

MP13 : Biréfringence, pouvoir rotatoire

Bibliographie :

- ☞ *Physique expérimentale–optique, mécanique des fluides, ondes et thermodynamique*, M. Fruchart, P. Lidon, E. Thibierge, M. Champion, A. Le Diffon. [1]
- ☞ *Optique*, Houard [2]
- ☞ *Optique expérimentale*, Sextant [3]
- ☞ *Poly de tp de L3* [4]
- ☞ *Poly de tp de M2* [5]

[1] babinet p 251 + biréfringence quartz p256, [2] $\frac{\lambda}{4}$, [3] un peu tout, [4] la culture sur l'ellipsom trie, [5] les protocoles (sur site).

Rapports de jury :

2017 : *Le candidat doit être capable d'expliquer le principe physique des protocoles utilisés lors de l'étude de la biréfringence d'une lame mince. Le jury attend des mesures quantitatives avec confrontation aux valeurs tabulées.*

Table des matières

1	Biréfringence	2
1.1	Lamda sur 4	2
1.2	Compensateur de babinet	2
2	Pouvoir rotatoire	3
2.1	Lame de quartz taill�e perpendiculairement � l'axe optique	3

Introduction

Certains matériaux ont des propriétés optiques particulières vis-à-vis de la polarisation de l'onde incidente. On distingue deux phénomènes :

- la biréfringence, correspondant à des indices optiques différents selon la polarisation de l'onde incidente (propriété de milieux anisotropes) ;
- l'activité optique, propriété d'un milieu de faire tourner la direction de polarisation de l'onde incidente (propriété notamment de milieux chiraux).

Une bonne idée si on ne construit rien en direct lors du montage (il faudrait dans ce cas 3 bancs optiques...) On se lib  re du temps pour faire une manip d'intro pour montrer la différence entre polarisation circulaire et rectiligne :

- Biréfringence circulaire (pouvoir rotatoire) : Cuve de glucose, rectiligne en entrée, rectiligne en sortie, mais elle a tourné (attention, le glucose s'  nantiom  rise, on demande aux techniciens de la préparer à la fin!).
- Biréfringence rectiligne : Cristal de spath (pas de biréfringence circulaire). On voit apparaître des rayons qui ont vu les axes ordinaires et extraordinaires de la lame (tourner l'analyseur et montrer qu'ils sont polarisés    90   [5] poste 1.

Proposition de plan :

1 Biréfringence

1.1 Lamda sur 4

✓ Manip : Biréfringence d'un cristal de quartz dont l'axe optique est parallèle à la face d'entrée

En préparation : On la monte et on vérifie qu'on retrouve la bonne ellipticité

En direct :

Exploitation : La mesure de l'ellipticité nous permet de remonter au déphasage à 2kpi près, et en connaissant l'épaisseur à la biréfringence.

Transition : Il faudrait en fait pouvoir remonter au déphasage directement, on utilise pour cela un compensateur de babinet.

1.2 Compensateur de babinet

✓ Manip : Biréfringence d'un cristal de quartz dont l'axe optique est parallèle à la face d'entrée

En préparation :

En direct :

Exploitation :

Transition : On vient d'utiliser une lame de Quartz : milieu biréfringent circulaire ET linéaire, mais l'effet linéaire est beaucoup plus fort que l'effet circulaire, il faudrait la tailler perpendiculairement à l'axe optique de façon à s'en affranchir si on veut le mettre en évidence.

2 Pouvoir rotatoire

Pour ne pas avoir de biréfringence et n  avoir que du pouvoir rotatoire on prend une lame taill  e perpendiculairement à l'axe optique. En effet dans cette géométrie, les lames se comportent comme un milieu isotrope : tout se passe comme si elles ne présentaient pas de biréfringence linéaire. En revanche, dans les cristaux taillés parallèlement à l'axe, le pouvoir rotatoire est toujours masqué par la biréfringence. Le pouvoir rotatoire correspond à la biréfringence circulaire. **Utiliser TP 2 pour cette partie..** Il faut le faire avec une lame fine afin qu'on ne fasse pas plusieurs tours. On utilise une lame de quartz car une lame de spath ne possède qu'une polarisation linéaire. Le quartz possède lui une circulaire + une linéaire.

2.1 Lame de quartz taill  e perpendiculairement à l'axe optique

✓ **Manip :**

En préparation :

En direct : On explique tout en supposant une lame D ou L et en fonction de quelle couleur est éteinte en premier on en déduit le sens de la lame étudiée.

Exploitation : On détermine le sens de la lame de Quartz mais on remonte aussi à une loi de Cauchy.

Conclusion :

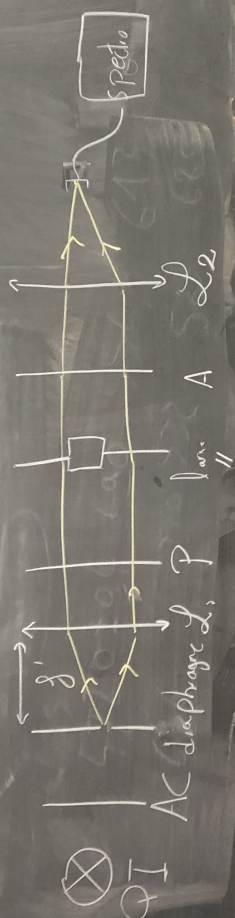
Mesures de précision (photoélasticité p263 **[1]**)

Tableau de l'année

MP13 Biréfringence
et pouvoir rotatoire

I / Biréfringence linéaire

1) Spectre cannelé



$$\Delta\phi = \frac{2\pi \Delta n e}{\lambda}$$

$$e = 1,21 \text{ mm}$$

$$\Delta\phi(\lambda_{\text{canc}}) = k\pi$$

$$\Delta n = \frac{(N-1) \lambda_{\text{max}} \lambda_{\text{min}}}{e \lambda_{\text{max}} \lambda_{\text{min}}}$$

$$\Delta n = \left(\frac{+}{-} \right)$$

$$\left(\frac{\sigma(\Delta n)}{\Delta n} \right) = \left[\left(\frac{\partial \Delta n}{\partial e} \sigma(e) \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta n}{\partial \lambda_{\text{max}}} \sigma(\lambda_{\text{max}}) \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta n}{\partial \lambda_{\text{min}}} \sigma(\lambda_{\text{min}}) \right)^2 \right]^{1/2} = 4\%$$

→ Etalonnage: Filtre $\lambda_0 = 589 \text{ nm}$

$$\Delta\phi(x,y) = \Delta\phi(x,y)$$

$$X_{\text{ref}} \text{ tel que } X_{\text{ref}} = 2,52 \text{ mm}$$

→ lumière blanche

→ sans lame

→ avec lame

$$X_1 =$$

$$X_2 =$$

$$\Delta n = \frac{(x_2 - x_1) \lambda}{X_{\text{ref}} e}$$

$$\Delta n = \left(\frac{+}{-} \right) \times 10^{-3}$$

$$\Delta n_{\text{lab}} = 9,11 \times 10^{-3}$$

II / Pouvoir rotatoire

1) Spectre cannelé

même montage que I/1. Quatre à face L.

$$\sigma = \frac{Ae}{\lambda^2}$$

$$\sigma_k = k\pi + \frac{Ae}{\lambda^2} = \frac{a \cdot b}{\lambda^2}$$

$$Ae = \left(\frac{+}{-} \right)$$

$$\alpha = \frac{Ae}{\lambda^2} = \left(\frac{+}{-} \right) \alpha_{\text{lab}} = 21,7^\circ/\text{mm}$$

2) Etalonnage

LASER

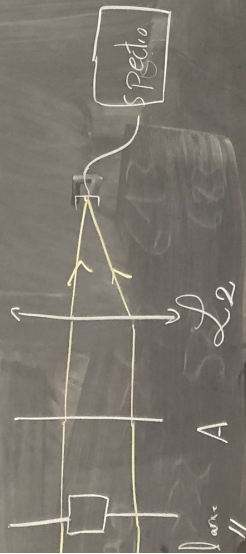
$$\sigma = \frac{VBP}{\lambda^2}$$

$$l = 30 \text{ mm}$$

$$V =$$

ingence
tatoire

aire



$$\Delta\phi = \frac{2\pi \Delta n e}{\lambda}$$

$$e = 1,21 \text{ mm}$$

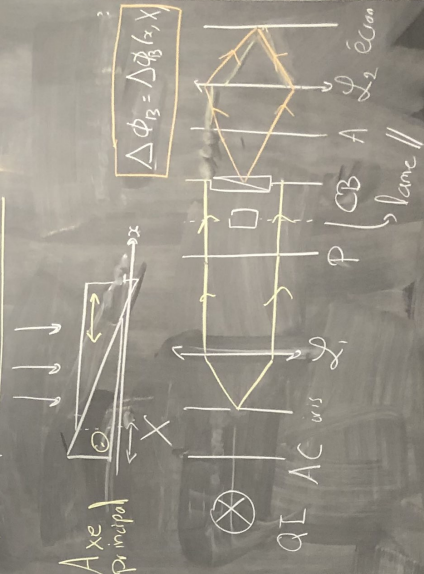
$$\Delta\phi(\lambda_{\text{étalon}}) = k\pi$$

$$\Delta n = \frac{(N-1)}{e} \frac{\lambda_{\text{max}} \lambda_{\text{min}}}{\lambda_{\text{max}} - \lambda_{\text{min}}}$$

$$\Delta n = \left(\frac{+}{-} \right)$$

$$\left(\frac{\sigma \Delta n}{\Delta n} \right) = \left[\left(\frac{\partial \Delta n}{\partial e} \sigma e \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta n}{\partial \lambda_{\text{max}}} \sigma(\lambda_{\text{max}}) \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta n}{\partial \lambda_{\text{min}}} \sigma(\lambda_{\text{min}}) \right)^2 \right]^{1/2} = 4\%$$

2) Compensateur de Babinet



$$\Delta\phi_3 = \Delta\phi_2(z, \lambda)$$

$$\lambda_0 = 589 \text{ nm}$$

el que
2 mm

$$\Delta\phi(x, y) = \Delta\phi(x, y, z)$$

$$\Delta n = \frac{(x_2 - x_1) \lambda_0}{x_2 \lambda_0 e}$$

$$\Delta n = \left(\frac{+}{-} \right) \times 10^{-3}$$

$$\Delta n_{\text{tab}} = 9,11 \times 10^{-3}$$

II / Pouvrotatoire

1) Spectre cannelé

même montage que I/1). Quartz à face \perp

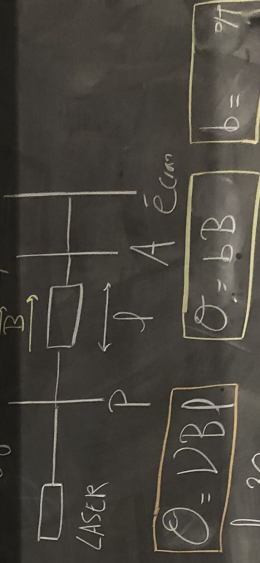
$$\sigma = \frac{Ae}{\lambda^2}$$

$$\sigma_k = k\pi + \frac{Ae}{\lambda^2}$$

$$Ae = \left(\frac{+}{-} \right)$$

$$\alpha = \frac{Ae}{\lambda^2} = \left(\frac{+}{-} \right) \alpha_{\text{tab}} = 21,7^\circ/\text{mm}$$

2) Effet Faraday



$$\sigma = \frac{V B l}{\lambda}$$

$$l = 30 \text{ mm}$$

$$V = \left(\frac{+}{-} \right) \text{ rad/T.m} \quad V_{\text{tab}} = 31 \text{ rad/T.m}$$

$$b = \frac{\pi}{2}$$