TP: interféromètre de Michelson

I. **Préparation du TP Michelson**

Compléter le tableau avec les valeurs des longueurs de cohérence de la source de lumière blanche, de la source à vapeur de sodium et du laser.

	laser	lampe au sodium	lumière blanche
longueur de cohérence			

Conséquence : pourquoi lors du réglage du Michelson pour arriver au contact optique, prend-on les sources lumineuses dans cet ordre: laser, lampe à vapeur de sodium et lumière blanche?

Les franges d'interférences sont des anneaux:

Comment doit-être réglé le Michelson?

Quand on chariote le miroir et que les anneaux semblent s'engloutir vers le centre, qu'est-ce que cela signifie?

A l'inverse quand ils semblent naître depuis le centre, qu'est-ce que cela signifie?

En déduire un protocole pour se rapprocher du contact optique.

Avec une source étendue (lampe à vapeur de sodium ou lumière blanche), où sont localisés les anneaux?

Comment s'y prend-on pour les observer sur un écran?

La lampe à vapeur de sodium émet une lumière qui contient un doublet (soit la lumière émise contient deux longueurs d'onde voisines). La présence de ce doublet fait que lorsque l'on chariote le miroir mobile on observe des positions du miroir pour lesquelles il y a brouillage sur l'écran et des positions du miroir mobile pour lesquelles les anneaux sont bien contrastés. Expliquer le phénomène.

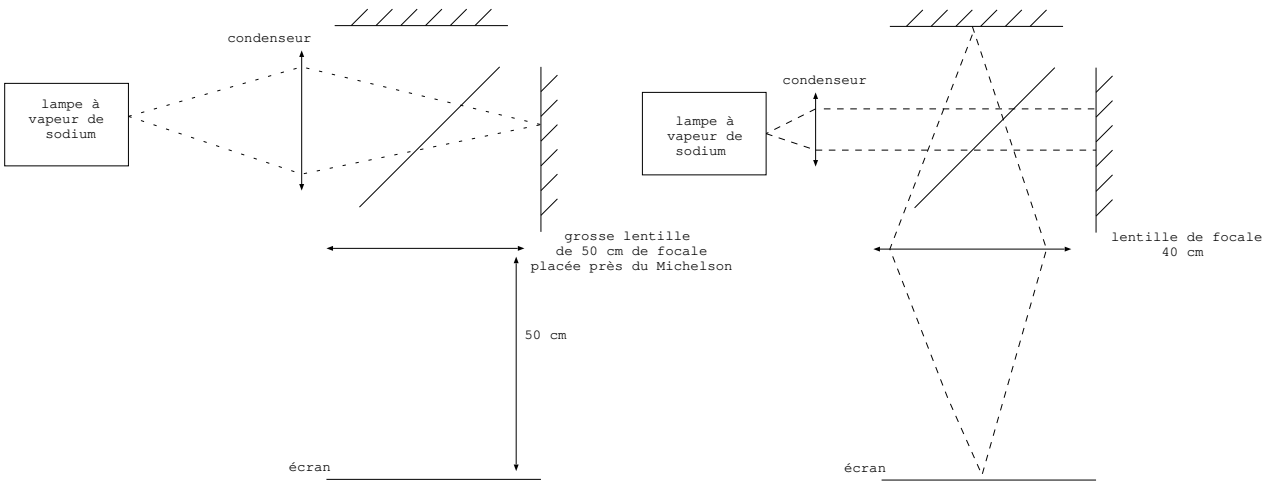
Les franges d'interférences sont rectilignes:

Comment est réglé le Michelson?

Avec une source étendue, où sont localisées les franges?

Comment s'y prend-on pour observer les franges sur l'écran?

On propose les deux montages suivants:



Préciser le montage qui convient pour le Michelson en lame d'air et celui qui convient pour le Michelson en coin d'air.

II. **Objectifs conformes au programme**

- Décrire et mettre en oeuvre les conditions d'éclairage et d'observation en lame d'air et en coin d'air
- Observer les anneaux et mesurer l'épaisseur de la lame d'air.
- Observer les franges rectilignes et mesurer l'angle du coin d'air.

Il est demandé d'allumer la lampe à vapeur de sodium dès le début du TP pour la laisser chauffer et de la laisser allumer tout au long du TP, il ne faut pas rallumer une telle lampe lorsqu'elle est chaude, cela peut l'endommager.

III. **Réglage du Michelson**

1. Réglage géométrique

- Mettre les vis de réglage fin $V3$ et $V4$ à mi course
- Eclairer le Michelson avec un laser et ajuster la position du laser pour que le faisceau se réfléchisse au centre du miroir M_2.

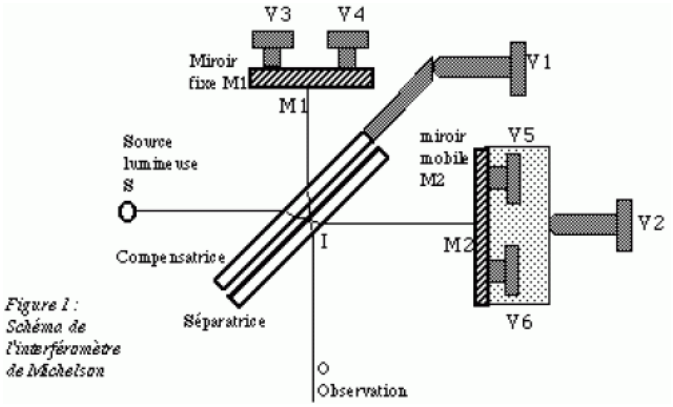
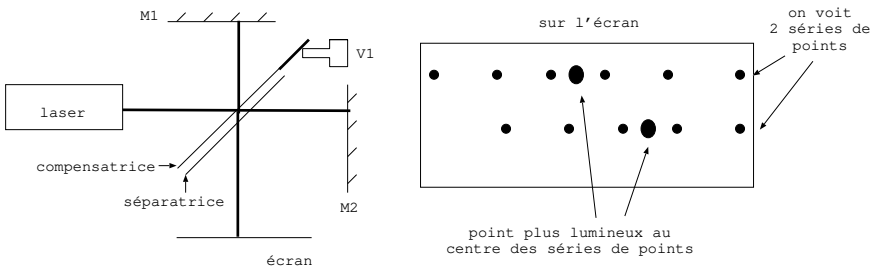


Figure 1 : Schéma de l'interféromètre de Michelson

On observe sur l'écran deux séries de points lumineux. Chaque série de points comprend en son centre un point plus lumineux que les autres. Ces séries de points résultent des diverses réflexions sur les faces de la compensatrice et la séparatrice.



- *Règler la compensatrice en actionnant la vis* $V1$: Suivant le sens dans lequel vous actionnez $V1$, vous observez les points moins lumineux se rapprocher ou s'éloigner du point très lumineux au centre. Il vous faut tourner la vis $V1$ dans un sens tel que les points se rapprochent le plus possible du point central très lumineux, c'est dans cette position qu'il y a le moins de réflexions parasites sur les séparatrice et compensatrice parce que ces deux lames sont parallèles. Ce réglage ainsi fait, vérifier, en regardant de dessus, que vous voyez les séparatrice et compensatrice parallèles.

- *Régler l'inclinaison des miroirs en actionnant* $V5$ *et* $V6$: Il est demandé d'actionner les vis $V5$ et $V6$ à tour de rôle de façon à superposer les points très lumineux des deux séries de points (ce réglage assure que les miroirs M_1 et M_2', image de M_2 par la séparatrice, sont quasi parallèles et font entre eux un angle α voisin de zéro : le Michelson est réglé en lame d'air).

2. Recherche du contact optique

Le Michelson est réglé en lame d'air mais on ne voit pas d'anneaux à l'écran, on ne voit que des points lumineux.

Pour observer des anneaux, avec le laser, on fabrique une source ponctuelle grâce à une lentille de très courte focale (objectif que l'on visse sur le laser) qui fait diverger le faisceau laser. On conserve donc une lumière quasi monochromatique mais qui éclaire les miroirs sous différents angles d'incidence, on observe à l'écran des anneaux. Ces anneaux ne sont pas localisés (car on a fabriqué une source ponctuelle et non étendue), cela signifie que vous pouvez les observer partout en sortie du Michelson.

Le Michelson est réglé en quasi lame d'air ($\alpha \approx 0$). On cherche à observer des anneaux avec la lampe à vapeur de sodium. La lampe à vapeur de sodium a une longueur de cohérence très petite donc il faut se rapprocher du contact optique, soit diminuer la différence de marche pour observer des franges. Le but est donc de diminuer la différence de marche en diminuant l'épaisseur de la lame d'air.

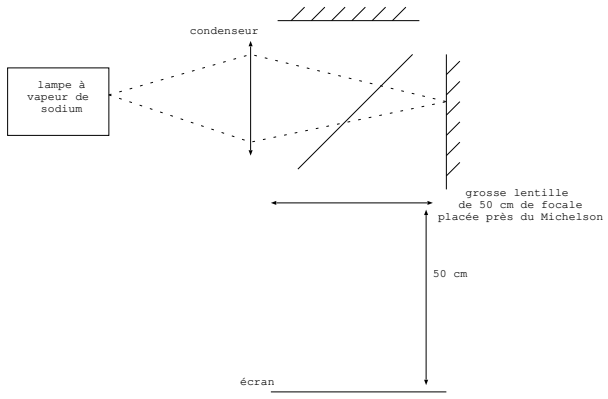
Chariotez le miroir M_2 avec la vis $V2$. Observez que lorsque vous chariotez dans un sens, les anneaux semblent s'engloutir vers le centre et lorsque vous chariotez dans l'autre sens, les anneaux semblent naître depuis le centre. En déduire le sens de chariotage pour diminuer l'épaisseur de la lame d'air.

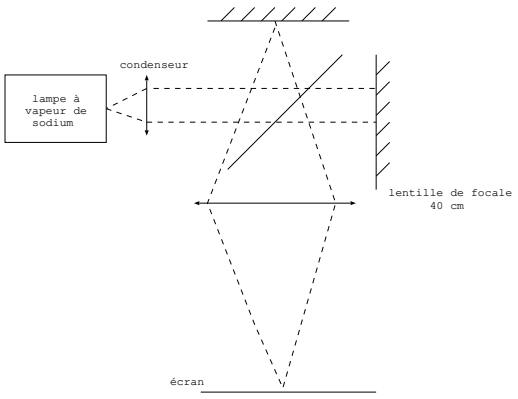
A faire: chariotez le miroir M_2 de façon à vous approcher du contact optique pour avoir $e \approx 0$ tout en gardant le centre des anneaux au centre de l'écran en utilisant les vis $V5$ et $V6$, ou $V3$ et $V4$ pour un réglage fin. Lorsque vous êtes près du contact optique, la différence de marche entre les rayons qui interfèrent est suffisamment petite pour que vous puissiez observer des interférences avec une source de lumière de longueur de cohérence plus petite que celle du laser, vous pouvez donc éteindre le laser et éclairer le Michelson avec la lampe au sodium.

3. Frange d'égale inclinaison

Eclairez maintenant le Michelson avec la lampe au sodium. On cherche à observer des franges d'égale inclinaison, c'est le nom donné aux anneaux. Pour cela on dispose d'un condenseur (lentille convergente de très courte focale) et d'une lentille convergente de focale $f' = 50\ cm$.

Réalisez le montage adapté pour observer des anneaux. Choisissez le montage à réaliser parmi ces deux montages:





Vous devez observer des anneaux. Si le contraste n'est pas assez bon, il peut se faire que vous ne voyez pas d'anneaux, auquel cas voilà ce que vous pouvez faire:

- Vérifiez l'alignement de la source et du condenseur pour bien éclairer les miroirs et pour que les rayons convergent sur les miroirs

- Chariotez **doucement** le miroir M_2 (le contraste dépend de l'épaisseur de la lame d'air)

- Modifiez l'inclinaison des miroirs car il se peut que α ne soit pas assez proche de zéro. Pour cela vous allez agir sur les vis de réglage fin $V3$ et $V4$, pour ne pas perdre le réglage, vous tournez **délicatement** les deux vis l'une après l'autre pour observer le meilleur contraste à l'écran.

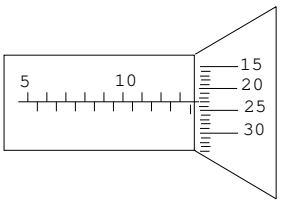
A faire quand vous voyez les anneaux:

- Vérifier que les franges sont bien localisées là où vous les attendez

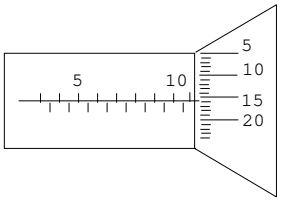
- Charioter le miroir M_2 dans un sens et dans l'autre, observez et interprétez.

- Charioter le miroir M_2 et observez les brouillage successifs, notez la position x_1, x_2 et x_3 du miroir pour trois brouillages successifs et en déduire $\Delta\lambda$ pour le doublet du sodium avec $\Delta\lambda = \dfrac{\lambda_m^2}{2(x_k - x_{k-1})}$. Donnée: $\lambda_m = 589,3\ nm$.

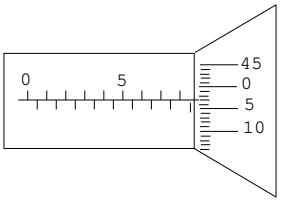
Aide pour la lecture:



x = 13,5 + 0,23 = 13,73 mm



x = 11,0 + 0,16 = 11,16 mm



x = 8,5 + 0,03 = 8,53 mm

4. Franges d'égale épaisseur

On souhaite observer les franges d'égale épaisseur.

Que vaut e l'épaisseur de la lame d'air dans ce cas? Comment fait-on pour atteindre cette valeur?

Régler le condenseur et la source pour respecter les conditions d'éclairage attendues.

Choisir la lentille et positionner la lentille et l'écran sur le banc d'optique pour respecter les conditions d'observation.

Agir pour obtenir un coin d'air de petit angle pour observer les franges.

A faire quand vous avez obtenu les franges du coin d'air:

- Vérifier que les franges sont bien localisées là où vous les attendez

- Régler le Michelson pour observer 5 à 6 interfranges à l'écran et calculer la valeur de l'angle α du coin d'air en radian et en minute d'arc

- Modifier le réglage du Michelson pour observer à nouveau les franges d'égale inclinaison.