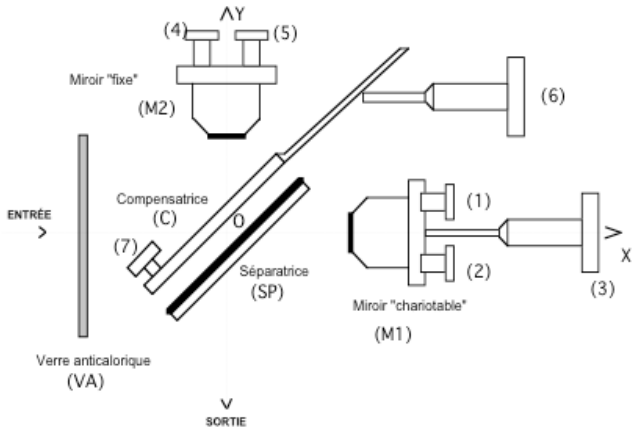
TP A2 : Interféromètre de Michelson (réglages)

L'interféromètre comprend principalement :

- trois lames de verre :
  la séparatrice [SP], la compensatrice [C]
  et éventuellement le verre anticalorique [VA] ;
- deux miroirs M_1 et M_2 ;
- les différentes vis de réglage numérotées de (1) à (7) :
  (1) et (2) permettent un réglage grossier d'orientation de M_1,
  (4) et (5) donnent un réglage plus fin d'orientation de M_2,
  (3) permet un « chariotage » de (M_1) (translation rectiligne le long de la direction de référence OX),
  (6) et (7) mettent en rotation la compensatrice.



1. Préréglages (très grossiers)

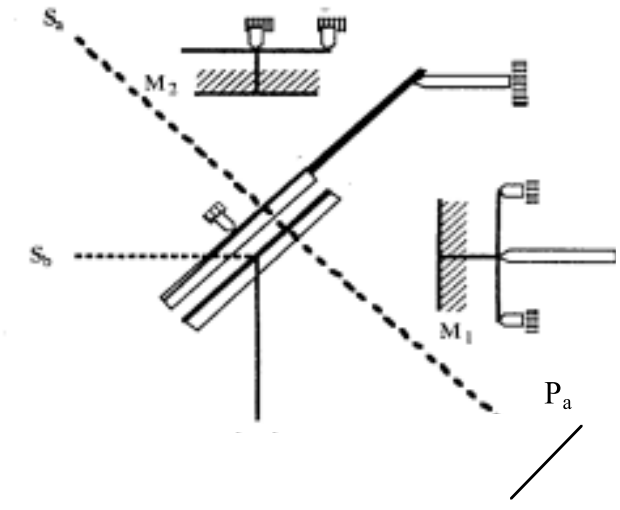
- Vérifier que les vis de réglage fin d'orientation (4) et (5) sont à environ à mi-course
- Vérifier que le moteur n'est pas embrayé (en X) et que la rotation de la vis de translation (3) du miroir M_1 n'est donc pas entravée et fluide. Puis ramener le miroir M_1 à une distance à peu près identique du point de séparation du faisceau que le miroir M_2 (qqs mm d'écart tout au plus) (évalués au double-décimètre)
- Plaçant l'œil à la verticale [C]-[SP], agir sur le palmer (6) pour que [C] et [SP] paraissent parallèles
- Plaçant l'oeil cette fois dans le plan horizontal et jouer sur (7) pour approcher le parallélisme [C]-[SP] (pas d'inclinaison autour d'un axe horizontal cette fois)

2. Réglages grossiers :

On devrait a priori améliorer séparément (et donc indépendamment) les réglages précédents :

- parallélisme approché séparatrice-compensatrice
- parallélisme approché des miroirs

On utiliserait alors un faisceau orienté dans la direction source Sa-Pa de la figure ci-contre pour opérer un réglage exclusif du parallélisme [C]-[SP] pour ensuite travailler dans la direction Sb-M_1 en ne réglant plus que les vis d'orientation du miroir M_1.
En pratique, la direction Sa-Pa est parfois obturée par le support d'entrée du vecteur anticalorique et on réalise en fait les deux réglages avec cette même direction Sb-M_1.



Observer les séries de spots images du LASER sur un écran en sortie (direction perpendiculaire à M_2) et **<u>décrire les effets</u>** des réglages (6) et (7) puis des réglages (1) et (2).
On cherchera à superposer les séries de points jusqu'à en obtenir un nombre minimum.

Les qualités de la source LASER n'ont aucun intérêt crucial dans ces réglages ! Il suffit que la source soit quasi ponctuelle. On peut donc aisément substituer au LASER une source lumineuse quelconque éclairant un très petit diaphragme.
Dans ce cas, on placera l'oeil en sortie et on observera les mêmes séries d'images ponctuelles.

<u>Remarque :</u> Ce réglage utilise les réflexions multiples entre la séparatrice et la compensatrice et n'est donc pas vraiment adapté au modèle DIDALAB (séparatrice et compensatrice très écartées) car les faces de ces lames ont subi un <u>traitement anti-réflexion</u>. L'effet des réglages (6) et (7) sera moins perceptible avec ce modèle (le réglage parallélisme Sp-C pourra être amélioré plus tard lors de l'observation de figures d'anneaux « elliptiques »)

3. Évaluation de l'intervalle du contact optique

Cette fois, nous cherchons à obtenir des figures d'interférences malgré une différence de marche pouvant excéder le cm : le LASER sera donc idéal comme source de départ. Pourquoi ?

La section du faisceau (et donc le champ d'interférences) doit donc être large sur l'écran d'observation en sortie. On choisit de créer une source ponctuelle en faisant converger le faisceau LASER en un point qui figurera une source ponctuelle monochromatique à distance finie des miroirs : on utilisera une lentille très convergente. Quelle conséquence sur le champ angulaire de la figure d'interférences ? Comment agrandir ce champ ? La figure d'interférences observée est-elle localisée dans un plan de front particulier ?

Reproduire l'allure de votre figure d'interférences par un dessin coloré très fidèle ou une photo.

Lorsque l'on chariote (vis (3)) dans un sens correct, la courbure des franges diminue, elles deviennent sensiblement parallèles puis reprennent une courbure opposée. Justifier ce phénomène par des dessins positionnant (relativement à votre écran) les sources LASER secondaires et les hyperboloïdes équiphases associées.

Noter l'intervalle (lecture au 100e de mm sur le tambour) dans lequel se trouve nécessairement le contact optique.

Améliorer également le « parallélisme » des miroirs par augmentation de l'interfrange.

(Vous ne devez toujours pas toucher aux vis de réglage fin (4) et (5))

Après avoir repéré cette zone de contact optique, éloignez-vous de cette zone d'1 à 2 mm.

La suite du TP va consister à utiliser des sources de moins en moins cohérentes temporellement : lampe à vapeur de sodium, puis lampe à vapeur de mercure, puis lumière blanche.
Elles seront également désormais étendues spatialement et les figures d'interférences seront donc localisées. Rappeler les plans de front de localisation : -en lame d'air ? -en coin d'air ?

4. Anneaux d'égale inclinaison et doublet du sodium

On utilise désormais une lampe à vapeur de sodium, et on place un « dépoli » devant le verre anticalorique. Par observation directe, on doit voir des anneaux à l'infini. Charioter M_1 pour se rapprocher du contact optique, en faisant « rentrer » les anneaux vers le centre (pourquoi ?). On observe des brouillages périodiques, les interfranges augmentent.

Oter le dépoli, le remplacer par un condenseur pour concentrer la lumière sur les miroirs, et projeter sur un écran correctement positionné les « anneaux à l'infini » avec la lentille de grande focale. Optimiser le contraste en chariotant (à cause des brouillages périodiques) puis en agissant sur les vis de réglage fin.

Repérer les positions périodiques de brouillage des figures d'anneaux de part et d'autre du contact optique. En déduire par moyenne une valeur précise de cet écart et en déduire la largeur du doublet jaune du sodium.

Cette figure d'anneaux (en position telle qu'elle soit contrastée) permet de finaliser le réglage de parallélisme des miroirs. Remettez le dépoli en entrée et placez l'oeil en sortie (Fermez le second).

Déplacez la tête horizontalement : la figure se déplace homothétiquement mais les anneaux peuvent également converger et disparaitre au centre ou diverger : empêcher cette disparition ou apparition d'anneaux avec une vis de réglage fin (4) ou (5).

De la même manière, déplacez la tête verticalement : on observe les mêmes effets et on corrige avec l'autre vis. Les miroirs sont alors parfaitement « parallèles » : c'est la méthode du « oui-oui non-non ».

Dommage vous allez justement remettre de l'angle pour passer en coin d'air !

5. Franges du coin d'air avec lampe Mercure puis lumière blanche.

Mettre en place une lampe à vapeur de mercure et agrandir les anneaux jusqu'à être pratiquement au contact optique. Remplacer la lentille de grande focale par une lentille de plus courte focale **permettant de former l'image des miroirs sur l'écran**, et **dérégler l'une des vis de réglage d'orientation : les franges de coin d'air devraient être présentes.**

En chariotant lentement, chercher la région la plus contrastée, supposée contenir la frange centrale.

Confirmer la position de la frange centrale en lumière « blanche ». Augmenter l'interfrange pour obtenir les « teintes plates » (il s'agit de rendre M_2 et M'_1 parallèles et presque coplanaires) et analyser le blanc d'ordre supérieur avec l'observation des cannelures par dispersion à travers un prisme.