

Interféromètre de Michelson (2)

Liste du matériel à disposition : interféromètre de Michelson, laser, lampe spectrale, lampe blanche, filtre interférentiel, ensemble de lentilles convergentes, diaphragme circulaire, dépoli, écran, spectromètre à fibre optique.

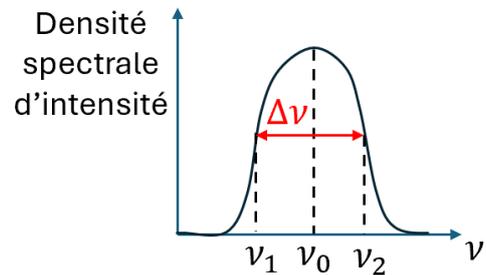
I Préambule théorique

Critère semi-quantitatif de brouillage par élargissement spectral de la source :

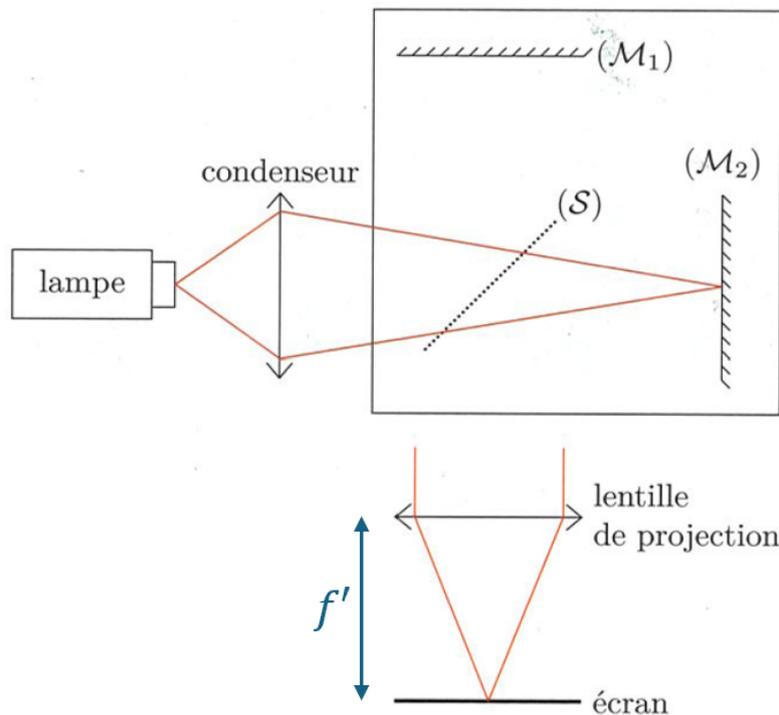
Le spectre de la source lumineuse utilisé présente une largeur spectrale $\Delta\nu$. Le critère semi-quantitatif de brouillage donne la condition à partir de laquelle les franges d'interférences sont brouillées :

$$p_2(M) - p_0(M) \geq \frac{1}{2}$$

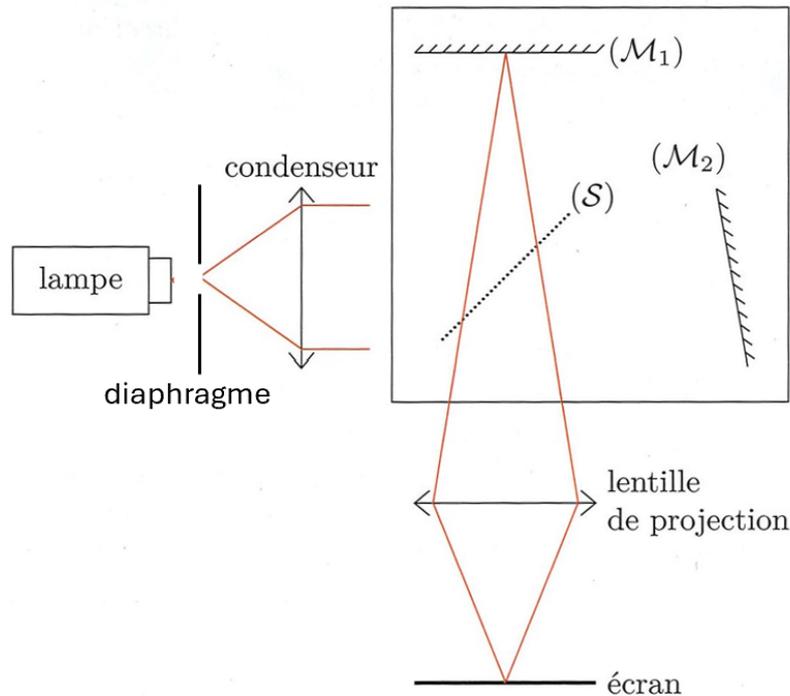
avec p_0 et p_2 les ordres d'interférences en M associées aux fréquences ν_0 et ν_2 .



Montage expérimental pour l'étude de l'interféromètre de Michelson en lame d'air :



Montage expérimental pour l'étude de l'interféromètre de Michelson en coin d'air :



II Partie sans manipulation expérimentale (30 à 45 min)

II.1 Interféromètre de Michelson en configuration lame d'air

1. Justifier que, en configuration lame d'air, la distance lentille de projection - écran doit être égale à la distance focale.
2. Proposer un protocole permettant de déterminer la longueur de cohérence temporelle $\ell_c = \frac{c}{\Delta\nu}$ d'une source spectralement étendue. Ce protocole utilisera l'interféromètre de Michelson dans la configuration lame d'air.

II.2 Interféromètre de Michelson en configuration coin d'air

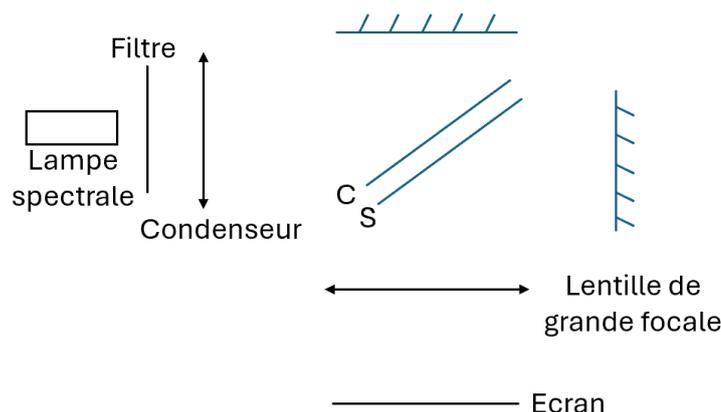
3. Comment doit-on placer la lentille de projection en configuration coin d'air ? Justifier cette condition d'observation des interférences.
4. Comment placer la lentille d'éclairage pour obtenir un faisceau incident parallèle ? Donner le nom d'une méthode expérimentale permettant de placer cette lentille.

III Partie avec manipulation expérimentale (2 h 15 à 2 h 30)

III.1 Longueur de cohérence temporelle de la raie verte du mercure

- Avant toute chose, repérer dans quel sens on doit tourner la vis de translation pour diminuer la longueur du bras réglable de l'interféromètre et le noter. Cela servira à la fin du TP.

- Régler l'interféromètre de Michelson en lame d'air, de sorte à observer des anneaux d'interférences avec une lampe spectrale à vapeur de mercure.
- Insérer un filtre interférentiel avant le condenseur pour isoler la raie verte du mercure.
- Mettre en œuvre le protocole proposé pour déterminer la longueur de cohérence temporelle de la raie verte du mercure. On estimera une incertitude-type sur cette valeur.



III.2 Observation en lumière blanche

- Régler l'interféromètre au contact optique.
- Passer alors en configuration coin d'air de l'interféromètre. On se référera à la fiche-méthode n°4 présentant le protocole pour passer en coin d'air. On veillera particulièrement à adapter les conditions d'éclairage et d'observation. Une fois ces conditions réglées, on pourra ouvrir le diaphragme circulaire placé en entrée du montage (le rôle de ce diaphragme est uniquement de vous aider à régler les conditions d'éclairage et d'observation).
- Régler l'interféromètre afin d'obtenir des franges verticales et à observer 4 à 5 franges colorées sur l'écran.
- Justifier les couleurs de la figure d'interférences observée sur l'écran. Qu'observe-t-on lorsque l'on translate le miroir mobile dans cette configuration ?

III.3 Caractérisation du spectre cannelé en configuration coin d'air

- En partant de la configuration coin d'air réglée au niveau du contact optique, translater le miroir mobile d'environ $e \simeq 0.02$ mm dans le sens qui réduit la longueur du bras réglable.

L'objectif de ce qui suit est de déterminer la distance e de translation depuis le contact optique par une méthode interférométrique (et non pas par une lecture du vernier, qui est une mesure mécanique).

On rappelle que, en configuration coin d'air comme en configuration lame d'air, la différence de chemins optiques **au centre** de la figure d'interférences est $\delta = 2e$.

- Retirer l'écran et placer un spectromètre à fibre optique au voisinage du centre de la figure d'interférences.
- Ouvrir le logiciel VisualSpectra et sélectionner "Start", puis "Spectromètre" (bouton en bas à gauche de l'écran). Commenter le spectre obtenu.
- Mesurer les longueurs d'onde de quelques cannelures successives.
- En déduire alors la distance e de translation par rapport au contact optique.

IV Partie non évaluée : détermination de l'épaisseur d'une lamelle couvre-objet pour microscope

IV.1 Méthode interférométrique

Protocole

- En gardant la configuration étudiée dans la partie précédente, insérer une lamelle de microscope dans le bras mobile de l'interféromètre.
- Mesurer les nouvelles longueurs d'onde de quelques cannelures successives.

Exploitation

- Dédire de ces mesures et des mesures de la partie III.3 l'épaisseur ℓ de la lamelle introduite. On supposera que la lamelle est constituée de verre d'indice optique $n = 1.5$ constant.

IV.2 Méthode mécanique (s'il reste du temps)

- Retirer la fibre optique et replacer l'écran.
- Translater le miroir mobile jusqu'à observer de nouveau la teinte plate de la lampe blanche, tout en conservant la lamelle dans le bras mobile.
- Dédire, à partir de la mesure de la position du miroir mobile lue sur le vernier, la valeur de l'épaisseur ℓ de la lamelle.