

Expérience n°13 – POLARISATION DE LA LUMIERE

Domaine: Optique, ondes électromagnétiques

Lien avec le cours de Physique Générale:

Cette expérience est liée aux chapitres suivants du cours de Physique Générale:

- Physique I, Chapitre 13: Ondes électromagnétiques, lumière
- Physique II, Chapitre 9: Les ondes électromagnétiques : la lumière. Réflexion, réfraction
- Physique II, Chapitre 10 : Dispersion chromatique. Couleurs. Le ciel et l'arc-en-ciel
- Physique II, Chapitre 10 : Instruments optiques et les lasers

Objectif général de l'expérience

L'objectif de cette expérience est de comprendre le phénomène de **polarisation de la lumière**. Dans ce TP, plusieurs lois liées à la polarisation seront étudiées, comme la loi de Malus et la loi de Brewster. Dans la dernière partie, un montage polarimétrique sera utilisé pour mesurer la concentration de sucre dans une solution.

1 Introduction générale : spectre électromagnétique, lumière polarisée**1.1) Rappels : lumière et ondes électromagnétiques**

Depuis les travaux théoriques de Maxwell et les expériences de Hertz à la fin du XIX^{ème} siècle, la lumière est décrite par une onde électromagnétique de haute fréquence et par conséquent de courte longueur d'onde. La lumière visible correspond aux radiations électromagnétiques dont la longueur d'onde dans le vide est comprise entre 400 nm et 700 nm environ ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} = 10 \text{ \AA}$). La Figure 1 schématise le spectre des ondes électromagnétiques. Les yeux, détecteurs des ondes dont la fréquence ν est comprise entre $4.3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ (env. 700 nm) et $7.7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ (env. 400 nm), sont sensibles à une variation de la fréquence optique dans cette gamme. Cette sensibilité se manifeste par les couleurs (Figure 1).

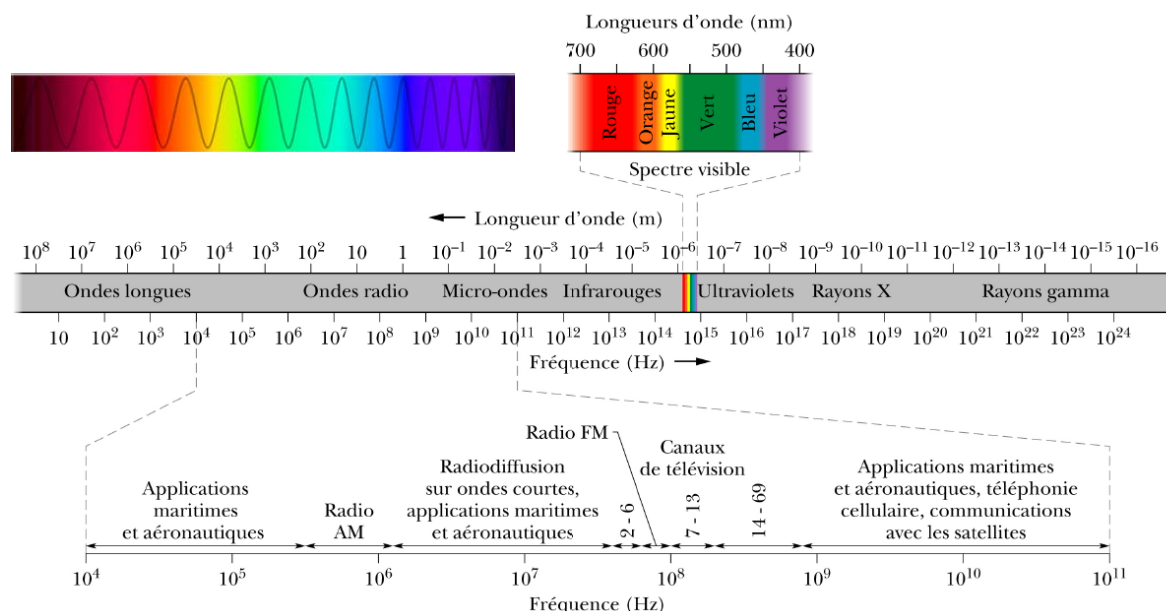


Figure 1: Spectre des ondes électromagnétiques et différents domaines d'application (extrait du cours de Physique Générale PhyG II-13). La lumière visible correspond à des longueurs d'onde entre 400 nm (violet) et 700 nm (rouge).

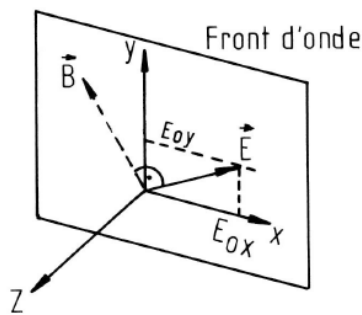
Dans cette description de la lumière en tant qu'onde électromagnétique, la propagation de l'onde dans l'espace à la vitesse c de la lumière peut être décrite à l'aide d'un champ électrique \vec{E} et d'un

champ magnétique \vec{B} oscillant en phase. Les ondes électromagnétiques sont transverses: les vecteurs du champ électrique \vec{E} et du champ magnétique \vec{B} sont perpendiculaires l'un à l'autre et situés dans un plan normal à la direction de propagation indiquée par le vecteur d'onde \vec{k} . La direction de ce vecteur correspond à celle du rayon lumineux de l'optique géométrique.

La propagation d'une telle onde plane transverse sinusoïdale dans le vide peut être représentée mathématiquement par les projections du vecteur champ électrique \vec{E} sur des axes de référence x et y dans le plan orthogonal à la direction de propagation z (voir Figure 2):

$$E_x = E_{0,x} \sin(kz - \omega t + \varphi_x)$$

$$E_y = E_{0,y} \sin(kz - \omega t + \varphi_y)$$
(Eq. 1)



- $\omega = 2\pi\nu$: fréquence angulaire
- $k = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda_0}$: nombre d'onde
- z : direction de propagation de la lumière
- E_0 : amplitude du champ électrique
- $E_{0,x}, E_{0,y}$: projection de E_0 sur les axes x et y
- φ_x, φ_y : phase du champ électrique selon x et y

Figure 2: Polarisation de la lumière : illustration de la représentation mathématique de la polarisation.

La différence de phase ($\varphi_x - \varphi_y$) entre les deux composantes $E_{0,x}$ et $E_{0,y}$ du champ électrique définit l'état de polarisation de la lumière:

- Un **déphasage nul** (modulo π) caractérise une oscillation du champ électrique dans un plan défini; l'extrémité du vecteur \vec{E} observé dans un plan (x, y) donné décrit un segment de droite et on parle de **polarisation linéaire** (Figure 3a).
- Pour un **déphasage de $\pi/2$** (modulo π), le vecteur \vec{E} décrit un cercle et l'onde est **polarisée circulairement** (polarisation circulaire droite ou gauche, Figure 3b).
- Pour tout autre déphasage qui ne varie pas au cours du temps, l'onde est **polarisée elliptiquement** (Figure 3c).
- Pour des déphasages aléatoires qui varient au cours du temps, l'onde est dite **non-polarisée**.

Une onde de polarisation quelconque peut donc toujours être décomposée en deux ondes de polarisations linéaires orthogonales (par exemple selon les axes x et y) déphasées entre elles.

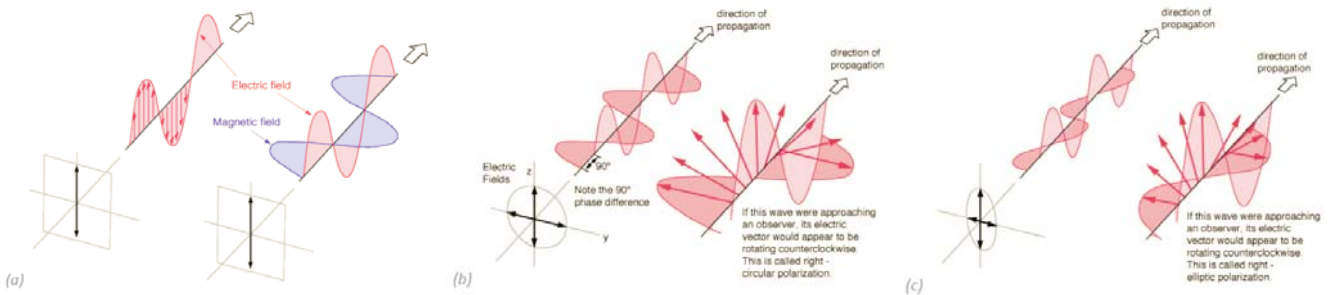


Figure 3: Polarisation de la lumière. a) Exemple de lumière polarisée linéairement selon l'axe y ; b) exemple de lumière polarisée circulairement; c) exemple de lumière polarisée elliptiquement. Pour une animation illustrant ce phénomène, voir [http://fr.wikipedia.org/wiki/Polarisation_\(optique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Polarisation_(optique))

1.2) Polarisation de différentes sources de lumière

Une **source lumineuse ordinaire** (par exemple, une ampoule à filament) est formée d'un très grand nombre d'atomes qui émettent chacun de la lumière polarisée de façon indépendante et aléatoire. La lumière naturelle apparaît donc comme une superposition d'un grand nombre d'états de polarisation qui fluctuent dans le temps, ce qui donne lieu à de la **lumière non-polarisée**. Elle peut être représentée par deux ondes de polarisation linéaire, dont le déphasage varie de façon aléatoire au cours du temps.

Au contraire, la lumière cohérente émise par un **laser** est le plus souvent polarisée linéairement (totalement ou partiellement). Un **polariseur** (linéaire) est un élément optique qui filtre une lumière incidente (polarisée ou non) en ne transmettant que la composante de polarisation linéaire qui est parallèle à l'axe du polariseur. Les autres composantes sont absorbées; il y a donc une perte d'intensité lorsqu'une onde de polarisation quelconque traverse un polariseur (Figure 4). A la sortie d'un polariseur, la polarisation est toujours linéaire et orientée selon l'axe du polariseur.

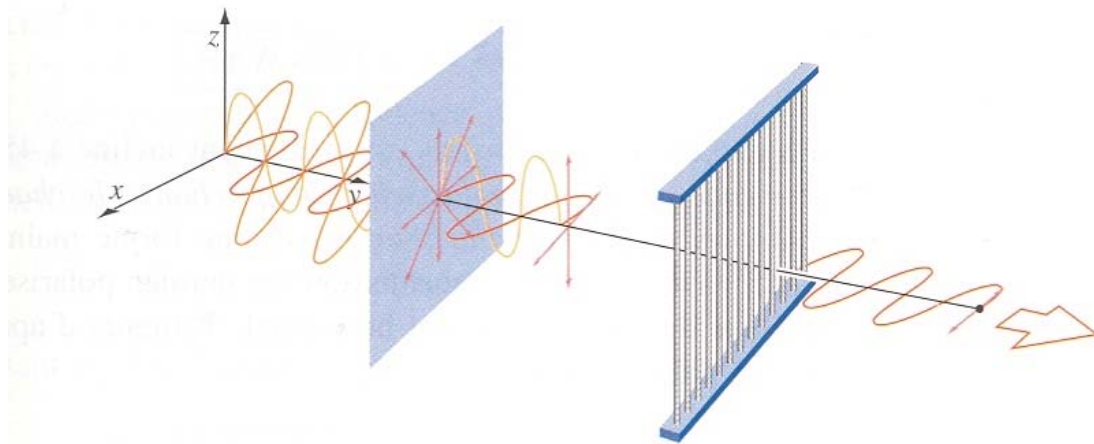


Figure 4: Lumière polarisée et polariseur (Extrait du cours de Physique Générale PhyG II-9).

2 Applications de la polarisation et phénomènes étudiés dans ce TP

Le phénomène de polarisation de la lumière est couramment utilisé dans une grande variété d'exemples de la vie quotidienne, par exemple :

- lunettes de soleil polarisées
- lunettes 3D
- saccharimétrie
- mesure de contraintes mécaniques
- d'autres exemples d'applications de la polarisation dans la vie quotidienne sont donnés sur le lien suivant : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Polarisation_\(optique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Polarisation_(optique)).

Dans ce TP nous allons étudier quelques exemples précis, dont nous détaillons ci-dessous les effets physiques les plus importants.

2.1) Lunettes de soleil polarisées – Angle de Brewster

Le principe de fonctionnement des **lunettes de soleil polarisées** est basé sur les propriétés de la lumière réfléchi à proximité d'un angle d'incidence particulier appelé **angle de Brewster**, noté θ_B . A cet incidence, le **rayon réfléchi** par une surface plane est **uniquement polarisé** perpendiculairement **au plan d'incidence**. Cette polarisation est couramment appelée la "**polarisation s**" (Figure 5) ou polarisation TE ("transverse électrique" car le champ électrique est perpendiculaire au plan d'incidence). La lumière polarisée **parallèlement** au plan d'incidence, appelée "**polarisation p**" ou polarisation TM ("transverse magnétique" car le champ magnétique est perpendiculaire au plan d'incidence) est totalement réfractée (transmise) dans le milieu.

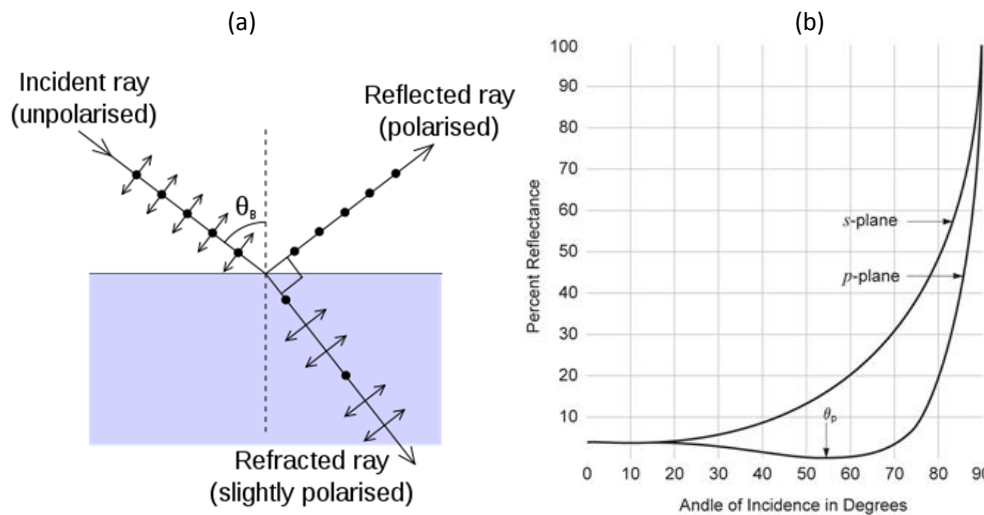


Figure 5: (a) Angle de Brewster (http://en.wikipedia.org/wiki/Brewster%27s_angle). (b) intensité lumineuse réfléchie pour une surface en verre pour les deux polarisations incidentes s et p (<http://cvilaseroptics.com/support/Technical-Library/Optical-Coatings>).

Pour des angles d'incidence proches de l'angle de Brewster, la quantité de lumière réfléchie par une surface horizontale dans la polarisation p reste beaucoup plus faible que dans la polarisation s . Les lunettes de soleil polarisantes utilisent **des polariseurs qui bloquent la polarisation s** et atténuent donc fortement les réflexions parasites éblouissantes. Le même principe est utilisé en photographie, pour atténuer des réflexions parasites en surface et photographier des objets situés sous des surfaces réfléchissantes. Nous vérifierons cet effet dans la première partie de ce TP.

Interprétation physique et calcul de la valeur de l'angle de Brewster pour une surface donnée d'indice de réfraction n :

Nous pouvons voir sur la Figure 5 que l'angle de Brewster présente une particularité: **le rayon réfracté et le rayon réfléchi forment un angle droit**. Or, le rayon réfléchi trouve son origine dans l'oscillation des atomes du second milieu, qui sont excités par la lumière qui y est présente. Puisque, dans ce cas très particulier, la polarisation p du rayon réfracté est exactement colinéaire à la direction de propagation du rayon réfléchi, il est impossible d'exciter les atomes selon cette polarisation, et donc d'émettre une onde réfléchie.

Cette condition permet facilement de calculer la valeur de l'angle de Brewster pour une interface entre deux milieux d'indices de réfraction n_i (pour le milieu incident) et n_t (pour le milieu où le faisceau est transmis) en utilisant la loi de Snell-Descartes de la réfraction (pour plus de détails sur cette loi, voir l'énoncé du TP N°11 Éléments d'optique):

$$n_i \sin(\theta_i) = n_t \sin(\theta_t)$$

$$n_i \sin(\theta_B) = n_t \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta_B\right) = n_t \cos(\theta_B) \quad (\text{Eq. 2})$$

d'où :

$$\theta_B = \arctan\left(\frac{n_t}{n_i}\right) \quad (\text{Eq. 3})$$

2.2) Polarimétrie et loi de Malus

De façon très générale, la polarimétrie est la science de la mesure de la polarisation de la lumière. Le changement de polarisation subit par la lumière lors de son passage à travers un système optique permet de tirer des informations utiles et variées sur un système à étudier. Par exemple une application de la polarimétrie est la **saccharimétrie** (ou mesure de la concentration en sucre d'une

solution), ou la mesure de la biréfringence induite par des contraintes mécaniques. Dans ce TP, nous utiliserons un polarimètre pour déterminer la concentration d'une solution de sucre.

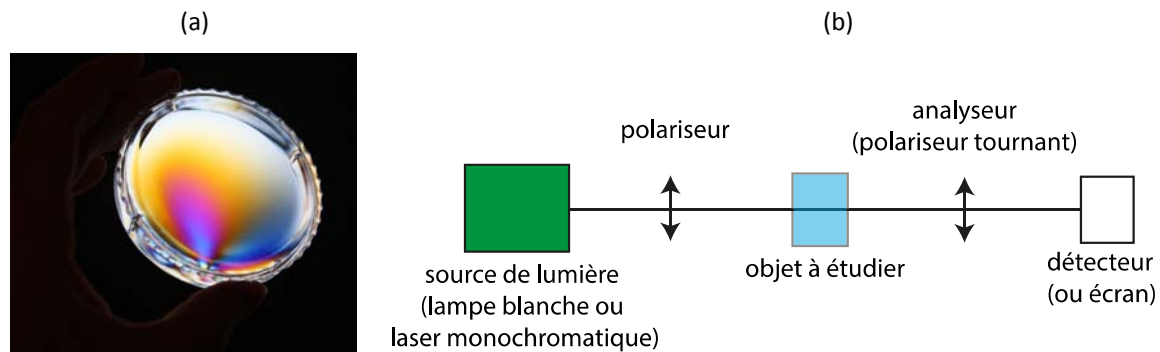


Figure 6: a) Biréfringence induite par des contraintes mécaniques observée avec un polarimètre en lumière blanche (http://en.wikipedia.org/wiki/Birefringence#Stress_induced_birefringence).
b) Schéma d'un montage de polarimétrie.

Dans ce but, **un polarimètre** est utilisé. Un polarimètre est constitué d'une source de lumière, par exemple une lampe blanche ou un laser, et de deux polariseurs. L'élément à étudier est placé entre ces deux polariseurs. Le premier polariseur sert à fixer la polarisation incidente sur l'élément à étudier (polarisation linéaire connue) et le deuxième polariseur qui peut être tourné d'un angle θ par rapport au premier sert à analyser l'état de polarisation à la sortie, qui a été modifié par l'élément à étudier.

En absence d'échantillon entre les deux polariseurs, l'intensité lumineuse transmise I varie en fonction de l'angle θ entre le polariseur et l'analyseur selon **la loi de Malus** :

$$I = I_0 \cos^2(\theta) \quad (\text{Eq. 4})$$

Cette loi nous permet d'identifier certains cas particuliers :

- L'intensité transmise est maximale quand les axes du polariseur et de l'analyseur sont parallèles ($\theta = 0^\circ$);
- L'intensité est nulle quand le polariseur et l'analyseur sont croisés ($\theta = 90^\circ$).

2.3) Activité optique et saccharimétrie

Lorsqu'une onde lumineuse linéairement polarisée traverse une substance dite **optiquement active**, sa polarisation reste linéaire mais subit une rotation d'un angle θ autour de la direction de propagation. L'activité optique est la propriété que possède une structure chirale (c-à-d, qui n'est pas superposable à son image dans un miroir plan) d'interagir avec un rayonnement électromagnétique. Certaines substances, comme le quartz, ne sont optiquement actives qu'à l'état solide; lors d'une fusion ou d'une dissolution, cette propriété disparaît. L'activité optique dépend donc de l'arrangement cristallin asymétrique de ces matières. D'autres substances, comme la térébenthine ou **le sucre**, sont **optiquement actives dans tous les états, ainsi qu'en solution**. Dans ce cas, **c'est l'asymétrie des molécules elles-mêmes qui est responsable de l'activité optique**.

L'angle de rotation de la polarisation est proportionnel à l'épaisseur de substance traversée et dépend de la nature de cette dernière. La substance est appelée dextrogyre ou lévogyre selon que la rotation a lieu dans le sens des aiguilles d'une montre (rotation à droite) ou dans le sens contraire (rotation à gauche) pour un observateur détectant l'onde transmise.

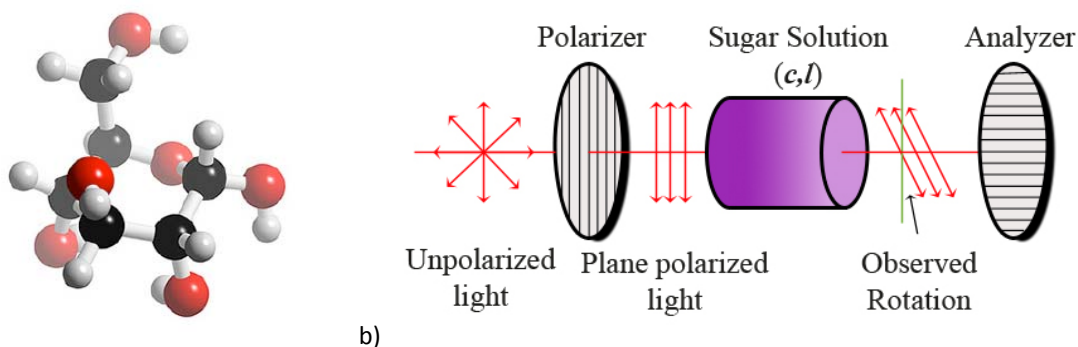


Figure 7: a) Molécule de glucose, un exemple de substance optiquement active en solution. b) La concentration d'une solution de sucre (glucose, fructose) peut être déterminée en mesurant l'angle de rotation de la polarisation d'une onde lumineuse transmise à travers l'échantillon.

Dans le cas général, si la lumière traverse une épaisseur l de matière optiquement active, on définit le **pouvoir rotatoire spécifique** ou **activité spécifique** α (en $^\circ/\text{m}$) par la relation suivante:

$$\theta = \alpha l \quad \text{Eq. 5}$$

Dans le cas spécifique d'une solution optiquement active, cette définition doit aussi tenir compte de la concentration C en molécules optiquement actives :

$$\theta = C\alpha(\lambda, T)l \quad \text{Eq. 6}$$

où θ est exprimé en degrés, C en $[\text{kg}/\text{l}]$, et l en $[\text{m}]$. On appelle cette loi la **loi de Biot**, d'après le physicien français qui a découvert cette loi expérimentale en 1815. **Connaissant α (en $^\circ/\text{m kg l}^{-1}$), il est donc possible de déterminer la concentration C d'une solution par mesure de l'angle θ de rotation du plan de polarisation (saccharimétrie).** La détermination de la concentration d'une solution est la mesure la plus couramment effectuée en laboratoire avec des polarimètres. On peut, par exemple, mesurer ainsi la concentration du sucre dans l'urine.

L'angle de rotation du plan de polarisation dépend fortement de la fréquence de la lumière incidente, donc de la couleur utilisée pour faire la mesure et de la température ambiante. Donc, pour faire des mesures précises, il est important de déterminer cette constante pour les conditions spécifiques du banc de mesures.

Pour obtenir une mesure précise et des grands angles de rotation, une source de lumière monochromatique (c-à-d d'une seule longueur d'onde) est nécessaire. Dans ce TP nous allons utiliser un pointeur laser émettant à 650 nm. Le pouvoir rotatoire des solutions dépend aussi de la température; il diminue avec l'augmentation de cette dernière. Dans les tables de référence, les pouvoirs rotatoires spécifiques sont donnés en général pour la raie jaune D du sodium (589 nm) et à 20 $^\circ\text{C}$.

3 Marche à suivre



Le rayon lumineux utilisé dans cette expérience est obtenu à partir d'un pointeur laser rouge de classe 2. Il est important de prendre certaines précautions avant de commencer cette expérience :

- Enlever toute montre, bijou, etc... avant de commencer cette expérience afin d'éviter des réflexions parasites sur de tels éléments.
- Ne **JAMAIS** s'asseoir à la même hauteur que le faisceau laser ! En particulier, ne jamais avoir les yeux à hauteur du faisceau !
- Toujours être conscient de la direction de propagation du faisceau laser : des collègues travaillent sur le même banc !

3.1) Montage expérimental

Tout au long du TP, nous utiliserons le montage de polarimétrie qui est constitué d'un laser monochromatique ($\lambda = 650 \text{ nm}$), d'un polariseur, d'un analyseur tournant relié à un détecteur de rotation, et d'un détecteur de lumière. Le détecteur de lumière et le détecteur de rotation sont connectés à un ordinateur et les mesures d'intensité lumineuse en fonction de l'angle de rotation de l'analyseur sont automatisées en utilisant le logiciel PASCO Capstone, présent sur l'ordinateur mis à votre disposition. En annexe, vous trouverez des instructions d'utilisation du logiciel. L'analyse finale des données sera faite sur le fichier Excel de l'expérience prévu à cet effet.

- Dans la première partie du TP, nous allons étudier les phénomènes de polarisation liés à la réflexion autour de l'angle de Brewster pour comprendre le fonctionnement des lunettes de soleil polarisées. Pour ceci, nous n'utilisons que le premier polariseur et une lame de verre mise à votre disposition.
- Dans la deuxième partie, la loi de Malus sera vérifiée, qui donne la fraction de la puissance optique transmise à travers un polariseur en fonction de son orientation par rapport à la polarisation linéaire incidente.
- Finalement, le but principal de ce TP est de déterminer la concentration de sucre dans une solution. Pour cela, nous allons tout d'abord mesurer le pouvoir rotatoire spécifique de ce type de solution dans les conditions expérimentales du TP, puis utiliser cette valeur pour déterminer la concentration en sucre d'une solution inconnue.

3.2) Angle de Brewster

La première partie de cette expérience consiste à mesurer l'angle de Brewster pour la réflexion sur une surface en verre (lame de microscope), et de vérifier les effets de polarisation présentés dans la partie 2.2), dans le but de comprendre le principe de fonctionnement des lunettes de soleil polarisées.

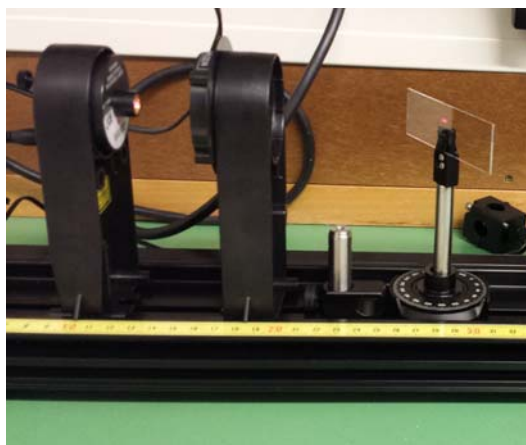


Figure 8: Photo du montage utilisé pour l'observation de l'angle de Brewster.

- Calculer l'angle de Brewster en utilisant la formule (Eq. 3) et sachant que l'indice de réfraction du verre est $n_t = 1.5$.
- Observer la réflexion du faisceau laser sur la lame de verre avec une feuille de papier blanc.
- Tourner le polariseur en entrée de façon à ce que **son axe principal soit parallèle au plan d'incidence**.
- Tourner la lame jusqu'à la position où la réflexion disparaît, mesurer l'angle obtenu et évaluer l'incertitude commise sur cette erreur. Comparer cette valeur à la valeur déterminée en a).
- En utilisant les lunettes de soleil polarisées, vérifier leur principe de fonctionnement sur le faisceau réfléchi – quelle est l'axe principal des polariseurs utilisés dans les lunettes de soleil ?
- Si le temps est ensoleillé, regardez la réflexion du soleil sur une surface plane (par exemple, l'une des tables dans la salle de TP ou les fenêtres du bâtiment d'en face) à travers un verre de lunettes de soleil. Tournez le verre de lunettes de soleil. Expliquez vos observations.

3.3) Loi de Malus

Toutes les mesures d'intensité lumineuse et de l'angle entre polariseur et analyseur seront faites à l'aide du logiciel de contrôle du polarimètre PASCO Capstone. Les détails d'utilisation du logiciel sont donnés en annexe.

On commencera par vérifier la loi de Malus (Eq. 4), en mesurant l'intensité transmise à travers le système polariseur-analyseur en fonction de l'angle de rotation θ de l'analyseur. Pour cela, on utilisera le logiciel dans le mode d'acquisition "Retenir sur commande". Les données de l'intensité transmise I et de la position angulaire seront enregistrées chaque 15° lors d'un demi-tour de l'analyseur effectué manuellement. Avant cela, l'angle de départ sera ajusté de sorte que le polariseur et l'analyseur soient croisés, ce qui correspond à $\theta = 0^\circ$, car il est plus aisé de trouver cette configuration qui minimise l'intensité transmise que la configuration orthogonale qui la maximise.

Les données enregistrées par le logiciel seront ensuite transférées (copier-coller) dans la feuille de mesure Excel de l'expérience où elles seront comparées sur un graphique $I=I(\theta)$ avec les valeurs théoriques données par la loi de Malus. Pour ce faire, on utilisera l'expression $I(\theta) = a \cdot \cos^2(\theta - \theta_0)$ et on ajustera les paramètres a et θ_0 pour obtenir un bon accord entre les mesures et la courbe théorique.

3.4) Détermination de la concentration en sucre d'une solution

Le montage représenté sur la Figure 9 sera utilisé dans cette partie, avec la solution à analyser placée entre le polariseur et l'analyseur.

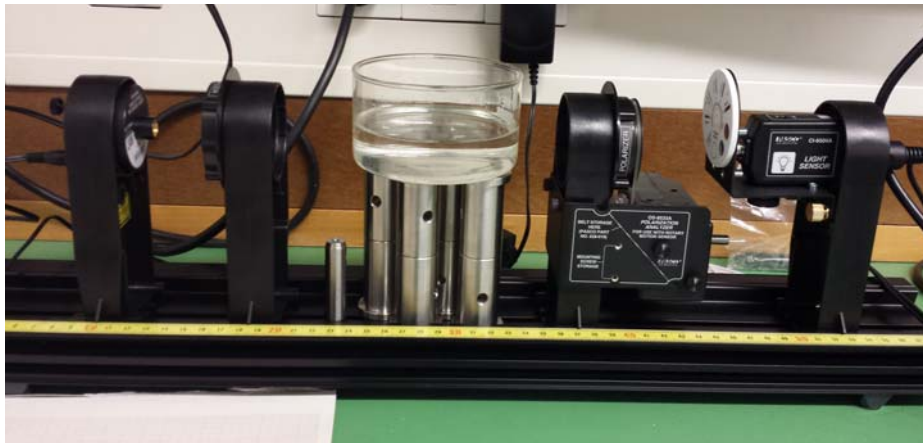


Figure 9: Photo du montage utilisé pour la détermination de la concentration de sucre dans une solution.

a) Détermination du pouvoir rotatoire d'une solution d'eau et de sucre

D'après la formule (Eq. 6), l'utilisation du montage de polarimétrie pour la détermination d'une concentration nécessite la connaissance du **pouvoir rotatoire α de la solution** dans les conditions de mesure de notre montage (longueur d'onde, température).

Pour déterminer cette valeur, nous allons mesurer l'angle θ de rotation de la polarisation pour trois solutions sucrées de concentrations connues dans les mêmes conditions de mesure. Pour ceci :

- préparez à l'aide de la balance de la salle B9 un volume d'eau de 100 ml (équivalent à 100 g d'eau en considérant une masse volumique de 1 kg/l) dans un récipient en verre.
- Ajustez l'angle de référence de l'analyseur comme au point 3.3) ci-dessus sans le récipient d'eau (polariseur et analyseur croisés, intensité transmise minimale). Notez la valeur de l'angle correspondant.
- Placez le récipient d'eau dans le montage et vérifiez qu'aucune rotation de la polarisation n'a été induite (l'intensité transmise est toujours minimale).
- Pesez 5 cubes de sucre et ajoutez-les dans la solution. Mélangez bien jusqu'à ce que le sucre soit

entièrement dissout. Calculer la concentration correspondante.

- Observez la valeur de l'intensité transmise à travers l'analyseur : elle n'est plus nulle car une rotation de la polarisation a été produite par le sucre. Tournez l'analyseur pour retrouver la position où il est orthogonal à la polarisation incidente en minimisant l'intensité transmise. Notez la valeur de l'angle correspondant ainsi que la longueur d'interaction l de la lumière dans le liquide.
- Rajoutez 5 cubes de sucre (dix morceaux au total), puis encore 5 autres (15 morceaux au total) et répétez la mesure dans chaque cas. N'oubliez pas de peser la masse de sucre avant de l'ajouter à la solution et déterminer les concentrations correspondantes.
- Dans la feuille Excel de l'expérience, tracez le graphique $\theta = \theta(C)$ avec les barres d'incertitudes correspondantes. Évaluez pour cela l'incertitude sur les angles mesurés et sur les concentrations.
- Faire une régression linéaire sur les points de mesure et en déduire le pouvoir rotatoire α du sucre avec son incertitude. Cette valeur sera nécessaire pour la mesure de la concentration de la solution inconnue.

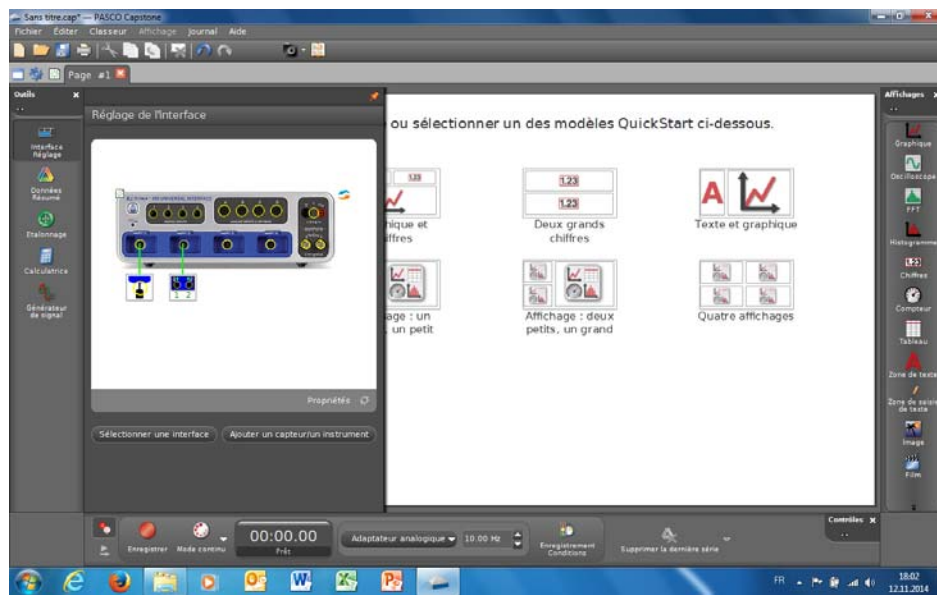
b) Mesure de la concentration en sucre d'une solution inconnue

- Versez la solution inconnue à déterminer dans le récipient de verre plus petit.
- Procéder de la même façon que dans la partie précédente pour déterminer l'angle de rotation de la polarisation produit par la solution inconnue. Mesurer aussi la longueur d'interaction l de la lumière dans le liquide.
- A partir de la valeur du pouvoir rotatoire α et de l'angle de rotation mesuré, en déduire la concentration de sucre de la solution avec son incertitude. Combien de morceaux de sucre avons-nous mis dans un litre de cette solution ?
- **A la fin de l'expérience, remettre délicatement la concentration inconnue dans son flacon.**

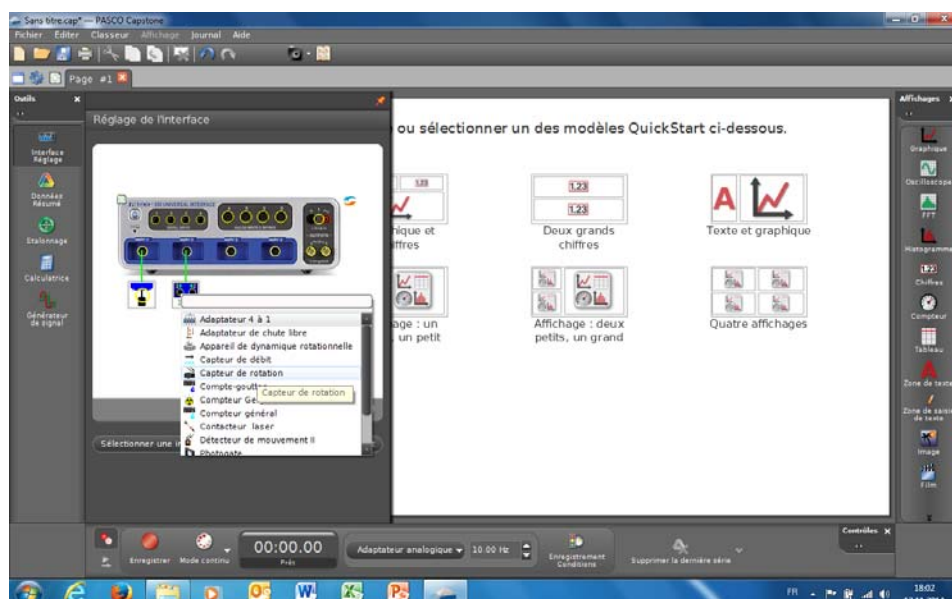
Annexe : Guide d'utilisation du logiciel de contrôle du polarimètre PASCO Capstone

Pour réaliser une mesure d'intensité en fonction de l'angle de l'analyseur tournant, procéder comme suit :

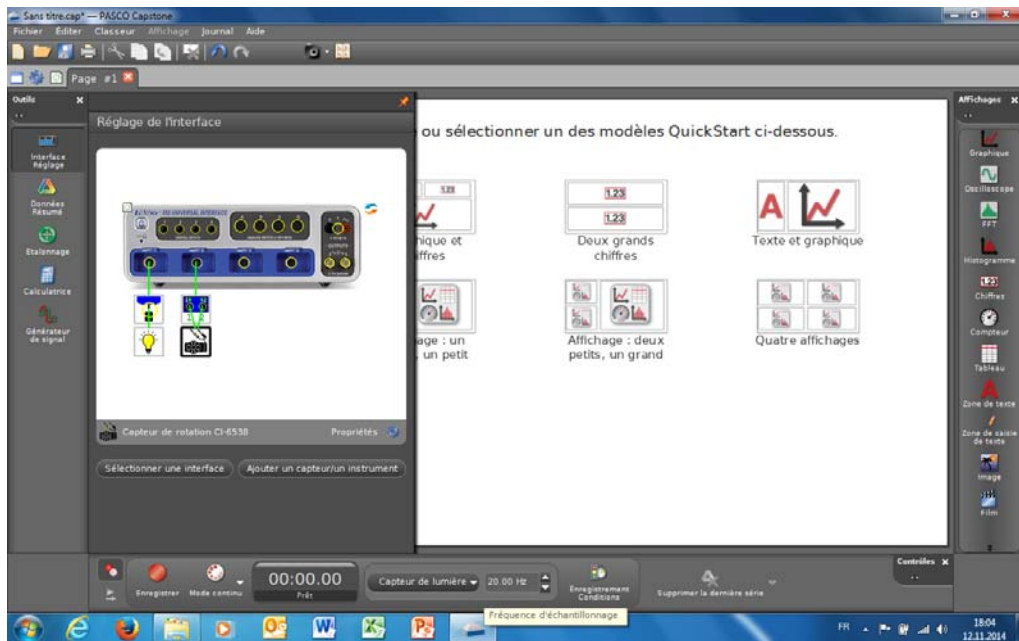
- Utiliser l'ordinateur mis à votre disposition pour cette expérience. Le logiciel à utiliser s'appelle **PASCO Capstone**.
- A l'ouverture du logiciel, le premier pas à réaliser est de vérifier la connexion de tous les éléments via l'interface. Pour cela, vous trouverez dans le menu à gauche l'élément "**Interface Réglage**". **Vérifiez que l'interface et les deux adaptateurs analogique et numérique sont bien reconnus (comme indiqué ci-dessous)**



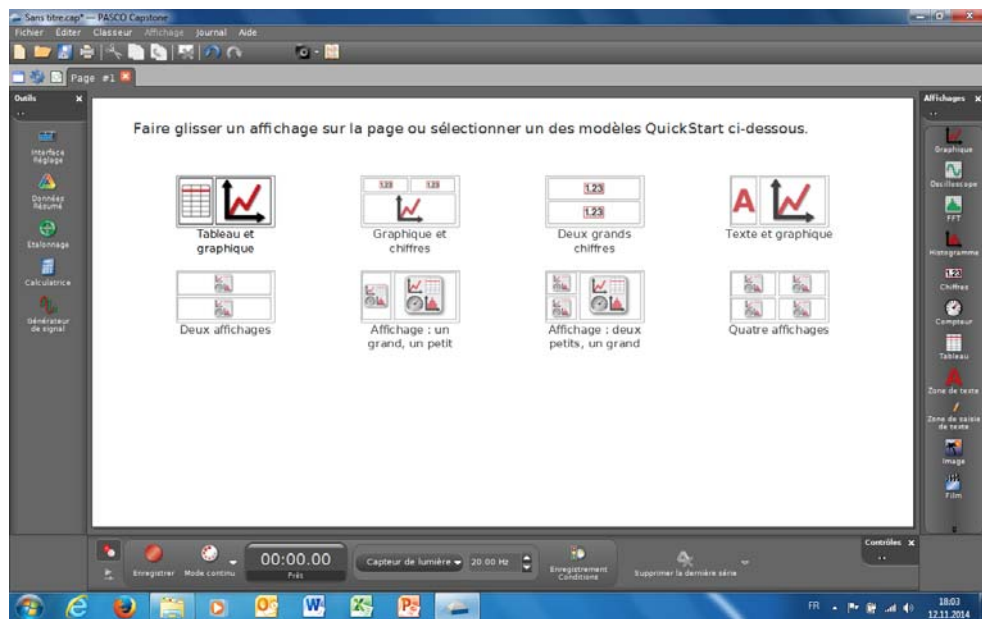
- Pour activer le capteur de rotation et le détecteur de lumière, cliquer sur adaptateur analogique et sélectionner le type de mesure faite :
 - pour l'adaptateur analogique : capteur de lumière
 - pour l'adaptateur numérique : capteur de rotation



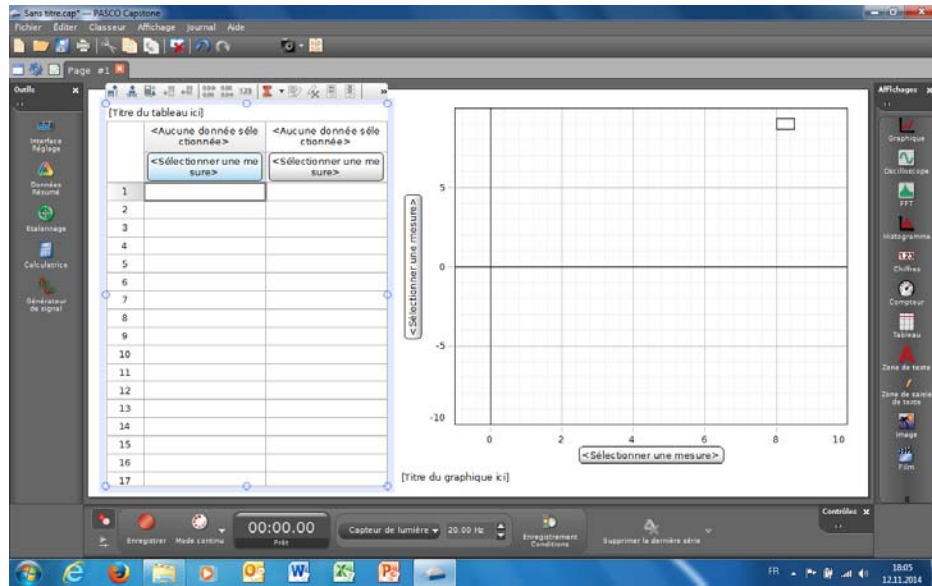
Lorsque tout est bien connecté et reconnu, l'interface devrait se présenter de la façon suivante :



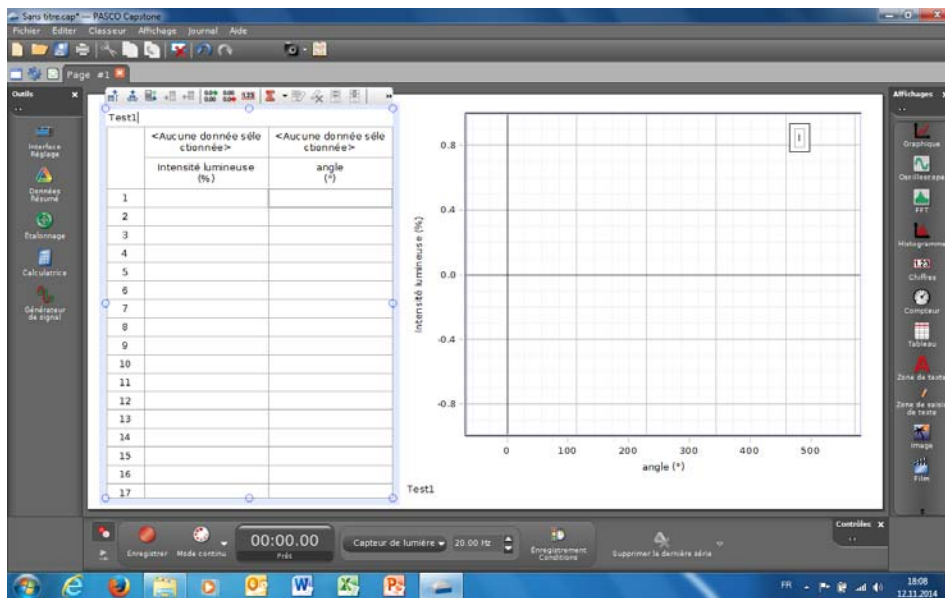
- Graphique
 - Sélectionner dans le menu principal "Tableau et Graphique"



Le tableau et le graphique devraient apparaître de la façon suivante :

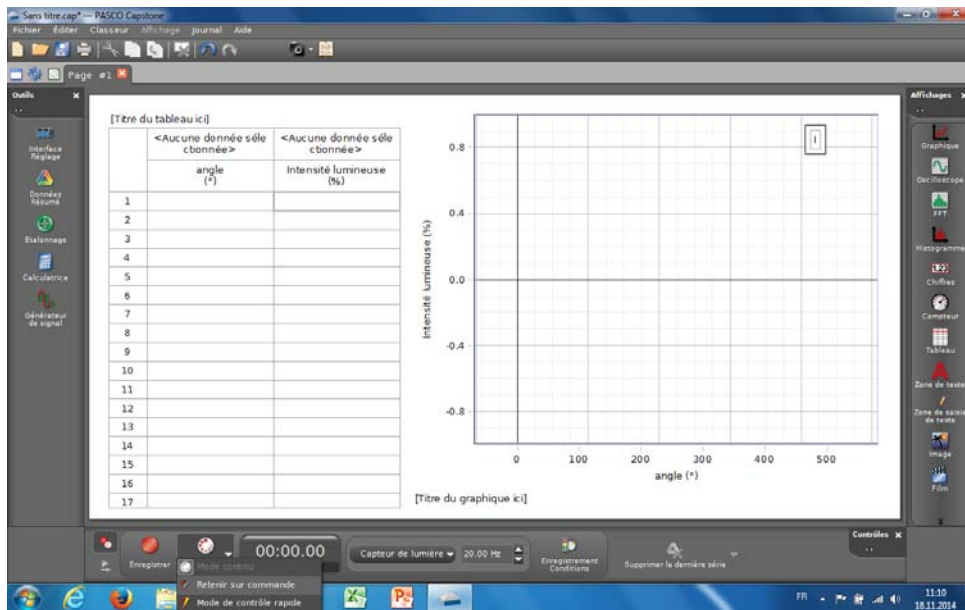


- Dans le tableau cliquer sur "sélectionner une mesure" et choisir "angle" dans la première colonne, puis "intensité lumineuse" pour la deuxième. Vous pouvez aussi donner un titre au tableau
- Procéder de même avec les axes du graphique

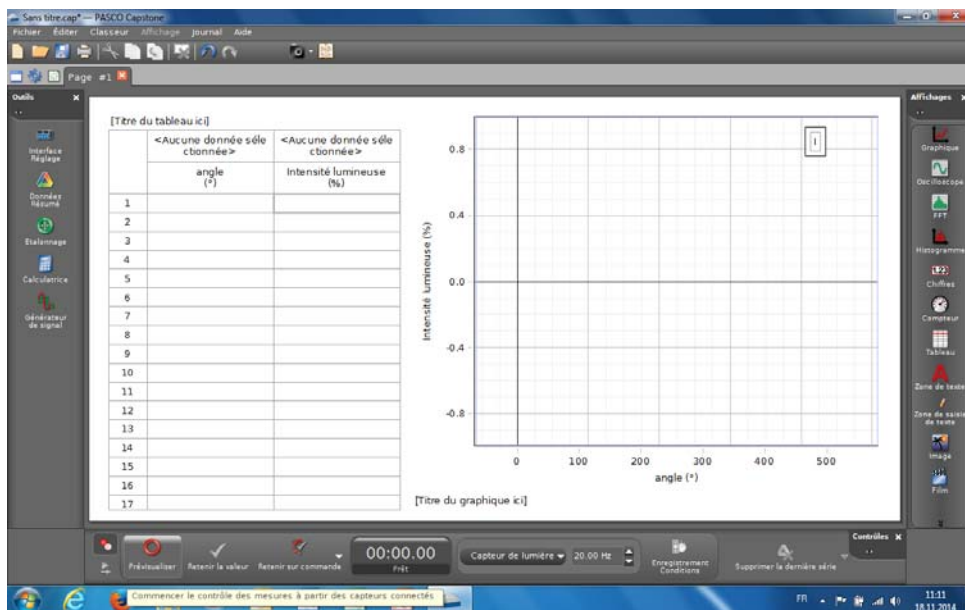


- Préparation de l'enregistrement des données :
 - Tournez le premier polariseur pour avoir le maximum d'intensité lumineuse du laser
 - Démarrez un enregistrement des données
 - Tourner l'analyseur en avant et en arrière jusqu'à ce que l'intensité lumineuse transmise soit minimale.
 - Arrêtez l'enregistrement des données.

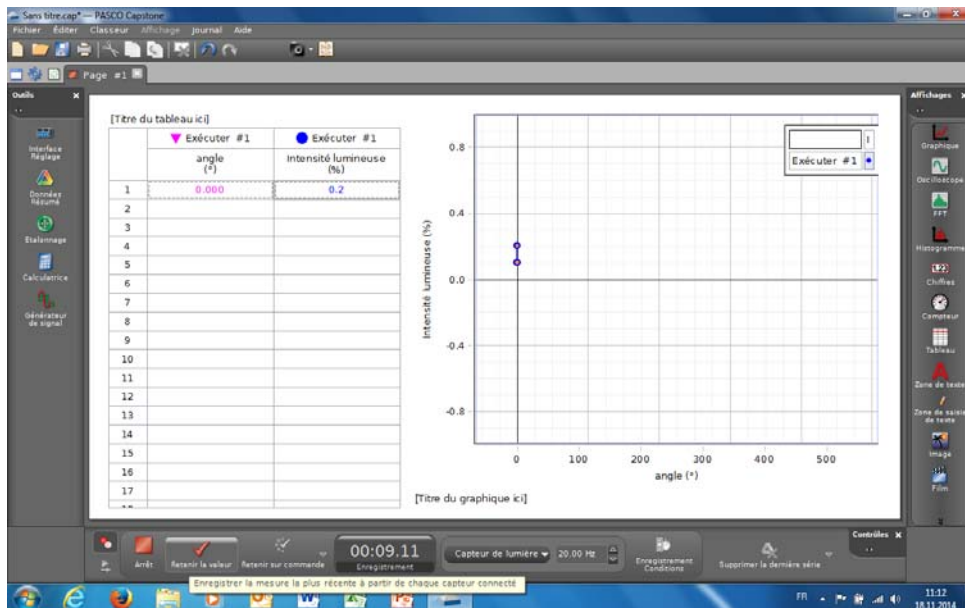
- Choisir "Retenir sur commande"



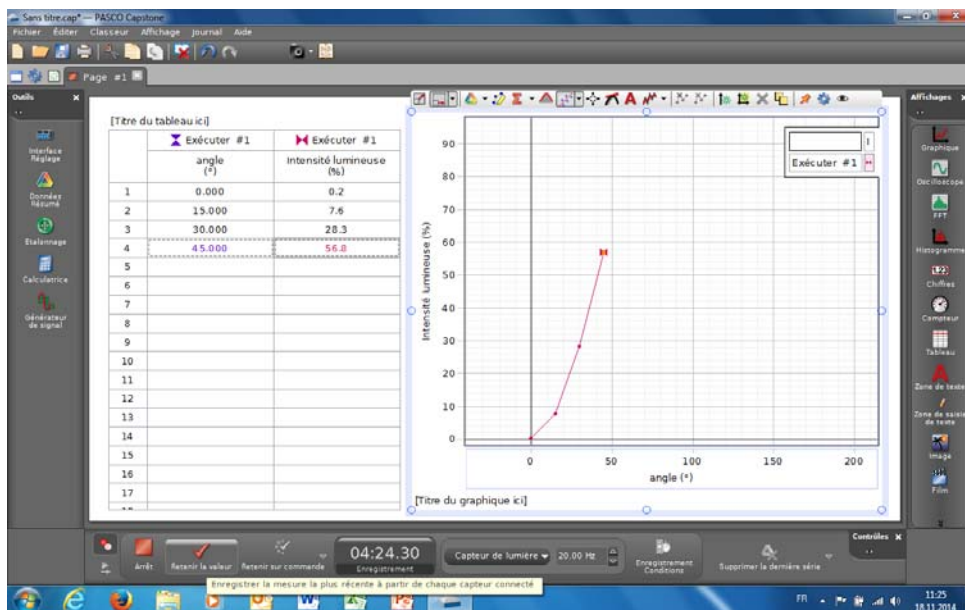
- Choisir "Prévisualiser"



- Retenir la valeur



- Tourner l'analyseur et retenir les autres valeurs.



- Analyse des données
 - Copier les données du tableau dans le fichier Excel de l'expérience. L'analyse et comparaison avec la loi de Malus (Eq. 4) sera faite sur Excel.

Travaux Pratiques de Physique

Expérience N°13 : Polarisation de la lumière

3.2 a) Calcul de l'angle de Brewster:

Indice de réfraction du verre: $n_t =$ $\theta_B =$ [rad] = [°]

Indice de réfraction de l'air: $n_i =$

3.2 d) Mesure de l'angle de Brewster:

$\theta_B =$ \pm [°]

Travaux Pratiques de Physique

Expérience N°13 : Polarisation de la lumière

3.4 a) Détermination du pouvoir rotatoire d'une solution d'eau et de sucre:

Volume d'eau ± [ml]

Longueur l ± [m]

# cubes	masse de sucre		concentration		angle de rotation	
	m [g]	Δm [g]	C [g/ml]	ΔC [g/ml]	θ [°]	$\Delta \theta$ [°]
0						
5						
10						
15						

Représentation graphique : $\theta = \theta(C)$

insérer graphique ici

Pouvoir rotatoire:

$\alpha =$ ± [°/(m kg l⁻¹)]

Travaux Pratiques de Physique
Expérience N°13 : Polarisation de la lumière

3.4 b) Mesure de la concentration d'une solution en sucre:

Longueur l [m]

Pouvoir rotatoire

$\alpha =$ [$^{\circ}/(\text{m kg l}^{-1})$]

$\theta =$ [$^{\circ}$]

$C =$ [kg/l]

morceaux de sucre : [morceaux/l]