

INTERFÉROMÈTRES

ENS Physique 2009–2010

INTERFÉROMÈTRES

Bibliographie :

- Françon, “Vibrations lumineuses. Optique cohérente”, Dunod ;
- Sextant, “Optique expérimentale”, Hermann
- Perez, “Optique”, Masson.

On utilisera dans cette manipulation :

- un interféromètre à 2 ondes : l’interféromètre de Michelson,
- un interféromètre à ondes multiples : l’interféromètre de Fabry-Pérot.

I) Interféromètre de Michelson

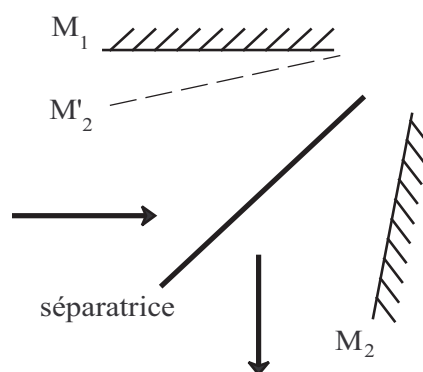
1) Généralités

a) Principe

L’interféromètre de Michelson est constitué de deux bras à l’extrémité desquels on place deux miroirs M_1 et M_2 (voir schéma ci-après). Le faisceau incident est séparé en deux fractions d’égale intensité dans chaque bras de l’interféromètre au niveau d’une lame semi-réfléchissante (*séparatrice* S). Les deux faisceaux se recombinent après réflexion au niveau de la séparatrice, et on observe leurs interférences dans la direction transverse à la direction du faisceau incident.

L’association miroirs-séparatrice revient à créer, entre le miroir M_1 et l’image M'_2 du miroir M_2 par S ,

- une *lame d’air*, si M_1 et M'_2 sont parallèles : on observe alors des *anneaux d’égale inclinaison* ;
- un *coin d’air* dans le cas contraire : on observe alors des *franges d’égale épaisseur*.



L’épaisseur finie de la lame séparatrice induit une différence de marche supplémentaire entre les deux bras de l’interféromètre qui dépend de la longueur d’onde, et qu’il faut donc compenser. C’est le rôle d’une autre lame dite *compensatrice* C qui ajoute une la même différence de marche, au signe près, entre les deux bras du Michelson.

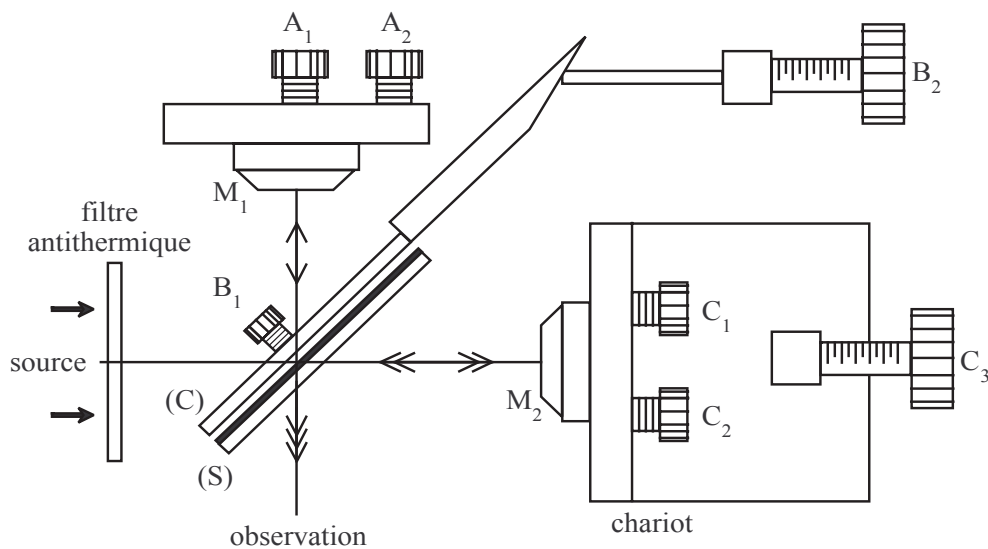
Une des premières choses à faire pour régler l’interféromètre sera donc de rendre parallèles la séparatrice et la compensatrice : on respectera ainsi la symétrie des rôles des bras de M_1 et M_2 .

b) Construction de l'appareil

Le miroir M_2 est monté sur un chariot, ce qui permet de faire varier la différence de marche en tournant une vis micrométrique. On dispose d'autre part de tout un lot de vis destinées à régler l'orientation des lames et des miroirs.

Rôle des différentes vis de réglage

- B_1 fait basculer la compensatrice autour d'un axe horizontal,
- B_2 fait tourner la compensatrice autour d'un axe vertical,
- C_1 et C_2 réglage grossier (donc rapide) de l'orientation du miroir M_2 ,
- A_1 et A_2 réglage fin de l'orientation du miroir M_1 ,
- C_3 réglage de translation du miroir M_2 (*chariot*).



Notations utilisées par la suite :

e = distance moyenne entre M_1 et M'_2

α = angle entre M_1 et M'_2

i = angle d'incidence de la lumière sur les miroirs

c) Rappel des conditions d'observation des diverses figures

Quand les miroirs M_1 et M'_2 sont rigoureusement parallèles ($\alpha = 0$), on obtient des anneaux d'égale inclinaison localisés à l'infini. Pour les observer, il faut utiliser un faisceau de lumière non parallèle. Ils sont nets quelle que soit la largeur de la source (insensibilité des anneaux à la cohérence spatiale). Quand la différence de marche s'approche de zéro, le rayon des anneaux tend vers l'infini et le champ prend une couleur uniforme appelée *teinte plate*.

Quand les miroirs M_1 et M'_2 ont un petit angle ($\alpha \neq 0$), on observe des franges d'égale épaisseur localisées au voisinage des miroirs. Il faut en toute rigueur utiliser un faisceau de

lumière parallèle construit à partir d'une source quasi ponctuelle. Cependant, on peut employer une source d'autant plus large que la différence de marche est faible (le justifier à partir de la formule : $\delta = 2e \cos i$). L'interfrange ne dépend pas de la différence de marche, mais le contraste est maximum autour de l'ordre zéro (cohérence temporelle et spatiale).

Note : la localisation n'intervient que pour les sources conventionnelles. Avec une source ponctuelle ou un laser, les interférences ne sont pas localisées.

2) Réglages avec un laser He-Ne

a) Réglage approché du parallélisme entre compensatrice et séparatrice

Envoyer le faisceau laser perpendiculairement à l'ensemble compensatrice-séparatrice (ajuster grossièrement l'orientation du laser pour que le faisceau réfléchi revienne sur lui-même) et observer sur un écran assez éloigné. Agir sur les vis B_1 et B_2 pour faire coïncider les 2 images les plus intenses.

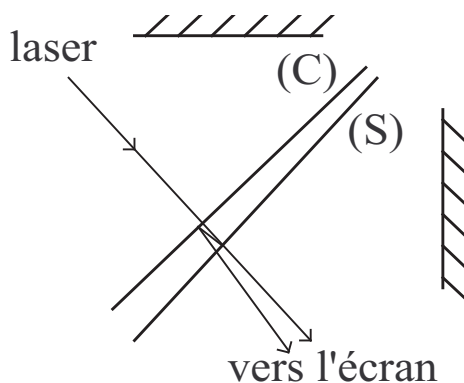


FIGURE 1 – Réglage approché du parallélisme C-S

b) Réglage approché des miroirs

- Mettre les vis A_1 et A_2 en position moyenne.
- Envoyer le faisceau laser sur la face d'entrée du Michelson de façon à éclairer les deux miroirs. Observer sur un écran assez éloigné. Agir sur C_1 et C_2 pour superposer les deux taches les plus lumineuses.

Méthode rapide (Utilisateurs confirmés!) : On peut effectuer les deux réglages approchés ci-dessus en une seule étape : envoyer le faisceau laser sur la face d'entrée du Michelson et placer une lentille (de grande distance focale, 1 à 2 m, pour rendre le réglage visible de loin) à la sortie du Michelson avec un écran dans son plan focal. Lorsque les 2 réglages sont effectués, il n'y a plus qu'une seule tache sur l'écran.

c) Réglage interférentiel des miroirs

But : La méthode proposée conduit à obtenir des miroirs rigoureusement parallèles et une différence de marche presque nulle. Il est alors aisé d'obtenir les figures d'interférences classiques.

Explication : Pour comprendre ce réglage, il faut avoir à l'esprit les points suivants :

1. Quand l'épaisseur moyenne e diminue, les anneaux d'égale inclinaison défilent vers leur centre (le démontrer à partir de la formule $2e \cos i = k\lambda$ avec k constant pour un anneau donné).
2. Quand e diminue, les anneaux se transforment progressivement en franges d'égale épaisseur si les miroirs ne sont pas rigoureusement parallèles (en effet, pour une faible épaisseur, les variations d'inclinaison di des rayons changent beaucoup moins la différence de marche que lorsque l'épaisseur e est grande).
3. Quand e est nulle et que l'on diminue l'angle entre les miroirs, l'interfrange augmente et tend vers l'infini (teinte plate lorsque les miroirs sont parallèles)¹.

Mise en oeuvre : Interposer entre le laser et le Michelson une lentille de très courte distance focale ($f \sim 5\text{mm}$), vous observez des anneaux dont le centre n'est pas nécessairement visible. Charioter (vis C_3) de façon à faire défiler les anneaux vers leur centre de courbure (la différence de marche diminue – cf. 1). Lorsque les franges sont devenues rectilignes (cf. 2), cesser le chariotage et jouer sur l'angle des miroirs (vis C_1 et C_2) de façon à augmenter l'interfrange (cf. 3). Pour cela agir sur C_1 dans le sens qui accroît l'interfrange jusqu'au maximum, puis faire de même avec C_2 , et recommencer avec C_1 . Si lors de ce réglage une courbure apparaît, charioter à nouveau en priorité.

Lorsqu'il n'y a plus que quelques franges rectilignes sur l'ensemble du champ, agir sur les vis de réglage fin du parallélisme A_1 et A_2 pour obtenir une teinte plate : le champ a une teinte et une luminosité uniformes, on est au voisinage du contact optique avec des miroirs parallèles. *Noter la valeur repérant la position du chariot.*

En résumé :

- quand on voit des anneaux, on les fait défiler vers leur centre de courbure en chariotant (donner la priorité à cette opération) ;
- quand on voit des franges bien rectilignes, on joue sur l'angle des miroirs pour augmenter l'interfrange.

La suite indique comment obtenir les figures classiques avec projection sur un écran. Leur exploitation est proposée plus loin.

d) Franges d'égale inclinaison

Accoler une lampe à vapeur de mercure avec un condenseur très convergent contre la face d'entrée². Les anneaux étant localisés à l'infini, placer *contre* la face de sortie du Michelson une lentille de grande distance focale (1 à 2 m) et placer l'écran dans son plan focal (contrôler la

1. On retrouve ces propriétés en prenant la différentielle de la différence de marche : $d\delta = 2\cos i de - 2e \sin i di$. Le premier terme correspond aux franges rectilignes d'égale épaisseur et le second aux anneaux d'égale inclinaison. Lorsque e tend vers zéro, il ne reste plus que le premier terme, et donc que le paramètre de , associé au parallélisme, à régler. Noter aussi que cette méthode de réglage n'est possible qu'avec un laser : avec une source conventionnelle, les franges sont localisées et inobservables sur l'écran tant que le Michelson n'est pas réglé.

2. L'idéal est de couvrir la plus petite surface possible des miroirs. Pourquoi ?

distance avec une règle). Charioter légèrement (expliquer pourquoi) pour observer des anneaux sur l'écran. Ajuster les vis A_1 et A_2 pour optimiser le contraste.

On remarquera probablement que très près de l'ordre zéro, les anneaux deviennent elliptiques ou hyperboliques : ceci est dû à un **réglage imparfait de la compensatrice**. Pour l'améliorer, charioter pour avoir des ellipses. Agir sur la vis B_1 pour rendre le grand axe des ellipses horizontal ou vertical, puis sur la vis B_2 pour obtenir des cercles. Ce réglage n'est pas critique, il a peu d'effet sur les expériences proposées dans ce poly.

e) Passage aux franges du coin d'air

Charioter jusqu'à obtenir une teinte plate. Placer après la lampe un condenseur peu convergent et éclairer toute la surface des miroirs. Enlever la lentille de projection et la remplacer par une lentille de courte distance focale. Former l'image des miroirs sur l'écran (expliquer pourquoi). Donner un petit angle aux miroirs en jouant sur une des vis de réglage fin. Vous observez des franges rectilignes. Charioter...

Revenir aux anneaux.

3) Manipulations possibles

Elles sont nombreuses, il faut donc choisir parmi trois catégories :

A. Les anneaux

Ils ne sont sensibles qu'à la cohérence temporelle, ils sont donc adaptés à **l'étude spectrale d'une source**.

B. Les franges d'égale épaisseur

Elles sont sensibles à la cohérence spatiale autrement dit à la structure spatiale de la source³. Elles sont surtout utilisées pour **l'étude d'épaisseurs optiques en lumière cohérente**.

C. Problème de cohérence

A.1. Écart du doublet du sodium (important)

Prendre une lampe à vapeur de sodium⁴ avec un condenseur de 70 mm et **travailler en anneaux**. Charioter. Observer que pour certaines différences de marche, le contraste s'annule (anti-coïncidence). Mesurer le chariotage Δe correspondant au passage d'une anti-coïncidence à la suivante (s'entraîner à lire le palmer). En déduire $\Delta\lambda$ par la formule :

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{2\Delta e}$$

Que faire pour améliorer la précision ?

En fait cette manipulation est un exemple élémentaire de spectroscopie par transformée de Fourier étudiée dans le paragraphe suivant.

3. sensibilité au 2ème ordre, donc faible

4. Ne pas étudier le doublet jaune du mercure dans cette expérience avec chariotage à la main car les anti-coïncidences sont trop proches pour être facilement repérables.

A.2. Spectroscopie par transformée de Fourier

Remarque : Cette manipulation est longue, délicate et nécessite une obscurité totale.

On utilise le montage qui permet l'observation des anneaux d'égale inclinaison dans le plan focal d'une lentille de grande distance focale. L'interféromètre sera éclairé par une lampe à Hg⁵ (HP ou philora), éventuellement une lampe Hg - BP. Il s'agit, en déplaçant le chariot, d'observer la variation de l'intensité lumineuse au centre (pourquoi au centre ?) de la figure d'interférence.

• Principe théorique :

Dans ce qui suit : $\sigma = 1/\lambda$ est le *nombre d'onde*. Il représente une fréquence spatiale.

Source monochromatique

Si la source émet une intensité B_σ , on obtient pour une différence de marche δ l'éclairement :

$$I(\delta) \propto B_\sigma (1 + \cos 2\pi\sigma\delta) .$$

Par défilement d'un miroir on fait varier δ (au centre des anneaux $\delta = 2e$) et on observe la variation $I(\delta)$ représentée sur la figure 2-a).

Doublet

Si la source émet deux raies monochromatiques de même intensité et de nombres d'onde σ_1 et σ_2 , la partie variable de l'éclairement est la somme des deux sinusoïdes de périodes voisines et donne des *battements* :

$$I(\delta) \propto B_\sigma \left\{ 1 + \cos \left[2\pi \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)}{2} \delta \right] \times \cos [\pi(\sigma_1 - \sigma_2)\delta] \right\}$$

Par défilement, on observe une succession régulière de brouillages des anneaux pour $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \dots$. Leur périodicité est $\delta_2 - \delta_1 = \frac{1}{\sigma_1 - \sigma_2} = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$; voir figure 2-b).

Raie large

Si la source émet de la lumière dans un intervalle spectral qui s'étend de σ_1 à σ_2 , avec la répartition d'intensité $B(\sigma)$, l'éclairement est alors :

$$I(\delta) = \int_{\sigma_1}^{\sigma_2} B(\sigma) [1 + \cos(2\pi\sigma\delta)] d\sigma .$$

Soit $I(\delta) = I_{moyen} + \Delta I(\delta)$, avec $\Delta I(\delta) = \int B(\sigma) \cos 2\pi\sigma\delta d\sigma$. On retrouve la propriété générale des interférences à deux ondes : la variation d'intensité autour de la valeur moyenne $\Delta I(\delta)$ est donnée par la transformée de Fourier (en cosinus) de la répartition spectrale $B(\sigma)$.

On considère le cas d'une raie large à $\sigma_0 = 1/\lambda_0$, avec un profil de largeur à mi-hauteur $\Delta\sigma$. La transformée de Fourier est le produit d'une sinusoïde de période $\delta_0 = 1/\sigma_0 = \lambda_0$, par une enveloppe de largeur à mi-hauteur $\Delta\delta \approx 1/\Delta\sigma$ (cf. longueur de cohérence, figure 2-c).

5. Pour cette expérience qui est déjà bien longue, ne pas travailler avec la lampe au sodium : l'écart en longueur d'onde y est 3 fois plus petit, il faudrait charioter 3 fois plus longtemps.

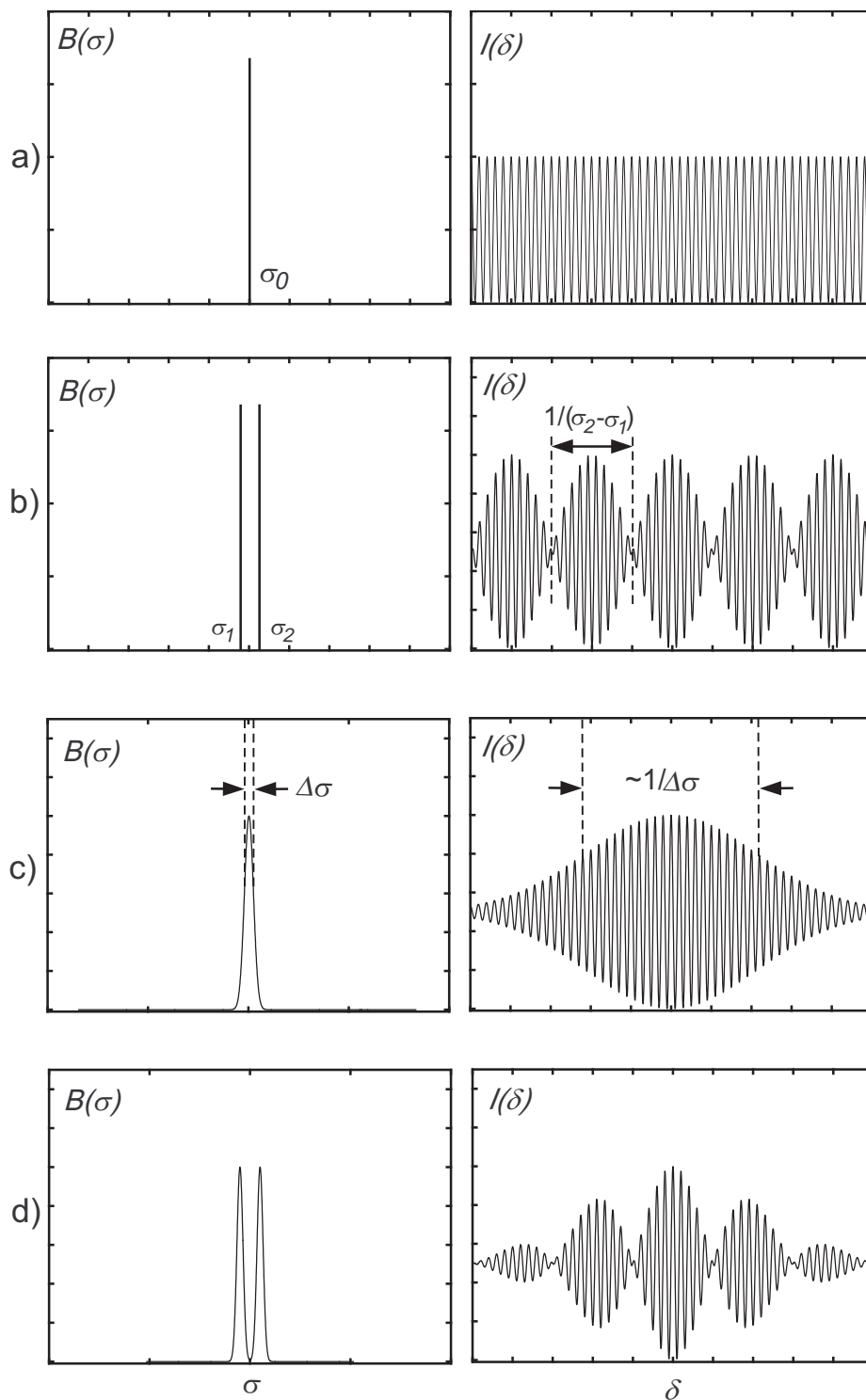


FIGURE 2 – Principe de la spectroscopie par transformation de Fourier : quatre situations typiques.

Deux raies larges (supposées proches et de même largeur $\Delta\sigma$)

On observe le produit des résultats précédents. On peut en déduire : $\sigma_{\text{moyen}} \approx \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2}$, $\sigma_2 - \sigma_1$ et $\Delta\sigma$ (Cf. figure 2-d)). C'est ce type de figure que l'on obtient avec les deux raies jaunes du mercure.

• Manipulation avec enregistrement

Au centre des anneaux, on place une photodiode autonome⁶. Le moteur permet un déplacement très lent du chariot et on enregistre le signal $I(\delta)$. Typiquement, le déplacement du miroir au cours d'une expérience est de l'ordre de 0,5 mm, ce qui correspond à une durée de 15 min. Le signal de la photodiode est envoyé dans un filtre passe-bas construit pour cet usage, puis récupéré via la carte d'acquisition d'un PC et géré par le logiciel Igor, avec le programme sYnchroniX (ce qui remplace une table traçante). La source étant une lampe philora (ou une lampe à Hg HP), un filtre interférentiel jaune ($\lambda = 576 \text{ nm}$) isole le doublet jaune du mercure (voir le schéma du montage figure 3).

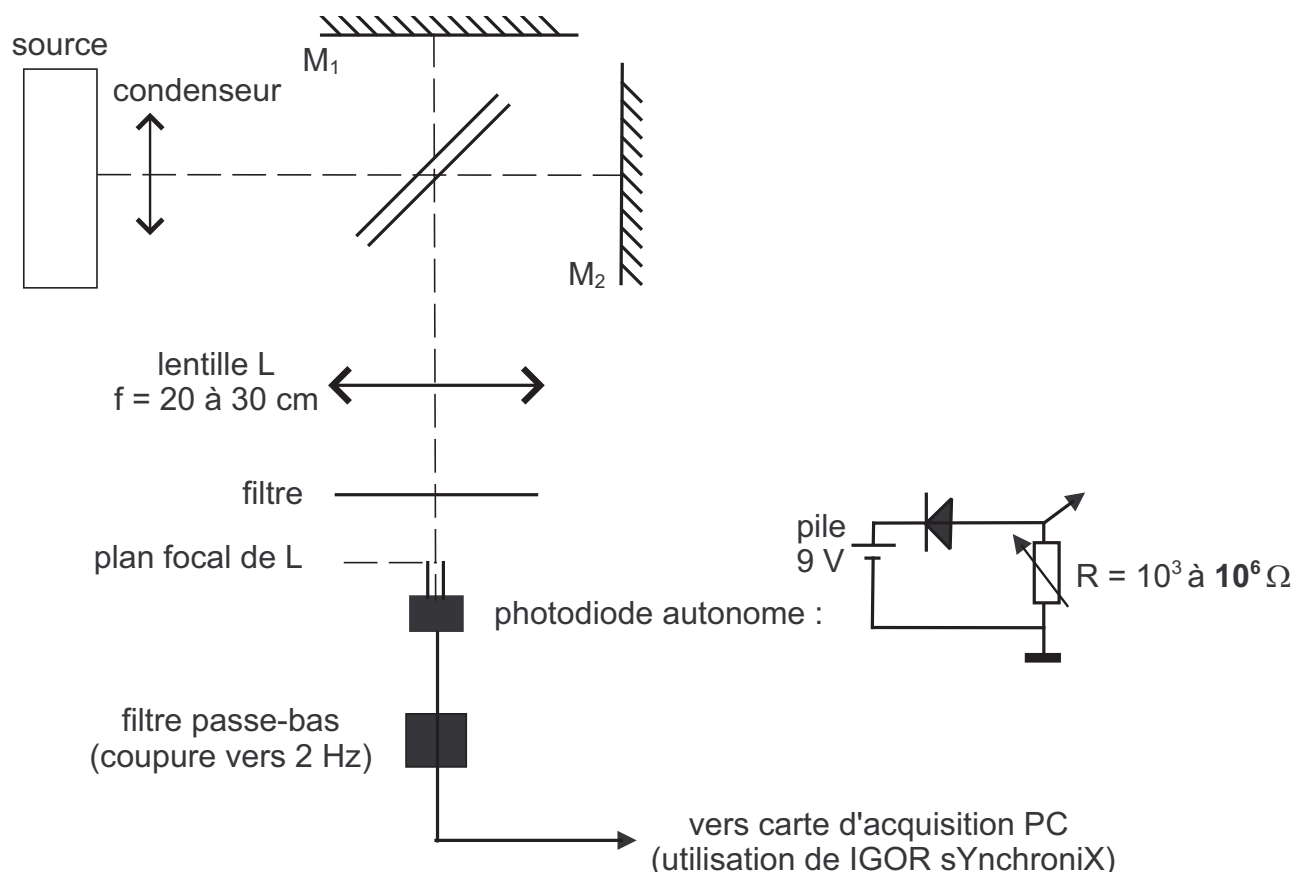


FIGURE 3 – Schéma du montage pour l'enregistrement des anneaux.

6. En principe il faut utiliser une lentille de grande distance focale pour former les anneaux afin que le capteur ne reçoive qu'une faible fraction d'anneau, sinon il moyenne et le contraste s'annule. Mais pour des questions de luminosité, il ne faut pas dépasser 30 cm de distance focale : ce n'est pas gênant ici car on se limite à des différences de marche assez faibles, donc les anneaux restent de grande taille.

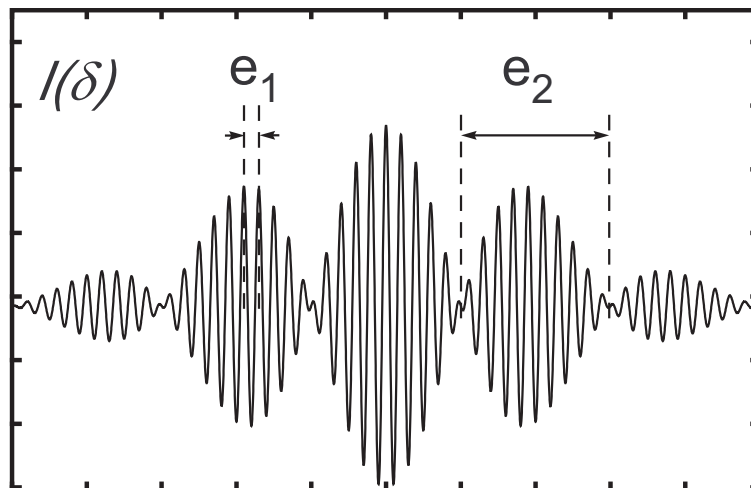
Rôle du filtre passe-bas

La vitesse du chariotage est de 1 mm en 30 min d'où une fréquence de 2 Hz (pour $\lambda = 556$ nm). Cependant le flux lumineux des lampes spectrales (vapeur Hg ou Na, ...) est modulé à 100 Hz (et un peu à 50 Hz) avec un taux de modulation voisin de 100 %. Ceci a pour effet de modifier notablement l'apparence du signal et impose d'effectuer l'échantillonnage à fréquence élevée suivant le critère de Shannon. Pour l'éviter on place à la sortie de la photodiode un filtre passe-bas du 2ème ordre qui transmet le 2 Hz et coupe le 100 Hz et le 50 Hz.⁷

Réglage de sYnchroniX

- Fréquence d'échantillonnage : d'après le critère de Shannon elle doit être supérieure à 2 points par période. On pourra choisir 10 points par période (ou un peu plus, ce qui améliore la précision des repérages), soit une fréquence de $2 \text{ Hz} \times 10 = 20 \text{ Hz}$.
- Nombre total de points d'échantillonnage : la durée typique d'enregistrement est 1000 s ce qui conduit à 20 000 points d'échantillonnage⁸.

Effectuer un enregistrement de quelques lobes autour (ou à partir) de $\delta = 0$. Mesurer e_2 , durée entre deux minima de contraste, et mesurer e_1 , durée entre deux maxima d'oscillation (cf. figure ci-après). On a $\frac{e_1}{e_2} = \frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$. En déduire $\Delta\lambda$ connaissant λ .⁹



A.3. Mesure des rayons des anneaux (facultatif)

En travaillant en lumière monochromatique, vérifier que les carrés des rayons sont en progression arithmétique. En déduire l'épaisseur optique.

7. Il existe un filtre passe-bas construit pour cet usage (notice N. 113). Néanmoins on peut se passer du filtre en échantillonnant à 1 kHz puis en lissant la courbe à l'aide de la fonction Smooth du menu Analysis. Choisir une zone de moyennage glissante de 101 points (les nombres pairs sont refusés).

8. IGOR peut aller jusqu'à 10^7 points! Le logiciel Synchronie, très courant en lycée (aucun rapport avec sYnchroniX) peut aller jusqu'à 10^4 points, il est donc utilisable.

9. On peut être tenté de demander courtoisement à IGOR de prendre la FFT du signal, mais l'expérience montre qu'ici le bruit qui accompagne chaque raie est plus large que la distance entre deux raies, rendant impossible leur séparation. C'est probablement dû à des irrégularités de vitesse du moteur (il suffit de 0,3 %). Dans les systèmes perfectionnés, la vitesse est contrôlée par un faisceau laser.

B.1. Interférences en lumière polarisée (expérience de Fresnel-Arago)

Cette expérience est importante dans la théorie des interférences. Régler le Michelson en coin d'air de manière à observer des franges rectilignes. Pour avoir beaucoup de lumière, opérer avec une lampe philora.

Notations utilisées pour la suite :

P_e : polariseur placé avant la face d'entrée du Michelson

P_s : polariseur placé après la face de sortie du Michelson

P_1 : polariseur placé entre la séparatrice et M_1

P_2 : polariseur placé entre la séparatrice et M_2

P_1 et P_2 sont des petites plaques de polaroid, montées dans des manchons, que l'on place devant les miroirs (attention les miroirs sont très fragiles, ne pas les toucher). Les plaques n'étant pas optiquement planes, les franges sont très déformées¹⁰.

Réaliser les situations indiquées dans le tableau qui suit :

P_e	P_1	P_2	P_s	Résultat
45 °	90 °	0 °	45 °	
absent	90 °	0 °	45 °	
45 °	90 °	0 °	absent	

Observation : il n'y a pas d'interférences dans les cas 2 et 3. Expliquer.

Après utilisation ôter les supports de polariseurs (ils nuisent gravement au chariotage).

B.2. Défaut de planéité d'une lamelle de microscope

Régler le Michelson en coin d'air. Opérer en lumière monochromatique. Régler le parallélisme entre les miroirs de façon à avoir une teinte plate. Placer la lamelle devant le miroir fixe M_1 et si nécessaire chariotier pour optimiser le contraste. Observer les franges d'un bord à l'autre de la lamelle ; en déduire (avec réserve) la variation d'épaisseur (prendre $n \simeq 1,5$). Pour repérer le sens de variation de l'épaisseur et *vérifier que cette variation est monotone*, chariotier très doucement en éloignant le miroir M_2 : les franges se déplacent dans le sens des épaisseurs croissantes (quand on suit une frange donnée, les variations de chemin optique se compensent).

B.3. Franges du coin d'air en lumière blanche – Application (facultatif)

Cette expérience est délicate.

Il est nécessaire d'être *très* près du contact optique (donc cette expérience est impossible en anneaux). En lumière peu convergente du mercure régler le chariotage de façon à avoir des franges rectilignes dont le contraste est maximum (il y a malheureusement plusieurs positions qui donnent cette impression). Noter la position du chariot. Remplacer la lampe spectrale par une lampe quartz-iode et interposer un filtre interférentiel (expliquer son rôle), puis si les franges n'apparaissent pas, chariotier *très doucement* autour de la position initiale repérée

10. Pourquoi l'expérience est-elle impossible en anneaux ?

(sur environ 1/100 mm). Lorsqu'elles apparaissent charioter jusqu'au maximum de contraste. Oter le filtre. En cas d'échec reprendre la dernière étape.

Application : Mesure de l'épaisseur moyenne d'une lamelle de microscope

Partir de l'expérience ci-dessus. Noter la position du chariot. Interposer devant le miroir fixe une lamelle de microscope. Les franges disparaissent. Charioter très lentement *dans le bon sens* à l'aide du moteur jusqu'à leur réapparition. En déduire l'épaisseur de la lamelle (prendre $n \simeq 1,5$). Attention on fait souvent une erreur d'un facteur 2.

Pourquoi faut-il opérer en lumière blanche pour faire cette mesure ?

C. Un problème de cohérence

Certains aspects de la cohérence temporelle ont été rencontrés précédemment (franges en lumière blanche, spectroscopie par transformée de Fourier). On propose ici une expérience qualitative sur la cohérence spatiale.

Se placer en franges du coin d'air au voisinage de l'ordre zéro et éclairer le Michelson avec une lampe philora et un condenseur *moyennement* convergent. Charioter jusqu'à forte diminution du contraste. Cette diminution est-elle liée à un effet de cohérence spatiale ou de cohérence temporelle ? Réponse : passer en anneaux sans charioter (ni toucher à la source)...

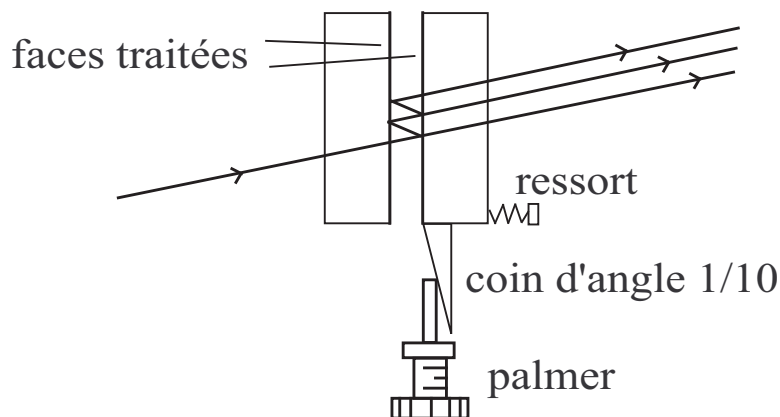
II) Interféromètre de Fabry-Pérot (Facultatif)

Cet instrument est d'emploi difficile à l'agrégation parce qu'il est peu lumineux et qu'il doit être réglé avec une très grande précision. Il est plus simple d'illustrer les interférences à ondes multiples avec un réseau.

1) Généralités

a) Constitution

Il est constitué de deux lames de verre traitées pour avoir un coefficient de réflexion élevé.



L'ajustement de l'épaisseur moyenne e se fait par action sur un coin fixé à l'une des lames. L'angle de ce coin ¹¹ est tel que lorsque le palmer avance de 1 mm l'épaisseur moyenne augmente de 0,1 mm. Lorsque le palmer est en dehors du coin, les lames ne sont plus guidées et le Fabry-Pérot devient inutilisable.

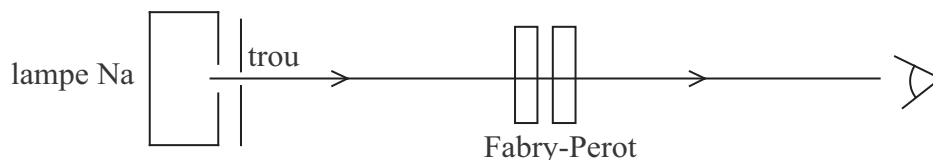
Un tel interféromètre s'utilise toujours en franges d'égale inclinaison (les deux faces traitées étant donc parallèles).

b) Réglage du parallélisme

Il est d'autant plus facile que l'épaisseur moyenne est faible.

Repérer les deux vis de réglage grossier et les deux vis de réglage fin (agissant sur les pavés par l'intermédiaire de ressorts). Mettre les réglages fins en position moyenne.

Placer une lampe à sodium ¹² à 1 m environ du Fabry-Pérot, ajouter un petit diaphragme.



11. s'il n'est pas déréglé

12. contrairement au Michelson le laser n'est pas ici un outil très adapté au réglage.

Regarder : on voit des images multiples du diaphragme, les amener à coïncidence en agissant sur les deux vis de réglage grossier. Quand la coïncidence est bien réalisée, ôter le diaphragme, vous devez voir des anneaux, sinon recommencer. On approche alors la lampe du Fabry-Pérot et on rajoute un diffuseur afin d'avoir le maximum d'angles d'incidence.

En jouant sur le réglage grossier faire en sorte que les anneaux soient centrés au milieu du champ.

La suite du réglage s'effectue par itérations successives à partir des principes suivants :

1. tant que les anneaux défilent quand l'observateur déplace la tête, les miroirs ne sont pas parallèles ;
2. les anneaux rentrent quand la différence de marche diminue.

Déplacer la tête le long d'un des diamètres *vers* l'une des vis de réglage grossier. Si les anneaux semblent rentrer, desserrer cette vis pour réduire le défilement. Les vis étant à 120° toute action sur l'une modifie le réglage de l'autre : passer ensuite à l'autre, puis revenir au premier et ainsi de suite... Lorsque le défilement est de moins d'une frange sur l'ensemble du champ, utiliser les réglages fins. Il faut que le réglage soit parfait sur l'ensemble du champ utile (surface *éclairée* du Fabry-Pérot)¹³.

2) Exploitation rapide

a) Mesure de la finesse

La finesse F du Fabry-Pérot est le rapport, *en lumière monochromatique*, entre la distance de deux maxima d'intensité successifs et la largeur à mi-hauteur d'un maximum. Elle ne dépend pas de l'épaisseur e de la lame d'air.

Eclairer le Fabry-Pérot avec un faisceau laser He-Ne non étalé et placer une photodiode autonome dans le plan focal de la lentille de sortie. Envoyer le signal à travers le filtre passe-bas dans IGOR par sYnchroniX. Brancher le moteur de défilement et enregistrer pendant une dizaine de secondes. En déduire la finesse.

b) Etude du doublet du sodium

On propose de réaliser cette expérience avec une Webcam¹⁴. Eclairer le Fabry-Pérot avec une lampe à sodium et un dépoli. Ne pas placer de lentille en sortie. Mettre la webcam (avec son objectif préalablement réglé sur l'infini) le plus près possible de l'interféromètre et observer les anneaux sur l'écran de l'ordinateur. Charioter à la main. Mesurer la distance de chariotage entre deux coïncidences. En déduire l'écart entre les raies. Estimer l'incertitude du repérage des coïncidences (critère visuel de Rayleigh) et comparer à la finesse mesurée précédemment.

Note : Il y a une grande analogie entre un Fabry-Pérot de finesse F et un réseau à F traits.

13. Si finalement les franges continuent à défiler de manière non monotone c'est que les miroirs ne sont pas plans, les anneaux projetés sur un écran seront moins fins qu'observés à l'oeil (parce qu'il y a le diaphragme). Il est courant aussi que le chariotage détruise le parallélisme qu'il faut alors rétablir.

14. L'utilisation d'une webcam présente des avantages en terme de luminosité par rapport à une projection sur écran. De plus, la pupille d'entrée diaphragme comme l'oeil et réduit l'importance des défauts de parallélisme. A contrario la résolution de la webcam est insuffisante pour atteindre la finesse réelle du Fabry-Pérot ; pour minimiser ce phénomène travailler avec les plus faibles épaisseurs possibles.