

Les verres filtrants à teinte fixe

Dominique Meslin

Pour protéger l'œil de la lumière, il est souvent nécessaire de faire appel à un verre filtrant, soit de manière permanente, pour améliorer la protection et le confort de vision, soit de manière spécifique, pour protéger l'œil d'un rayonnement lumineux de forte intensité, soit encore à des fins thérapeutiques pour améliorer la vision. Ce verre filtrant a une double mission : réduire le niveau de l'intensité de lumière qui atteint l'œil et éliminer, en les absorbant, les radiations nocives. Il peut être de transmission fixe – avec teinte uniforme ou dégradée – ou de transmission variable c'est-à-dire photochromique. Cet article traite des verres filtrants à teinte fixe ; les verres photochromiques et les filtres sélectifs seront traités ultérieurement.



Extrait adapté du Cahier d'Optique Oculaire « Matériaux et Traitements », publication d'Essilor Academy, 68 pages, 2010. Version complète disponible sur www.varilux-university.org

Parmi les verres filtrants à teinte fixe, on peut distinguer trois types : les verres solaires, les verres filtrant la lumière bleue et les verres polarisants. Abordons-les successivement.

Les verres solaires

Le principe de la protection contre les radiations solaires est, d'une part, de réduire le niveau de l'intensité lumière visible (d'environ 60 à 95 %) et, d'autre part, d'absorber les radiations ultraviolettes. A cette fin, l'action du verre solaire est double : la réduction de l'intensité de la lumière visible est apportée par la coloration du verre et l'absorption des ultraviolets est assurée par les propriétés du matériau.

La normalisation internationale définit trois catégories de filtres dont l'usage peut-être fait pour la protection solaire : catégorie 2 pour un ensoleillement moyen, catégorie 3 pour un fort ensoleillement, catégorie 4 pour un ensoleillement exceptionnel (encadré 1).

L'élimination des ultraviolets est un facteur essentiel de la protection solaire. Tous les matériaux utilisés en optique ophtalmique absorbent les UV-B (280 à 315 nm) mais, en revanche, pas toujours la totalité des UV-A (315 à 380 nm) : le matériau organique 1,5 traditionnel (CR 39) n'en élimine qu'une partie et doit impérativement contenir un absorbeur UV additionnel pour être rendu protecteur contre l'UV-A ; les matériaux organiques hauts indices les coupent systématiquement ; les matériaux

minéraux, s'ils ne font pas l'objet d'un traitement particulier, ne sont que de piètres filtres UV.

Par ailleurs, le filtre solaire peut être sélectif du point de vue spectral, c'est-à-dire éliminer certaines couleurs du spectre et/ou promouvoir la transmission d'une partie spécifique du spectre. Cette sélectivité vise le plus souvent à éliminer les ultraviolets et la lumière bleue. La couleur d'aspect du verre en résulte et la vision des couleurs du porteur peut en être affectée (encadrés 2 et 3).

Enfin, le traitement antireflet de la face arrière du verre solaire élimine les réflexions parasites de la lumière et améliore considérablement le confort de vision (encadré 4).

Les verres solaires sont réalisés soit par adjonction de colorants dans la masse du matériau, pour la fabrication de verres en série comme celle des afocaux solaires, soit par coloration en surface du verre (imprégnation de pigments colorés dans la matière ou dépôt en couche à la surface), dans le cas de la fabrication à la pièce des verres correcteurs solaires.

Les verres filtrant la lumière bleue

La lumière bleue, aussi dénommée HEV pour « Haute Energie Visible », est la partie la plus énergétique du spectre visible. Elle couvre le domaine spectral de 380 à 500 nm, des violets (380 à 420 nm) aux bleus (420 à 500 nm).

En raison de sa plus forte diffusion, elle est source d'éblouissement ; en cas d'exposition répétée ou prolongée, elle peut, sur le long terme, être à l'origine de photo-traumatismes de la rétine. Il convient donc de s'en protéger.

Opticien, Essilor Academy – meslind@essilor.fr

Encadré 1. Classification des verres selon leur transmission lumineuse

Les verres ophtalmiques sont (depuis la norme EN 1836 publiée en 1997) classifiés en cinq catégories de transmission lumineuse.

Les critères de classification portent non seulement sur les propriétés de transmission du verre dans le domaine spectral visible mais aussi dans les domaines de

l'UV-A et de l'UV-B et sont résumées dans le *tableau I*.

À chacune de ces catégories de transmission lumineuse correspondent une description, une indication d'usage et une représentation graphique normalisées présentées dans le *tableau II* :

- la catégorie 0 caractérise les verres

blancs ou faiblement teintés utilisables en port permanent ;

- la catégorie 1 correspond aux teintes intermédiaires entre verres blancs et verres solaires ;

- les catégories 2, 3, 4 sont celles des verres solaires et correspondent à des niveaux d'ensoleillement respectifs moyen, fort et exceptionnel.

Tableau I. Classification internationale des verres selon leur transmission lumineuse.

Catégorie du filtre	Domaine spectral ultraviolet		Domaine spectral visible	
	Valeur maximale de la transmission solaire UV-B τ_{SUVB}	Valeur maximale de la transmission solaire UV-A τ_{SIVA}	Transmission dans le visible τ_v 380-780nm	
	280-315 nm UVB (%)	315-380 nm UVB (%)	de (%)	à (%)
0	τ_v	τ_v	80,0	100,0
1			43,0	80,0
2			18,0	43,0
3			8,0	18,0
4			3,0	8,0

© Essilor International - Varilux® University

Tableau II. Description et indications d'usage des différentes catégories de transmission lumineuse.

Cat.	Description	Pictogrammes	Indications d'usage
0	Verre clair ou très légèrement teinté		Intérieur - Ciel voilé
1	Verre légèrement teinté		Luminosité solaire atténuée
2	Verre moyennement teinté		Luminosité solaire moyenne
3	Verre foncé		Forte luminosité solaire
4	Verre très foncé		Luminosité solaire exceptionnelle. Verre non adapté à la conduite automobile.

© Essilor International - Varilux® University

Encadré 2. Teinte et transmission d'un verre

La teinte d'un verre est déterminée par la composition chromatique de la lumière qu'il transmet. Elle résulte de la sommation, par l'œil de l'observateur, des radiations visibles qu'il reçoit.

À partir de la seule teinte d'un verre, il est difficile d'évaluer avec précision ses propriétés de transmission. Néanmoins, certains principes généraux peuvent être dégagés :
- la teinte grise transmet les radiations

visibles le plus uniformément,

- la teinte brune absorbe plus dans le bleu-vert que dans l'orange-rouge,

- l'intensité de la teinte traduit l'importance de l'absorption dans le visible,

- la teinte ne renseigne en rien sur l'absorption dans l'ultraviolet ou l'infrarouge.

Le choix de la teinte du verre se fera en fonction des propriétés d'absorption recherchées, de l'éventuelle tendance amétropi-

que du sujet mais aussi en fonction des goûts personnels du patient. Par ailleurs, la tradition culturelle peut aussi jouer : alors que le gris et les couleurs neutres sont considérés comme de « bons filtres » dans le monde anglo-saxon, l'Europe préfère les verres de couleur brune qui apportent une meilleure protection contre les radiations de la partie inférieure du spectre visible et renforcent les contrastes.

C'est en particulier l'objectif des verres filtrants à la mélanine. Le principe de ces verres est d'intégrer dans leur composition des pigments de mélanine synthétique afin de renforcer la protection solaire UV par une absorption de la lumière bleue. Ces verres ont pour propriété de protéger contre l'éblouissement, d'améliorer les contrastes et de contribuer à freiner le vieillissement des cellules rétiennes et celui de la peau du contour des yeux. Ils éliminent 100 % des UV et 98 % de la lumière bleue.

Ces verres sont de couleur marron ; ils sont réalisés en matériau polycarbonate par l'adjonction d'une fine pellicule teintée sur la face avant du verre.

Les verres polarisants

Quand la lumière est réfléchiée par une surface plane, comme celle du sol ou d'un plan d'eau, elle devient polarisée, c'est-à-dire qu'elle ne se propage plus alors que selon un plan « horizontal ». Si on intercale entre cette lumière et l'œil un filtre polarisant à axe « vertical », il est possible l'éliminer totalement cette lumière et d'en protéger l'œil (*figure 1*).

C'est sur ce principe que fonctionnent les verres polarisants. Ils présentent un double intérêt pour les porteurs de verres solaires : une réduction de l'éblouissement

Encadré 3. Respect de la vision des couleurs

Au-delà de la réduction lumineuse apportée par les verres filtrants se pose la question du respect de la vision des couleurs. En effet, tout filtre coloré possède une certaine sélectivité spectrale et déforme la vision des couleurs. Par un phénomène d'« adaptation chromatique », le cerveau humain est capable d'en minimiser les effets et de restituer, pour une large part, l'échelle relative des couleurs naturelles. Mais ce phénomène présente des

limites et la couleur perçue correspond à la déformation résiduelle après adaptation chromatique. Elle est bien sûr fonction du filtre de lumière et, plus précisément, de sa sélectivité spectrale.

C'est ainsi que certains types de teintes ont été étudiées pour minimiser la déformation des couleurs et, plus précisément, pour réduire le « parcours chromatique » d'adaptation que le système visuel doit effectuer. Le principe est que pour chacune

des teintes classiques de brun, gris, gris-vert ou noir, la teinte sélectionnée est celle qui, du point de vue théorique, transforme le moins les coordonnées colorimétriques d'une source lumineuse chromatique de référence et, du point de vue pratique, est la plus appréciée par les porteurs.

C'est ainsi qu'un meilleur confort de vision peut être proposé aux porteurs de verres solaires et que le choix des teintes peut être réalisé, non plus uniquement sur des critères subjectifs ou esthétiques, mais aussi sur des critères physiologiques.

Encadré 4. Traitement antireflet des verres solaires sur la face arrière

Pour un verre solaire, le traitement antireflet a un intérêt tout particulier : celui d'éliminer les reflets se produisant sur la face arrière du verre. Autant ce traitement présente peu d'intérêt sur la face avant du verre (car il est en contradiction avec la mission du verre solaire qui est d'atténuer la transmission de lumière), autant le traitement sur la face arrière peut s'avérer essentiel pour le confort de vision. En effet,

il élimine les réflexions de la lumière issues de sources situées en arrière du porteur et qui atteignent son œil.

Cette lumière indésirable se superpose à celle des objets regardés et perturbe la vision du patient. Ce phénomène est particulièrement marqué pour un verre solaire car l'intensité de la lumière transmise par le verre est considérablement atténuée et celle de la lumière réfléchie par la face

arrière souvent élevée en situation d'ensoleillement. Le traitement antireflet permet d'éliminer la quasi-totalité de la lumière réfléchie ; certains traitements sont non seulement étudiés pour éliminer la réflexion de la lumière visible mais aussi celle des ultraviolets.

Si le traitement antireflet en face arrière est largement appliqué aux verres afocaux solaires de qualité, il reste encore assez peu répandu pour les verres correcteurs solaires.

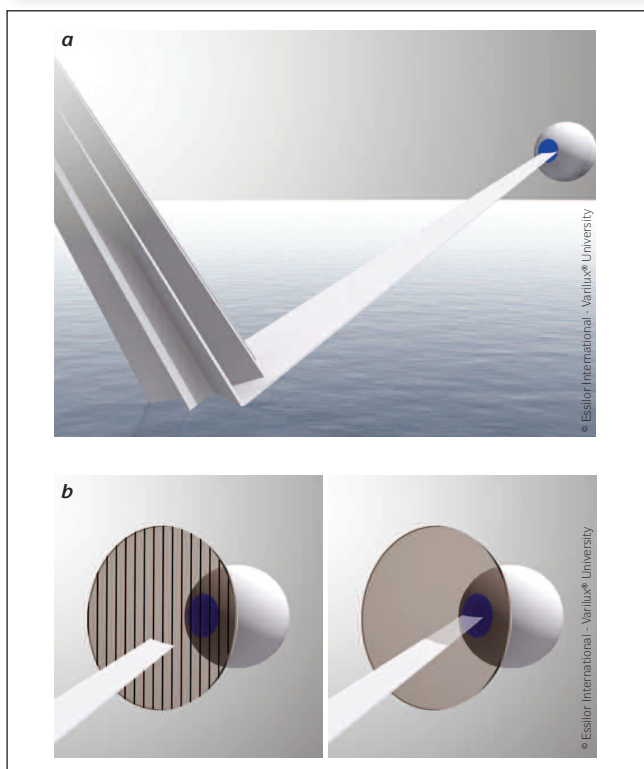


Figure 1. Principe d'action d'un verre polarisant. a. Polarisation de la lumière réfléchie. b. Elimination par filtre polarisant.

et un renforcement de la perception du relief et des couleurs. Ces deux bénéfices sont apportés par la lumière réfléchie « horizontalement ».

En effet, cette lumière ré-émise par réverbération est non seulement de forte intensité mais aussi perturbatrice car elle vient se superposer aux objets regardés. En éliminant sélectivement cette lumière, on supprime une cause importante d'éblouissement et de perturbation du contraste. La vision du porteur s'en trouve donc améliorée et plus confortable.

Les verres polarisants sont toujours teintés ; ils sont obtenus par l'insertion d'un très mince film polarisant en PVA (polyvinyl acétate) de couleur gris, gris-vert ou brun, dans l'épaisseur même du verre. Très utilisés pour les verres afocaux solaires fabriqués en grande série, ils ne sont que d'un usage encore peu développé pour les verres correcteurs solaires réalisés à la pièce.

Conclusion

Les verres filtrants à teinte fixe, qu'ils soient afocaux ou correcteurs, ont des caractéristiques et propriétés très précisément définies et normalisées. Il est essentiel d'en informer les patients et de les sensibiliser à l'importance de leur protection solaire.