

# MP08 – Interférences lumineuses

31 mai 2021

Clément Gidel & Pascal Wang

**Niveau :**

**Commentaires du jury**

**Bibliographie**

✦ *Le nom du livre, l'auteur*<sup>1</sup>

→ Expliciter si besoin l'intérêt du livre dans la leçon et pour quelles parties il est utile.

**Prérequis**

➤ prérequis

**Expériences**

☞ Biréfringence du quartz

**Table des matières**

## Plan : Clément

Pour moi c'est relativement simple : comme d'habitude on suit Corentin Pacary.

I) Interférences à division du front d'onde. Première manip est de tracer l'interfrange en fonction de l'ouverture. **Il y a éventuellement un ouverture résiduelle dans les fentes.** On peut ensuite montrer l'influence de l'ouverture d'une fente source sur les bifentes sur le contraste et ainsi mettre en évidence la cohérence spatiale.

II) Pour palier à la cohérence spatiale, on utilise un interféromètre à division d'amplitude : Michelson, mais le prix à payer c'est une localisation. Pour regarder en lame d'air, on se met à l'infini. On fait la manip du doublet du sodium : on met en évidence la cohérence temporelle.

III) Interférences en polarisation : on refait la manip du spectre cannelé de biréfringence ! On utilise une lame épaisse de quartz (voir MP 13 biréfringence).

## Compléments/Questions

### Passage : Charlie

#### Plan

I) Fentes d'Young : Mesure d'interfranges obtenues au capteur CCD. On a  $i(\lambda) = \alpha\lambda$  et on fait une régression linéaire. On a un calcul d'incertitude sur la pente et sur la distance écran objet  $D$  car  $a = \alpha/D$  (où  $\alpha = D/a$ ). On trouve  $a = 278 \pm 41 \mu\text{m}$  (on a pris en compte l'incertitude de la pente donné par Regressi). On compare avec la valeur donnée  $300 \mu\text{m}$  on est donc bien dans la valeur du constructeur même si on a quand même 20% d'erreur.

II) Michelson en lame d'air avec doublet du sodium. On règle dans un premier temps avec un laser (source ponctuelle, interférences non localisées donc en division du front d'onde et d'amplitude). Avec la lampe à vapeur, on fait l'image du filament sur les miroirs pour avoir le plus d'angles possibles. On repère les annulations aux positions  $x_p$  et on mesure la différence de marche correspondante  $\Delta\delta(p) = \beta p$  où  $\beta = \lambda_m^2 / (2\Delta\lambda) = \Delta e$  ( $\beta < 0$  ici ?). On trouve finalement  $\Delta\lambda = 1,24 \pm 0,01 \text{nm}$ . Ça correspond pas à quoi on s'attend, on sait pas trop pq.

III) Michelson en coin d'air. On a du mal à régler en coin d'air.

#### Remarques / questions

- pouvez vous expliquer les interférences en terme de cohérences temporelle/spatiale ?
- pourquoi au capteur CCD et pas à la règle pour les mesures d'inter-franges ?
- Pas de lentille pour collimater le faisceau ?
- qu'apporte le Michelson par rapport au capteur CCD ?
- Bien penser à pré-régler le Michelson (séparatrice) et bouger seulement les vis des miroirs et trouver la teinte plate.
- l'annulation du contraste doit se prendre sur un intervalle de valeurs et non une seule valeurs comme l'a fait Charlie.
- Ne pas prendre des focales trop grande pour évite d'avoir des images trop grande et une perte de contraste/luminosité. idéale à 150/120 mmm.
- Focale et grandissement pour projeter dans le cas du Michelson coin d'air. Rappel : petite focale pour gros grandissement.
- **Il y a éventuellement un ouverture résiduelle dans les fentes.** Pour un Michelson, vaut mieux ne pas avoir à re-régler des subtilités comme séparatrice/compensatrice. Ne passer en lumière blanche que si on a un truc nickel en Sodium.
- Peut-on estimer la largeur des fentes d'Young sur la figure de diffraction ? Largeur angulaire du pic central, car figure de diffraction est modulée par la figure de diffraction d'une fente.
- est ce qu'on peut élargir la fente source ? Oui, mais il faut augmenter la sensibilité sur le logiciel CCD. Résultat : au milieu on perd l'ordre 0 (contraste=0).

- Cohérence spatiale dans les fentes d'Young qui apparaît quand on élargit la taille des fentes. Critère semi/quantitatif de brouillage spatial? Il y a brouillage quand on peut appareiller deux points de la source distants de moitié de la taille de la source tels que la différence de la marche entre ces deux sources (au même point) vaut  $\lambda/2$ , ainsi pour tout point de l'écran on peut appareiller deux points de la source qui se brouillent (et ceci sur toute la largeur de la source).
- Michelson avec source Ponctuelle : fonctionne en division d'amplitude ET division du front d'onde.
- Pourquoi dans la pratique les interféromètre sont à division d'amplitude et pas du front d'onde? pour garder la luminosité.
- Chiffres significatifs sur mesure de  $a = 248 \pm 41 \mu m$  on va plutôt écrire  $a = 0.28 \pm 0.04 mm$ .
- Michelson : Pouvoir placer la source à l'infini (i.e un faisceau parallèle en entrée)? En fait il faut que  $i$  varie beaucoup pour avoir beaucoup d'anneaux car l'interfrange ne dépend que de l'inclinaison : il faut faire l'image de la source sur les miroirs. Au contraire, en coin d'air il faut bien se mettre en éclairage parallèle.
- Réfléchir un petit peu pour une lentille de projection.  $f \sim 1m$  en lame d'air et  $f \sim 15cm$  en coin d'air.
- rôle de la compensatrice? Cf LP de Pascal.
- On rajouter une lentille de projection si les franges sont localisées à l'infini.

## Passage

### Plan

Prérequis :

I) Miroir de Fresnel. Montage le plus simple pour observer des interférences. Miroirs de Fresnel, constitué de deux miroirs partageant une arête commune. En live, orienter les miroirs pour superposer les faisceaux. Schéma sur diapo. Montrer les franges rectilignes. On a vu la formule pour l'interfrange. Vérification de la formule en traçant  $i(D)$  l'interfrange en fonction de la distance miroir écran. Attention de ne pas confondre les franges de diffraction par le bord des miroirs et les franges d'interférence.

II) Cohérence spatiale en Fentes d'Young. On peut réaliser des mesures de précision avec des interféromètres. Il faut des franges bien contrastées. Expérience des Fentes d'Young avec une source étendue et une lampe à vapeur de mercure et un filtre pour sélectionner la raie verte. Mesures sur un banc optique. Utiliser Caliens. Largeur de la fente source fixée, rapprocher la fente source des bifentes de Young et repérer les inversions de contraste en regardant si la frange centrale est constructive ou destructive.

III) Polarisation et cohérence temporelle. Michelson. Réglage au laser en lame d'air. Lumière blanche en coin d'air. Teintes de Newton.

### Questions

Pourquoi avoir utilisé un laser pour les miroirs de Fresnel? Pour la luminosité et pas de problème de cohérence temporelle.

Comment estimer les incertitudes?

Mesure de la visibilité avec les fentes. On mesure  $I_{max}$  et  $I_{min}$ . Ici, on ne voyait que 2 ou 3 franges, sûrement à cause de la figure de diffraction. Est ce que la valeur de l'intensité n'est pas modulée par la figure de diffraction?

Michelson en division du front d'onde?

Manip surprise : diffraction de Fraunhofer exacte.

### Commentaires

Choix des exp : 3 le nombre maximal. Bien de sortir le miroir de Fresnel pour l'originalité mais redondant avec les bifentes.

Sodium : les deux raies n'ont pas les mêmes intensité, donc on ne voit pas l'annulation de contraste mais un minium. Puis on s'éloigne et on a une perte de contraste liée à la largeur des raies.

Montage dans lequel on doit UTILISER les propriétés des interférences (cohérence). Différent du montage de spectro. Mais on peut aussi mettre des interférences à N ondes (Fraby Perot, par exemple le doublet du sodium, car meilleure précision, plus simple qu'un Michelson). Mentionner si on ne fait que des interférences à 2 ondes.

Plus pour leçon, Michelson avec une source ponctuelle : division du front d'onde (interférences non localisées). Source étendue : division d'amplitude.