

Polarisation

Polarization (Adj polarized)

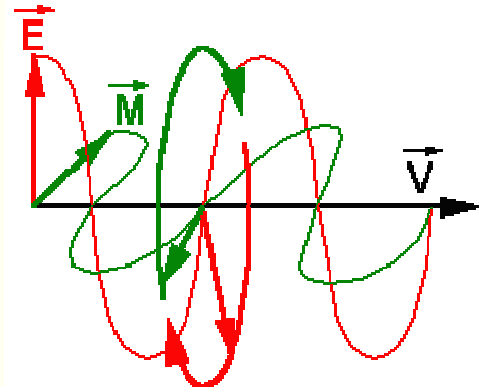
le 20/04/2008

Lumière non polarisée :

La polarisation est un phénomène provenant du caractère ondulatoire de la lumière.

La lumière est une onde, c'est à dire une vibration du champ électromagnétique. Pour la grande majorité des sources de lumière, le champ électrique (**E**) et le champ magnétique (**M**), vibrent dans toutes les directions en se déplaçant dans la direction (**V**).

Pour comprendre le phénomène, imaginez une corde de guitare que l'on fait vibrer. Elle ne vibre pas seulement verticalement ou horizontalement, mais dans toutes les directions.



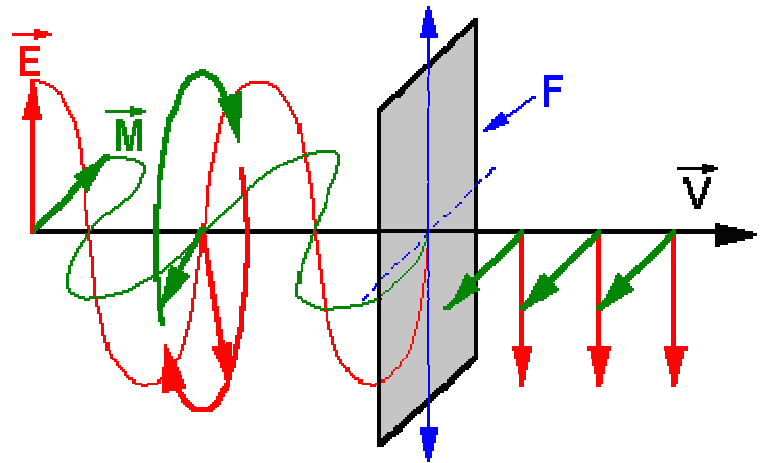
Lumière polarisée :

Dans certaines conditions, on peut empêcher le champ électrique (**E**) et magnétique (**M**) de vibrer dans toutes les directions sur l'axe (**V**) et les forcer à vibrer que dans un axe précis. C'est ce que l'on appelle **polariser** la lumière.

Pour reprendre l'exemple de la corde de guitare qui vibre, imaginez que l'on place une fourchette sur la corde, on forcerait la corde à ne vibrer que dans l'axe de la fourchette. Notez que notre oreille ne ferait aucune différence et entendrait le même son.

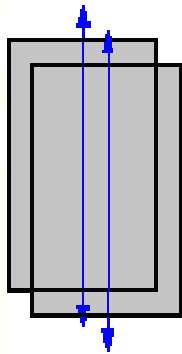
Il en est de même pour la lumière, l'œil ne fait aucune différence entre une lumière polarisée et une lumière non polarisée.

Pour polariser la lumière, on utilise des filtres polarisants (**F** sur le dessin). A la sortie du filtre, la lumière est polarisée et ne vibre que dans l'axe de polarisation du filtre.



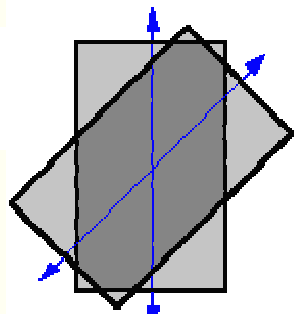
Filtres polarisants :

Ils sont généralement constitués de cristaux microscopiques, qui ont la propriété de polariser la lumière. Pour obliger la lumière à vibrer dans une seule direction, tous les cristaux doivent être orientés dans le même sens. Pour ce faire, on emprisonne les cristaux dans une feuille de gélatine et on les oriente à l'aide d'un courant électrique ou un champ magnétique.



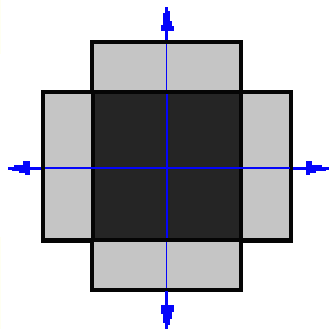
Si on prend deux filtres polarisants, placés face à face, avec leurs axes de polarisation parallèles, la lumière passe à travers les deux filtres.

Dans notre exemple de la corde de guitare, si on met deux fourchettes dans le même axe, la corde vibre comme s'il n'y avait qu'une seule fourchette.



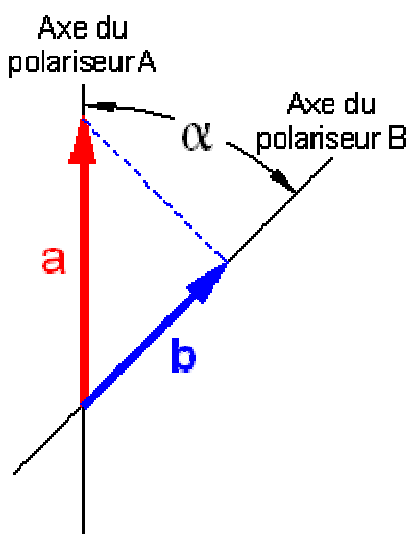
Si on incline l'axe de polarisation d'un des polariseurs, on constate qu'il y a moins de lumière qui passa à travers.

Dans notre exemple de la corde de guitare, si on incline l'une des fourchettes, la corde aura du mal à vibrer et le son sera moins fort.



Si on croise les deux axes de polarisation des polariseurs, on constate qu'il y a une extinction presque totale de la lumière. Ce principe est utilisé dans certains appareils optiques, pour faire des atténuateurs de lumière variables. On utilise deux polariseurs, pilotés en rotation par un moteur.

Dans l'exemple de la corde de guitare, si on croise les deux fourchettes, la corde ne peut plus bouger et le son s'arrête.



On peut facilement calculer la quantité de lumière transmise à travers deux polariseurs (considérés parfaitement polarisants).

Soit

α : l'angle entre les axes de polarisation des deux polariseurs

a : l'amplitude de l'onde lumineuse transmise par le premier filtre polarisant

on obtient l'amplitude b de la lumière transmise par :

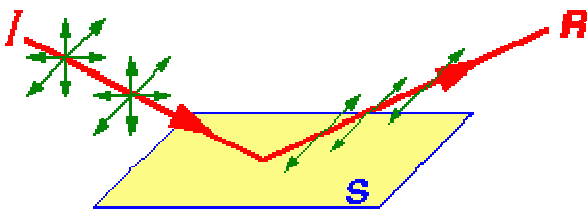
$$b = a * \cos(\alpha)$$

L'intensité lumineuse étant le carré de son amplitude, on calcule l'intensité transmise I_t par :

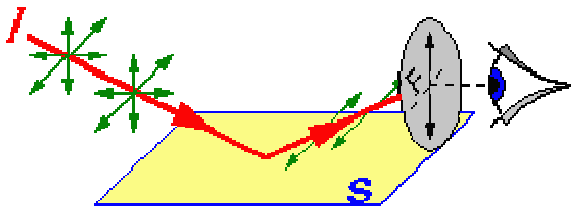
$$I_t = b^2 = a^2 * \cos^2(\alpha)$$

Notez que si les deux polariseurs sont parfaitement croisés ($\alpha = 90^\circ$) on trouve bien $I_t = 0$

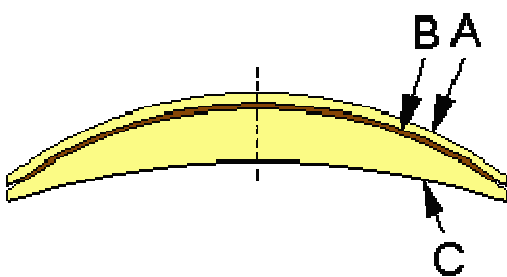
Verres de lunettes polarisants :



On démontre que lorsque la lumière se réfléchit sur une surface lisse, le reflet est polarisé suivant un axe parallèle à la surface. Sur le dessin, le rayon lumineux (**I**) qui arrive sur la surface (**S**) n'est pas polarisé. Le rayon réfléchi (**R**) par contre est polarisé avec un axe parallèle à la surface. Attention, les reflets sur les miroirs ne sont pas polarisés, seuls les reflets vitreux sont polarisés.



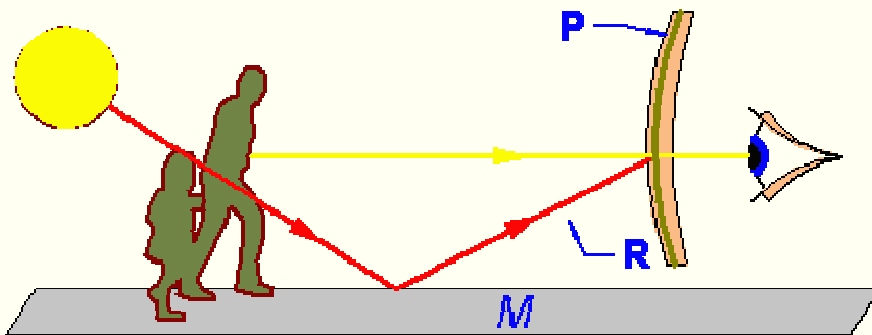
En lunetterie, on utilise des verres polarisants pour supprimer les reflets horizontaux (reflets du soleil sur l'eau, reflet sur route mouillée... etc.). On place devant l'œil, un verre (**F**) dont l'axe de polarisation est vertical. Les reflets au sol étant polarisés horizontalement, ils seront arrêtés par le verre. En éliminant les reflets horizontaux, on améliore globalement le contraste de l'image.



Les verres polarisants sont en principe, constitués de trois parties : Une feuille de gélatine polarisante (**B**) est prise entre le verre correcteur (**C**) et une lame protectrice (**A**).

L'épaisseur minimale de ces verres, est limitée à environ 1.5 à 1.8mm, à cause de l'épaisseur de la lame et de la feuille de gélatine.

Utilisation de lunettes polarisantes :



Une route mouillée **M** peut générer des reflets indésirables **R**. Comme tous reflets vitreux (ici sur la pellicule d'eau), ces reflets sont polarisés. Le verre polarisant **P** va bloquer ces reflets et donner une image bien contrastée.

Leurs teintes foncées en font aussi d'excellents verres solaires.



Sans verre polarisant



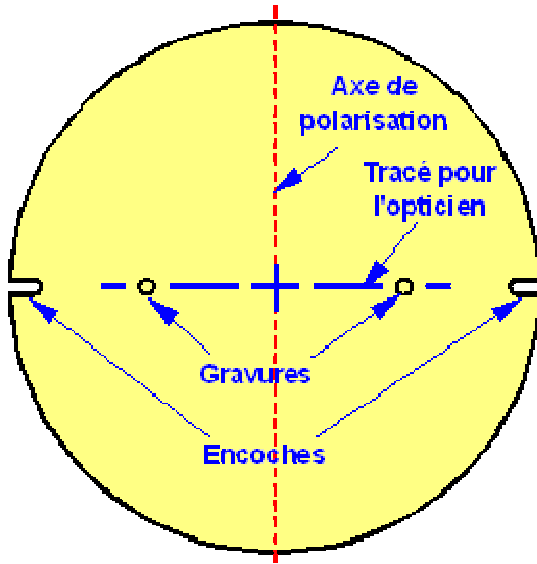
Avec verre polarisant

ATTENTION :

Les verres polarisants peuvent empêcher la lecture correcte sur certains afficheurs à cristaux liquides dont le principe est aussi basé sur la polarisation (compteur de vitesse digitaux).

C'est pour cette raison que la plupart des afficheurs ont un axe de polarisation oblique à 45° pour éviter d'interférer avec les verres polarisants dont l'axe de polarisation est lui vertical.

Montage des verres polarisants :



Les verres polarisants sont particulièrement efficaces pour supprimer les reflets sur l'eau, les routes mouillées, les pare-brises mais pour que les reflets horizontaux soient correctement supprimés par l'effet polarisant, il faut que les verres soient montés dans la monture avec l'axe de polarisation bien vertical.

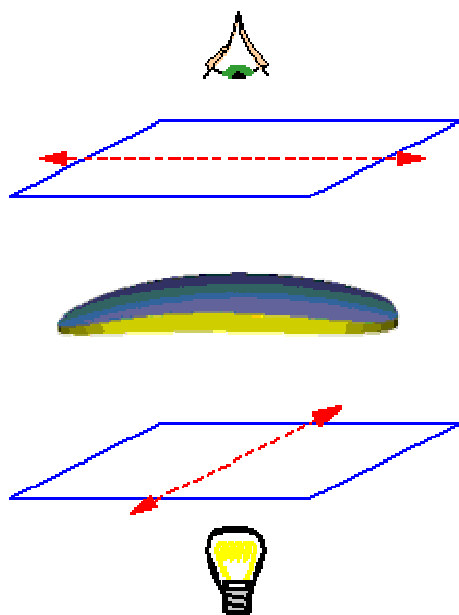
Pour cela, les verres polarisants possèdent un axe de montage pouvant être repéré soit par un tracé, soit des gravures (comme les progressifs) soit des encoches au bord.

Pour que l'axe du cylindre soit positionné correctement, il doit être obligatoirement indiqué à la commande.

Pour retrouver l'axe de polarisation d'un verre, il suffit d'utiliser un autre verre polarisant (dont l'axe de montage est repéré). On place les deux verres l'un sur l'autre en les orientant de manière à obtenir l'extinction totale (les deux axes de polarisations sont alors parfaitement croisés). Les encoches (ou du marquage) du premier verre indiquent l'axe de polarisation du second.

Le tensiscope (ou tensimètre) :

Lorsque l'on soumet une matière transparente à des tensions mécaniques (pression, torsion,...), celle-ci a tendance à polariser la lumière et son indice de réfraction est légèrement modifié. On utilise ce phénomène pour vérifier si le verre ne présente pas de contraintes après montage dans la monture.



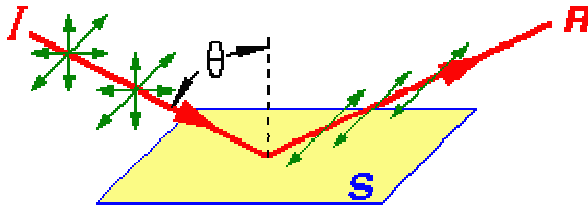
Le tensiscope (on parle parfois de tensimètre mais je trouve le terme inapproprié car l'appareil ne donne aucune mesure quantifiable) est un petit appareil utilisé par les opticiens pour détecter les tensions générées par le montage. L'appareil est composé d'un éclairage et de deux filtres polarisants croisés. Les deux axes de polarisation étant croisés, aucune lumière ne traverse le polariseur supérieur. On place le verre à vérifier entre les deux polariseurs et si le verre présente des contraintes mécaniques, elles vont modifier l'axe de polarisation qui ne sera alors plus perpendiculaire au polariseur du haut et de la lumière va traverser, révélant ces zones de contrainte.

Noter qu'un verre non détourné peut déjà présenter des tensions internes (le polycarbonate en particulier).

Angle de Brewster :

Le degré de polarisation des reflets sur une surface vitreuse, dépend de l'angle d'inclinaison des rayons. Les rayons trop inclinés, ou trop verticaux, sont moins polarisés. Il en résulte que les verres de lunette polarisant, n'atténuent que les reflets situés dans une certaine plage de distances.

Il existe une inclinaison θ , où la polarisation des reflets est maximale. Cet angle s'appelle l'**angle de Brewster**.



L'angle de Brewster est intéressant car il est directement lié à l'indice de réfraction (n) de la surface **S** par la relation :

$$n = \tan(\theta)$$
$$\Rightarrow \theta = \arctan(n)$$

Pour un matériau d'indice **1.525** par exemple, le maximum de polarisation est obtenu pour les rayons lumineux dont l'inclinaison est : $\theta = \arctan(1.525) = 56.7^\circ$ de la verticale.

En mesurant l'angle de Brewster on peut, en théorie, déterminer l'indice de réfraction d'une matière, mais cette technique n'est pas utilisée car la précision est trop faible.

Étrange mais vrai : On peut mesurer l'angle de Brewster sur des matières non transparentes (opaques). On en déduit donc que les matières opaques, ont aussi un indice de réfraction (bien que la lumière ne les traverse pas). Cela est parfaitement vrai, mais l'indice de ces matières est défini par des nombres particuliers (les nombres Hyper Complexes), et dans ce cas, l'angle de Brewster ne donne qu'une partie (la partie réelle) de cet indice.