

# MP08 : Interférences lumineuses

Armel JOUAN, Géraud DUPUY

June 6, 2021

## 1 Interférométrie à division de front d'onde : fentes de Young

### Matériel

- QI + alim + Filtre AC
- Roulette à filtres interférentiels
- Fente source avec vernier
- Deux doublets de 150 mm
- Fentes de Young (idéalement séparées de  $200\mu m$ )
- Barrette CCD Ovio
- Écrans
- Spectromètre Ocean

### 1.1 Première mesure: mesurer la distance entre les fentes

- (Pour chaque filtre, mesurer au spectromètre sa valeur et sa largeur, et ainsi déduire une incertitude sur  $\lambda$ , et juger de la cohérence temporelle de la source ( $\tau_c$  relié à la largeur spectrale))
- (Pour les deux doublets, mesurer leurs focales avec une autocollimation)
- Faire un objet avec QI + filtre AC + fente source (initialement refermée autant que possible)
- En faire un faisceau à l'infini par autocollimation avec un doublet  $L_1$
- Placer les fentes d'Young et le filtre interférentiel juste derrière

- En faire l'image sur un écran avec  $L_2$ , puis switcher sur un CCD
- Pour chaque filtre, mesurer l'interfrange, en tirer une courbe de  $i(\lambda) = \frac{f_2 \lambda}{a}$
- En déduire  $a$
- Discuter source principale d'incertitude. Les filtres ? La focale ? La faible statistique ?

**Transition:** Cette manipulation va nous permettre d'illustrer une caractéristique première des interférences : la longueur de cohérence.

## 1.2 Deuxième mesure: Mesurer la longueur de cohérence spatiale

- À  $\lambda$  donné, on sait que la figure d'interférence est donnée par :

$$I = 2I_0 \left( 1 + \text{sinc}\left(\frac{\pi a e}{\lambda f_1}\right) \cos\left(\frac{2\pi a x}{\lambda f_2}\right) \right)$$

avec  $e$  l'ouverture de la fente.

- On a donc un contraste donné par :

$$\Gamma(e) = \text{sinc}\left(\frac{\pi a e}{\lambda f_1}\right)$$

- On va donc ouvrir la fente jusqu'à voir une belle annulation de contraste.
- On a donc une première annulation de contraste pour  $e = \frac{\lambda f_1}{a}$ . On a alors  $e = l_{cs}$ . Avec  $l_{cs}$  la longueur de cohérence spatiale.

**Transition :** On a donc mis en valeur l'une des sources principales d'incohérence, attaquons nous maintenant à l'autre principal critère de cohérence, la cohérence temporelle.

## 2 Interférométrie à division d'amplitude : interféromètre de Michelson [1] p.218

### 2.1 Principe

Matériel :

- Interféromètre de Michelson (avec de long bras pour la manip de polarisation)
- Diode laser
- Lampe Na
- Support élévateur
- condenseur et verre dépoli
- Doublet de projection (500 mm à 1 m)
- 3 pieds optiques

Régler le Michelson en lame d'air, se placer au contact optique avec la lampe à vapeur de sodium, puis relever la position des antioïncidences de part et d'autre du contact optique. L'ajustement linéaire donne  $\Delta\lambda$ .

### 2.2 Exploitation

- Placer quelques points sur la courbe en direct
- En déduire la valeur de  $\Delta\lambda$ .

## 3 Notion de cohérence de polarisation [1] p.223

### 3.1 Principe

Matériel :

- Pareil que ci dessus, et ajouter:
- Lampe à vapeur de mercure
- 4 Ploariseur (si pas assez de place au niveau d'un des deux bras, prendre un support en mousse, faire une entaille, et fixer un film polaroid sur le trajet optique)
- Potences et noix
- doublet de 150 mm

Passer le Michelson en coin d'air. Pour ça, mettre la lampe de mercure, se placer en lame d'air, se mettre au contact optique. Quand on y est, se placer en lumière blanche, on a sûrement du blanc d'ordre supérieur, essayer de voir de la lumière irisée en chariotant (très doucement !). Une fois trouvée, on cherche à mettre une teinte plate de blanc noir orangée centrale. Une fois tout ça bien fait, on touche les vis de réglage fin pour défaire le parallélisme doucement, le contraste disparaît, c'est normale, les interférences ne sont plus à l'infini mais sur les miroirs, donc on projette avec une lentille de 150mm et on conjugue l'écran et les miroirs.

Enfin, on ajuste le miroir fin de manière à avoir une dizaine de frange. Ensuite on repasse à la lampe de mercure, qu'on met à bonne distance sans condenseur, pour avoir une incidence nulle.

Maintenant on peut mettre un premier polariseur dans l'un des bras (si pas assez de place, mettre une petite mousse en dessous, qu'on incise pour mettre un film de polaroid, sans toucher le miroir). Normalement, on voit des interférences chaotiques (épaisseur des polariseurs mal contrôlée), et un contraste un peu moche.

On met un polariseur dans l'autre bras, en on cherche l'annulation de contraste. On met en valeur le fait que pour les deux polarisations sont décorélées.

On met un polariseur en sortie. Normalement toujours pas d'interférence. On va chercher à se mettre à  $45^\circ$  entre les deux polariseurs. Pour cela, on masque un bras et on cherche l'extinction, on se place  $45^\circ$  plus loin. En fait on cherche à recombinaison la lumière des deux bras, mais ils sont toujours décorélés

Enfin on met un polariseur en entrée à  $45^\circ$ , et on réobserve des interférences. En fait on a sélectionné une polarisation corrélée avec elle-même, qu'on va reprojeter dans deux directions différentes mais elle sont toujours corrélée, puis les recombinaison. On a des interférences. On peut d'ailleurs mettre en avant qu'en tournant de  $90^\circ$ . On a inversion des franges brillantes et des franges sombres. C bö !!!

On a mis en évidence le concept de cohérence de polarisation.

## Biblio

- 1 Physique expérimentale, de Boeck
- 2 H Prépa Optique, 2e année
- 3 Houard, Optique, une approche expérimentale