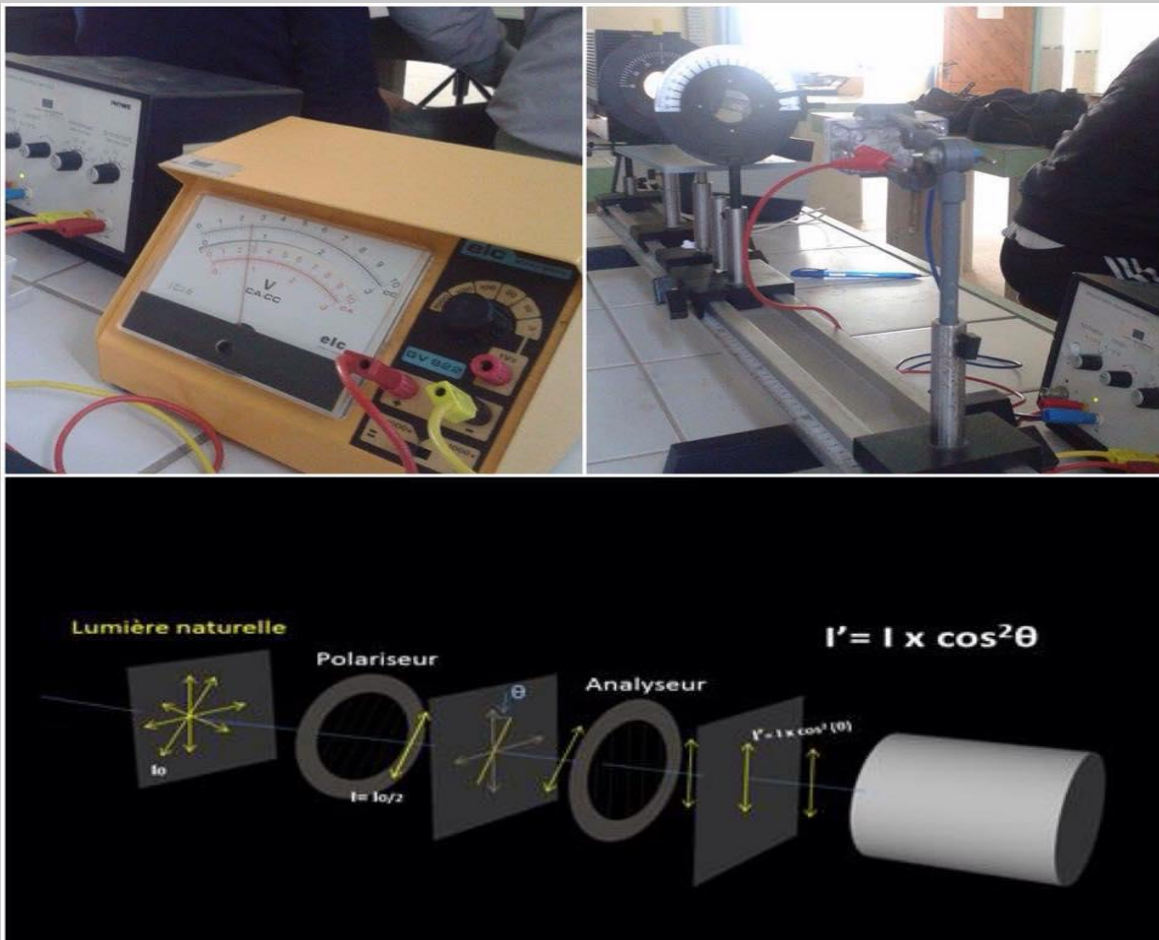


Module : Electromagnétisme et Optique P134 :

TP N° 1 : Polarisation-Pouvoir rotatoire



Préparé par :

✓ Guanzari Hasna

Encadré par :

Z.Belahmer.

- ✓ Gourane Imane
- ✓ Chajii Meryem

Sommaire :

- ◆ **Définition**
- ◆ **Matériels utilisées**
- ◆ **Polarisation issue d'une source naturelle**
- ◆ **Polariseur et Analyseur : Loi de Malus**
- ◆ **Pouvoir rotatoire**
- ◆ **Conclusion**

But du TP :

- ❖ La polarisation de la lumière issue d'une source lumineuse naturelle.
- ❖ Le flux de la lumière transmise par un polariseur suivie d'un analyseur.
- ❖ Le pouvoir rotatoire d'une solution de saccharose.

Définition :

La polarisation est une propriété des ondes vectorielles, c'est-à-dire pouvant osciller selon plus d'une orientation.

Dans une onde électromagnétique, le champ électrique et le champ magnétique oscillent simultanément dans des directions différentes. Par convention, la polarisation de la lumière décrit la vibration du champ électrique.

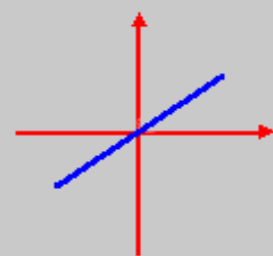
En général, lorsqu'une onde électromagnétique est issue d'une source de lumière naturelle la direction de son champ électrique change aléatoirement le long de la propagation : lumière non polarisé.

Ce champ peut osciller dans une seule direction :

Polarisation rectiligne : E garde une direction fixe le long de la propagation ou peut tourner autour de l'axe de propagation de l'onde.

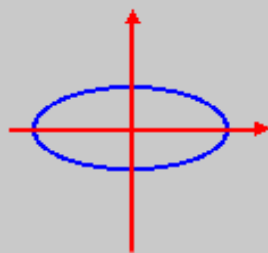
Polarisation circulaire ou elliptique: E décrit un cercle au bout d'une propagation d'une longueur d'onde.

La polarisation des ondes occupe une place importante dans de nombreux domaines scientifiques tels que l'optique, l'étude des ondes radiofréquences et micro-ondes. Les technologies concernées sont plus particulièrement les lasers, les télécommunications et les radars.



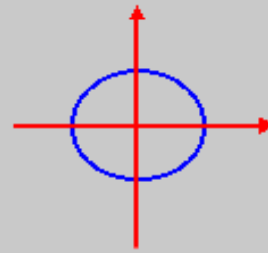
A l'entrée de la lame

Polarisation rectiligne



A la sortie de la lame
(α quelconque)

Polarisation elliptique



A la sortie de la lame
($\alpha = \pi / 4$)

Polarisation circulaire

Matériels Utilisées:

Polarimètre :

Un polarimètre est un instrument de laboratoire utilisé pour déterminer l'angle d'activité optique d'une lumière polarisée passant à travers un échantillon de liquide ou solide.

Polariseur :

Est un composant optique qui transmet une lumière polarisée rectilignement selon axe du polariseur
Constitué de plastique rigide transparent teinté qui laisse passer la lumière oscillant dans une direction déterminée.

Analyseur :

Un analyseur est un 2ème polariseur qui analyse la lumière passée dans le premier polariseur.

I. Polarisation issue d'une source naturelle :

Définition :

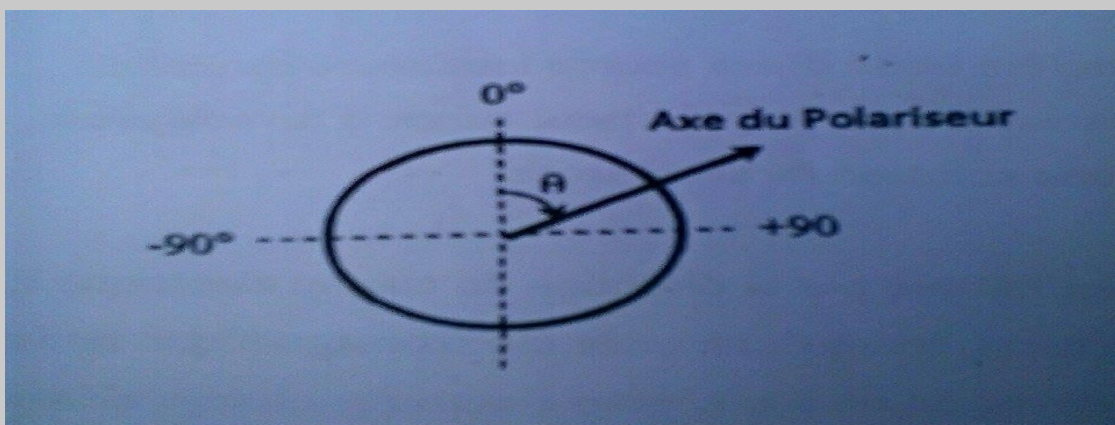
La lumière est une onde électromagnétique, et sa polarisation caractérise l'orientation du champ électrique (ou magnétique) dans le plan perpendiculaire à la propagation.

Une onde monochromatique, compose d'une vibration unique est nécessairement polarisée.

Théorie :

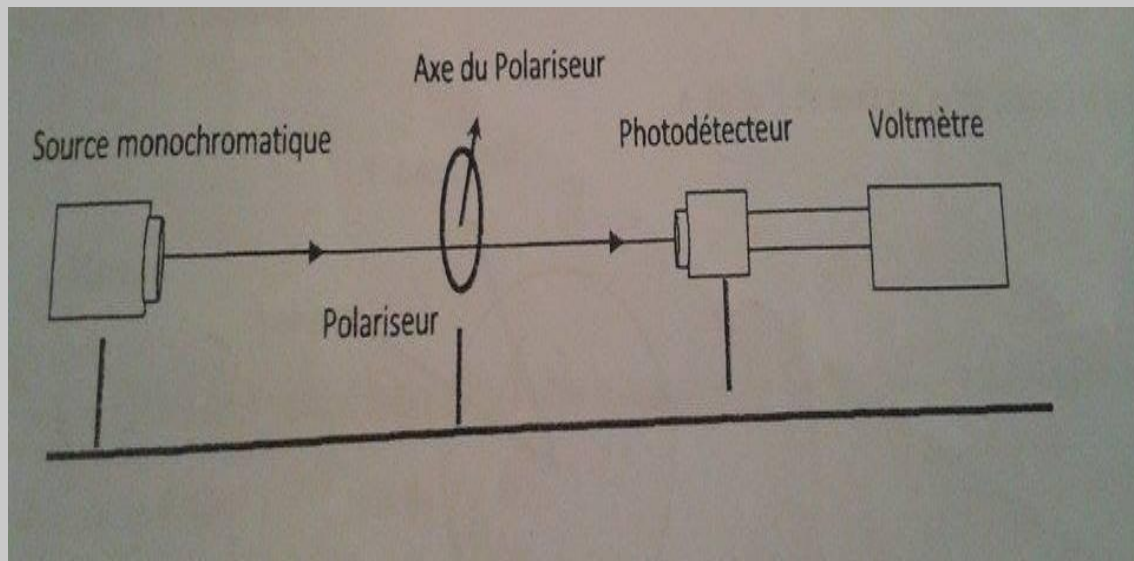
Une onde électromagnétique consiste en la propagation dans l'espace à la vitesse de la lumière d'un champ électrique E et d'un champ magnétique B vibrant en phase. Les ondes électromagnétiques sont transversales : le vecteur du champ électrique E et le vecteur du champ magnétique B sont perpendiculaires l'un à l'autre et situés dans un plan normal à la direction de propagation.

Certains lasers, marqués LHP, émettent une lumière polarisée linéairement. Cela signifie que le champ électrique oscille le long d'une direction donnée (perpendiculaire à la direction de propagation de la lumière).



La verticale est le zéro degré(0°).

Montage :



- ❖ Pour mesurer le flux lumineux, on utilise un photodétecteur qui convertit le signal lumineux en un signal électrique qu'on peut mesurer par un voltmètre ou un oscilloscope.
- ❖ On mesure le flux transmis en fonction de l'angle de polariseur (pour chaque mesure, on fait tourner l'axe du polariseur).

● α varie entre 0° et -90° :

$\alpha(^{\circ})$	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
$\Phi(V)$	4,16	4.12	4	3,8	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1

- α varie entre 0° et 90° :

α°	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$\phi(v)$	4	4.14	4	3,8	3,7	3,6	3,55	3,50	3,42	3,3

- La courbe Obtenue

- **Interpretaion :**

En changeant l'angle du polariseur La valeur mesurée du flux lumineux n'est pas constante .

la Photodétecteur capte la lumière du jour a cause des conditions expérimentales .

- **Conclusion :**

La polarisation est homogène car les valeurs de flux sont plus au moins constantes .

Les directions du champ électrique entre la source et la l'axe polariseur est equivalent.

II- Polariseur et Analyseur : Loi de Malus

Définition :

Les sources de lumière ordinaire émettent de la lumière naturelle : la lumière est émise sous forme d'ondes successives dont l'orientation est quelconque et l'ensemble des directions de vibrations présente une symétrie de révolution autour de la direction de propagation.

Une lumière polarisée, par contre, est une lumière pour laquelle la vibration a une direction bien déterminée dans le plan d'onde (plan perpendiculaire à la direction de propagation). L'état de polarisation peut être représenté par la direction de la vibration dans ce plan d'onde.

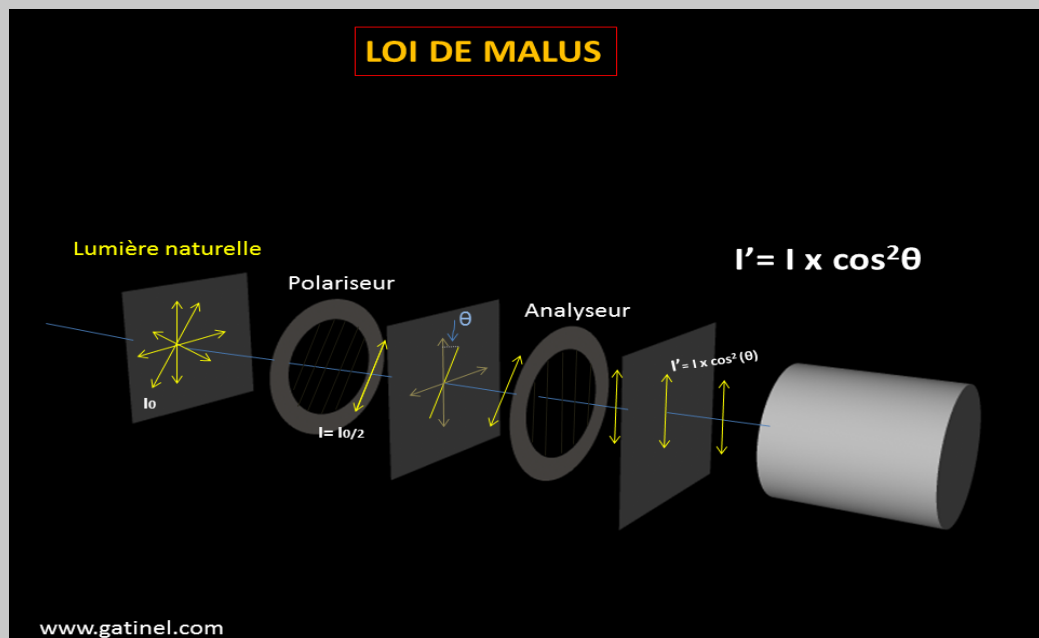
Théorie :

Supposons qu'une onde plane polarisée rectilignement passe par un polariseur. On note θ l'angle que fait cette polarisation avec l'axe du polariseur.

L'onde sortante est alors polarisée selon l'axe du polariseur, mais elle est atténuée par un certain facteur : si l'on note I_0 et I les intensités incidente et sortante, alors la loi de Malus s'écrit : $I = I_0 \cos^2 (\theta)$

- ❖ Si la polarisation de l'onde incidente est dans la même direction que l'axe du polariseur, alors toute l'intensité lumineuse est transmise ($\theta=0^\circ$).
- ❖ Si la polarisation de l'onde incidente est orthogonale à l'axe du polariseur, alors il n'y a pas d'onde sortante ($\theta=90^\circ$). Dans ce cas, on dit que le polariseur est « croisé ».
- ❖ Si l'onde incidente n'est pas polarisée, c'est-à-dire qu'elle est constituée de toutes les polarisations possibles, alors en effectuant la moyenne de I , on obtient : $I = \frac{I_0}{2}$, la moitié de l'intensité passe. C'est ce que l'on observe en regardant une lampe à travers un polariseur.

Montage :



Après avoir déterminé le sens de polarisation du laser, on place le polariseur selon l'angle permettant d'obtenir le maximum d'intensité lumineuse. On place ensuite un 2ème polariseur servant d'analyseur.

Le luxmètre permet de mesurer l'intensité lumineuse reçue.

On fait tourner l'analyseur et on relève l'intensité lumineuse résultante.

On trace la courbe $E = f(\alpha)$, avec :

- E = intensité lumineuse mesurée au luxmètre (en lux)
- α = angle de l'analyseur (en $^\circ$)

On obtient un graphe de forme sinusoïdale où l'on observe les angles remarquables entre le polariseur et l'analyseur donnant des maxima d'intensité ou des extinctions.

La polarisation est dite rectiligne.

Les tableaux représentent les variations du flux E en fonction de l'angle α de l'analyseur :

α°	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
$E(\alpha)=V(\alpha)$ (V)	2.3	2.2	2	1.7	1.3	0.9	0.5	0.1	0.0	0
$V(\alpha)/v_{\max}$	1	0.95	0.86	0.73	0.56	0.39	0.21	0.043	0	0

α°	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$E(\alpha)=V(\alpha)$ (V)	2.3	2.28	2	1.8	1.4	0.9	0.5	0.1	0.0	0
$V(\alpha)/V_{\max}$	1	0.99	0.86	0.78	0.60	0.39	0.21	0.043	0	0

La courbe obtenue :

La courbe présente la variation de l'angle α en fonction du flux :

- **Comparaison :**

On sait bien que le Photodetecteur capte la lumière du jour a cause des conditions expérimentales ce qui rend les deux courbes pas totalement Identiques !

On résume Que la loi de Malus est bien vérifiée .

III- Pouvoir rotatoire :

Définition :

Le pouvoir rotatoire, également appelé activité optique est la propriété qu'ont certains milieux de faire tourner le vecteur d'un faisceau lumineux les traversant.

C'est une propriété typique de composés chimiques possédant une structure asymétrique.

Parmi ces composés, les substances dextrogyres font dévier le plan de polarisation vers la droite tandis que les substances lévogyres le font dévier vers la gauche. L'activité optique s'étudie avec des analyseurs de polarisation.

Théorie :

Certaines substances (solution) font tourner d'un angle α la polarisation de la lumière qui les traverse, on dit qu'ils ont un pouvoir rotatoire exprimer par la Loi de Biot.

Lois de Biot :

Cette loi qui exprime la proportionnalité du pouvoir rotatoire d'un milieu aux concentrations en produits optiquement actifs (dextrogyres ou lévogyres) :

$$\alpha = k.L.C$$

Où α est la rotation du plan de vibration des ondes lumineuses.

K le pouvoir rotatoire spécifique est une constante principalement de la température et de la longueur d'onde déterminée.

C la concentration.

L la longueur de cuve (longueur du trajet parcouru par la lumière dans ce milieu).

Cette loi est le fondement de la polarimétrie, technique de chimie analytique qui permet le dosage de la teneur d'une solution en substances optiquement actives.

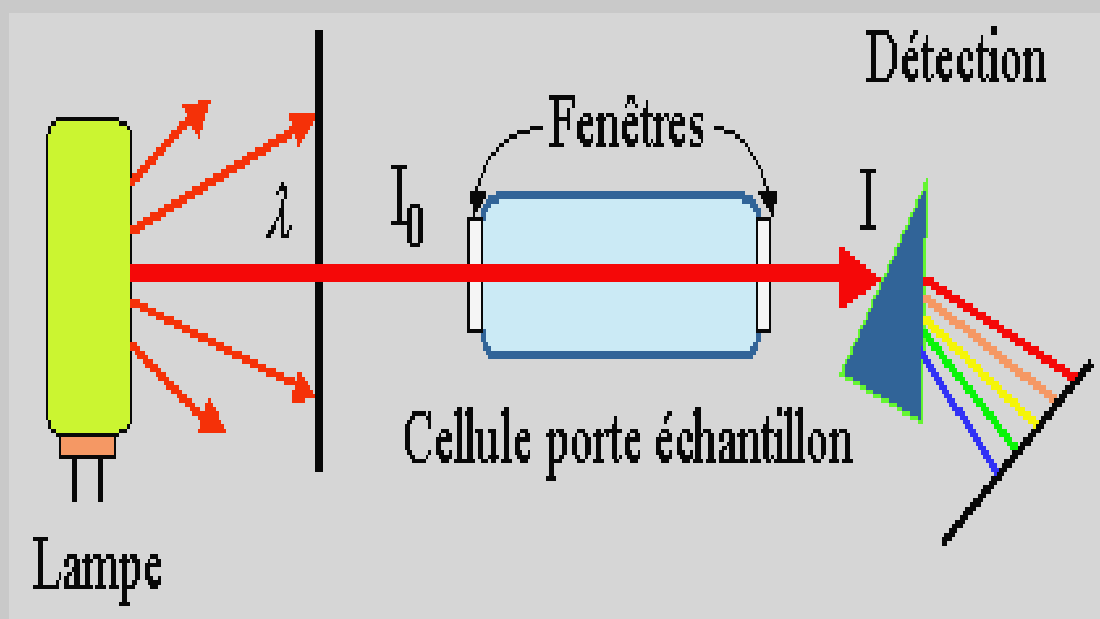
Pour comparer diverses substances entre elles, on a défini par convention le pouvoir rotatoire moléculaire par la relation:

$$[\alpha] = M[\alpha]/100$$

Le pouvoir rotatoire moléculaire est alors égal à la rotation produite par un décimètre d'une solution contenant une mole de substance active pour 100cm³ de solution.

Montage :

L'appareil utilisé pour mesurer le pouvoir rotatoire est le polarimètre.



- ❖ Avant de placer la cuve, on régler le polariseur P et l'analyseur A en position croisés : $P=-90^\circ$ et $A=0^\circ$

Quand l'analyseur et le polariseur sont parallèles: $\alpha_1 = 0^\circ$, l'analyseur transmet pratiquement toute la lumière.

Et quand analyseur et polariseur sont croisés : $\alpha_1 = 90^\circ$, le flux transmis est nul. Il y a extinction totale.

- ❖ On prépare une solution de saccharose de concentration déterminée puis on place la cuve avec une solution S_1 de concentration C_1 (10g de sucre dans 100g d'eau $C_1=0,1$ g/l) entre P et A, et on observe que le flux transmis n'est pas nul.

- ❖ On tourne l'analyseur A vers la droite jusqu'à extinction de la lumière et on mesure l'angle α_1 :
c'est le pouvoir rotatoire α_1 de la solution S_1 .

Le tableau représente les mesures avec des solutions de différentes concentrations :

C (g/l)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
α (°)	35	38	40	43	48

La courbe obtenue :

La courbe présente la variation de l'angle α en fonction de la concentration de la solution de saccharose

- Conclusion

On remarque que l'angle α (pouvoir rotatoire) augmente si on change les solutions avec des concentrations plus élevées.

Donc l'angle α est bien proportionnel avec la concentration des solutions, ce que la loi de Biot a indiqué.

Alors l'angle α avec lequel les solutions font tourner la polarisation d'une lumière est proportionnel à la concentration C de la solution, ainsi, quand la concentration augmente le pouvoir rotatoire de la substance augmente .

