

Utilisation du polarimètre de Laurent

Principe de fonctionnement d'un polarimètre :

Bien que le polarimètre de Laurent existe depuis plus d'un siècle, il est toujours utilisé dans les laboratoires pour mesurer rapidement le pouvoir rotatoire d'une substance chimique. Cependant il est de plus en plus remplacé par l'utilisation de photodétecteur, lequel produit un signal électrique qui est amplifié puis analysé.

En principe, il suffit de placer le tube polarimétrique contenant la substance active entre un polariseur et un analyseur croisés et de mesurer l'angle dont il faut faire tourner l'analyseur pour rétablir l'extinction; cette méthode simple ne donne pas des résultats très précis, car elle fait appel à la mémoire visuelle. Un physicien du siècle dernier Laurent a imaginé le polarimètre de telle façon que l'observateur puisse comparer les éclaircissements de deux plages juxtaposées.

- Description :

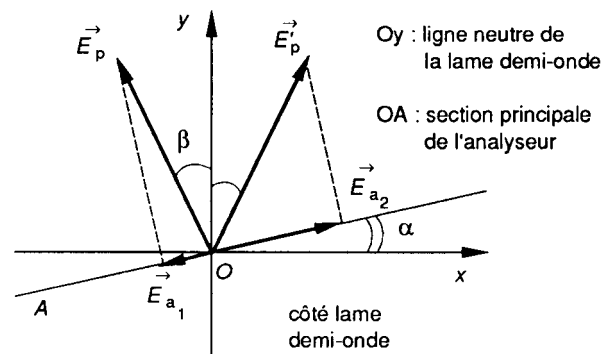
La source lumineuse S est une lampe à vapeur de sodium. Une lentille forme l'image de cette source sur un diaphragme précédé d'un filtre jaune. Ensuite se trouve un objectif collimateur, puis le Nicol polariseur et la lame demi-onde. Cette lame, en quartz, n'intercepte que la moitié du faisceau lumineux. Au delà du tube polarimétrique est disposé le Nicol analyseur dont la rotation peut être mesurée sur un cercle gradué muni d'un vernier.

- Fonctionnement :

À la sortie du polariseur, l'onde lumineuse est caractérisée par un vecteur E_p faisant un petit angle β avec la ligne neutre de la lame demi-onde, laquelle ne couvre que la moitié de l'ouverture du Nicol.

La lumière qui a traversé la lame correspond à un vecteur vibrant \vec{E}_p' symétrique de \vec{E}_p par rapport à Oy (propriété de la lame demi-onde). Soit OA la trace de la section principale ou direction passante de l'analyseur; ce dernier ne laissera passer que les composantes \vec{E}_{a1} et \vec{E}_{a2} des vibrations incidentes : (fig.1)

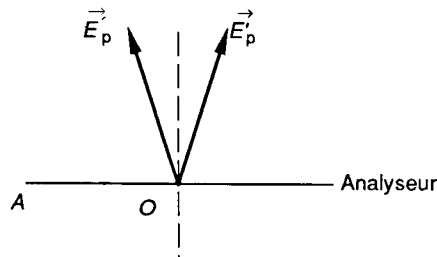
Figure 1 :



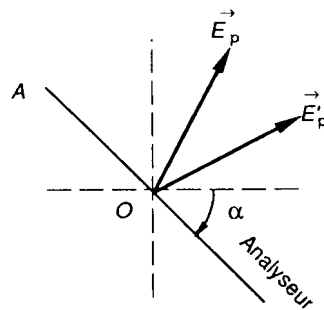
Pour avoir deux plages de même éclairement, il faut que les projections des vecteurs \vec{E}_p et \vec{E}_p' sur la section principale de l'analyseur soient égales.

On aura deux **plages sombres** pour $\alpha = 0$ (équipénombre), et deux **plages brillantes** pour $\alpha = \pi/2$.

C'est la première solution qui est à retenir ($\alpha = 0$); car c'est dans la pénombre que l'oeil est capable de déceler les plus faibles variations d'éclairements. L'observateur règle donc la position de l'analyseur pour obtenir l'équipénombre (fig.2) et la faculté lui est laissée de régler l'angle β de 3° à 8° pour adapter, au mieux, le niveau d'équipénombre à ses capacités visuelles.

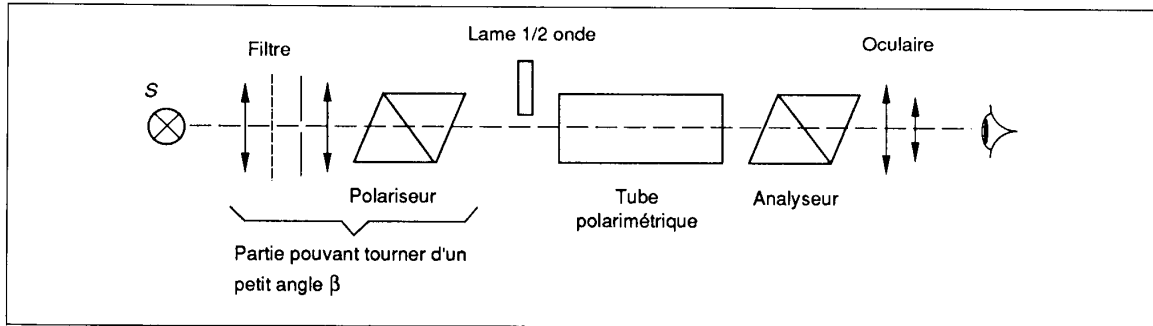


Une fois l'équipénombre réalisée, on interpose le tube polarimétrique contenant le liquide actif, l'égalité d'éclairement se trouve détruite et pour la rétablir, il faut faire tourner l'analyseur d'un angle α qui mesure la rotation subie par les vecteurs \vec{E}_p et \vec{E}_p' , lors de la traversée de la solution (fig.3 ci-dessous) :



Emploi du polarimètre :

Figure 4 : schéma de principe du polarimètre



- Allumer la lampe et attendre qu'elle atteigne son éclairement optimal (environ une dizaine de minutes).
- Fermer une des extrémités du tube polarimétrique en y plaçant une fenêtre de verre et en y vissant un bouchon.
- Remplir le tube polarimétrique verticalement avec de l'eau du robinet en laissant un ménisque convergent afin d'éviter toute bulle d'air.
- Glisser rapidement la seconde fenêtre de verre sur le ménisque et fermer le tube polarimétrique avec le second bouchon en appuyant dessus puis en tournant d'un quart de tour vers la droite.
- Essuyer les fenêtres de verre délicatement avec du papier, contrôler alors la propreté des fenêtres ainsi que l'absence de bulles d'air en regardant à travers le tube.
- Mettre en place le tube polarimétrique et refermer le couvercle.

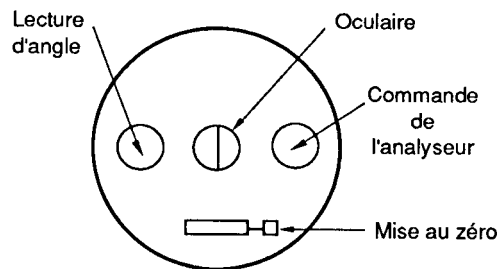
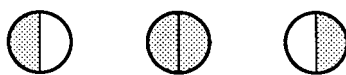


Figure 5

- À l'aide du levier situé du côté de la lampe à vapeur de sodium, on règle l'angle de pénombre β . Une très faible valeur améliore ordinairement la sensibilité, une valeur plus élevée permet, si nécessaire, d'obtenir un peu plus de lumière.
- le tube polarimétrique rempli de solvant inactif (eau) étant en place, on met au point l'oculaire (fig.5) pour voir nettement la ligne de séparation des plages (de couleur orangée) (fig.6), puis on fait tourner l'analyseur (par la commande de l'analyseur) pour obtenir l'équipénombre (figure centrale).



Plages observées à l'oculaire

Figure 6

- On fait ensuite coïncider le zéro du vernier avec le zéro de la graduation grâce à la mise au zéro.

Refaire ce réglage plusieurs fois afin, d'une part, de ne plus avoir à toucher la mise au zéro, et, d'autre part, à habituer l'oeil à l'observation à travers le polarimètre.

Le polarimètre est maintenant étalonné : il ne faut plus toucher à la mise au zéro !

- le tube est rincé avec la solution active, puis rempli et placé dans le polarimètre. Régler à nouveau l'équipénombre.
- L'équipénombre une fois rétablie par la rotation de l'analyseur, on procède à la lecture de l'angle α en regardant dans le viseur auxiliaire (faire cette lecture à $0,05^\circ$ près).

Remarque : La graduation comporte une échelle de 0 à 180° pour les rotations (+) à droite (l'angle se lit avec le vernier (+) qui apparaît vers le bas) et une échelle de 0 à 180° pour les rotations (-) à gauche (l'angle se lit avec le vernier (-) qui apparaît vers le haut).

- Le vernier permet d'apprécier le $1/20$ de degré. Pour l'exemple choisi (fig.7), on lit : $\alpha = 1,75^\circ$.

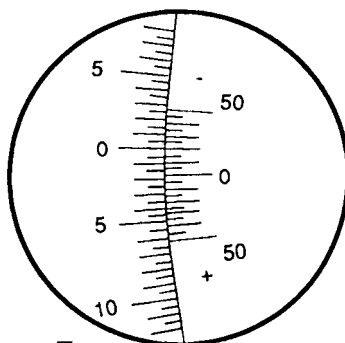


Figure 7

- Vider le tube polarimétrique et rincer le à la pissette d'eau.