

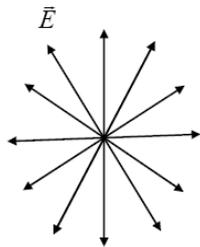
POLARISATION RECTILIGNE

1. Lumière naturelle - Lumière polarisée

1.1 La lumière naturelle

Pour la lumière ordinaire, même monochromatique, les ondes émises ne sont pas polarisées. Les différentes ondes lumineuses ne sont pas émises en même temps. Elles oscillent de façon désordonnée, indépendamment les unes des autres. Les plans de polarisation des ondes sont distribués autour de l'axe de propagation avec une égale probabilité.

La majorité des détecteurs, et la rétine de notre œil en particulier, sont sensibles à une grandeur proportionnelle au champ électrique, c'est le champ électrique que l'on conserve pour étudier le phénomène de polarisation.



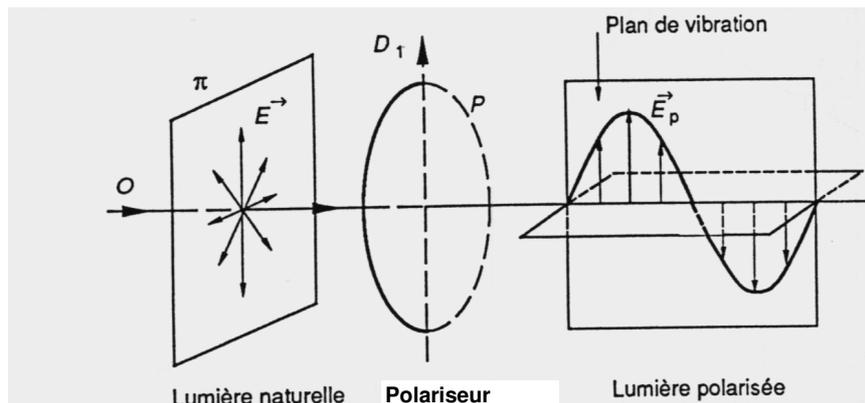
Lumière naturelle

Le vecteur champ électrique prend toutes les directions dans le temps, la lumière n'est pas polarisée.

1.2 La lumière polarisée

Une onde dont le champ électrique \vec{E} garde une orientation constante est dite polarisée rectilignement.

Un polariseur constitué d'un film polymère transforme une onde non polarisée en une onde polarisée linéairement. Le champ électrique ne peut plus vibrer que dans une direction perpendiculaire à la direction de propagation.

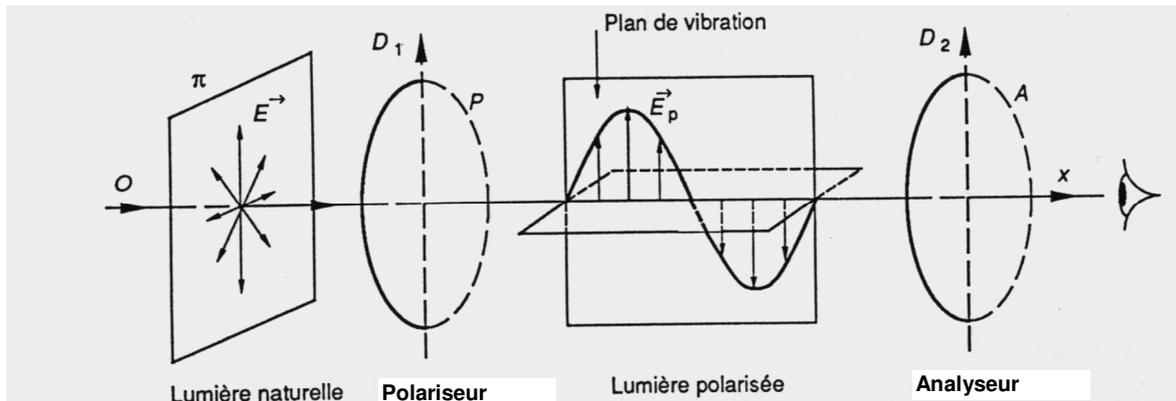


Lumière polarisée

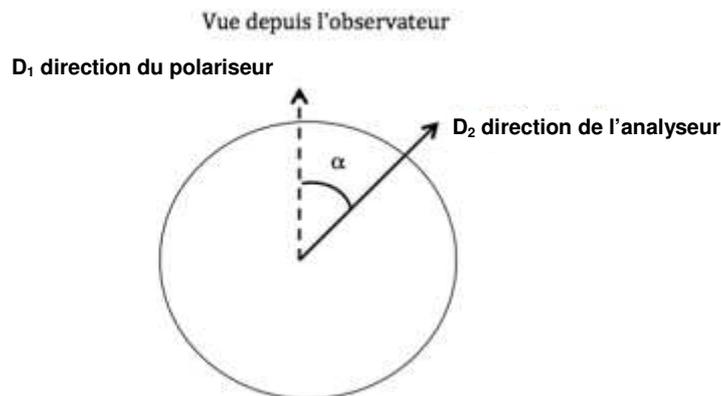
Le vecteur champ électrique prend toujours la même direction dans le temps, la lumière est polarisée.

2. Loi de Malus

On place un polariseur et un analyseur (le polariseur et l'analyseur sont 2 filtres polaroids identiques) sur le chemin optique comme sur le schéma ci-dessous :



On fait varier la direction D_2 de l'analyseur d'un angle α par rapport à la direction D_1 du polariseur.



On note I_0 l'intensité lumineuse de l'onde après polarisation. D'après la loi de Malus, l'intensité lumineuse I observée après l'analyseur dépend de l'angle α entre le polariseur et l'analyseur selon la relation :

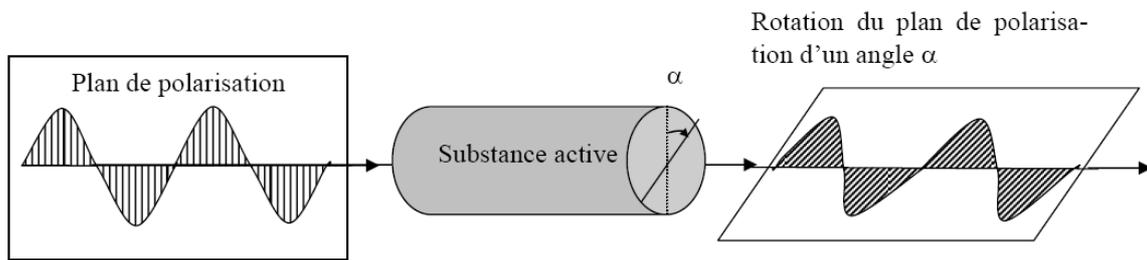
$$I = I_0 \cos^2 \alpha$$

Si α est nul alors toute l'amplitude est transmise ($I = I_0$) et si $\alpha = 90^\circ$ rien n'est transmis et l'intensité lumineuse I est nulle.

3. Polarimétrie - Loi de Biot

3.1 Substance active

Une substance optiquement active fait tourner le plan de polarisation d'un faisceau de lumière polarisée rectilignement. Elle possède un pouvoir rotatoire noté α .



Pour un observateur recevant la lumière :

- Si le plan de vibration a tourné à droite, la substance est dextrogyre ($\alpha > 0$).

Elle est notée (+)

- Si le plan de vibration a tourné à gauche, la substance est lévogyre ($\alpha < 0$). Elle

est notée (-)

Une molécule possédant un seul carbone asymétrique (chirale) est une molécule optiquement active.

3.2. Loi de Biot

a) Pour une solution

Elle donne le pouvoir rotatoire α d'une solution :

$$\alpha = [\alpha_0]_{\lambda}^T \times l \times C$$

α : pouvoir rotatoire de la solution en $^{\circ}$.

$[\alpha_0]_{\lambda}^T$: pouvoir rotatoire spécifique de la solution. Il dépend de λ , la longueur d'onde employée, de la température T et de la nature de la solution. Il est exprimé en $^{\circ} \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{cm}^3$ (ou en $^{\circ} \cdot \text{dm}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{dm}^3$)

l : Longueur de la cuve en dm.

C : concentration massique de la solution en $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (ou $\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$)

Remarques :

On utilise les unités pratiques dites unités polarimétriques plutôt que les unités du système international.

Généralement, le pouvoir rotatoire spécifique est donné dans les tables pour la lumière jaune du sodium (raie D) à la température de 20°C , d'où la notation $[\alpha_0]_{\text{D}}^{20}$.

b) Pour un solide

Pour des cristaux optiquement actifs :

$$\alpha = [\alpha_0]_{\lambda}^T \times l$$

c) Pour un liquide pur actif

$$\alpha = [\alpha_0]_{\lambda}^T \times l \times \rho$$

Avec, ρ , représentant la masse volumique du liquide en g.cm^{-3} .

3.3 Loi d'additivité des pouvoirs rotatoires

Pour un mélange contenant plusieurs *substances actives* dans un solvant inactif, le pouvoir rotatoire α produit par ce mélange est égale à la somme algébrique des pouvoirs rotatoires correspondant aux diverses substances actives considérées isolément.

$$\alpha = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots$$

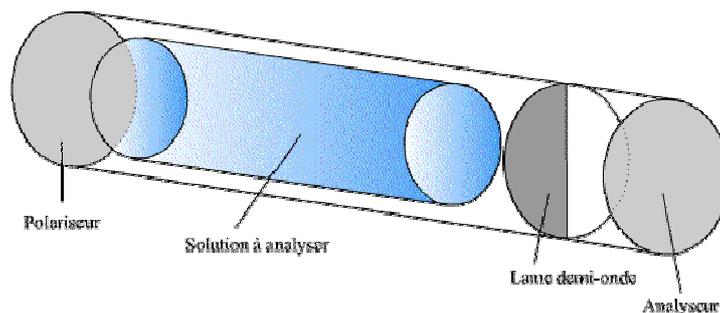
3.4 Applications

Mesurer un pouvoir rotatoire permet de :

- Doser une solution.
- Identifier un soluté.
- Suivre l'évolution d'une réaction chimique (apparition ou disparition d'un composé optiquement actif).

3.5 Instrument de mesure du pouvoir rotatoire : le polarimètre de Laurent

L'instrument qui permet de mesurer les rotations optiques est le polarimètre de Laurent. La source lumineuse la plus fréquemment employée est une lampe au sodium. La raie D du sodium est une lumière quasi-monochromatique (longueur d'onde dans le vide $\lambda = 589 \text{ nm}$). La lumière est d'abord polarisée grâce à un prisme de Nicol (le polariseur P). Elle traverse ensuite une cellule contenant l'échantillon. La rotation du plan est détectée par un autre prisme de Nicol (l'analyseur A).



Dans le polarimètre, on utilise une lame quart d'onde sur la moitié de l'oculaire pour obtenir deux zones de pénombre. Pour mesurer le pouvoir rotatoire, on cherche à établir l'équipénombre.

