

HP 10 : Milieux optiquement actifs : biréfringence et pouvoir rotatoire

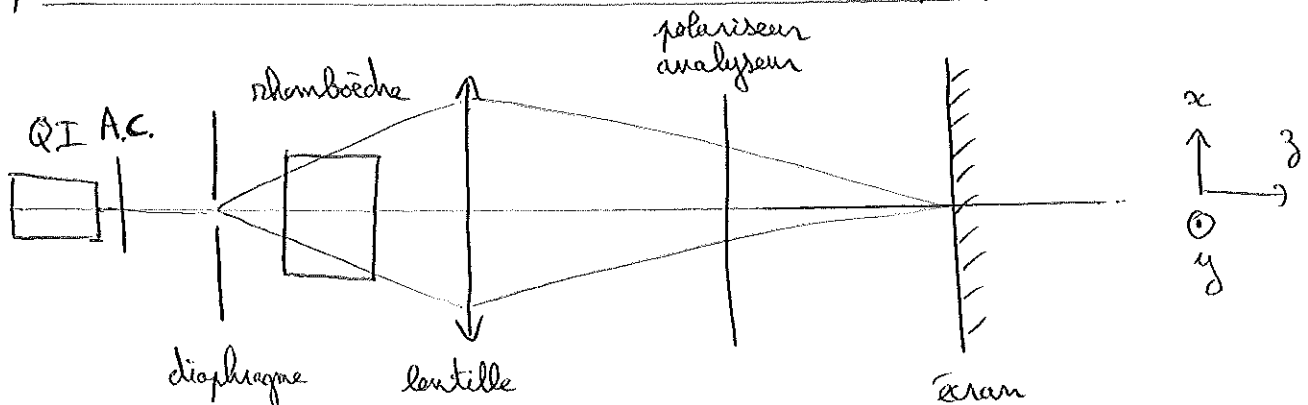
A. Béruit

- Bibliographie:
- Duffaut - Expériences d'optique. → quasi-suffisant à lui seul.
 - Lestant - Optique expérimentale.
 - JFLM tome 2. → pour le pouvoir rotatoire du saccharose.

Introduction: Rappelons rapidement ce qu'est la biréfringence: propriété d'un matériau anisotrope qui fait que l'indice optique dépend de la direction de propagation et de la polarisation de la lumière incidente. Rappelons rapidement ce qu'est le pouvoir rotatoire: propriété de certains matériaux qui fait tourner la direction de polarisation de la lumière incidente.

① Biréfringence.

1) Mise en évidence avec un rhomboïde de spath.



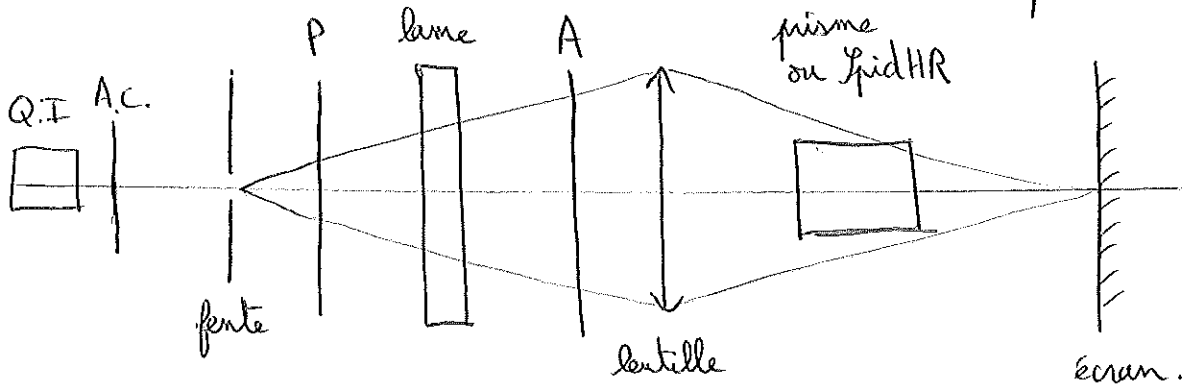
Sans l'analyseur: • montrer qu'on forme 2 images du diaphragme sur l'écran (qui correspondent à 2 chemins optiques différents).

- faire tourner le rhomboïde pour montrer qu'une image est fixe (l'ordinaire) et que l'autre lui tourne autour (l'extraordinaire).

Avec l'analyseur: • montrer que les 2 images sont polarisées orthogonalement.
• placer le rhomboïde de sorte que son axe optique soit dans le plan horizontal (respectivement vertical) montrer qu'alors la polarisation de l'image ordinaire est portée par l'axe vertical x (resp. l'axe y).

- N.B.:
- l'axe optique du rhomboëdre coïncide avec sa plus petite diagonale.
 - la polarisation ordinaire est orthogonale au vecteur d'onde ($\approx$ la direction de propagation de la lumière) et orthogonale à l'axe optique du rhomboëdre.

2) Mesure de la biréfringence d'une lame "épaisse" de Quartz.



- Sans prisme ni spectromètre:
- retirer la lame, croiser polariseur et analyseur, introduire la lame, expliquer la réapparition de la lumière par la décomposition de la polarisation initiale en 2 polarisations particulières (celles des lignes neutres).
 - mettre en évidence les lignes neutres (directions selon laquelle la polarisation incidente n'est pas modifiée en traversant la lame) en faisant tourner la lame.

⚠ la lame doit être taillée parallèlement à l'axe optique

- Avec le prisme:
- l'indice optique est différent selon que la polarisation de l'onde incidente correspond à l'une ou l'autre des lignes neutres, donc en ayant les 2 et en les reprojétant sur une même direction de polarisation on s'attend à avoir des interférences.
 - placer les lignes neutres à 45° des directions du polariseur et de l'analyseur (qui sont croisés), introduire le prisme pour montrer le spectre annelé.
- La différence de marche introduite par la lame vaut:

$$\delta = \Delta n \times e$$

où e : épaisseur de la lame.

$$\Delta n = n_{\text{ordinaire}} - n_{\text{extraordinaire}}.$$

Avec le spectromètre : • remplacer le prisme par un spectromètre, compter le nombre de franges p entre deux longueurs d'onde λ_1 et λ_2 , on a alors :

$$\Delta m = \frac{p}{e} \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}$$

On trouve : $p =$

$$\lambda_1 = \quad \pm$$

$$\lambda_2 = \quad \pm$$

$$e = \quad \pm$$

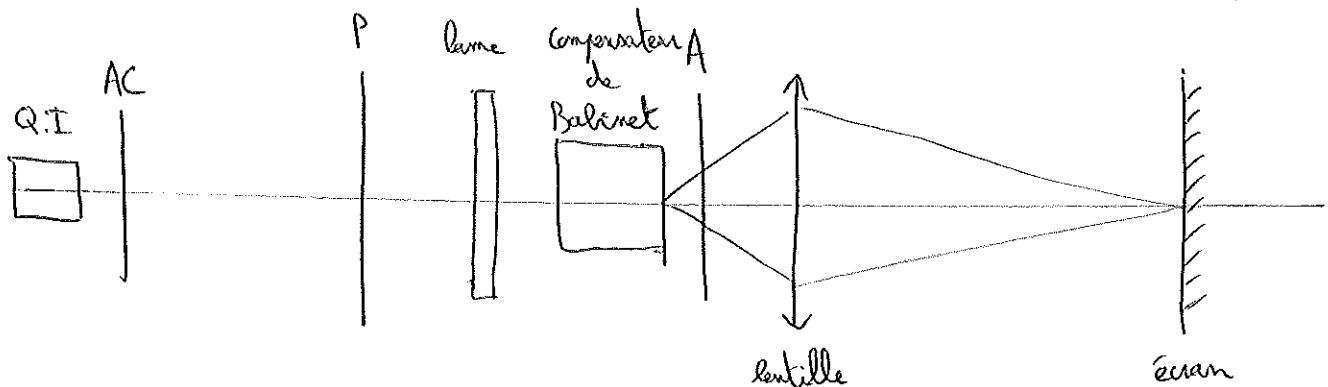
$$\text{d'où } \Delta m = \quad \pm$$

(valeur théorique : $\Delta m = 9,044 \times 10^{-3}$ à 700 nm

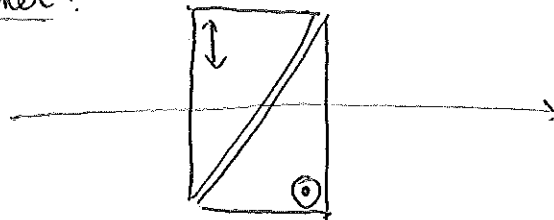
$\Delta m = 9,504 \times 10^{-3}$ à 400 nm)

3) Mesure de l'épaisseur d'une lame "mince" de Quartz.

(prendre encore une fois une lame taillée parallèlement à l'axe optique).



Compensateur de Babinet :



Il est constitué de 2 blocs prismatiques de quartz, dont les axes optiques sont orthogonaux entre eux (et orthogonaux à la direction de propagation de la lumière dans l'utilisation qu'on en fait).

La direction de polarisation ordinaire du 1^{er} bloc correspond donc à la direction extraordinaire du second et réciproquement.

Ainsi si la lumière traverse la même épaisseur de chacun des blocs, le déphasage introduit par l'un entre les polarisations ordinaire et extraordinaire est compensé exactement par le déphasage introduit par le second.

Avec la lame : • polariseur et analyseur sont croisés, les lignes neutres du compensateur sont à 45° des directions du polariseur et de l'analyseur.
• montrer le principe de l'établissement du compensateur de Babinet en introduisant un filtre interférentiel devant le polariseur.

On trouve : un déphasage $\delta = \lambda_{\text{filtre}} = \pm$

pour un déplacement mécanique de $d = \pm$
ses lignes neutres parallèles à celles du compensateur

Avec la lame : • introduire la lame, compenser le déphasage qu'elle introduit grâce au compensateur de Babinet.

On trouve : $d = \pm$

ce qui correspond à $\delta = \pm$

$$\text{or } \delta = \Delta n \times e$$

en utilisant le Δn trouvé précédemment, on trouve

$$e = \pm$$

(à comparer à l'épaisseur indiquée sur la lame).

II) Polarisation rotatoire

1) Polarisation rotatoire et chiralité

dépend de la température,
de la longueur d'onde et du
solvant.

Loi de Biot :

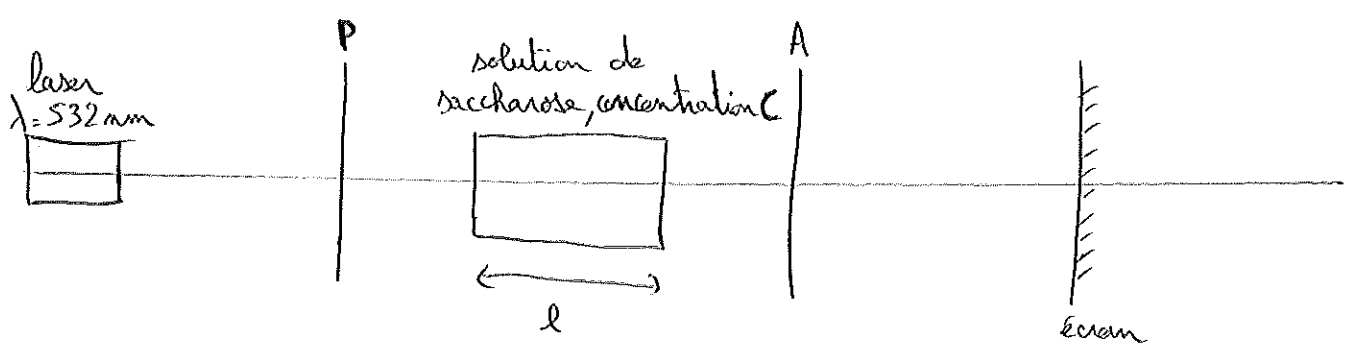
$$\alpha = l \times C \times [\alpha]$$

$\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$
 degré dm $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$

pouvoir rotatoire
spécifique

$$\text{en } \text{deg} \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$$

$$(\approx 10^{-1} \text{ deg} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1})$$



Préparer 3 solutions de saccharose: 200, 300 et 400 g.L⁻¹ par exemple.

Entre polariseur et analyseur croisé introduire une cuve de longueur l contenant l'une des solutions, pour retrouver l'extinction il faut tourner l'analyseur d'un angle α .

Mesurer $\alpha_1 = \pm$

$\alpha_2 = \pm$

$\alpha_3 = \pm$

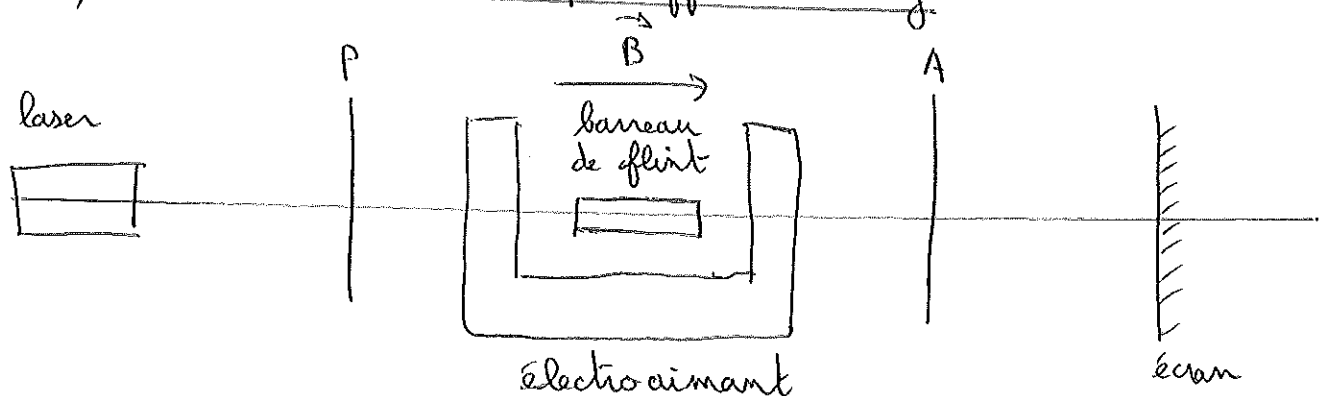
pour la même cuve, de longueur $l = \pm$
en déduire $[\alpha] =$

(à comparer à $[\alpha]_D^{25} = 67 \text{ deg. dm}^{-1} \cdot \text{mL} \cdot \text{g}^{-1}$)

à 25° et pour $\lambda = 589 \text{ nm}$ (raie D du sodium)

N.B.: La dépendance de α en l se montre très facilement en tournant la cuve (généralement rectangulaire).

2) Polarisation rotatoire par effet Faraday.



Il faut au préalable faire un étalonnage de l'électro-aimant pour avoir le champ B en fonction du courant I .

De même que précédemment, si $B \neq 0$, il faut tourner l'analyseur d'un angle α pour retrouver l'extinction.

On veut vérifier : $\alpha = k \times B$ où k est une constante.

Tracer $\alpha = f(B)$ sur synchronis par exemple et faire un fit linéaire.

Conclusion : Les milieux optiquement actifs c'est cool.

Ouverture possible vers l'optique non-linéaire.