

TP : Polarisation.

L'étude s'effectuera pour les ondes électromagnétiques dans le domaine visible. l'ensemble des phénomènes que nous allons aborder est la conséquence du caractère vectoriel de l'onde lumineuse. En effet, cette dernière correspond à la propagation d'un champ électrique \vec{E} et d'un champ magnétique \vec{B} . Nous raisonnerons sur le champ électrique de l'onde pour caractériser l'état de polarisation de la lumière.

La lumière est une onde électromagnétique, transversale, propageant deux vecteurs \vec{E} et \vec{B} selon une direction de propagation définie par son vecteur d'onde \vec{k} . Le trièdre $(\vec{k}, \vec{E}, \vec{B})$ est direct. Pour une Onde Plane Progressive Monochromatique (ou Sinusoïdale) - notée OPPM ou OPPS - on a, lorsque la direction de propagation est Oz dans le sens croissant de z :

$$\vec{E} = E_0 \vec{e}_x \cos(\omega t - kz)$$

où $\omega = kc$ avec (dans le vide ou bien l'air) $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Dans le cas présenté ci-dessus, l'onde est polarisée rectilignement sur l'axe Ox .

Les plans d'équation $z = \text{Cte}$ sont des plans d'onde car le champ électrique y est le même en tout point à t donné. La structure de l'onde est représentée sur la figure 1.

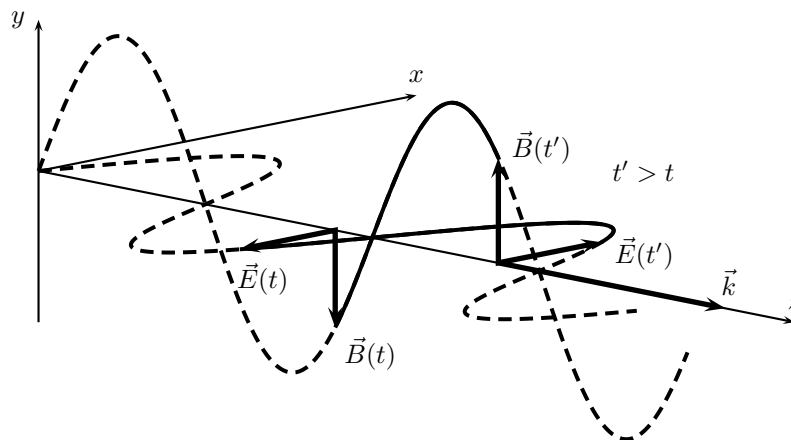


FIGURE 1 – Structure de l'onde électromagnétique polarisée rectilignement selon Ox

La direction de \vec{E} est la direction de polarisation de l'onde lumineuse. On dit de plus qu'une onde est polarisée si l'extrémité du vecteur \vec{E} décrit une courbe fermée pour z fixé. Une source de lumière naturelle envoie des trains d'ondes amortis, incohérents entre eux, dont la direction du champ électrique est complètement aléatoire. Compte tenu du grand nombre d'atomes émettant simultanément ($n \simeq \mathcal{N}_A \simeq 10^{23}$), l'onde résultante n'est pas polarisée. Le champ électrique \vec{E} de l'onde prend au cours du temps de façon équiprobable toutes les directions possibles dans le plan Oxy .

1 Objectifs

Ce TP va vous permettre de vérifier la loi de MALUS pour commencer. Ensuite, vous pourrez découvrir la constitution des lunettes 3D utilisées au cinéma. Ces lunettes peuvent être qualifiées de statiques car l'état de leurs verres - qui sont en fait en matière plastique - est fixe. Elles ne doivent pas être confondues avec des lunettes actives qui s'adaptent en fonction d'un signal qu'on leur envoie. Ces lunettes possèdent une petite pile qui permet de fournir l'énergie nécessaire à leur fonctionnement. Enfin, vous utiliserez la loi de BIOT sur le pouvoir rotatoire afin de déterminer la concentration d'une solution sucrée. Cette détermination amènera l'utilisation du polarimètre de LAURENT.

2 Matériel

2.1 Loi de Malus

La vérification de la loi de MALUS sera effectuée sur un banc d'optique en utilisant une lampe à vapeur de sodium limitée par un diaphragme. On placera le diaphragme de la source lumineuse dans le plan focal objet d'une lentille convergente de 125 mm de focale. On utilise aussi deux polariseurs rectilignes, une lentille

convergente de 200 mm permettant de concentrer la lumière sur une photodiode qui, lorsqu'elle est éclairée, va délivrer un courant d'intensité proportionnelle à l'intensité lumineuse. Un circuit électronique va ensuite fournir une tension électrique proportionnelle à l'intensité lumineuse. Vous pouvez voir le tout sur la photographie de la figure 2.



FIGURE 2 – Vérification de la loi de MALUS

On utilise une photodiode polarisée en inverse pour obtenir une tension aux bornes d'une résistance $R = 1\text{ M}\Omega$ proportionnelle à l'intensité lumineuse. Sur le schéma de la figure 3, on peut voir la partie de la caractéristique de la photodiode utilisée et le schéma du montage.

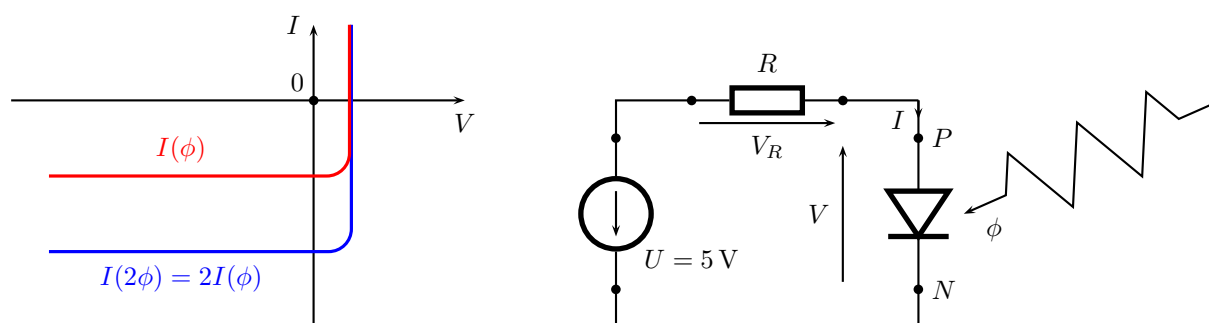


FIGURE 3 – Photodiode et montage électronique

2.2 Polarimètre de Laurent

L'utilisation de la loi de BIOT pour effectuer la détermination de la concentration d'une solution sucrée va nécessiter l'utilisation du polarimètre de LAURENT que vous pouvez voir sur les photographies de la figure 5. L'oculaire est réglable à l'œil de chacun. La source lumineuse est une lampe à vapeur de sodium. Le dispositif de mesure est basée sur la rotation de la molette.

On peut voir sur les photographies de la figure 4, les cuves qui contiendront les solutions sucrées dotées d'un pouvoir rotatoire. Lorsque le polarimètre sera utilisé, le couvercle sera bien sûr refermé. On peut observer des renflements sur les tubes. Ils permettent de faire prisonnier une bulle d'air. En effet, il est difficile d'obtenir un remplissage complet du tube avec le liquide, il reste toujours un peu d'air. En l'emprisonnant dans le renflement, l'air ne perturbe pas la propagation de la lumière dans le milieu optiquement actif.



FIGURE 4 – Polarimètre de LAURENT avec ses cuves

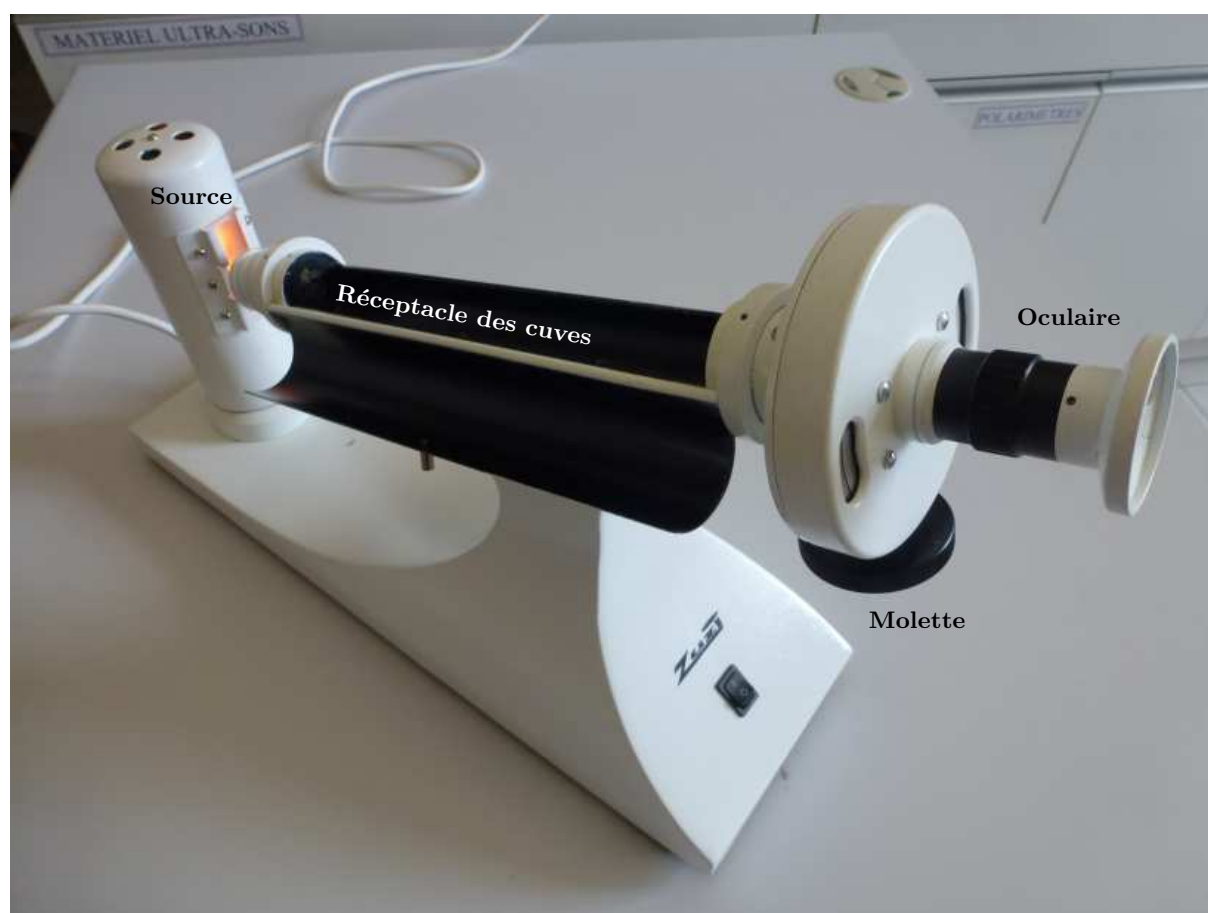


FIGURE 5 – Polarimètre de LAURENT

Dans le polarimètre de LAURENT, on envoie de la lumière polarisée rectilignement à travers la solution possédant un pouvoir rotatoire. Lorsque l'on tourne la molette, on détermine la direction de polarisation à la sortie de l'appareil comme lorsque l'on tourne le second polariseur qui a permis la vérification de la loi de MALUS précédemment. En fait, les choses sont un peu plus compliquées que cela car l'objectif est d'obtenir le pouvoir rotatoire avec une bonne précision de l'ordre de quelques minutes d'angle. Pour y arriver, on procède de la

manière suivante : on sépare la section du tube en deux zones, l'une est constituée de la partie centrale et l'autre des deux parties latérales qui complètent ainsi le disque représentant la section du tube. Dans une zone, on envoie une polarisation rectiligne selon une certaine orientation et dans l'autre une autre polarisation rectiligne - en fait symétrique de la première par rapport à une direction privilégiée. Après avoir traversé le tube contenant la solution, la lumière traverse un nouveau polariseur rectiligne. C'est pourquoi, en général, lorsqu'on observe dans l'oculaire, on voit toujours ces deux zones avec des luminosités différentes. Ceci est presque toujours le cas sauf à un moment donné où il y a égalité d'intensité lumineuse dans les deux zones et dans le domaine des faibles intensités. On parle d'égalité de pénombre. Vous comprendrez mieux la situation sur le schéma de la figure 6 sachant qu'en tournant très peu la molette, on passe d'une situation à l'autre.

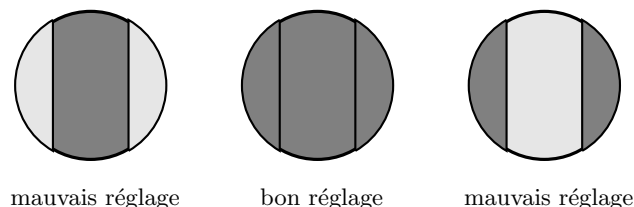


FIGURE 6 – Polarimètre de LAURENT - Égalité de pénombre

Lorsque le tube ne contient pas la solution optiquement active, on recherche l'égalité de pénombre en tournant la molette du polarimètre. L'angle que l'on peut lire sert de référence. Avec une solution, on recherche à nouveau cette même situation d'éclairement. On lit un nouvel angle puisqu'il aura fallu tourner la molette pour y arriver. Le pouvoir rotatoire est la différence entre les deux angles mesurés.

2.3 Lunettes 3D

L'étude des lunettes 3D s'effectuera avec plus ou moins le même matériel. On pourra placer les lunettes à l'endroit ou bien à l'envers, étudier le verre droit ou le verre gauche comme vous pouvez le voir sur les photographies de la figure 7.



FIGURE 7 – Étude expérimentale des lunettes 3D

La détermination de la position du polariseur rectiligne identique que compte chaque verre (plastique...) des lunettes permettra de savoir s'il est placé en entrée du verre - côté lumière - ou en sortie du verre - côté œil. Elle sera complétée observant de quelle façon se comporte chaque verre lorsqu'il est soumis à une lumière de polarisation circulaire.

2.4 lame quart-d'onde

Sur la photographie de la figure 8, on peut voir que, par rapport au montage d'étude de la loi de MALUS, on a ajouté entre les deux polariseurs rectilignes, ce que l'on pourrait prendre pour un troisième polariseur. Il s'agit en fait d'une lame quart-d'onde notée $\lambda/4$, réalisée pour $\lambda = 560$ nm. Nous allons réaliser grâce à elle une polarisation circulaire en déterminant tout d'abord la position de ses deux lignes neutres.



FIGURE 8 – Réalisation d'une polarisation circulaire

2.5 Sélectivité des lunettes 3D

Pour observer la sélectivité de chaque verre, on utilisera après la source lumineuse et le filtre, un polariseur rectiligne et une lame quart-d'onde notée $\lambda/4$ pour réaliser une onde polarisée circulairement. On placera ensuite les lunettes sur le trajet de la lumière, voir la photographie de la figure 9. Les films 3D projettent en même temps deux images enregistrées lors de la réalisation du film par deux caméras légèrement décalées comme le sont nos yeux. C'est grâce à la présence de ces deux images que l'on peut voir en relief. Évidemment, une des images doit parvenir à l'œil droit et l'autre à l'œil gauche. Il faut donc un dispositif qui va discriminer ces deux images, c'est le rôle de chaque verre qui va laisser passer une des images et arrêter l'autre et réciproquement pour l'autre verre. Nous allons observer ce phénomène.

3 Aspects théoriques

3.1 Rappels

On distingue plusieurs états de polarisation particuliers pour la lumière. On les visualise simplement en représentant, dans un plan d'onde fixé, la trajectoire suivie par la pointe du vecteur \vec{E} , voir la figure 10.

Les formes mathématiques du champ électrique de l'onde sont les suivantes :

Polarisation	Forme du champ électrique
Rectiligne	$\vec{E} = E_{0x} \cos(\omega t - kz) \vec{e}_x + E_{0y} \cos(\omega t - kz) \vec{e}_y$
Elliptique	$\vec{E} = E_{0x} \cos(\omega t - kz) \vec{e}_x + E_{0y} \cos(\omega t - kz - \varphi) \vec{e}_y$
Circulaire gauche	$\vec{E} = E_c \cos(\omega t - kz) \vec{e}_x + E_c \sin(\omega t - kz) \vec{e}_y$
Circulaire droite	$\vec{E} = E_c \cos(\omega t - kz) \vec{e}_x - E_c \sin(\omega t - kz) \vec{e}_y$

Il est important de se souvenir que deux états de polarisations rectilignes orthogonales quelconques forment une base des états de polarisation. Une autre base possible est celle constituée par deux états de polarisations circulaires opposées même si son utilisation est moins fréquente.

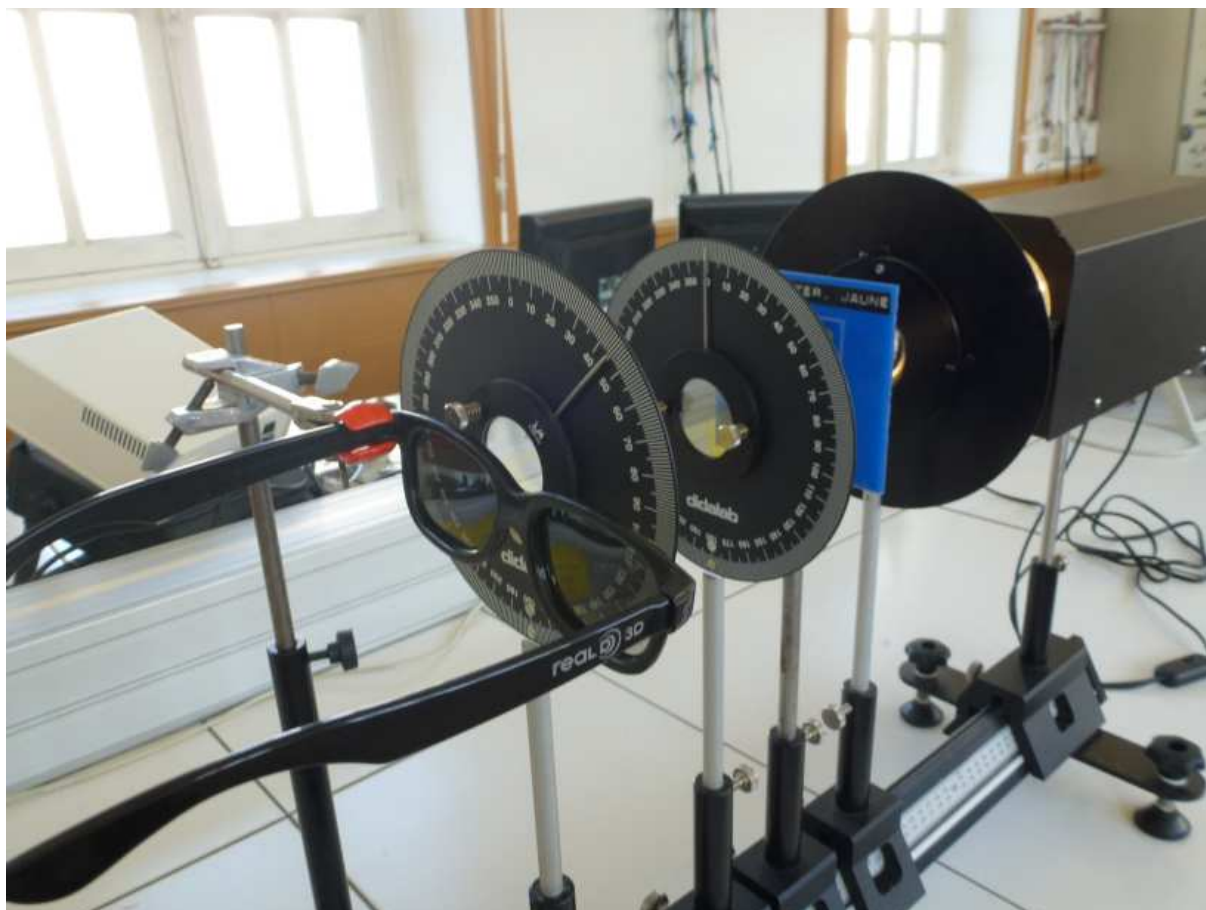


FIGURE 9 – Sélectivité des verres des lunettes 3D

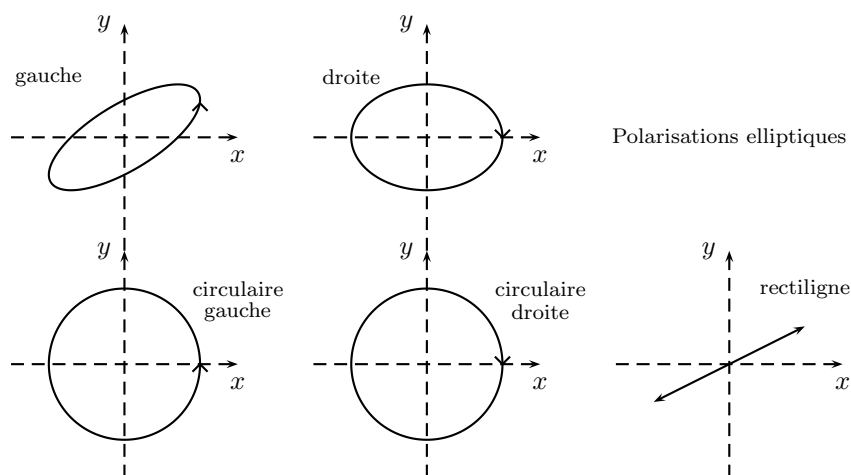


FIGURE 10 – Les différents états de polarisation

Les sources lumineuses classiques (lampes, soleil...) émettent la lumière par trains d'ondes. Chaque train d'ondes est émis par la désexcitation d'un atome de la source et est polarisé, en général, elliptiquement (amplitudes E_{0x} , E_{0y} et déphasage φ). Cependant, les émissions des divers atomes ne sont pas corrélées et les trains d'ondes successifs sont incohérents entre eux : les fonctions $E_{0x}(t)$, $E_{0y}(t)$ et $\varphi(t)$ sont aléatoires. On dit que la lumière naturelle n'est pas polarisée en raison du mouvement complètement erratique de son vecteur champ électrique. En lumière monochromatique non polarisée, on peut poser dans ce cas :

$$\vec{E} = E_{0x}(t) \cos(\omega t - kz) \vec{e}_x + E_{0y}(t) \cos(\omega t - kz - \varphi(t)) \vec{e}_y$$

Il est important de noter que les directions \vec{e}_x et \vec{e}_y sont équivalentes, d'où le calcul de l'intensité lumineuse :

$$I = \kappa \langle E^2 \rangle = \kappa (\langle E_x^2 \rangle + \langle E_y^2 \rangle) = 2\kappa \langle E_x^2 \rangle = 2\kappa \langle E_y^2 \rangle$$

L'état résultant de la superposition d'une lumière naturelle et d'une lumière polarisée est appelé état de polarisation partielle. Son étude est hors-programme.

3.2 Loi de Malus

Un polariseur rectiligne \mathcal{P} est un dispositif qui ne transmet que la composante de \vec{E} parallèle à un axe privilégié appelé axe du polariseur. Les plus courants sont les Polaroids (Polaroid est une marque déposée de la société Polaroid Corporation). Ils contiennent de longues chaînes polymères hydrocarbonées parallèles sur lesquelles on fixe des atomes présentant un imposant nuage électronique, souvent de l'iode. Cela assure une certaine conduction électrique parallèlement aux chaînes. Or, nous verrons que les ondes lumineuses ne se propagent pas dans les milieux conducteurs. Le Polaroid est en quelque sorte un milieu conducteur anisotrope, conducteur pour une direction du champ électrique et isolant dans la direction perpendiculaire. Le champ électrique ne pourra donc pas se propager dans la direction conductrice des chaînes hydrocarbonées, mais par contre se propagera dans la direction isolante qui est perpendiculaire. À la sortie de ce milieu, l'onde lumineuse sera polarisée rectilignement. Si on note \vec{E}_{avant} le champ électrique de l'onde non polarisée avant son arrivée sur le polariseur, on aura dans le cas d'une direction de polarisation sur \vec{e}_x :

$$\vec{E}_{\text{après}} = (\vec{E}_{\text{avant}} \cdot \vec{e}_x) \vec{e}_x$$

1. Montrer que l'intensité lumineuse de la lumière ayant traversé successivement deux polariseurs rectilignes dont les directions de polarisation font un angle α obéit à la loi :

$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

où I_0 est l'intensité maximale que l'on peut obtenir.

2. Rappeler en quoi consiste la situation dite de l'extinction de MALUS.

3.3 Index d'un polariseur rectiligne

L'index présent sur un polariseur rectiligne peut réserver quelques surprises : certains index indiquent la direction du champ électrique \vec{E} à la sortie du polariseur alors que d'autres indiquent plutôt la direction perpendiculaire à celle du champ électrique ... À la figure 11, quatre photographies sont présentées sur lesquels sont présents deux polariseurs rectilignes.

3. Commenter les photos.

Afin de déterminer la nature de l'indication fournie par l'index, on va utiliser la polarisation de la lumière réfléchie sur une lame de verre sous l'incidence de BREWSTER. On utilisera le dispositif présenté à la figure 12 pour mener l'expérience lors du TP.

On rappelle que lorsqu'une lumière non polarisée se réfléchit sur un milieu comme le verre, l'onde réfléchie est polarisée perpendiculairement au plan d'incidence. L'incidence de BREWSTER est obtenue pour un angle d'incidence telle que le rayon réfléchi et le rayon réfracté forment un angle de $\pi/2$ comme on peut le voir sur le schéma de la figure 13. Sur cette figure, on a représenté en pointillés le rayon réfléchi.

Sous l'incidence de BREWSTER $i_1 = i_B$, on a $n_1 \sin i_B = n_2 \sin i_2$ et $i_B + i_2 = \pi/2$. Cette propriété particulière entraîne $\sin i_2 = \cos i_B$. Cela nous permet de caractériser l'incidence de BREWSTER pour un dioptre donné :

$$\tan i_B = \frac{n_2}{n_1}$$

Au quotidien, nous sommes souvent confrontés au dioptre air-verre avec $n_2 = n_v \simeq 1,5$ ou bien au dioptre air-eau avec $n_2 = n_e \simeq 1,3$. L'application numérique donne un angle $i_B \simeq 57^\circ$ pour le verre et $i_B \simeq 52^\circ$.

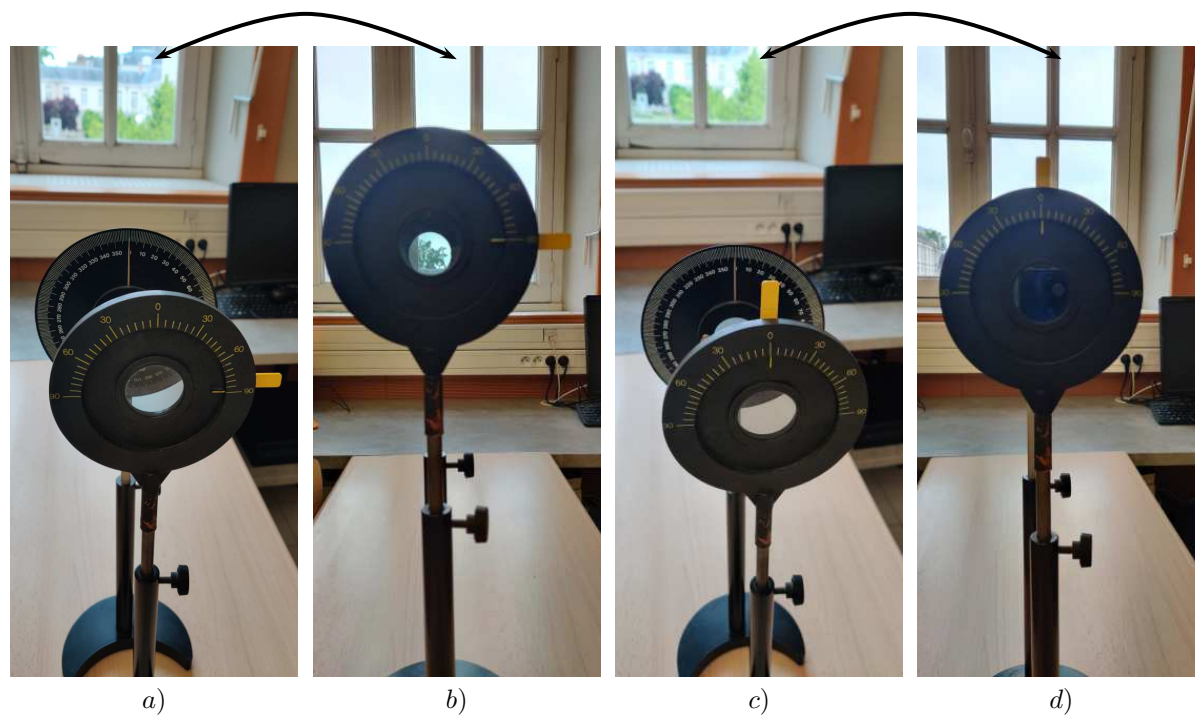


FIGURE 11 – Enchaînement de deux polariseurs rectilignes

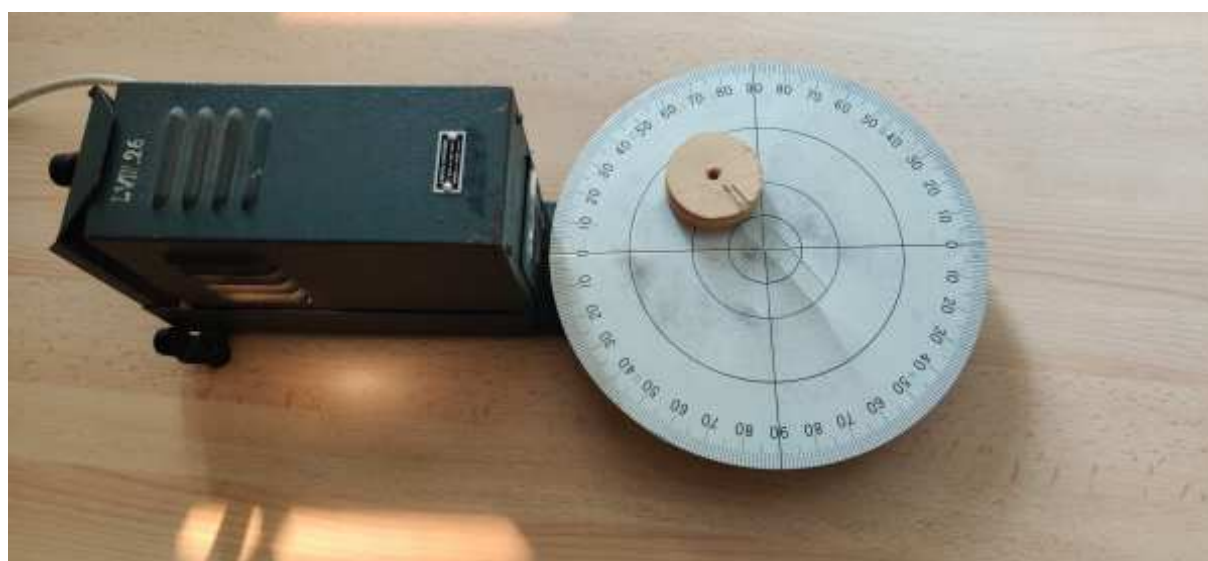


FIGURE 12 – Réflexion de la lumière d'un faisceau fin sur une lame de verre

3.4 Polarisation circulaire

Une lame quart-d'onde possède deux lignes neutres perpendiculaires qui, comme leur nom l'indique, sont deux directions du plan de la lame tels qu'elles sont sans effet sur l'état de polarisation d'une lumière polarisée rectilignement. Cela signifie que si le champ électrique de l'onde incidente possède la direction d'une ligne neutre, la lame quart-d'onde laisse la direction de polarisation de la lumière inchangée. La lame quart-d'onde fait partie des lames retard qui vont être responsables d'un déphasage entre les composantes du champ électrique suivant que l'une passe par la ligne neutre dite axe rapide alors que l'autre passe par la ligne neutre appelée axe lent. Le déphasage est traduit en différence de marche. Pour la lame quart-d'onde on a :

$$\delta = \frac{\lambda}{4} \quad \varphi = \frac{2\pi\delta}{\lambda} = \frac{\pi}{2}$$

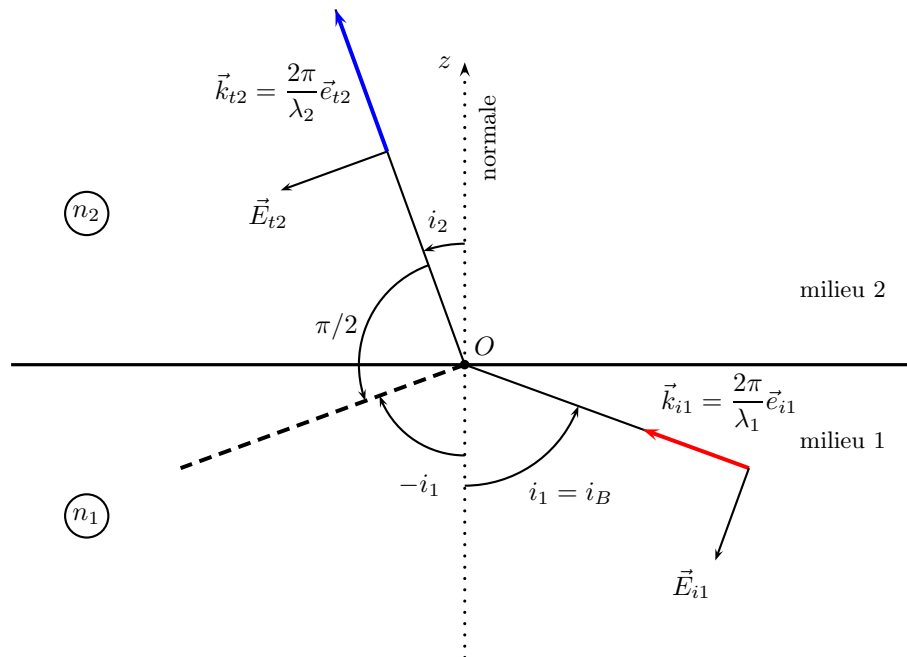


FIGURE 13 – Onde électromagnétique polarisée dans le plan d'incidence et sous l'incidence de BREWSTER

4. Imaginons que l'on envoie, sur une lame $\lambda/4$, l'onde polarisée rectilignement de champ électrique $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kz)\vec{e}_x + E_0 \cos(\omega t - kz)\vec{e}_y$. Imaginons, de plus, que les lignes neutres de la lame soient justement les axes Ox et Oy . Expliquer pourquoi parmi les formes possibles du champ électrique de l'onde après la traversée de la lame, on trouve :

$$\vec{E}_{\text{après}} = E_0 \cos(\omega t - kz)\vec{e}_x \pm E_0 \sin(\omega t - kz)\vec{e}_y$$

Montrer qu'il s'agit d'une onde de polarisation circulaire.

5. Rappeler la forme du champ électrique d'une onde polarisée circulairement gauche. Cette onde - obtenue comme on vient de le voir avant - traverse une seconde lame quart-d'onde dont les axes lent et rapide ont exactement les mêmes positions que lors de la traversée de la première lame quart-d'onde. Montrer que le champ électrique à la sortie de la seconde lame est alors :

$$\vec{E}_{\text{après}} = E_0 \cos(\omega t - kz)\vec{e}_x - E_0 \cos(\omega t - kz)\vec{e}_y = E_0 \cos(\omega t - kz)(\vec{e}_x - \vec{e}_y)$$

Quelle est l'état de polarisation de lumière obtenue ? Expliquer comment on doit placer un polariseur rectiligne - après la seconde lame quart d'onde - pour obtenir l'extinction de MALUS ? On fera un schéma dans le plan Oxy .

6. On reprend intégralement la question précédente en considérant maintenant que les positions des axes lent et rapide ont été inversés pour la seconde lame quart-d'onde par rapport à la première. Montrer que le champ électrique à la sortie de la seconde lame est alors :

$$\vec{E}_{\text{après}} = E_0 \cos(\omega t - kz)\vec{e}_x + E_0 \cos(\omega t - kz)\vec{e}_y = E_0 \cos(\omega t - kz)(\vec{e}_x + \vec{e}_y)$$

Quelle est l'état de polarisation de lumière obtenue ? Expliquer comment on doit placer un polariseur rectiligne - après la seconde lame quart d'onde - pour obtenir l'extinction de MALUS ? On fera un schéma dans le plan Oxy .

7. Que pouvez-vous dire des deux directions des polariseurs permettant d'obtenir l'extinction de MALUS dans chacun des deux cas que nous venons d'envisager ?

3.5 Loi de Biot

Certaines substances font tourner la direction de polarisation de la lumière polarisée rectilignement qui les traverse d'un angle θ . Par exemple, certaines lames de quartz ont cet effet. L'angle θ est une fonction de l'épaisseur de la lame de quartz mais aussi de la longueur d'onde. Cet effet est lié aux propriétés de symétrie du réseau cristallin dans lequel est cristallisé le quartz. De nombreuses solutions, en chimie, peuvent aussi contenir de telles substances. Il y a, par exemple, celles qui possèdent un carbone asymétrique (c'est à dire entouré de

4 substituants différents). Selon la loi de BIOT, l'angle θ dont tourne la direction du champ électrique \vec{E} est donné par :

$$\theta = [\theta]_{\lambda} c \ell$$

où $[\theta]_{\lambda}$ est le pouvoir rotatoire spécifique de la substance (qui est constant à T et λ fixées), c la concentration de la solution et ℓ la longueur parcourue par la lumière dans la solution. Les substances peuvent être lévogyres si elles font tourner la direction de polarisation dans le sens trigonométrique et dextrogyres dans le cas contraire.

4 Expériences

4.1 Consignes

Lors de vos activités expérimentales en TP, vous devrez systématiquement :

- * Élaborer un protocole et m'appeler pour que je le valide.
- * Mettre en œuvre ce protocole et m'appeler pour que j'évalue vos activités.
- * Communiquer les résultats dans le compte rendu sous forme de descriptions, de tableaux de mesures, de graphiques...
- * Valider les résultats en comparant les développements théoriques et les résultats expérimentaux en ayant le souci permanent de présenter de façon rigoureuse les résultats avec leur incertitude.
- * Remettre en fin de séance votre compte-rendu.

Vous serez évalué sur l'ensemble de ces exigences.

4.2 Détermination de la nature de l'indication de l'index

8. En utilisant la dispositif de la figure 12, déterminer si, pour les polariseurs rectilignes mis à votre disposition, la direction de l'index représente la direction du champ électrique \vec{E} de l'onde sortante ou bien si la direction du champ électrique \vec{E} fait un angle de $\pi/2$. On expliquera correctement sa démarche. Cette problématique se pose car parmi les polariseurs utilisés en TP, il y a les deux possibilités.

4.3 Loi de Malus

9. Réaliser le montage optique avec la lampe à vapeur de sodium. On placera le diaphragme de la source lumineuse dans le plan focal objet d'une lentille convergente de 125 mm de focale. On utilise aussi deux polariseurs rectilignes, une lentille convergente de 200 mm permettant de concentrer la lumière sur la photodiode.

10. Vérifier la position des index des deux polariseurs rectilignes mis à votre disposition. En effet, un écart de quelques degrés lors du montage d'un polariseur est fréquent. On notera θ_0 cet angle qui sera utile dans le programme *Python*. On pourra utiliser la situation de l'extinction de MALUS pour faire cette vérification, tout en sachant que l'on recherche un minimum en pratique plutôt qu'une extinction pure.

11. Afin de vérifier, dans de bonnes conditions, la validité de la loi de MALUS, on enregistrera la tension image de l'intensité pour de nombreux angles entre les deux directions de polarisation des deux polariseurs rectilignes.

12. Exploiter les mesures en mettant en place une régression linéaire à l'aide du programme *Python* utilisant la méthode de Monte Carlo. Il s'appelle *Loi_Malus_Elev*.

4.4 Mesure d'une concentration

13. Élaborer un protocole utilisant le polarimètre de LAURENT permettant de déterminer la concentration en sucre de la solution inconnue contenue dans un des tubes.

14. On pourra penser à utiliser un programme informatique pour déterminer la concentration de la solution inconnue. Relater le travail dans le compte rendu.

4.5 Lunettes 3D

15. Chaque verre de ces lunettes comporte deux éléments successifs : une lame quart-d'onde et un polariseur rectiligne. Élaborer un protocole permettant de savoir si le polariseur rectiligne est placé du côté de la lumière ou bien du côté de l'œil.

16. Mettre en œuvre ce protocole et consigner vos observations et vos mesures dans le compte rendu.

Nous allons fabriquer une polarisation circulaire - ou plutôt presque circulaire compte tenu de la précision de notre matériel -. Pour y parvenir, il faut commencer par polariser rectilignement la lumière de la source, puis placer en sortie du montage un second polariseur rectiligne réglé dans la situation de l'extinction. On place enfin une lame quart d'onde entre les deux polariseurs rectilignes.

17. Mettre en place la situation expérimentale décrite ci-dessus. L'introduction de la lame quart-d'onde doit, a priori, nous faire constater qu'une certaine intensité lumineuse est mesurée au niveau de la photodiode. Tourner la lame quart-d'onde jusqu'à ce que l'intensité lumineuse soit à nouveau nulle ou quasi nulle sur la photodiode. Lorsque c'est le cas, cela signifie que la direction fixée par le premier polariseur rectiligne correspond à une des deux lignes neutres de la lame quart-d'onde.

18. Tourner la lame quart-d'onde de 90° , on doit alors se trouver sur la seconde ligne neutre. Vérifier qu'à nouveau il n'y a pas d'intensité lumineuse au niveau de la photodiode.

Enlever le second polariseur du montage optique.

19. À partir de la position précédente, tourner maintenant - dans un sens ou dans l'autre - la lame $\lambda/4$ d'un angle de 45° . La lumière obtenue après cette lame retard possède une polarisation circulaire. Il est donc possible de voir le comportement différents des deux verres des lunettes 3D.

20. Placer les lunettes comme, on peut le voir sur la photographie de la figure 9. Passer d'un verre à l'autre et observer l'intensité lumineuse sur la photodiode et sa traduction en tension électrique sur le voltmètre. Conclure.

21. Tourner de 90° la lame quart-d'onde et reprendre l'observation de la lumière traversant un verre puis le second verre. Conclure.