

## M14 : POLARISATION DES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

### Idées directrices à faire passer

- distinguer les différentes polarisations et le caractère total ou partiel
- différentes méthodes de production d'une lumière polarisée

### Commentaires du jury

–

### Bibliographie

- [1] Optique expérimentale, Sextant, Hermann (central pour la leçon)
- [2] expériences d'optique, Duffait, Bréal
- [3] Optique, Houard, De Boeck

**Introduction** : si une approche vectorielle de l'onde lumineuse est souvent suffisante, l'aspect vectoriel du champ est parfois indispensable. Dans cet exposé, nous analyserons en particulier les états de polarisations de différentes sources ainsi que les moyens à notre disposition pour produire une lumière polarisée de la façon souhaitée. Enfin, nous analyserons les techniques d'analyse systématique d'une polarisation.

Le Duffait donne la méthode systématique d'analyse de la polarisation de la lumière avec un schéma clair. Il est utile tout au long de l'exposé.

## I Etat de polarisation des ondes électromagnétiques

### 1 Source de "lumière naturelle" (ou non polarisée)

- mettre un polariseur sur le faisceau d'une lampe blanche
- observer à l'oeil l'absence d'extinction de la lumière en sortie (la lumière n'est donc pas linéaire pure)
- placer une photodiode en sortie et observer à l'oscilloscope -> on constate que lors de la rotation du polariseur, l'intensité ne varie pas du tout -> circulaire, partiellement circulaire ou non polarisée
- placer alors une lame  $\lambda/4$  avant le polariseur et regarder sur l'oscilloscope : toujours rien ! donc la lumière est non polarisée

### 2 Etat de polarisation en sortie d'une diode laser [1]

- montrer l'état de polarisation sur la diode laser thorlabs
- linéairement et orthogonal au grand axe de l'ellipse

## II Méthode de production d'une polarisation rectiligne

### 1 production par dichroïsme

- montrer sur le dispositif à ondes centimétriques que 1) l'émission est polarisée, 2) que l'on peut former un polaroïd à l'aide d'une grille métallique (l'onde passe si elle n'est pas en mesure d'induire des courants dans la grille) -> c'est une technique usuelle de polarisation des ondes centimétriques (attention, ce n'est pas à proprement parler du dichroïsme)
- dans le domaine optique, on utilise souvent le dichroïsme de certains matériaux (ici un film polaroïd)
- là encore refaire l'étude de polarisation (procédure habituelle à l'aide d'une lame  $\lambda/4$ ) : montrer qu'elle est polarisée linéairement et on pourra évaluer son taux de polarisation à l'aide d'une photodiode
- enfin, on montrera la loi de Malus

## 2 Production par réflexion et transmission vitreuse [1]

- mettre en évidence la polarisation par réflexion vitreuse et le cas limite de l'angle de Brewster
- s'assurer que la lumière réfléchie est bien parfaitement polarisée, mais l'efficacité de ce polariseur est faible (à constater par photodiode en mesurant les intensités)
- la lumière transmise n'est que partiellement polarisée, mais on peut améliorer ce taux de polarisation par ajout de nombreuses lames (prendre une pile de lames de microscopes) qui multiplient les interfaces
- vérifier quantitativement que le taux de polarisation s'accroît en transmission (on trouve cependant des valeurs assez éloignées de l'attente théorique)

## 3 Production par diffusion

- utiliser le petit dispositif "ciel bleu" de l'ENSC
- illustrer la polarisation de la lumière rayonnée
- le taux de polarisation est maximum lorsque l'on regarde orthogonalement au faisceau incident
- la lumière diffusée par le ciel est donc polarisée !

# III Analyse d'une polarisation quelconque : ellipsométrie [1]

## 1 Présentation du dispositif

- présenter le principe
- la lame  $\lambda/4$  associée au laser polarisé permet de fournir une polarisation quelconque selon leur disposition respective
- le système polariseur tournant / pyroélectrique constitue le système d'analyse

## 2 Analyse d'une lumière de polarisation quelconque

- fixer la direction de la polarisation du laser en le tournant (la prendre par exemple verticale)
- cela fait, procéder à l'étalonnage : regarder le déphasage (entre un maximum du signal et le signal de trigger) pour cette polarisation particulière. Ça constitue notre référence
- dans la suite, on considérera que les polarisations sont totales (pas de lumière partiellement polarisée)
- polarisation linéaire : signal passe par 0 et le déphasage donne l'angle fait par l'axe de polarisation
- polarisation circulaire : signal constant
- polarisation elliptique : mesure du taux d'ellipticité par le rapport  $max/min$ , mesure de l'angle du demi grand axe de l'ellipse en repérant le déphasage du maximum

## Q/R

**1. L'ellipsométrie permet de mesurer des épaisseurs de couche.** C'est compliqué, ne pas trop en parler.

**2. Comment mesurer précisément l'indice d'un milieu ?** : utiliser un prisme et repérer le minimum de déviation (au goniomètre)