur d'onde centrale λ_0 et la largeur spectrale $\Delta\lambda$ d'un filtre interférentiel.

• MANIP 5 : Étude d'un filtre interférentiel

- Passer à une source de lumière blanche associée à un filtre interférentiel.
- Revenir au contact optique ^a.
- Déterminer la largeur $\Delta\sigma$ du filtre en utilisant les deux premiers brouillages de part et d'autre du contact optique.
- Déterminer la longueur d'onde centrale λ_0 en étudiant le défilement des franges sur un déplacement donné de M_1 .
- Explorer les brouillages successifs en s'éloignant du contact optique. Quelle différence importante apparaît par rapport à la lumière de vapeur de Sodium ?

^a. Il y a de grandes chances que vous ne voyez plus d'anneau si vous êtes trop loin du contact optique. Il est alors possible de passer momentanément avec la source au Mercure pour retrouver le contact optique exact puis revenir au blanc. L'autre possibilité est de se baser sur l'abscisse x_0 notée au préalable pour le contact optique.

REMARQUE : On peut montrer (cf exercice dédié) que pour une source de distribution spectrale rectangulaire centrée sur λ_0 , de largeur en nombre d'onde $\Delta\sigma$, le *degré de cohérence* ou *facteur de contraste* de l'éclairement est

$$C(\delta) = |\text{sinc}(\pi\delta\Delta\sigma)|$$

où δ est la différence de chemin optique entre les deux voies. Cela rend-il compte de la dernière observation ¹ ? Quel serait le facteur de contraste $C(\delta)$ dans le cas du doublet du Sodium ?

• MANIP 6 : Source de lumière blanche

- Proposer et réaliser une méthode de mesure de la largeur spectrale de la source blanche.
- Vérifier par le calcul la valeur trouvée.

1. De façon générale l'enregistrement du contraste en fonction de δ , c'est-à-dire au cours du chariotage, permet de remonter à l'allure du spectre de la source en terme de densité spectrale. Dans le cas du spectre interférentiel l'enveloppe en sinc nous permet de remonter à un spectre en forme de fonction porte.