

Régler l'interféromètre de Michelson

L'objectif de cette fiche est de proposer une méthode de réglage de l'interféromètre de Michelson. Aux concours, il vous sera demandé de maîtriser le réglage en lame d'air de manière autonome (aucun protocole fourni). Cette fiche vient en complément des TP n°8 et n°9.

Source de la figure 1 : Physique expérimentale, FRUCHART M., LIDON P., THIBIERGE E., CHAMPION M., LE DIFFON A., De Boeck Supérieur, 2016

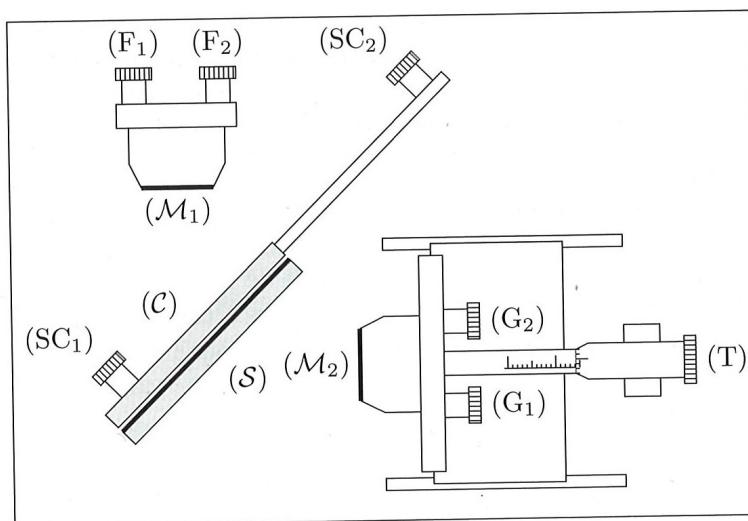


Figure 1 – Schéma d'un interféromètre de Michelson vu du dessus. On y retrouve les deux miroirs (M_1) et (M_2), la séparatrice (S) et la compensatrice (C), ainsi qu'un certain nombre de vis de réglage.

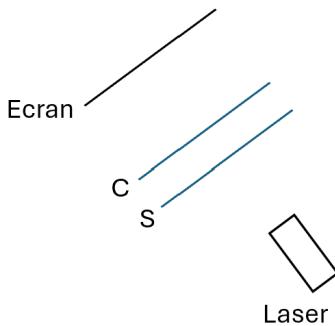
Remarque : Certains Michelson possèdent, en plus des deux vis de réglage grossier (G_1) et (G_2) et des deux vis de réglage fin (F_1) et (F_2), deux vis noires présentes au niveau des miroirs. Ne touchez pas à ces vis, car elles maintiennent les miroirs (sans elles, les miroirs tomberaient). Ce n'est pas le cas des interféromètres du lycée. Vous reconnaîtrez ces vis, car elles seront présentes sur des Michelson avec 6 vis sur les miroirs, au lieu de 4.

I Avant de commencer

- De manière générale, ne pas se lancer tête baissée dans le réglage. Repérer tous les composants présents sur l'interféromètre (y compris les vis) et vérifier que vous savez ce à quoi servent ces composants. En cas de doute, demandez (y compris le jour J).
- Lors du réglage, nous modifierons la position des quatre vis situées sur les miroirs : elles ne doivent donc pas être en bout de course au début du réglage.
- Regarder l'interféromètre par au-dessus et régler grossièrement à l'œil le parallélisme séparatrice/compatrice et le parallélisme entre les miroirs.
- Estimer grossièrement à l'œil l'écart entre la séparatrice et les miroirs et translater le miroir mobile pour ne pas commencer trop loin du contact optique.

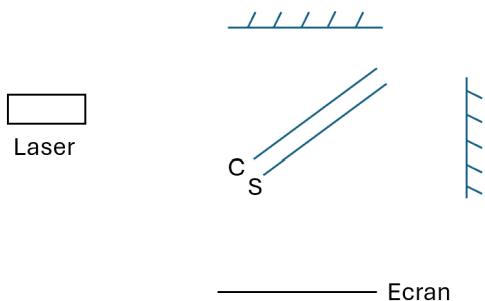
II Réglage préliminaire avec un laser

II.1 Parallélisme séparatrice / compensatrice (S/C)



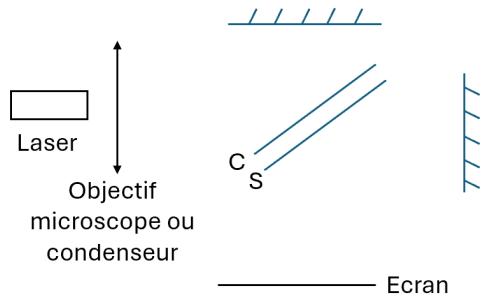
- Eclairer l'interféromètre de côté à l'aide d'un laser en incidence normale sur la séparatrice. En incidence normale, vous devez apercevoir une tache réfléchie sur la monture du laser.
- Sur un écran parallèle à la séparatrice, aligner les taches laser visibles en jouant sur les vis (SC_1) et (SC_2).

II.2 Parallélisme des miroirs



- Régler grossièrement l'orientation des miroirs à l'aide des vis de réglage grossier (G_1) et (G_2), de sorte à ce que les taches laser principales se recouvrent au mieux.

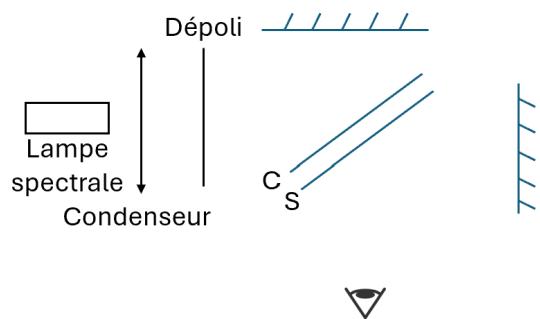
II.3 Visualisation des anneaux d'interférences avec le laser



- Elargir le faisceau laser à l'aide d'un objectif de microscope ou d'un condenseur.
- Centrer les anneaux en jouant sur les vis grossières d'orientation des miroirs.
- Translater le miroir pour se rapprocher du contact optique, i.e. dans le sens faisant rentrer les anneaux. Aller jusqu'à n'observer plus que 3 anneaux sur l'écran.

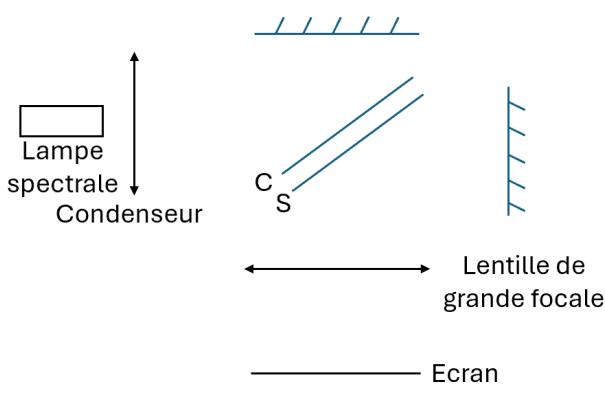
III Réglage en lame d'air avec une lampe spectrale

III.1 Réglage à l'œil



- A l'aide du condenseur, faire approximativement l'image de l'ampoule de la lampe spectrale sur les miroirs.
- Après avoir mis un dépoli (ou une feuille de papier calque) (\Rightarrow système diffusant la lumière), observer directement à l'œil la sortie de l'interféromètre. L'œil au repos observe la lumière interférant à l'infini, il n'y a donc pas nécessité d'ajouter une lentille de projection.
- Centrer les anneaux en jouant sur les vis d'orientation des miroirs.
- Translater le miroir mobile jusqu'à n'en observer plus que deux ou trois.

III.2 Visualisation des anneaux avec la lampe spectrale



- Positionner la lentille de projection pour observer les interférences à l'infini sur l'écran.
- Centrer les anneaux le plus possible en déplaçant la lentille de projection dans son plan.
- Si besoin, centrer complètement les anneaux en jouant sur les vis d'orientation des miroirs.
- Améliorer le contraste des anneaux :
 - si vous utilisez une lampe à vapeur de sodium (qui possède un doublet jaune), il faut éviter d'être à proximité d'une anti-coïncidence : translater le miroir mobile pour s'en éloigner.
 - pour parfaire le contraste, régler l'orientation des miroirs en jouant sur les vis de réglage fin (ou grossier si besoin).
- Translater le miroir mobile jusqu'à observer la teinte plate de la lampe spectrale.
- **Noter l'estimation que vous faites de la position du contact optique.**

Remarque : Ne JAMAIS éteindre une lampe spectrale avant la fin de la journée. Ces lampes détestent être allumées et éteintes avant qu'elles n'aient eu le temps de refroidir.

Que faire si on perd complètement les anneaux de vue ?

Revenir à l'étape précédente d'observation à l'œil. Notre œil accomode lui-même pour réussir à observer les anneaux, et cela devrait suffire à vous permettre de les retrouver.

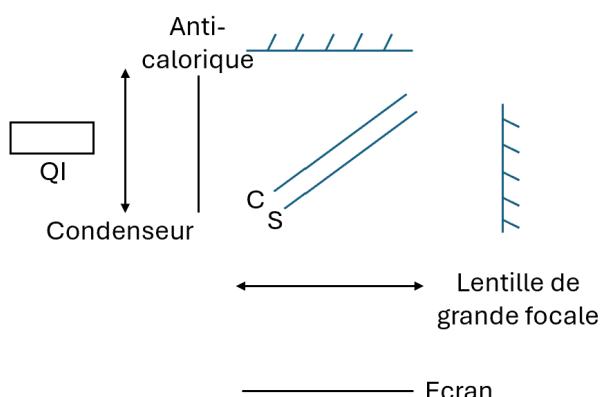
Que faire si les anneaux observés sur l'écran sont elliptiques ?

Ceci est lié à un défaut de parallélisme de la compensatrice et de la séparatrice. Jouer sur les vis (SC_1) et (SC_2) en alternance jusqu'à ce que les anneaux paraissent le plus circulaire possible.

La suite dépend de ce que vous souhaitez faire. Si vous souhaitez observer l'interféromètre en lame d'air avec une lampe blanche : passer à la partie IV. Si vous souhaitez observer l'interféromètre en coin d'air avec une lampe spectrale : passer à la partie V. Si enfin vous souhaitez observer l'interféromètre en coin d'air avec une lampe blanche, je vous conseille de passer à la partie IV, puis de réaliser la partie V.

IV Réglage en lame d'air avec une lampe blanche

Le seul moyen de repérer exactement le contact optique est d'utiliser une lampe blanche. Le réglage est alors extrêmement sensible.



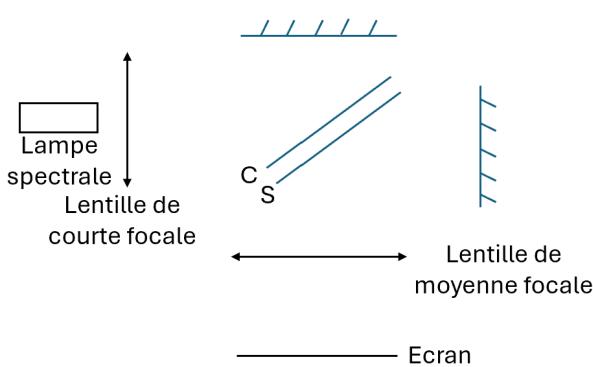
- Ajouter absolument un filtre anti-calorique en entrée du montage, pour ne pas détériorer les miroirs à cause des infra-rouges émis par la lampe blanche. (Dans certains interféromètres comme ceux du lycée, le filtre anti-calorique est déjà mis en entrée de l'interféromètre, vous n'avez donc pas besoin d'en ajouter.) Allumer ensuite seulement la lampe blanche.
- Reprendre les réglages du condenseur.
- Translater le miroir mobile avec la plus grande des précautions jusqu'à observer les teintes de Newton, et enfin le graal : la teinte plate de la lampe blanche.
- Noter alors la position exacte du contact optique.

Que faire si on n'arrive pas à trouver les teintes de Newton ?

Revenir à la position estimée du contact optique que vous aviez notée en lampe spectrale. Se placer un tout petit peu au-delà, puis revenir en arrière très lentement jusqu'à observer les teintes de Newton.

V Passage en coin d'air

Ne pas changer de lampe. Si vous avez préalablement observé la teinte plate de la lampe spectrale, garder la lampe spectrale pour le passage en coin d'air. Si vous avez préalablement observé la teinte plate de la lampe blanche, garder la lampe blanche pour le passage en coin d'air.



- Changer les conditions d'éclairage.
- Changer les conditions d'observation. Pour faire l'image des miroirs sur l'écran, on pourra s'aider d'une feuille de papier placée au niveau de l'un des miroirs et chercher à faire l'image de cette feuille sur l'écran. Chercher à avoir le grandissement le plus important possible (en valeur absolue). Rappelez-vous toujours que pour pouvoir faire l'image réelle d'un objet réel par une lentille convergente, il faut que $D \geq 4f'$ et que $OA > f'$.
A l'issue de cette étape, le réglage de la position de la lentille de projection sera un peu imprécis, on le re-réglera ensuite.
- Tourner une des vis de réglage grossier pour mettre un angle de coin d'air.
- Rendre les franges le plus rectiligne possible et les mettre dans une direction verticale. Pour cela, jouer sur les deux vis de réglage grossier.
- Une fois les franges verticales, une des vis de réglage grossier permet de changer l'orientation des franges et l'autre permet de changer l'interfrange.
- Améliorer le contraste des franges en jouant sur la position de la lentille de projection.

Que faire si on perd les franges de vue (dans le cas de la lampe spectrale) ?

Retirer la lentille de projection, ajouter un dépoli et observer directement les franges à l'œil (votre œil accomodera de lui-même sur les franges). Rendre les franges rectilignes, verticales, augmenter l'interfrange.

Si besoin, rapprochez-vous un maximum du contact optique (en utilisant la position que vous avez notée précédemment lors du réglage en lame d'air). Puis, rendez à nouveau les franges rectilignes, verticales, et augmentez l'interfrange.