

# TP : POLARISATION

*On retrouve la polarisation dans plusieurs phénomènes naturels : la lumière se retrouve particulièrement polarisée lorsqu'on observe le ciel à 90° du soleil, ce qui est bien visible lors des couchers de soleils ou des aurores. Maîtriser le phénomène de polarisation a permis de l'utiliser pour protéger et améliorer les communications hertziennes, (radio, télévision, Wi-fi, radars, antennes ...)*

## Kits proposés

### Ensemble principal : 202786

L'ensemble principal permet l'observation et l'étude de la polarisation :

- loi de Malus
- influence des lames à retard
- différents types de polarisation.

### Compléments disponibles : Milieu actif 202 787 et Brewster 202 788

L'ensemble « milieu actif » réf 202787 permet de visualiser d'autres phénomènes de polarisation comme la polarimétrie ou la mise en évidence qualitative d'effets de contraintes mécaniques de torsion et de plis.

Le complément « Brewster » 202788 permet de vérifier et de déterminer l'angle de Brewster.

# Contenu des kits

<b>202786 - Ensemble Principal : Polarisation</b>	
Banc	1 banc PrisMax 2m avec pieds
Cavaliers	5 cavaliers standards PrisMax
Source	1 diode laser rouge 635 nm
Détecteur	1 luxmètre sur tige
Composants	2 polariseurs linéaires sur tige 1 lame quart d'onde cristalline 633 nm 1 lame demi onde cristalline 633 nm

<b>202787 - Complément Milieu Actif</b>	
Cavalier	1 cavalier long PrisMax 1 cavalier simple PrisMax
Source	1 alimentation spectrale universelle avec carter 1 ampoule spectrale de Sodium 1 lanterne LED
Détecteur	1 écran blanc métallique
Porte-composants	2 porte composants simples Ø40 mm
Composants	1 lentille f+200 mm Ø40 mm 1 condenseur double Ø80 mm 1 enceinte pour liquides L200 mm 1 lame de mica montée Ø20 mm

<b>202788 - Complément Brewster</b>	
Banc	1 banc PrisMax L50 cm avec accouplement goniométrique
Porte-composants	1 plateau à réglage angulaire Ø150 mm 1 sur-platine porte prisme
Composants	1 prisme Flint

## I. EXPÉRIENCES PROPOSÉES AVEC LE KIT PRINCIPAL 202786

### Matériel nécessaire

- 1 banc triangulaire de 2 m sur pieds
- 4 cavaliers prismatiques
- 2 polariseurs de précision (*fournis dans le kit*)
- 1 diode laser rouge
- 1 luxmètre sur tige

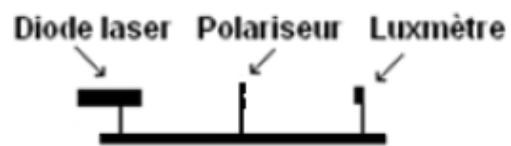


### ➤ Manipulation 1 : Étude de la polarisation d'une diode laser

Pour augmenter la précision des mesures, on doit tout d'abord trouver la direction de polarisation de la diode laser afin de régler le polariseur 1 suivant la même direction de façon à avoir un maximum de lumière à sa sortie.

- Placer la diode laser à une des extrémités du banc et ajouter le luxmètre. Centrer ensuite le faisceau laser sur le détecteur du luxmètre comme sur la photo ci-contre. Placer alors le polariseur entre le luxmètre et la diode laser. Les 3 éléments seront fixés sur des cavaliers simples.

*Les 3 éléments seront fixés sur des cavaliers simples.*



Remarque : Pour avoir le moins de lumière parasite, il est fortement conseillé de placer le luxmètre dos à toute source de lumière autre que la source laser (fenêtre, écran d'ordinateur, lampe de bureau ...). Idéalement la manipulation doit se faire dans le noir total pour éviter un maximum de lumière parasite.

Le luxmètre est un capteur qui permet de mesurer l'éclairement réel, son symbole est 'E' et son unité le lux.

Dans un tableau, relever pour différents angles l'éclairement correspondant. Commencer à  $0^\circ$  jusqu'à  $180^\circ$  en tournant tous les  $10^\circ$ . Pour effectuer la première mesure l'index du polariseur doit être à  $0^\circ$ .

Par ailleurs, on peut remarquer qu'en tournant l'index du polariseur, l'intensité lumineuse varie selon la position de l'index. Une fois que l'index est bien sur le  $0^\circ$ , vérifier que le faisceau du laser est toujours bien centré sur le luxmètre.

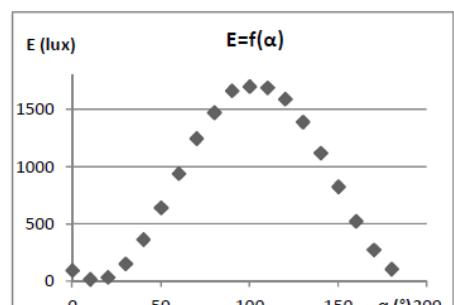
Si celui-ci est légèrement décalé, pivoter le laser de façon à ce que le faisceau soit centré sur la cellule du luxmètre, relever alors la valeur de l'éclairement, pour cela il suffit de lire la valeur indiquée sur le luxmètre.

Faire attention au calibre : si l'afficheur indique « O.L », il faut changer de calibre et passer au calibre supérieur. Il faut toujours être au calibre le plus poche de la mesure pour plus de précision.

Tourner ensuite l'index à  $10^\circ$ , relever son éclairement, faire de même jusqu'à  $180^\circ$ .

Précautions de lecture avec le luxmètre : Faire attention au calibre : si l'afficheur indique « O.L » il faut changer de calibre et passer au calibre supérieur.

Tracer le graphe  $E=f(\alpha)$ . En déduire alors le sens de polarisation de la source laser et donc à quel angle il faut placer le polariseur 1.



On peut remarquer que l'éclairement maximal est atteint lorsque l'index du polariseur indique 100°.

Il est donc plus judicieux de placer le polariseur à 90° pour la suite des mesures afin de maximiser la lumière et de faciliter les mesures en utilisant un angle particulier.

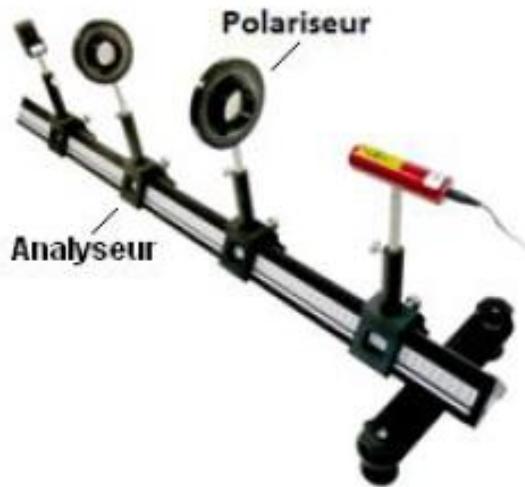
## ➤ Manipulation 2 : Vérification de la loi de Malus

On se propose maintenant de vérifier la loi de Malus.

Le montage à réaliser est le même que précédemment à la seule différence qu'il faut y rajouter un autre polariseur appelé analyseur, positionné entre le 1er polariseur et le luxmètre.

**Remarque** Il n'y a pas de différence de nature entre un polariseur et un analyseur. Le composant est le même, la seul différence réside dans son utilisation en tant que polariseur ou analyseur. Si le premier polariseur est placé tout de suite après la source laser, on l'appellera polariseur, en revanche s'il est positionné après le premier polariseur, on l'appellera alors analyseur.

On se propose maintenant d'observer l'évolution de l'éclairement résultant avec l'angle existant entre les directions du polariseur et de l'analyseur.



Chercher les différents angles pour lequel on aperçoit le phénomène d'extinction. Fixer le polariseur 1 à 90° et tourner progressivement l'index du polariseur 2 de manière à voir le phénomène d'extinction.

Qu'observez-vous ? Qu'elles sont les différents angles pour lequel on obtient l'extinction presque totale de la lumière en sortie ? Comment pouvez-vous expliquer ceci ?

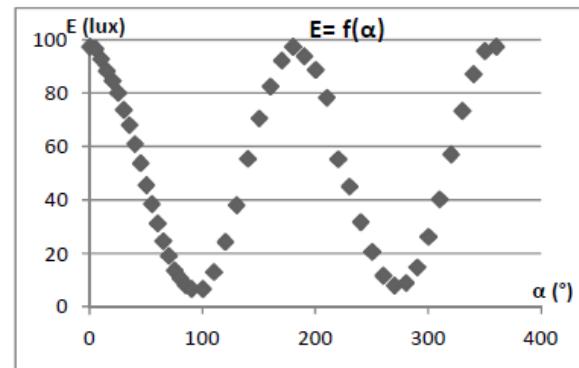
En tournant progressivement le deuxième polariseur, le premier étant fixé à 90°, on peut remarquer qu'en sortie l'intensité lumineuse varie. Lorsque le polariseur et l'analyseur font un angle de +/- 90° entre eux, on peut observer le phénomène d'extinction.

Nous allons maintenant vérifier la loi de Malus. Pour cela :

- Fixer toujours le polariseur 1 à 90°.
- Tourner l'analyseur d'un angle  $\alpha$ , avec  $\alpha$  l'angle entre les deux polariseurs (ex :  $\alpha = 90^\circ$  si l'analyseur est à  $0^\circ$ ).
- Relever la valeur de l'intensité lumineuse  $E$  du luxmètre tous les  $5^\circ$  jusqu'à  $\alpha = 180^\circ$ .

- Tracer le graphe  $E = f(\alpha)$ . Expliquer la forme du graphe obtenu. La loi de Malus est-elle vérifiée ?

On obtient un graphe de type sinusoïdal, cela s'explique par le fait que la polarisation de la diode laser est rectiligne. On obtient le même éclairement pour deux angles séparés de  $180^\circ$ , par exemple pour  $90^\circ$  et  $270^\circ$  ou encore  $0^\circ$  et  $180^\circ$ .



➤ **Manipulation 3 : Influence des lames quart-onde et demi-onde sur la polarisation et étude de différents types de polarisation :**

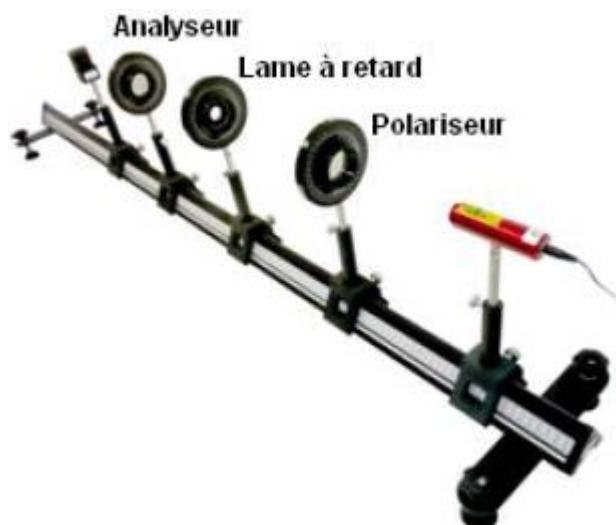
Rappel sur les lames à retard : Une lame à retard est un outil optique capable de modifier la polarisation de la lumière la traversant. Il existe plusieurs types de ces lames, caractérisées par le déphasage qu'elles produisent entre les deux composantes de la polarisation (matériau biréfringent) :

- Une lame demi-onde, également notée lame  $\lambda/2$ , crée un déphasage valant  $180^\circ$ , c'est-à-dire un retard d'une demi longueur d'onde. L'onde sortante d'une telle lame présente une polarisation symétrique de l'onde entrante par rapport à l'axe optique, puisque la composante sortante est en opposition de phase par rapport à l'axe lent.
- Une lame quart d'onde, également notée lame  $\lambda/4$ , crée un déphasage de  $90^\circ$ , c'est-à-dire un retard d'un quart de longueur d'onde. Elle permet de passer d'une polarisation rectiligne à une polarisation elliptique ou circulaire, et vice-versa.

Grâce à la première manipulation réalisée nous avons pu trouver le sens de polarisation de la source laser et vérifier la loi de Malus. Mais il est intéressant de savoir qu'il existe des composants capables de perturber la polarisation. Nous allons dès à présent étudier l'effet des lames à retard.

a) Lame demi onde:

- Insérer au montage précédent une lame demi-onde entre les deux polariseurs (voir photo ci-contre).
- Vérifier l'alignement du faisceau laser sur le luxmètre.
- Après avoir mis en place le dispositif, positionner la lame demi-onde à  $45^\circ$  et observer qualitativement l'influence que celle-ci a sur la polarisation en tournant l'index de l'analyseur. L'index du polariseur étant toujours à  $90^\circ$ .



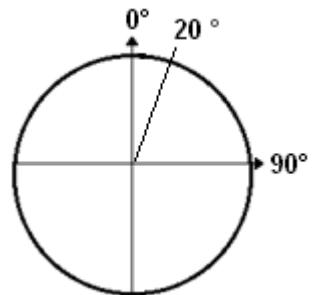
- Que pouvez-vous déduire de l'influence de la lame demi-onde sur la polarisation ? Comparer avec la manipulation sans la lame demi-onde ?

On décrit dans un premier temps ce que l'on observe : La lame demi-onde déphase de  $\frac{\lambda}{2}$  l'onde. Expérimentalement on observe une variation de l'éclairement. Pour expliquer simplement le phénomène on observe 2 extinctions par tour Placée à 45° on obtient l'extinction à 90° ce qui s'explique par le fait que de part et d'autre de l'index on a 45° comme l'indique le schéma ci-contre. Si on additionne donc 45 à 45 on a 90. On obtient bien l'extinction à 90°.

- Sans démonter le montage, changer l'angle de la lame demi-onde, à un angle aléatoire et différent de 45 (20° par exemple). Utiliser alors l'analyseur comme précédemment afin d'observer l'influence que ce dernier a sur la polarisation, le polariseur restant toujours à 90°.

**Quelle différence y-a-t-il lorsque l'axe de la lame demi-onde n'est pas à 45° ?**

La lame demi-onde a la propriété de déphaser d'une demi onde, ce qui revient à dire que l'onde se retrouve en sortie symétrique par rapport à l'axe de l'analyseur. Ici on a pris 20° comme angle de la lame demi-onde. On obtiendra l'extinction à 20° de l'index, donc à 20+20=40°.



b) Lame quart-onde.

*Remplacer alors la lame demi-onde par la lame quart-onde, mettre son index à 45°. Reprendre la même manipulation que pour la lame demi-onde.*

- **Que pouvez-vous déduire de l'influence de la lame quart-onde sur la polarisation ? Comparer avec la manipulation sans la lame quart-onde ?**

On peut observer qu'il n'y a pas de variation d'éclairement quel que soit la position de l'index de l'analyseur. Ceci s'explique par le fait qu'une lame quart-onde a la propriété de déphaser d'un quart de tour la lumière. Ainsi la polarisation est devenue uniforme sur 360° dans notre montage particulier. Sans cette lame, on aurait observé une variation d'intensité (cf. loi de Malus). Une polarisation constante quel que soit l'angle est appelée polarisation circulaire. Une lame quart-onde placée à 45° de l'axe du polariseur est donc capable de transformer une lumière polarisée rectilignement en lumière polarisée circulairement.

→ *Sans démonter le montage, changer l'angle de la lame quart-onde, placer celle-ci à un angle aléatoire différent de 45° : 20° par exemple. Modifier la direction passante de l'analyseur comme précédemment afin d'observer son influence sur la polarisation, le polariseur restant toujours à 90°.*

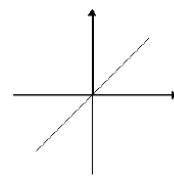
- **Quelle différence y-a-t-il lorsque l'axe de la lame quart-onde n'est pas à 45° ?  
Comment appelle t'on cette polarisation ?**

Dans cette situation, lorsque la lame quart d'onde est placée à 20° (ou autre angle mais  $\neq 45^\circ$ ), on n'obtient plus un éclairement constant lorsque l'on agit sur l'index de l'analyseur. Le fait de ne pas avoir d'éclairement constant montre que la polarisation n'est pas circulaire. Néanmoins, on n'observe pas non plus le phénomène d'extinction, donc la polarisation n'est pas rectiligne. La polarisation obtenue n'est ni circulaire ni rectiligne, on dit alors qu'on a une polarisation elliptique.

D'après les différentes mesures réalisées, 3 types de polarisation ont ainsi pu être mis en évidence :

- **Rectiligne :**

Un polariseur simple permet de polariser rectilignement la source utilisée, afin de pouvoir vérifier sa polarisation, un analyseur (2<sup>ème</sup> polariseur) est nécessaire, en agissant sur son angle on remarque qu'on atteint l'extinction lorsque les deux polariseurs sont perpendiculaires l'un par rapport à l'autre ( $90^\circ$ ) et le maximum de lumière est atteint lorsque les deux polariseurs sont parallèle ( $0^\circ$ ). On peut très rapidement mettre en place un système qui nous permet de vérifier ceci.

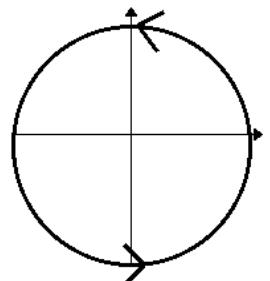


- Placer sur le banc la source laser, les deux polariseurs l'un à la suite de l'autre et le luxmètre en bout de banc (tous les éléments seront placés sur des cavaliers simples). Le polariseur situé directement après la source laser sert à sélectionner le sens de polarisation ; le deuxième sert à analyser la lumière, et donc vérifier sa polarisation.
- Placer le polariseur de façon à avoir directement à sa sortie un maximum de lumière (dans notre exemple précédent le polariseur devait être à  $90^\circ$ ). Placer ensuite l'analyseur à  $0^\circ$ . On constate qu'on obtient l'extinction. Si on met l'analyseur à  $90^\circ$  on a le maximum de lumière. On a donc une polarisation rectiligne d'axe horizontal dans cet exemple.

- **Circulaire :**

On a vu que la lame quart-d'onde permet de transformer une polarisation en polarisation circulaire. On peut également le vérifier expérimentalement.

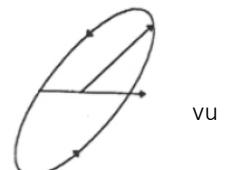
- Garder le même montage que précédemment, rajouter seulement une lame quart-onde entre les deux polariseurs.
- Positionner le 1<sup>er</sup> polariseur à  $90^\circ$  et la lame quart-onde à  $45^\circ$ , tourner progressivement le 2<sup>ème</sup> polariseur.



*On constate que la position de l'analyseur n'a aucune influence sur la polarisation. On obtient donc une polarisation circulaire. Il est possible d'obtenir exactement le même résultat en utilisant un polariseur circulaire, celui-ci étant de toute manière un assemblage des 2 composants précités.*

- **Elliptique ou aléatoire :**

- On peut avoir une polarisation elliptique (ou aléatoire) avec une lame quart-d'onde. Une polarisation elliptique est une polarisation qui n'est ni circulaire ni rectiligne. On a précédemment vu que la lame quart-onde polarise circulairement à  $45^\circ$ . Or on peut également à l'aide d'une lame quart-onde obtenir une polarisation elliptique pour cela.
- 
- • Sans démonter le montage précédent placer la lame quart-d'onde à un angle quelconque ( $\neq 45^\circ$ ), le polariseur étant initialement à  $90^\circ$ . Tourner l'index de l'analyseur.
- 
- *On remarque que l'on n'a pas l'extinction totale mais seulement un minimum d'intensité, donc la polarisation obtenue avec cette manipulation est bien elliptique.*



## II. EXPERIENCES COMPLEMENTAIRES AVEC LE KIT 202787 « MILIEU ACTIF »

### Matériel :

- 1 cavalier long PrisMax
- 1 cavalier simple PrisMax
- 1 alimentation spectrale universelle avec carter
- 1 ampoule spectrale de Sodium
- 1 lanterne LED
- 1 écran blanc métallique
- 2 porte composants simples Ø40 mm
- 1 lentille f+200 mm Ø80 mm
- 1 condenseur double Ø80 mm
- 1 enceinte pour liquides L200 mm
- 1 lame de mica montée Ø20 mm



### ***Manip 1 : Étude de différentes sources lumineuses :***

Cet ensemble complémentaire comprend 2 sources supplémentaires, une lampe à vapeur de sodium et une source de lumière blanche. Chacune de ces sources possède sa propre polarisation.

Dans les manipulations précédentes, on a vu que la diode laser a une polarisation rectiligne. On souhaite ici, déterminer les directions de polarisation de ces deux sources mises à notre disposition.

#### a) la lampe à vapeur de sodium :

- Placer la lampe à sodium en bout de banc sur le support prévu à cet effet. Afin de focaliser la lumière un condenseur double de diamètre 80 mm est nécessaire et doit être placé juste après la lampe.
- Le condenseur sera fixé sur un cavalier long (tous les autres éléments seront fixés sur des cavaliers simples).
- Placer ensuite un polariseur de précision simple ainsi que le luxmètre.
- Tourner le polariseur de façon qualitative afin d'observer d'éventuelles variations d'éclairement.
- Qu'observez-vous lorsque vous tournez l'index du polariseur ? Quel est le type de polarisation de cette source ?

On remarque qu'il n'y a pas de variation d'intensité, le polariseur n'a aucune influence sur la polarisation, ce qui revient à dire que la lampe à sodium est polarisée circulairement.

b) La lanterne LED :

- Placer la source de lumière blanche à une des extrémités du blanc sur le cavalier long (tous les autres éléments seront fixés sur des cavaliers simples).
- Placer ensuite : un polariseur simple ainsi que le luxmètre.
- Tourner le polariseur de façon qualitative afin d'observer d'éventuelles variations d'éclairement.
- Qu'observez-vous lorsque vous tournez l'index du polariseur ? Quel est le type de polarisation de cette source ?

En tournant l'index du polariseur, on n'observe pas d'extinction, seulement un minimum d'intensité. Le fait de ne pas observer d'extinction montre que la polarisation n'est pas rectiligne, et le fait d'observer une variation d'éclairement montre que la polarisation n'est pas circulaire, on a donc une polarisation elliptique. La lumière blanche est polarisée elliptiquement.

➤ **Manipulation 2 : Étude d'une lame de mica**

La lame de mica est montée sur un système ne permettant pas de l'orienter selon un angle.  
On ne sait donc pas la direction de ses axes.

- Placer sur le banc la source de lumière blanche sur un cavalier long.
- Sur des cavaliers simples, placer dans l'ordre :
  - un polariseur linéaire
  - une lame quart d'onde orientée à  $45^\circ$  de l'axe du polariseur
  - la lame de Mica
  - un analyseur
  - et enfin le luxmètre.
- Chercher l'extinction en agissant sur l'index de l'analyseur  $n$ . Noter son angle  $\alpha_0$
- Chercher le maximum de lumière, toujours en agissant sur l'index de l'analyseur. Noter son angle  $\alpha_M$ .
- Faire la soustraction  $\alpha_M - \alpha_0$ .

• **Quelle observation pouvez-vous faire ?**

On trouve expérimentalement  $\alpha_M = 325^\circ$  et  $\alpha_0 = 55^\circ$  donc  $\alpha_M - \alpha_0 = 90^\circ$ . Ainsi on a une alternance de  $90^\circ$  entre chaque maximum de lumière et extinction. On peut donc obtenir 2 extinctions par tour.  
Chaque extinction représente entre autre la position d'un axe particulier du milieu biréfringent.



## ➤ Manipulation supplémentaire : Etudes d'objets courants transparents (cellophane, scotch)

Nous allons maintenant étudier des objets courant ayant des propriétés particulières puisqu'ils agissent sur la polarisation (formes visibles, couleurs ....)

### a) film cellophane (non fourni).

→ Placer à une extrémité du banc :

- la source de lumière blanche sur le cavalier long
- puis, l'ensemble constituant un polariseur circulaire : c'est-à-dire le polariseur linéaire suivi de la lame quart d'onde correctement orientée sur des cavaliers simples
- mettre le papier cellophane autour d'un porte-composant simple (ne pas hésiter à le froisser pour créer des effets de superposition et observer une figure exploitable)
- rajouter à la suite l'analyseur et l'écran métallique blanc

→ Chercher l'image du papier cellophane (qui doit être nette) en déplaçant l'écran sur le banc.

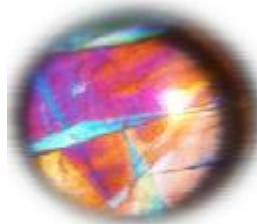
Note : Il se peut que l'on ne trouve pas l'image du papier cellophane, cela peut être dû à la mauvaise focalisation de la lumière blanche.

→ Afin d'observer une image correcte il est préférable de rajouter une lentille convergente après l'analyseur, et en jouant avec le tirage de la lanterne LED.

→ Une fois l'image nette obtenue sur l'écran, modifier l'orientation de l'analyseur.

- **Décrire la figure observée ? Comment pouvez-vous l'expliquer ?**

On observe la figure suivante :



Le papier cellophane a une influence sur la polarisation. En effet lorsque l'on agit sur l'index de l'analyseur, on obtient des teintes de couleurs différentes en fonction de l'épaisseur du film cellophane.

Plus il sera froissé plus la différence de couleur sera visible.

### b) Scotch transparent non « dépoli » (non fourni)

→ Découper 5 ou 6 bouts de scotch. Essayer de les superposer en faisant des différences d'épaisseurs. Plier un côté par exemple et froisser l'autre.

Il faut savoir que plus il y a des différences d'épaisseur plus le phénomène sera facilement observable.

→ Mettre les bouts de scotch sur un support entre la lame quart d'onde et l'analyseur.

→ Rechercher l'image du scotch sur l'écran et agir sur l'index de l'analyseur.

- **Décrire la figure observée ? Comparer avec la figure obtenue avec le papier cellophane.**

Contrairement au papier cellophane on n'obtient pas de différence de couleur mais uniquement des différences de contraste. En effet en fonction de l'épaisseur du scotch, il y a des zones plus sombres et d'autres plus brillantes.

Le papier cellophane est plus efficace dans le sens où on observe plus facilement ce genre de phénomène, ce qui s'explique par le fait que le papier cellophane est plus fin et plus facilement froissable.

➤ **Manipulation 4 : Introduction à la polarimétrie – Loi de Biot :**

Dans cette partie, nous étudions la polarimétrie sur banc. Il serait également possible d'utiliser le polarimètre de Laurent, un appareil de mesure qui permet entre autre de déterminer le pouvoir rotatoire de certaines substances dites « optiquement actives » qui ont la capacité de tourner le sens de polarisation de la lumière.

- Si le sens de polarisation tourne vers la droite on dit que la substance est dextrogyre.
- Si le sens de polarisation tourne vers la gauche on dis que la substance est lévogyre.

**Rappel sur la loi de Biot :**

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

Avec  $[\alpha]$  : pouvoir rotatoire ( $^{\circ} \cdot g^{-1} \cdot ml \cdot dm^{-1}$ )

$l$  : longueur de la cuve (dm)

$C$  : concentration de la solution en ( $g.ml^{-1}$ )

La loi de Biot dit que l'angle de rotation est proportionnel à la longueur de la cuve et à la concentration de la solution. Le pouvoir rotatoire est aussi appelé activité optique et représente la propriété qu'ont certains milieux de faire tourner le sens de polarisation. Il dépend de la température et de la longueur d'onde à laquelle l'expérience a été réalisée. Elle s'applique aux substances actives dissoutes dans un solvant inactif comme l'eau.

On se propose maintenant de mettre en place un dispositif nous permettant de vérifier la loi de Biot. Pour cela :

- Placer en début de banc la diode laser sur un cavalier simple.
- Ajouter ensuite un premier polariseur (tous les éléments qui suivront seront fixés sur des cavaliers simples).
- Fixer alors la cuve sur le support prévu à cet effet.
- Rajouter l'analyseur après la cuve (2<sup>ème</sup> polariseur).
- Enfin positionner le luxmètre. (Voir montage ci-contre).

a) solution de saccharose



Nous allons dans un premiers temps étudier une solution de saccharose. Une solution mère sera préparée, il faut alors préparer des dissolutions pour avoir des concentrations différentes.

- Croiser les polariseurs de façon à obtenir l'extinction : le polariseur à  $90^{\circ}$  et donc l'analyseur, théoriquement est à  $0^{\circ}$  pour obtenir l'extinction. En réalité, il peut y avoir un léger décalage. Il est donc recommandé de chercher la position exacte de l'extinction.
- Remplir la avec la solution désirée et la placer sur le banc
- Insérer la cuve sur le cavalier simple et centrer cette dernière de façon à ce que le faisceau lumineux traverse la cuve.
- Que peut-on remarquer sur le faisceau émergent ? Quel effet induit la solution de saccharose sur la polarisation?

On n'observe plus l'extinction en sortie : la solution de saccharose a donc une influence sur la polarisation de la lumière. Afin d'observer à nouveau l'extinction il faut tourner le polariseur d'un angle  $\alpha$ .

A présent, vérifions la loi de Biot pour déterminer le pouvoir rotatoire de saccharose. Pour cela, relever dans un tableau l'angle de rotation permettant de rétablir l'extinction pour des concentrations différentes.

- Remplir la cuve avec la solution de saccharose à étudier.
- Placer la cuve sur le banc, le montage utilisé et le même que précédemment.
- Agir sur l'analyseur de façon à rétablir l'extinction. Reporter la valeur de l'angle mesuré..

A noter : Il faut éviter de traverser des bulles d'air qui peuvent induire des erreurs de mesure. De plus, il est conseillé de commencer avec la solution la plus concentrée et de finir avec la solution la moins concentrée.

- Tracer le graphe  $\alpha = f(C)$ , où C est la concentration de la solution étudiée, et  $\alpha$  l'angle de rotation permettant de rétablir l'extinction. Quel est le type de graphe obtenu? En déduire le pouvoir rotatoire de la solution étudiée. La solution est-elle dextrogyre ou lévogyre ?

On obtient une droite dont l'équation nous permet de déduire le pouvoir rotatoire de la solution.

En effet, la loi de Biot est de la forme ;

$$\alpha = a C$$

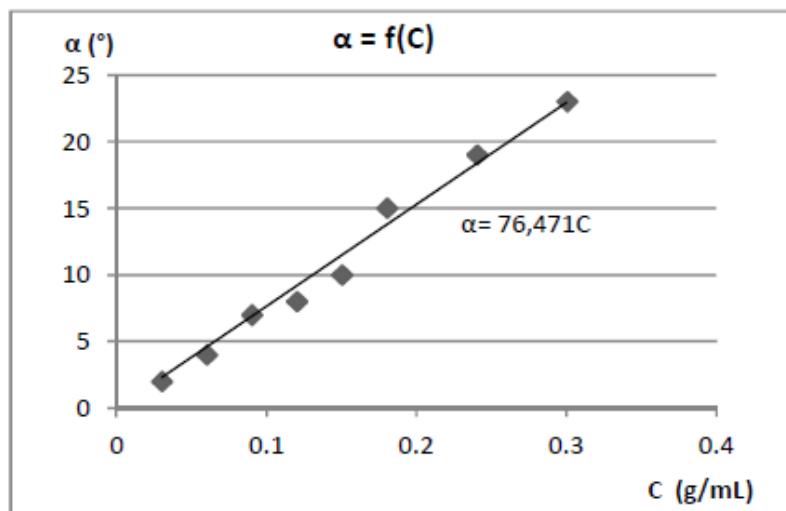
a est le coefficient directeur de la droite.

D'après la loi de Biot,  $a = [\alpha_0] l$ , où :

$[\alpha_0]$  : pouvoir rotatoire en  ${}^{\circ}.g-1.mL.dm-1$

l : longueur de la cuve

Ici, le coefficient directeur est positif, la solution de saccharose est donc dextrogyre.



Note : La loi de Biot est proportionnelle à la longueur de la solution traversée, et donc de la cuve utilisée. Il peut être intéressant d'utiliser une cuve d'une autre longueur pour observer la relation entre longueur de cuve et angle de rotation.

### b) Solution de fructose

Nous allons maintenant étudier une solution de fructose. Le montage utilisé est le même que précédemment.

- Prendre la cuve qu'il faut rincer soigneusement avec de l'eau distillée. Il ne doit plus y avoir de trace de la solution de saccharose, sous peine de fausser les résultats.
- Remplir la cuve de fructose en évitant le passage de la lumière sur des bulles d'air.
- Avant de placer la cuve sur le banc, faire en sorte d'être en situation d'extinction : polariseur et analyseur étant en situation croisée.
- Enfin, placer la petite cuve sur le banc à l'emplacement prévu à cet effet.

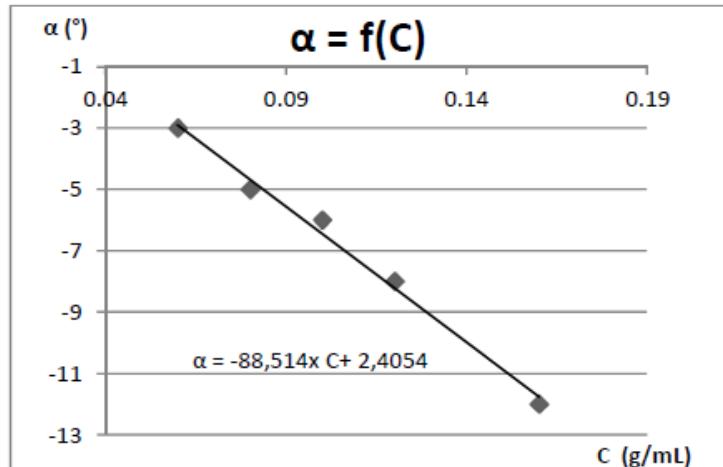
- De la même manière qu'à la partie précédente, tracer le graphe  $\alpha = f(C)$ . Quel est le type de graphe obtenu ? En déduire le pouvoir rotatoire de la solution étudiée. La solution est-elle dextrogyre ou lévogyre ?

De nouveau, l'évolution de l'angle d'extinction  $\alpha$  en fonction de la concentration de la solution est d'allure linéaire.

En faisant une interpolation, et en déterminant le coefficient directeur  $a$  de cette droite, nous pouvons en déduire le pouvoir rotatoire de la solution de fructose puisque que :

$$a = [\alpha_0] I$$

Le coefficient directeur est négatif, la solution de fructose est lévogyre.



#### Remarque :

Pour ces manipes, il est aussi possible d'utiliser la lampe à vapeur de sodium. Le montage à réaliser est le même à la différence qu'il faut rajouter le condenseur double à la suite de la lampe spectrale pour focaliser les rayons lumineux. La visualisation de l'extinction se fait alors directement, en regardant au travers de l'analyseur. L'index de l'analyseur doit être tourné de manière à rétablir l'extinction (entre les 2 situations « avec » et « sans » cuve).

Note : L'utilisation de lunettes de protection n'est pas nécessaire, l'éclairement étant relativement faible.

### **III. EXPERIENCE AVEC LE KIT 202788 « BREWSTER »**

#### Matériel :

- 1 banc PrisMax L50 cm
- 1 accouplement goniométrique
- 1 plateau à réglage angulaire Ø150 mm
- 1 sur-platine porte prisme
- 1 prisme Flint



#### ➤ **Détermination de l'angle de Brewster :**

Le but de cette manipulation est de vérifier la loi de Brewster (et de déterminer son angle). Cette loi permet de vérifier qu'un prisme en verre à la capacité de polariser une lumière circulaire en polarisation rectiligne.

L'accouplement goniométrique permet de fixer le plateau porte prisme, il permet également de relier les deux (banc de 2m et le banc supplémentaire de 50cm).

Pour commencer la manipulation, l'installation de l'accouplement goniométrique est indispensable, pour cela :

*Prendre l'accouplement goniométrique ; il est constitué de deux branches, une fixe et une mobile. La partie mobile sera fixée sur le banc supplémentaire de 50cm et la partie fixe sur le banc de 2m. Visser alors chaque branche sur son banc respectif. Le banc de 2 m n'aura plus qu'un seul pied de maintien*

Note : Pour simplifier l'explication, nous allons nommer :

- le banc de 2m ↔ banc n° 1
- le banc supplémentaire de 50 cm ↔ banc n°2

- *Placer sur le banc n°1 : le laser rouge, puis le « polariseur circulaire » constitué d'une lame quart d'onde et d'un polariseur linéaire.*
- *Sur l'accouplement goniométrique : fixer le plateau porte prisme.*
- *Sur le banc n°2 : placer un polariseur simple et le luxmètre (respecter l'ordre indiqué)*

Le montage est alors prêt, on peut donc effectuer les mesures nécessaires qui nous permettront de vérifier la loi de Brewster et par conséquent d'en déduire son angle.

*Placer d'abord le banc n°2 à 90°, soit perpendiculairement au banc n°1.*

Commençons la prise de mesure à partir de l'angle 45° (les graduations sont indiquées sur le plateau porte-prisme)

- *Placer le prisme à 45°.*
- *Effectuer tout d'abord des mesures de 5° en 5° environ jusqu'à 75° (après cet angle il est difficile d'observer quelque chose).*

On se rend compte qu'à un certain angle l'éclairement diminue et atteint presque l'extinction.

Expérimentalement il est difficile d'avoir l'extinction totale à cause des lumières parasites. Si le faisceau incident n'est pas totalement polarisé on ne peut pas avoir l'extinction totale.

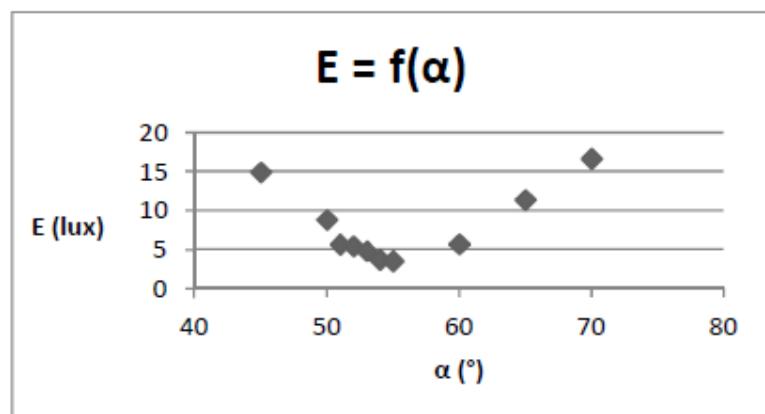
L'angle pour lequel l'éclairement est minimum (idéalement l'extinction) est l'angle de Brewster.

- **Tracer  $E = f(\alpha)$  ? Qu'observez-vous ? Quelle est la valeur de l'angle de Brewster?**

On obtient le graphe ci-contre :

*Lorsque l'on est à l'angle de Brewster le prisme se comporte comme un polariseur. C'est-à-dire qu'à l'entrée on a une polarisation circulaire et en sortie on obtient donc une polarisation rectiligne (ici verticale).*

*On peut le vérifier en agissant sur le 2ème polariseur (analyseur) situé sur le banc n° 2.*



*Plus on se rapproche de cet angle plus la polarisation tend vers une polarisation rectiligne. Théoriquement à 90° le prisme n'a aucune influence sur la polarisation donc en sortie de prisme, on retrouve une polarisation circulaire (comme en incidence)*

*On peut repérer graphiquement l'angle de Brewster, il s'agit de l'angle pour lequel on a le minimum d'éclairement, ici on constate que cet angle a pour valeur  $55^\circ \pm 1^\circ$ . Théoriquement, l'angle de Brewster est de  $56^\circ$  pour le verre.*

## Des services au quotidien

### *Obtenir des conseils, un devis, une demande de démo*



> Service technico-commercial

Pour la Métropole

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : [optique@ovio-instruments.com](mailto:optique@ovio-instruments.com)

Web : [www.ovio-optics.com](http://www.ovio-optics.com)

Pour l'International

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : [export@ovio-instruments.com](mailto:export@ovio-instruments.com)

### *Commander, suivre une commande*

> Administration des ventes

Passer une commande

Fax : +33 (0)1 30 44 25 40

E-mail : [optique@ovio-instruments.com](mailto:optique@ovio-instruments.com)

Courrier : OVIO Instruments - Service Clients

468, rue Jacques-Monod

CS 21900, 27019 Evreux CEDEX France

Suivre une commande

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : [optique@ovio-instruments.com](mailto:optique@ovio-instruments.com)



### *Obtenir des conseils, un devis, une demande de démo*



> Support technique, SAV

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

E-mail : [SAV@ovio-instruments.com](mailto:SAV@ovio-instruments.com)

Web : [www.ovio-optics.com](http://www.ovio-optics.com)

Pour l'International

Tél : +33 (0)1 71 49 10 70

*Attention : pour tout retour de matériel en SAV, merci de nous appeler au préalable.*