

MP14 : Polarisation des ondes électromagnétiques

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] Loi de malus p184 + fonctionnement de la QI p61 + principe des polaroïds p190 (mieux que Sextant) + biréfringence quartz p256, [3] principe des polaroïds p263 + Brewster p270, [2] Brewster p266, [5] les protocoles (sur site).

Rapports de jury :

2017 : *Ce montage permet d'explorer les ondes électromagnétiques au-delà de la gamme spectrale de l'optique. Le jury constate que la loi de Malus est souvent mal réalisée et mal exploitée ; les candidats gagneraient à réfléchir au choix de la source : spectrale, blanche avec filtre, laser polarisé ou non polarisé. Enfin, il faut connaître le principe des polariseurs utilisés, que ce soit des polariseurs dichroïques ou de simples grilles dans le cas des ondes centimétriques. Par ailleurs, l'analyse d'une lumière polarisée quelconque par utilisation d'une lame quart d'onde dans un cas quelconque, sans comparaison avec rien de connu présente peu d'intérêt.*

Table des matières

1 Production d'onde polarisée :	2
1.1 Polarisation rectiligne :	2
1.2 Incidence de Brewster	3
2 Analyse d'une onde polarisée	3
2.1 Méthode $\lambda/4$	3

Introduction

La polarisation est une propriété qu'ont les ondes vectorielles (ondes qui peuvent osciller selon plus d'une orientation) de présenter une répartition privilégiée de l'orientation des vibrations qui les composent. Dans ce montage nous étudierons la polarisation des ondes dans le cas où le déphasage entre les composantes de l'OPPH est nul (polarisation linéaire) et dans le cas où il est non nul (polarisation elliptique/circulaire).

Polarisation des ondes centimétriques. Démonstration du phénomène de polarisation avec les ondes centimétriques. On dispose d'un émetteur et d'un récepteur d'onde centimétrique. On observe à l'oscilloscope le signal reçu par le récepteur. Si on dépose une grille entre l'émetteur et le récepteur il y a une position de la grille pour laquelle l'onde est transmise et l'autre pour laquelle l'onde ne passe plus. Cela prouve que l'onde produite par l'émetteur est polarisée dans le sens perpendiculaire à la grille. En effet l'émetteur est polarisé rectilignement dans le sens de la petite dimension du cornet.

Le champ E polarisé dans la direction orthogonale à celle des tiges de la grille n'excite pas de courant macroscopique, et donc la grille est transparente : le champ E passe.

Le champ E polarisé suivant les tiges de la grille excite des courants : l'onde est absorbée au niveau de chacune des tiges.

Proposition de plan :

1 Production d'onde polarisée :

1.1 Polarisation rectiligne :

On utilise un filtre anticalorique car on utilise une lampe QI (pas de laser polarisé). La photodiode est très sensible dans le domaine IR et les IR abîment les lentilles et les polariseurs. On utilise un montage transimpédance p134 [1].

✓ Manip : Vérification de la loi de Malus

En préparation : On relève la puissance optique transmise en fonction de l'angle (en symétrique et on fait la moyenne) on relève aussi la puissance à angle nul et quand il sont croisés, afin d'avoir une droite complètement normalisée. [1] p190. Il faut vérifier qui de l'angle ou de la tension a une valeur prédominante dans les incertitudes, pour faire le fit en prenant en compte ça. Incertitudes tensions : car dépend du flux (utiliser un drap noir peut être?). Incertitude angle : Polariseur bof, prendre 1° ou 2° et propager sur le \cos^2 .

En direct : Éclairement à $\theta = 0^\circ$ $S(0^\circ)$, éclairement moyen à $\theta = 90^\circ$ $\bar{S}(90^\circ)$ et $\bar{S}(\theta)$, ce qui fait donc 5 points (tensions) en direct!

Exploitation : Montrer que l'on a bien une droite. La loi de Malus est vérifiée.

En toute rigueur on devrait le faire avec une onde plane monochromatique, mais la loi est vérifiée en lumière blanche car le temps d'intégration du photorécepteur est bien plus grand que la période de l'onde ($2\pi/\omega$).

Transition : On a à cette occasion vu un premier mode de production d'ondes polarisées rectilignement. En passant dans le domaine optique, on va voir bien d'autres méthodes, permettant d'obtenir d'autres types de polarisation.

1.2 Incidence de Brewster

✓ **Manip** : Mesure de l'indice optique du verre

En préparation : On règle le goniomètre (**horizontalité**) et on regarde si on a bien le bon indice pour le prisme.

En direct : Mesure de l'angle, mesure de l'indice.

Exploitation : Comparaison à l'angle tabulé

Transition : Maintenant nous savons comment produire des ondes lumineuses polarisées, nous allons nous servir de ça afin de remonter à une propriété d'une lame de quartz.

2 Analyse d'une onde polarisée

2.1 Méthode $\lambda/4$

✓ **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 $2k\pi$ près, et en connaissant l'épaisseur à la biréfringence.

Conclusion :

Ouvrir sur les interférences en lumière polarisée (ex Fresnel-Arago) ? et les applications comme les lunettes 3D...

Tableau de l'année

MP 14 Polarisation des ondes électromagnétiques

I. Polarisation rectiligne

1) Mise en évidence avec des ondes centimétriques

2) Analyse

Loi de Malus: $E = E_0 \cos^2 \theta$

II. Polarisation des ondes elliptiques

Méthode $\lambda/4$: analyse d'une polarisation elliptique produite par une lame de Quartz.

3) Production d'une polarisation rectiligne

* Pour la flexion à l'angle de Brewster:

isobande n

III. Polarisation d'une polarisation rectiligne

axes lame Quartz

Ellipticité: $E = \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi}{\lambda} (n_y - n_x) e \right)$

avec $\Delta n = 0,0091$

$E =$

lame de Plexi

Limite autocollimatrice

comp. fibre pla θ_B 546nm

$\theta_B = (+ 2)^\circ$

$\theta_B = 56^\circ$

FIGURE 1 – Tableau de Blandine