



**POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL**

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIERIE

PHS2223 – INTRODUCTION À L'OPTIQUE MODERNE

Équipe : 04

Expérience 3

Mesure de polarisation

Présenté à

Guillaume Sheehy

Esmat Zamani

Par :

Émile **Guertin-Picard** (2208363)

Laura-Li **Gilbert** (2204234)

Tom **Dessauvages** (2133573)

6 novembre 2024

Département de Génie Physique
Polytechnique Montréal

Table des matières

1	Résultats	1
1.1	Estimation des erreurs	2
2	Discussion	3
2.1	Analyse des causes d'erreurs	3
2.2	Discussion sur les modèles	3
2.3	Question 1	3
2.4	Question 2	3
2.5	Question 3	3
2.6	Question 4	3
3	Conclusion	4

1 Résultats

Suite à la prise de données au laboratoire, il est possible de comparer les valeurs de coefficients de transmission obtenus aux hypothèses émises pour les mesures à deux et trois polariseurs. En reprenant la courbe proportionnelle à $\cos^2(\theta)$ pour le montage de deux polariseurs, la figure 1 montre les valeurs obtenues, qui suivent très bien la tendance prédite.

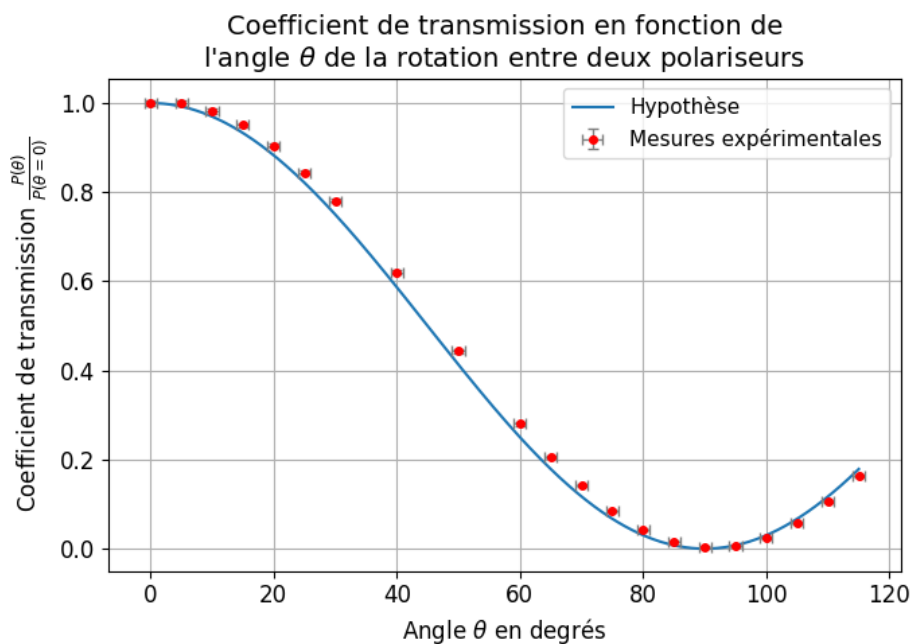


Figure 1 : Résultats de la prise de mesure superposée à la prédiction de l'hypothèse pour la mesure à deux polariseurs.

De même pour le montage à trois polariseurs, la figure 2 montre les valeurs de coefficient de transmission expérimentales, qui suivent aussi bien la courbe proportionnelle à $\cos^4(\theta)$ émise par l'hypothèse.

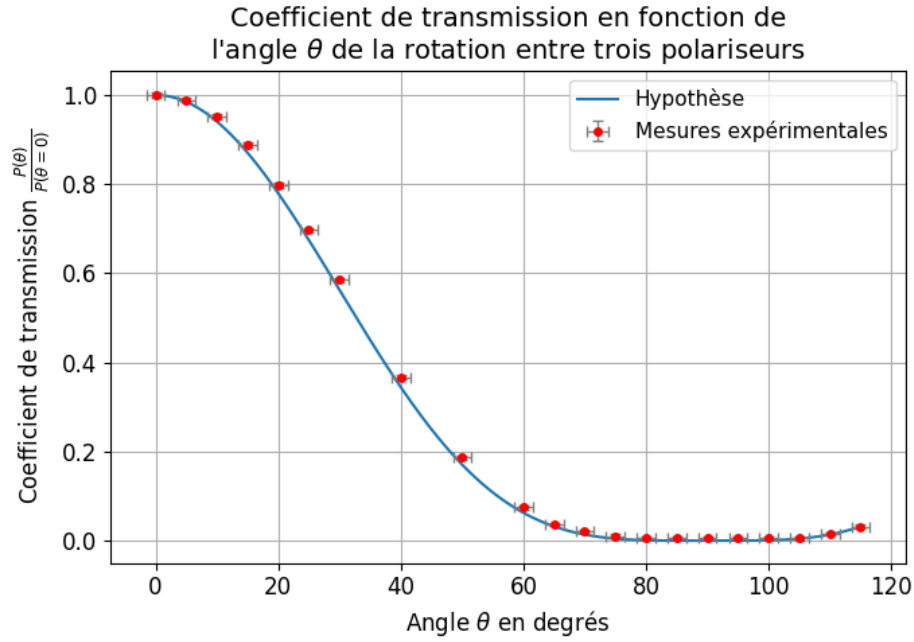


Figure 2 : Résultats de la prise de mesure superposée à la prédiction de l'hypothèse pour la mesure à trois polariseurs.

1.1 Estimation des erreurs

Les incertitudes présentées avec les barres d'erreurs dans les graphiques ont été trouvées comme suit. Pour les incertitudes sur l'angle θ , la valeur est tout simplement la moitié de la plus petite graduation sur les cadrans gradués, multiplié par le nombre de cadrans utilisés. Ainsi, pour les mesures à deux polariseurs, comme la plus petite graduation était de 1° , l'incertitude $\Delta\theta$ sur l'angle est aussi de 1° . Pour trois polariseurs, $\Delta\theta = 1.5^\circ$.

Pour les incertitudes sur les coefficients de transmission C , dont le calcul se fait par

$$C = \frac{P}{P_0}, \quad (1)$$

où P est la puissance mesurée à un certain angle θ et P_0 est $P(\theta = 0)$. La propagation d'erreur pour une division de la sorte permet de calculer l'incertitude sur C pour un certain P **source A** :

$$\Delta C = C \sqrt{\left(\frac{\Delta P}{P}\right)^2 + \left(\frac{\Delta P_0}{P_0}\right)^2}, \quad (2)$$

où ΔP et ΔP_0 sont des incertitudes correspondant à la plus petite valeur lisible au compteur de puissance, qui valent tous les deux 0.001 mW. Selon le modèle mathématique de l'erreur ΔC et selon les données expérimentales, il est possible de voir que l'erreur maximale est en $\theta = 0$ où C est maximal. Ainsi, en remplaçant par les valeurs numériques obtenues lors des expériences, il est possible d'estimer l'erreur sur les ordonnées en posant une borne supérieure sur la valeur qu'elle peut prendre :

Deux polariseurs : $\Delta C \leq 0.005$

Trois polariseurs : $\Delta C \leq 0.008$

Les erreurs relatives maximales, étant donné que les coefficients à l'angle $\theta = 0$ sont donc de 0.5% et de 0.8% pour deux et trois polariseurs, ce qui est faible et signe d'un résultat avec une bonne exactitude.

2 Discussion

Cette section présente l'analyse, l'interprétation et la critique des résultats obtenus de manière expérimentale.

2.1 Analyse des causes d'erreurs

2.2 Discussion sur les modèles

2.3 Question 1

Pour fabriquer un filtre à transmission ajustable, il est possible d'utiliser le même principe que celui réalisé dans cette expérience. En d'autres termes, en utilisant deux polariseurs linéaires, placés en série avec un angle variable entre leurs axes de polarisation, la transmission devient dépendante de la valeur de l'angle. Ainsi, un filtre de transmission ajustable est créé. Cette méthode fonctionne pour tous les types de faisceaux. Cependant, selon le type de celui-ci, un différent nombre de filtre est nécessaire. Si le faisceau n'est pas polarisé, deux filtres doivent être utilisés alors que, si le faisceau est polarisé, un seul filtre est nécessaire.

2.4 Question 2

Pour provoquer une rotation de l'état de polarisation de 90° , il est possible d'utiliser une série de polariseurs linéaires orientés à des angles intermédiaires afin de réaliser une rotation progressive. Par exemple, avec trois polariseurs, le premier est placé à un angle de 0° , le deuxième à 45° , et le troisième à 90° . Ce type de dispositif entraîne une perte d'intensité en fonction de l'angle entre les axes de polarisation des polariseurs successifs suivant la loi suivante (Procédurier).

$$I = I_0 \cos^2(\theta) \quad (3)$$

De cette manière, pour un dispositif contenant quatre polariseurs, l'efficacité de celui-ci est défini par la valeur du cosinus, soit de $\cos^6(\theta)$. L'effet du nombre de polariseurs permet d'augmenter l'efficacité des polariseurs. En effet, l'ajout de polariseurs permet de diminuer les angles entre ceux-ci, permettant de minimiser les pertes causées entre les différentes étapes. Ainsi, en augmentant le nombre de polariseurs, la rotation de la polarisation est davantage graduelle, et la transmission augmente. De cette manière, un nombre infini de polariseurs devrait tendre vers une efficacité parfaite.

2.5 Question 3

2.6 Question 4

Les vecteurs de Jones sont utiles pour représenter les états de polarisation entièrement polarisés puisque ceux-ci décrivent uniquement l'amplitude et la phase de la polarisation d'une onde lumineuse. Cependant, dans le cas des états partiellement polarisés, un paramètre supplémentaire doit être considéré, soit le

degré de polarisation. De cette manière, les paramètres de Strokes sont utilisés pour les états partiellement polarisés puisque cette méthode permet l'algèbre de dimension 4, alors que celle de Jones ne permet qu'un algèbre de dimension 2. En d'autres termes, les vecteurs de Jones ne permettent pas de décrire les états partiellement polarisés, car ceux-ci n'ont pas toutes les informations nécessaires pour représenter les composantes non polarisés de la lumière, alors que les paramètres de Strokes le permettent.

3 Conclusion