

## TP A2 : Interféromètre de Michelson (mesures)

*Cet interféromètre présente de grandes qualités didactiques pour l'appréhension de la notion de cohérence temporelle et spatiale et un aspect historique considérable mais il reste peu utilisé pour la mesure. Nous ferons une mesure d'épaisseur de lamelle de microscope en lumière blanche puis nous réaliserons un interférogramme pour l'obtention du spectre d'une lampe à Mercure par un calcul de FFT réalisé par le logiciel CALIENS™.*

### 1. Mesure d'épaisseur de lamelle de microscope en lumière blanche

**Après avoir vérifié que les moteurs étaient débrayés**, on règle le Michelson en coin d'air au voisinage du contact optique de façon à observer la série de franges symétriques en lumière blanche. (une demi-heure doit suffire !)

On interpose alors sur le trajet d'un rayon lumineux et avec précaution une lamelle «couvre-objet» de microscope sur son support vertical.

Réfléchissez alors au sens de chariotage qui permettra de retrouver les franges et procédez très minutieusement.

Déterminez alors l'épaisseur inconnue  $e$  de la lamelle ( $n=1.5$ ).

*Revenez au voisinage du contact optique en l'absence de lamelle et notez précisément la valeur du vernier de translation du miroir chariotable. Substituez la source blanche par une lampe mercure et augmentez l'interfrange pour qu'il dépasse le champ d'observation et écartez vous du contact optique en chariotant pour observer des anneaux suffisamment contrastés sur un écran à une distance de l'ordre du mètre.*

**Appel professeur pour confirmer la qualité de la figure d'anneaux à l'infini et la récupération d'une camera CCD Caliens d'un groupe de TP B2 n'en ayant plus l'utilité.**

### 2. Analyse spectrale par interférogramme + FFT

On utilisera comme capteur d'éclairement la barrette CCD CALIENS. Une lentille de focale 12,5 cm est placée en sortie à distance focale du boîtier CALIENS. Une figure d'éclairement apparaît en temps réel sur l'écran de l'ordinateur avec le logiciel. On pourra associer au filtre neutre de densité 3 l'association polariseur-analyseur pour régler plus finement l'intensité lumineuse sur la barrette.

On se met en mode « Time » et on choisit un pixel de référence « Source Pixel ». (pour avoir une lecture de position des curseurs verticaux **en pixels** et non en millimètres, il est nécessaire de passer par le menu Paramètres-Etalonnage. Une fenêtre s'affiche (DONT VOUS N'AVEZ QUE FAIRE !), vous lisez la valeur du pixel  $x$  qui vous convient et vous l'entrez dans « Source Pixel ». Fermez alors cette fenêtre inutile.

On pourra (dans ce premier temps) interposer en entrée un filtre interférentiel jaune ( $580 \text{ nm} \pm 12 \text{ nm}$ ) ne sélectionnant que le doublet jaune du mercure. On sait (puisqu'on l'a observé en chariotant à la main avec une source Sodium (doublet jaune  $589\text{-}589,6 \text{ nm}$ )) que l'on doit observer des battements d'éclairement séparés régulièrement par des anti-coïncidences (brouillages) dont la périodicité de chariotage nous permet de déterminer l'écart du doublet. Avec la lampe mercure filtrée, le doublet jaune du Mercure (plus espacé que celui du sodium) donnera des battements plus serrés.

**On accouple alors le bras de chariotage du Michelson à son moteur**

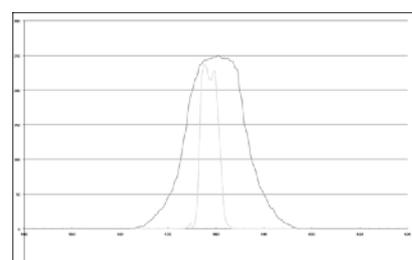
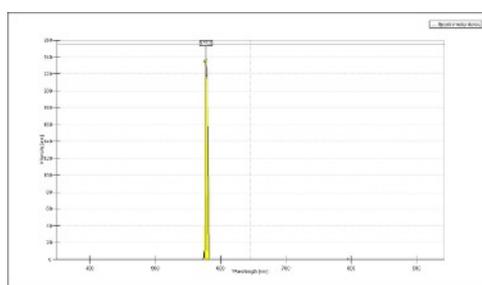
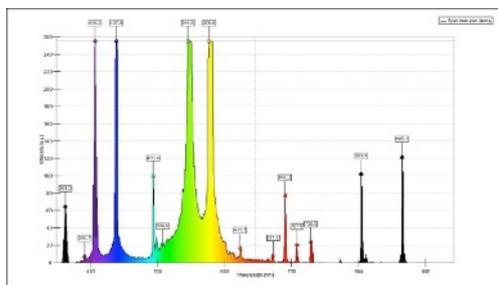
Choisissez une durée d'acquisition de 5 minutes environ.

Il faudra toujours lancer l'acquisition environ 5 à 10 secondes **après** la mise en route du moteur (rattrapage du jeu+accélération).

Imprimez la courbe d'éclairement obtenue en fonction du temps.

Les vitesses de translations dépendent du modèle d'interféromètre : SOPRA :  $695 \text{ nm/s}$  et DIDALAB  $556 \text{ nm/s}$

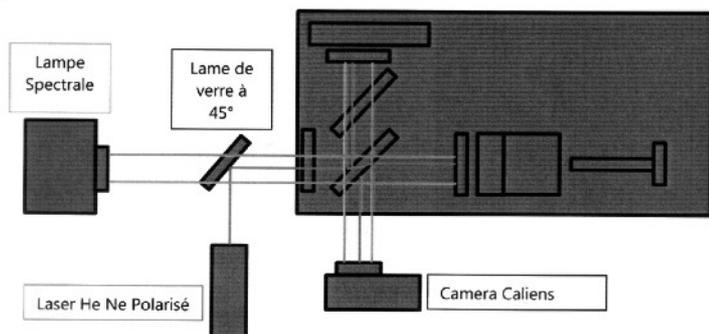
Compte-tenu des vitesses de translation du miroir, estimer la longueur d'onde moyenne et l'écart en longueur d'onde du doublet.



**Le montage permettant l'obtention d'un spectre correct par Transformée de Fourier d'un interférogramme est assez délicat à réaliser compte tenu du nombre d'instruments d'optique à interposer sur deux voies en parallèle (LASER+lampe mercure non filtrée)**

En effet, pour réaliser une transformée de Fourier (et donc un spectre) correct(e), nous devons comparer notre interférogramme à celui du LASER (source quasi monochromatique présentant la même différence de marche  $2e$  pour un Michelson réglé en lame d'air). La difficulté expérimentale est de faire coexister ces deux faisceaux en parallèle sans que les dispositifs nécessaires à l'un n'obturent l'autre et tels que les éclairagements sur la barrette CCD soient du même ordre de grandeur (pas de saturation des pixels du CCD par la tache LASER).

La présentation ( naïvement plane) ci-dessous propose d'utiliser seulement une lame semi-réfléchissante à  $45^\circ$ .



La direction « source LASER » et « sortie CALIENS » va être particulièrement encombrée. Optimisez le positionnement. On prendra soin d'écartier le faisceau LASER (« LASER pos ») d'au moins 500 pixels de du centre de la figure d'anneaux. On n'hésitera pas à faire ces réglages en utilisant une feuille blanche écran à la place de la caméra CALIENS pour s'assurer de la qualité, de la hauteur et de l'écart des figures d'interférences.

Observez les deux figures d'interférences côte à côte en mode temps réel sur le logiciel. Vérifiez que les intensités n'oscillent pas trop et que le signal LASER ne sature pas le CCD. Pour entrer les positions des pixels de référence (LASER pos et Source pos), il faut avoir coché dans le menu Paramètres-Acquisition les paramètres FFT : Activer acquisition LASER et Affichage en longueur d'onde où vous spécifierez la vitesse de chariotage de votre moteur.

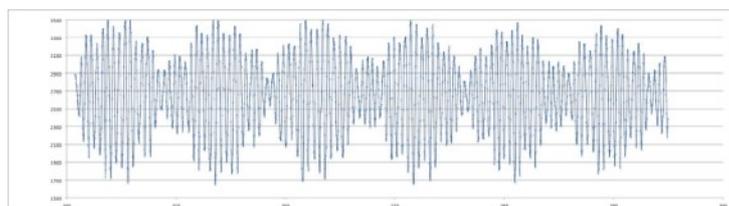
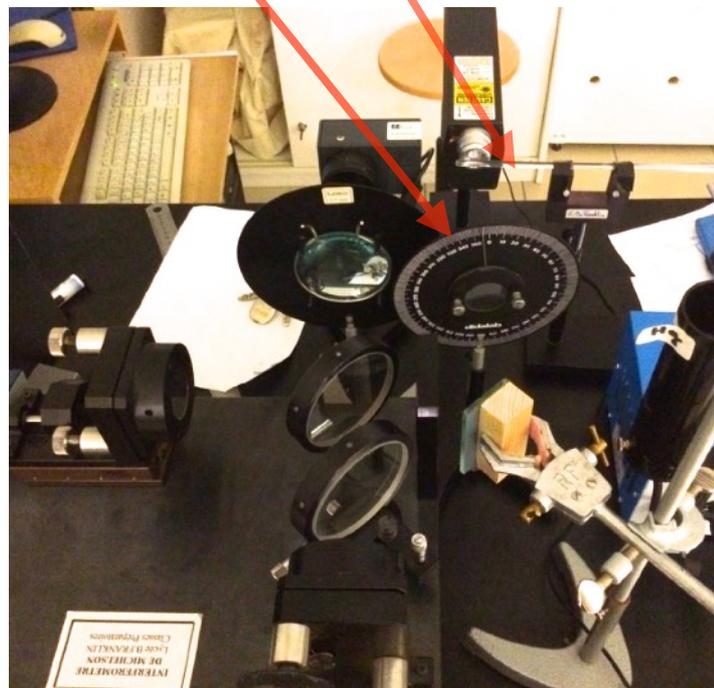
Choisissez une durée de d'acquisition d'au moins 5 minutes (en fonction du temps encore disponible et sachant que l'obtention du spectre par FFT sera très rapide et ne nécessitera aucun traitement supplémentaire). Sauvegardez vos fichiers sous toutes les formes possibles pour votre compte-rendu.

Nous utiliserons un miroir au lieu de la lame semi-réfléchissante : il s'agira du coup qu'il intercepte le moins possible le signal de la lampe spectrale.

Le condenseur (souvent utilisé devant la lampe spectrale) ne sera pas indispensable.

Nous ajouterons deux dispositifs entre le LASER (polarisé) et le miroir à  $45^\circ$  :

- un barreau de verre cylindrique pour étaler le faisceau LASER sur une verticale (de façon à ce que le problème d'un réglage d'altitude de spot LASER sur la barrette CCD horizontale ne se pose pas)
- un Polaroid pour atténuer l'intensité du faisceau LASER (polarisé) par réglage angulaire.



FFT

