

L'optique lunetterie utilise de nombreuses matières différentes pour la fabrication des verres. Pour être utilisable en lunetterie, une matière doit répondre à de nombreux critères dont voici une liste (non exhaustive).

Qualités optiques :

- **Indice de réfraction** : C'est l'un des paramètres majeurs que l'on recherche dans une matière. L'indice de réfraction doit être le plus élevé possible pour obtenir des verres les plus minces possible.
- **Constringence** : Elle doit être la plus grande possible pour que la matière ne décompose pas les couleurs, ce qui pourrait nuire à la qualité de l'image perçue (faible dispersion chromatique).
- **Transparence** : La matière ne doit pas diffuser la lumière (absence de côté brumeux).
- **Absorption** : Sauf pour les verres solaires, une matière ne doit pas absorber la lumière ce qui pourrait lui donner une teinte indésirable.
- **Coupure UV** : Pour protéger les porteurs contre les rayonnements UV, il est intéressant qu'une matière absorbe les UV (ce qui est souvent le cas sauf les verres minéraux). On peut cependant améliorer la coupure UV par un traitement de surface approprié. La coupure UV correspond à la longueur d'onde UV pour laquelle la matière absorbe au moins 99% de lumière. Une coupure UV à 380 nm offre une très bonne protection.
- **Couleur** : Sauf cas particulier des verres solaires, une matière optique ne doit pas avoir de couleur. On ajoute parfois une légère teinture bleutée pour masquer le côté jaunâtre (yellowness en Anglais) de certaines matières.
- **Homogénéité** : Comme toute matière utilisée en optique, elle ne doit pas présenter de variation de ses caractéristiques. Une variation d'indice de réfraction donnerait des vagues ou des erreurs de puissance.

Qualités mécaniques et physiques :

- **Légèreté** : Le poids des verres n'étant pas toujours négligeable, une matière doit avoir une masse volumique (grammes par centimètres cubes) la plus faible possible. Certaines matières optiques ont la même masse volumique que l'eau (soit **1. gr/cm³**) ce qui donne des verres si légers qu'ils flottent dans l'eau. D'autres sont très lourdes (jusqu'à **4 gr/cm³**).
- **Résistance à la rayure** : C'est un élément important pour le porteur, pour que ses verres aient une longévité suffisante. Les matières plastiques sont relativement rayables (comparées aux verres minéraux) et on peut améliorer leur résistance à la rayure par un traitement de surface (on dépose une résine très dure sur chaque face du verre).
- **Résistance au choc** : C'est un élément de sécurité qui est donc très important. Les verres minéraux sont d'ailleurs interdits pour les moins de 16 ans car ils cassent trop facilement et les débris trop coupants.
- **Usinabilité** : Une matière doit être usinable avec les outils actuellement disponibles, il serait peu concevable d'être obligé de modifier toutes les machines pour pouvoir l'usiner. Il y a toutefois eu une exception avec le POLYCARBONATE. Lors de sa sortie, il a fallu adapter toutes les machines d'usinage et les meuleuses des opticiens pour cette matière. Elle a cependant des caractéristiques suffisamment intéressantes pour que cela ait valu la peine. Certaines matières émettent des gaz malodorant pendant leur usinage. Ces gaz s'ils existent ne doivent bien sûr pas être nocifs.
- **Possibilité de les mouler** : Une grande partie des verres de lunettes est réalisée par moulage. Différentes techniques de moulage existent suivant le type de matière.
- **Compatibilité aux traitements** : On réalise de plus en plus de traitements de surface sur les verres (traitements anti-rayures, antireflets). La mise au point de ces traitements de surface est d'une très grande complexité, il faut donc pouvoir réaliser ces traitements avec les techniques conventionnelles.
- **Teintabilité** : Beaucoup de verres de lunette sont teintés, soit pour des raisons esthétiques soit pour en faire des verres solaires. Une matière teintable offre donc un grand intérêt. En l'absence de teintabilité, on peut parfois teinter le traitement de surface anti-rayures mais avec certaines limites au-delà desquelles on risque de détruire l'anti-rayure.
- **Résistance chimique** : La matière ne doit pas être attaquée par un produit de la vie courante.
- **Non allergisant** : Son contact sur la peau ne doit pas générer d'allergie.
- **Inflammabilité** : Le Matériau ne doit pas pouvoir entretenir une flamme.
- **Perçable** : Il a encore beaucoup de montures percées, certaines matières posent des problèmes lors du perçage (étoilage autour des trous, épaisseur minimale importante pour résister à l'usage, etc.).

Les matières ne répondent pas à tous ces critères de manière égale, c'est d'ailleurs pour cela qu'elles sont si nombreuses. Le choix d'une matière est donc toujours un compromis entre toutes ces caractéristiques.

En plus de toutes ces caractéristiques il faut aussi intégrer la dimension économique. Certaines matières sont très coûteuses à produire, il faut pouvoir proposer un produit à un coût raisonnable. Certaines matières n'ont pas réussi à s'imposer car elles étaient à un coût trop élevé au regard de leur intérêt technique.

Le Verre minéral

Jusqu'aux années 1980-1990, 80% des verres ophtalmiques étaient réalisés en verre minéral et plus précisément en Crown d'indice 1.523 et seulement 20% étaient réalisés en matières organiques, principalement en **CR39**. De nos jours seuls 5 à 10% des verres sont réalisés en minéral, 10 à 20% sont en polycarbonate et le reste en CR39 et diverses matières organiques.

Le CR39

Le Diéthylène Glycol bis, plus connu sous le nom de **CR39**, est la matière organique la plus utilisée en optique ophtalmique. Découverte dans les années 40 par la Columbia Corporation, elle tire son nom de « Columbia Resin n°39 ». Cette matière offre d'excellentes qualités dans la quasi totalité des critères pour la fabrication des verres ophtalmiques. Il a toutefois un indice de réfraction un peu faible (1.500) ce qui ne permet pas de faire des verres à fortes puissances assez minces pour être esthétiques. L'industrie ne cesse donc de chercher de nouvelles matières organiques ayant un indice le plus élevé possible tout en conservant les mêmes avantages que le CR39.

Catégories de matières optiques :

Il semble difficile de connaître toutes les matières qui existent dans le monde mais en dehors de quelques matières exotiques comme le PMMA et les Polyuréthanes, il existe trois grandes principales catégories de matières utilisées en optique lunetterie.

	Les matières minérales	Les matières Organiques	Le Polycarbonate
Base chimique	Issue de la chimie minérale, elles sont principalement constituées d'oxydes (oxyde de silicium, oxyde de baryum, oxyde de lanthane,...). Il existe de nombreuses matières minérales différentes.	Issue de la chimie des plastiques, ce sont des Thermodurcissables . Elles se présentent sous la forme de résine liquide (monomère) que l'on cuit dans un four pendant une 20ème d'heures pour la solidifier (polymériser). Une fois ces résines durcies (polymérisées) on ne peut plus les faire refondre.	Issue de la chimie des plastiques, c'est un Thermoplastique . Il se présente sous la forme de granulés que l'on fait fondre en le chauffant. Il se solidifie en refroidissant et on peut le refondre plusieurs fois. Il n'en existe qu'une seule version. Cette matière est une catégorie à elle toute seule mais on pourrait sans doute y inclure tous les Thermoplastiques.
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Très résistant à la rayure. - Indices pouvant être très élevés et aller jusqu'à 1.898 	<ul style="list-style-type: none"> - Indice pouvant être relativement élevé (jusqu'à 1.740). - Résiste bien aux chocs. - Très légers (1.23 à 1.35 g/cm3). - Bonne coupure UV pouvant encore être améliorée par un traitement de surface. 	<ul style="list-style-type: none"> - C'est une des matières les plus légères avec 1.20 g/cm3. - C'est une des matières les plus résistantes au choc. - Excellente coupure UV.
Défauts	- Cassent facilement en	- Elles se rayent assez	- Avec un nombre d'Abbe

	<p>produisant des éclats coupants. On peut, pour certaines, améliorer leur résistance avec une trempe chimique ou thermique.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ils sont interdits aux moins de 16ans - Peuvent être assez lourds (jusqu'à 3.99 g/cm³), en particulier les forts indices, même si on obtient des verres de lunettes plus minces. - Ils n'arrêtent généralement pas beaucoup les UV. 	<p>facilement mais on peut améliorer leur résistance par un traitement de surface durcisseur.</p>	<p>très faible, il a tendance à séparer les couleurs. La qualité optique n'est donc pas toujours optimale.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Il se raye trop facilement, ce qui impose de lui adjoindre un traitement de surface durcisseur. Une fois traité, sa résistance à la rayure est comparable aux organiques. - Nécessite des outils et process d'usinage spécifiques.
Indices	De 1.525 à 1.898	De 1.500 à 1.740	N'existe qu'en 1.590
Teintabilité	<p>On les teinte en déposant une couche mince absorbante par vaporisation sous vide. Les colorations dégradées sont possibles.</p>	<p>La plupart sont teintable en les trempant dans un bain de colorant. Pour celles qui ne sont pas teintables, on peut teinter le traitement durcisseur.</p>	<p>La matière elle-même n'est pas teintable par les procédés habituels mais on teinte le traitement de surface durcisseur. Il en existe des versions solaires teintées dans la masse.</p>
Photochromisme (fonce à la lumière)	<p>On peut trouver des versions Photochromiques dans la masse. L'inconvénient est que plus le verre est épais, plus il fonce à la lumière, on obtient donc pas toujours une teinte uniforme à l'état foncé. A l'état clair, ils sont tout de même légèrement teintés.</p>	<p>On trouve de nombreuses versions photochromiques différentes dans le monde mais c'est la marque Transitions® qui s'est imposée sur le marché mondial. L'effet photochromique est généralement obtenu par un traitement de surface complexe, nécessitant parfois une modification chimique de la matière de base (le CR39 est modifié en CR607 pour être traité Transitions®).</p>	<p>Il existe une version Photochromique par Transitions®.</p>
Polarisation	<p>A ma connaissance il n'existe pas de version polarisante.</p>	<p>Bien que la polarisation soit obtenue par le montage d'un film de gélatine pris en sandwich entre deux lames de la matière, on considère souvent le verre polarisant comme une matière à part entière car il nécessite des procédés d'usinage et de traitement spécifiques.</p>	<p>Il existe une version polarisante utilisant le même principe que les matières organiques.</p>
Moulage	<p>Le moulage des semi-finis consiste à déformer le verre sur un moule en céramique en chauffant le verre jusqu'à son point de ramollissement.</p>	<p>Les verres organiques de stock et les semi-finis sont réalisés en coulant la résine liquide (monomère) dans un moule en verre puis à la polymériser par cuisson dans un four ou par rayonnement UV.</p>	<p>Les verres polycarbonates sont moulés avec des presses à injection haute pression dans des moules en acier.</p>
Usinage	<p>Ils s'usinent exclusivement par abrasion avec des meules diamantées ou de la pâte abrasive au corindon.</p>	<p>S'usinent soit avec des outils de coupe soit avec des meules diamantées. L'usinage ne génère pas de copeau mais de la poudre de plastique. Certaines matières génèrent des gaz malodorant à l'usinage (notamment certains indices 1.6 et 1.67).</p>	<p>Cette matière s'usine très bien avec des outils de coupe en générant des copeaux (comme du métal). On peut aussi utiliser des meules diamantées et dans certains cas l'usinage peut être fait à sec.</p>

Caractéristiques des principales matières :

Dans les tables ci-dessous, les valeurs d'Abbe sont souvent mesurées sur la raie **d** qui donne une valeur plus grande que celle de la raie **e**. Le pourcentage de reflets est calculé à partir de l'indice **ne** par :

$$\%R = \frac{(n_e - 1)^2}{(n_e + 1)^2}$$

MINERAUX						
Matière	nd	ne	Abbe	Densité (g/cm3)	Coupure UV (nm)	% Reflet par face
Crown	1.523	1.525	59	2.54	320	4.3%
Flint	1.600	1.604	42	2.63	334	5.4%
Minéral 1.7/35	1.700	1.705	35	3.20	340	6.8%
Minéral 1.7/42	1.701	1.706	42	3.20	320	6.8%
Minéral 1.8	1.802	1.807	35	3.70	332	8.3%
Minéral 1.8	1.830	1.838	32	3.60	340	8.7%
Minéral 1.9	1.885	1.893	31	4.00	340	9.5%

MATIERES ORGANIQUES						
Matière	nd	ne	Abbe	Densité (g/cm3)	Coupure UV (nm)	% Reflet par face
CR607 Transitions®	1.497	1.499	57	1.27	390	4.0%
CR39	1.498	1.500	56	1.32	355	4.0%
INDO Superfin	1.523	1.525	48	1.30	350	4.3%
TRIVEX	1.532	1.535	46	1.10	380	4.5%
SOLA Spectralite	1.537	1.540	47	1.21	370	4.5%
Corning SunSensors®	1.555	1.558	38	1.20	380	4.8%
AOLITE 16XT	1.582	1.585	34	1.30	380	5.1%
MR8	1.592	1.597	41	1.30	390	5.3%
Hoya Eyas 1.6	1.600	1.603	42	1.30	380	5.4%
SOLA Finalite	1.600	1.604	42	1.23	385	5.4%
MR7	1.660	1.665	32	1.35	400	6.2%
MR10	1.661	1.666	32	1.37	400	6.2%
Stylis	1.670	1.674	32	1.40	375	6.4%
Hoya Ery 1.7	1.695	1.710	36	1.40	380	6.9%
Hoya Teslalid	1.710	1.715	32	1.41	380	6.9%
Nikon 1.74	1.740	1.746	32	1.40	400	7.4%

MATIERES THERMOPLASTIQUES						
Matière	nd	ne	Abbe	Densité (g/cm3)	Coupure UV (nm)	% Reflet par face
PMMA (polyméthacrylate de méthyle)	1.490	1.492	58	1.20		3.9%
Polycarbonate	1.586	1.590	29	1.20	385	5.2%
Polyurethanes	1.600	1.603	36	1.30	380	5.4%
	1.609	1.612	32	1.40	380	5.5%
	1.660	1.664	32	1.40	375	6.2%
	1.670	1.674	32	1.40	395	6.4%