

Interféromètre de Michelson

Capacités exigibles

- Mesurer le déplacement du miroir mobile d'un interféromètre de MICHELSON.
- Régler un interféromètre de MICHELSON compensé pour une observation en lame d'air avec une source étendue à l'aide d'un protocole fourni.
- Obtenir une estimation de la longueur de cohérence d'une source et de l'écart spectral d'un doublet à l'aide d'un interféromètre de MICHELSON réglé en lame d'air.
- Caractériser la géométrie d'un objet ou l'indice d'un milieu à l'aide d'un interféromètre de MICHELSON.
- Interpréter qualitativement les observations en lumière blanche.

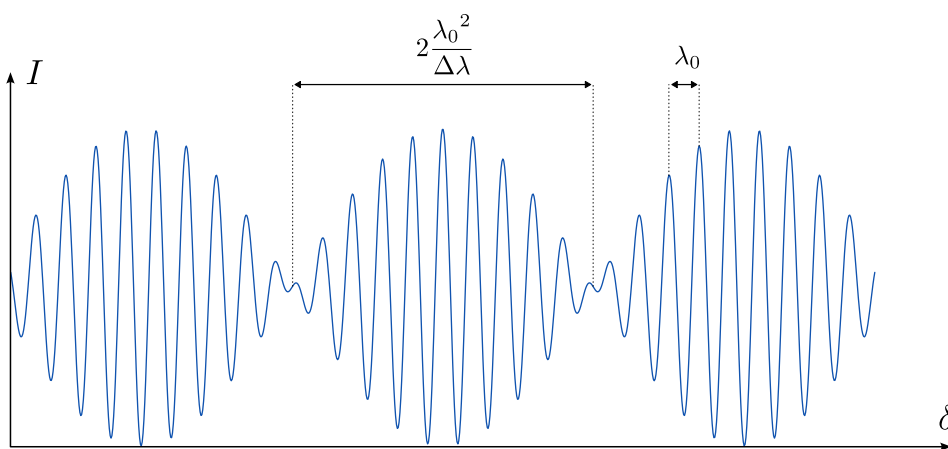
I Documents

Document 1 : Doublet du sodium

Le sodium présente deux raies d'émission très proches à $\lambda_0 \simeq 589 \text{ nm}$ et $\lambda_0 + \Delta\lambda$ avec $\Delta\lambda \ll \lambda_0$. Une lampe à vapeur de sodium en entrée d'un interféromètre à deux ondes produit donc une figure de la forme

$$I = 4I_0 \left(1 + \cos \frac{\pi\delta\Delta\lambda}{\lambda_0^2} \cos \frac{2\pi\delta}{\lambda_0} \right)$$

Avec δ la différence de marche entre les deux rayons interférant. L'allure de cette fonction est représentée ci-dessous :





Document 2 : Matériel

- Interféromètre de MICHELSON
- Lentilles (1 fortement divergente + 1 d'environ 1m de focale + de 20 cm)
- Lampe de verre très fine
- Spectromètre + logiciel
- Lampe à vapeur de sodium
- Lampe blanche + dépoli

B Mesure de l'épaisseur d'une lame par méthode directe



Avant de continuer, laissez-vous guider par les explications du document 4.

- ⑤  Placez-vous au contact optique en lumière blanche et introduisez une lame de verre (indice $n = 1.5$ et épaisseur a) dans l'une des branches de l'interféromètre. Qu'observez-vous? Comment faire pour retrouver la teinte uniforme initiale à l'aide des vis et en laissant la lame à sa position?

- ⑥  Imaginez et réalisez un protocole permettant de déduire l'épaisseur de la lame a .

C Mesure de l'épaisseur d'une lame par méthode spectrométrique

En réalité, cette mesure n'a rien d'une mesure interférométrique... On aurait très bien pu placer la lame contre le chariot et s'en servir comme d'un vernier. On peut mener une expérience plus précise avec un spectromètre :

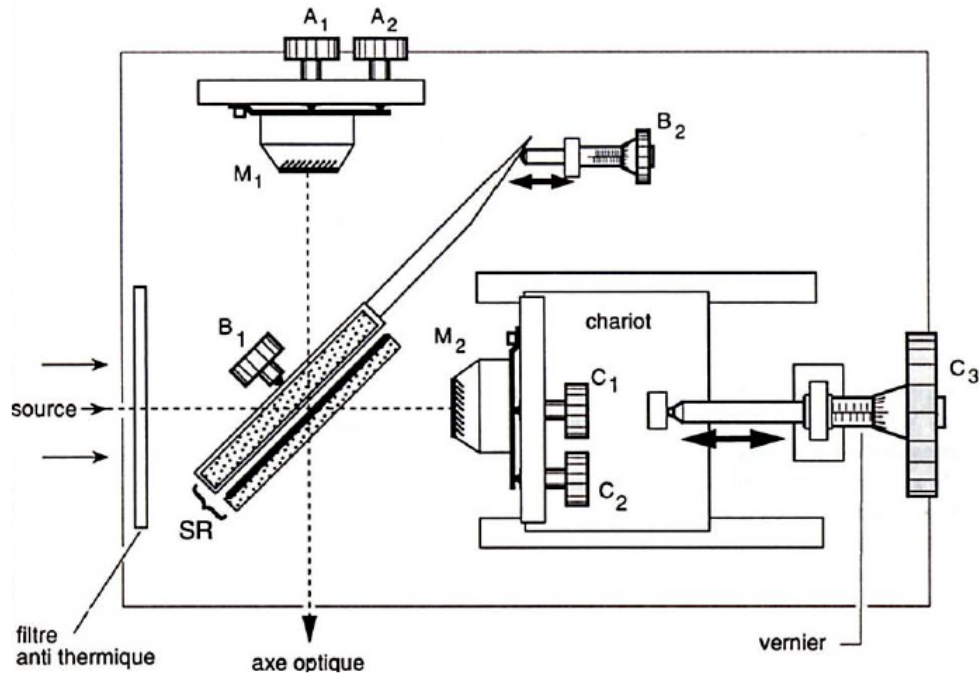
- ⑦  Placez-vous tout d'abord au contact optique. Puis ajoutez un spectromètre en sortie de l'interféromètre, bien au centre des anneaux. Charriotez ensuite légèrement le miroir mobile et notez vos observations quant au spectre capté :
- ⑧ Avec un charriotage e , quels sont les longueurs d'onde qui vont être annulées ?
- ⑨  Grâce à cette nouvelle façon de voir les choses, imaginez un protocole basé sur l'utilisation du spectromètre, permettant de mesure l'épaisseur a de la lame.



Annexe

Document 3 : Réglage de l'interféromètre

On rappelle comment se structure l'interféromètre de MICHELSON :



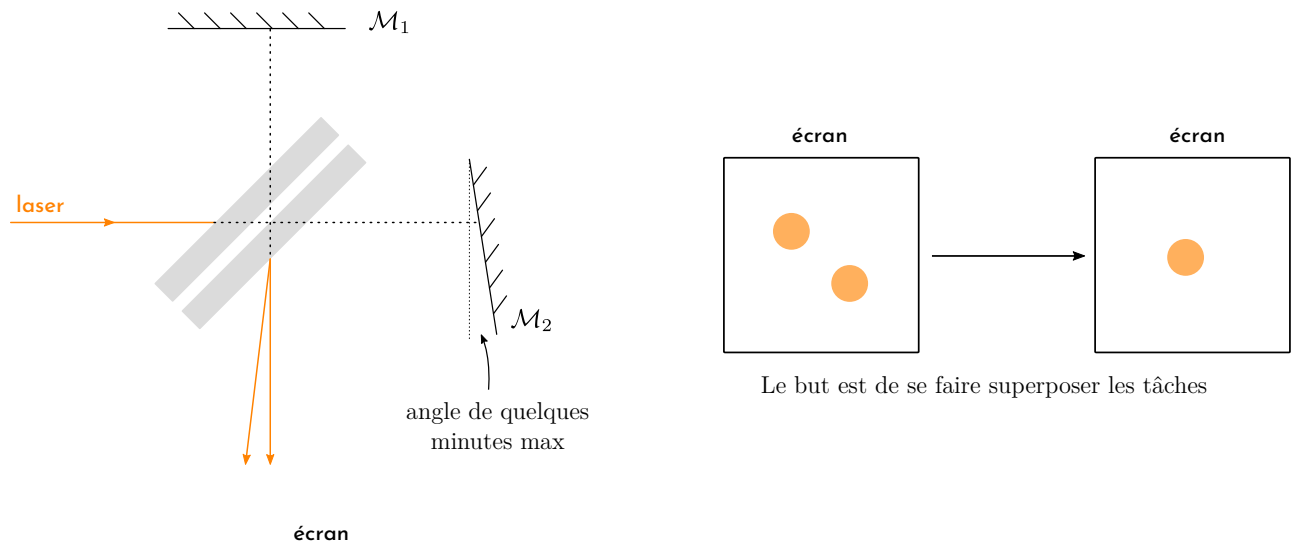
⚠ Ne jamais toucher aux vis du miroir fixe (A_1 et A_2)

⚠ De manière générale, ne tourner pas trop longtemps une vis, vous risquez d'abîmer les mécanismes... Si vous n'obtenez pas le résultat attendu, c'est que ce n'est pas celle-là qui vous intéresse !

➤ **Régler la compensatrice :**

Éclairez la séparatrice avec un laser placé en entrée et des miroirs grossièrement perpendiculaires (à vue d'œil pour l'instant), et visualisez l'image sur un écran.

Vous observerez normalement plusieurs tâches dûs aux multiples passages dans la séparatrice. En modifiant les vis B_1 et B_2 (compensatrice) ainsi que les vis C_1 et C_2 (miroir mobile), essayez superposer ces tâches pour n'avoir plus qu'une seule image.



➤ Trouver le contact optique :

Ajoutez une lentille fortement divergente juste après le laser, afin de dilater le faisceau et que les miroirs soient totalement éclairés.

Régalez le miroir mobile (vis C_1 et C_2) jusqu'à observer des anneaux sur l'écran. Faites en sorte qu'ils soient bien centrés.

Avec la vis C_3 charriotez le miroir mobile de sorte à ce que les anneaux rentrent vers l'intérieur. Notez la valeur donnée par le vernier lorsqu'il n'y a plus un seul anneau (teinte uniforme très sensible au moindre décalage). Il s'agit du **contact optique** : les miroirs sont parfaitement perpendiculaires, et à la même distance de la lame.

NB : Vous pouvez être amenés à légèrement continuer de régler les vis C_1 et C_2 si le centre des anneaux se déplace.

Document 4 : Passage en lumière blanche

Avant de mettre une lumière blanche en entrée de l'interféromètre, restez en lumière spectrale ou laser et suivez les étapes décrites ci-dessous :

- Il faut tout d'abord être sûr d'être au plus proche du contact optique. En effet le brouillage arrive très facilement et les interférences ne sont visibles que dans une petite zone autour du contact optique.
- Une fois que vous avez une teinte uniforme, augmentez légèrement l'angle entre les miroirs pour commencer à vous placer en coin d'air.
 - ⚠ Les interférences deviennent localisées sur les miroirs quand on est en coin d'air, vous pouvez donc les observer directement en plaçant votre œil en sortie de l'interféromètre (ajoutez un dépoli devant la lampe si la lumière est trop forte).
- Remplacez alors la lampe et continuez à faire vos réglages en gardant la frange blanche d'ordre 0 au centre de l'écran. Vous pouvez même repasser en lame d'air, tant que la frange blanche reste visible.