

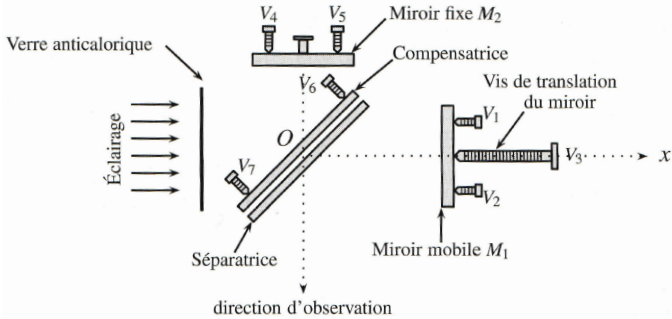
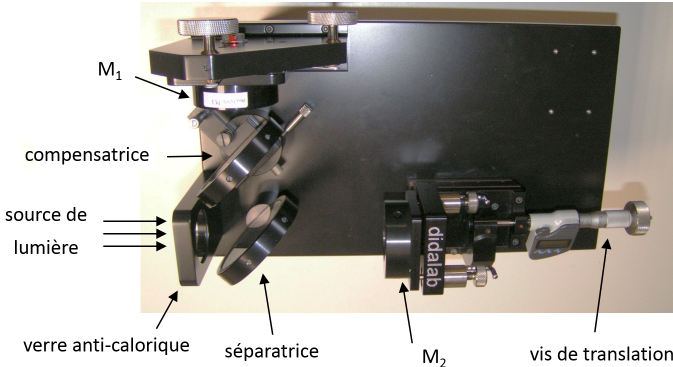
TP3b - Exploitation de l'interféromètre de Michelson

Objectifs : Réaliser des mesures et interpréter les observations avec un interféromètre de Michelson déjà réglé.

Présentation de l'interféromètre

L'interféromètre de Michelson est principalement constitué :

- ★ d'une lame séparatrice et une lame compensatrice,
- ★ de deux miroirs M_1 et M_2 inclinables centrés sur deux axes orthogonaux. Le miroir M_1 peut être translaté sur son axe x .



- ★ Les différentes vis de réglage :
 - La vis V_3 de chariotage de M_1 en translation rectiligne le long de la direction Ox .
 - Les vis de réglage grossier de l'orientation de M_1 : V_1 et V_2 .
 - Les vis de réglage précis de l'orientation de M_2 : V_4 et V_5 .
 - Les vis de réglage du parallélisme des lames compensatrice et séparatrice : V_6 et V_7 .

L'interféromètre de Michelson est un appareil d'une grande précision optique et mécanique.

- ★ Il est donc **FRAGILE** et **CHER** : ne toucher à aucune lame ni miroir.
- ★ Le réglage étant précis, pour effectuer une mesure, il faut donc tourner une seule vis à la fois, et suffisamment lentement pour ne pas perdre de vue la zone réglée.

→ Dans ce TP, l'interféromètre est déjà réglé, permettant ainsi des mesures directes en rapport avec les exercices théoriques vus en cours. Un TP ultérieur traitera le protocole de réglage initial de l'interféromètre. Les questions marquées du symbole 🏠 sont des questions théoriques à ne traiter que si vous avez exploité toutes les mesures. Remarquer les conditions d'éclairage et d'observations :

	éclairage	observation
lame d'air e	incidence très convergente	écran dans plan focal image
coin d'air α	incidence normale	écran conjugué des miroirs

1 Mesure du doublet du sodium

- objectif : mesurer l'écart $\Delta\lambda$ entre les deux raies du doublet du sodium de longueur d'onde moyenne $\lambda_m = 589,3\text{ nm}$.
- dispositif : interféromètre de Michelson réglé en lame d'air d'épaisseur e , éclairé par une lampe à vapeur de sodium.
- manipulation autorisée : tourner la vis V_3 de chariotage de M_1 (modifie e).
- donnée : expression de la distance Δe entre coïncidences ou anticoïncidences successives : $\Delta e = \lambda_m^2 / (2\Delta\lambda)$.
 1. Remarquer l'évolution du contraste quand on fait varier e . Repérer l'évolution des anneaux avec e .
 2. Mesurer le plus précisément possible l'intervalle Δe entre deux anticoïncidences successives en prenant en compte l'incertitude de mesure. En déduire $\Delta\lambda$ avec son incertitude. [Astuce : quelle est la meilleure manière d'être certain qu'on n'a pas sauté d'anticoïncidence en les dénombrant ?]
 3. Pourquoi demande-t-on de repérer les anticoïncidences plutôt que les coïncidences ?
 4. (🏠) Démontrer la formule fournie en donnée.

2 Mesure du coin d'air

- objectif : mesurer l'interfrange des franges d'égale épaisseur. En déduire l'angle α du coin d'air.
- dispositif : interféromètre de Michelson réglé en coin d'air d'angle α , éclairé par la raie verte d'une lampe à vapeur de mercure à $\lambda = 546,1 \text{ nm}$.
- manipulation autorisée : vis de réglage grossier V_1 et V_2 du miroir M_1 , (éventuellement vis V_4 et V_5 de l'orientation du miroir M_2) permettant de modifier α .
- donnée : l'interfrange i_m sur les miroirs vaut $i_m = \lambda/(2\alpha)$.
 1. Décrire comment sont modifiées les franges quand on fait varier α .
 2. Pour une valeur fixée de α , mesurer précisément l'interfrange i_e sur l'écran avec son incertitude. En déduire une mesure de α .
 3. (🏠) Démontrer la formule fournie en donnée.

3 Mesure de l'épaisseur d'une lame

- objectif : mesurer l'épaisseur d'une lame d'indice connue.
- dispositif : interféromètre de Michelson réglé en coin d'air d'angle α , éclairé par une lampe blanche
- manipulation autorisée : pour modifier l'interfrange, vis de réglage grossier V_1 et V_2 du miroir M_1 , et vis V_4 et V_5 de l'orientation du miroir M_2 permettant de modifier α . Pour effectuer la mesure, tourner légèrement la vis V_3 de chariotage de M_1 .
- donnée : l'épaisseur e de la lame vaut $e = \Delta x/(n - 1)$, avec l'indice de la lame $n = 1,58$ et la différence de position du miroir Δx pour retrouver les franges.
 1. Noter la position initiale du vernier du miroir M_1 .
 2. En insérant la lame, les franges disparaissent. Déterminer dans quel sens charioter pour les retrouver.
 3. Mesurer la différence de position du miroir Δx pour retrouver les franges, en déduire e . Remettre le miroir en position initiale pour le groupe d'après!
 4. (🏠) Démontrer la formule fournie en donnée.

4 Spectre cannelé

- objectif : observer les franges/anueaux colorées (teintes de Newton) et le spectre cannelé du blanc d'ordre supérieur. En déduire l'épaisseur de la lame d'air.
- dispositif : interféromètre de Michelson réglé en lame d'air d'épaisseur e , éclairé par une lampe blanche. Spectromètre.
- manipulation autorisée : tourner **très légèrement** la vis V_3 de chariotage de M_1 (modifie e).
- donnée : Pour une lame d'air éclairée par un spectre $[\lambda_{\min}, \lambda_{\max}]$, le nombre de cannelure N vérifie $N + 1 > 2e(1/\lambda_{\min} - 1/\lambda_{\max}) \geq N - 1$. Et la longueur d'onde d'une cannelure vérifie $\lambda_k = 2e/(k + 1/2)$.
 1. Observer le spectre en chariotant légèrement.
 2. En comptant le nombre de cannelure à position fixée du spectromètre, en déduire l'épaisseur e de la lame d'air.
 3. Plus précis : en traçant k (à une constante près) en fonction de $1/\lambda_k$, en déduire e .
 4. (🏠) Démontrer les formules fournies en donnée.