



## Verres ophtalmiques : « correcteurs » mais aussi « protecteurs » !

### 1. La protection contre la lumière bleu-violet

Annie Rodriguez<sup>1</sup>, Dominique Meslin<sup>2</sup>

**S**i les verres ophtalmiques sont en premier lieu prescrits pour la correction des amétropies et la presbytie, ils jouent aussi un rôle essentiel de protection des yeux des patients contre la lumière et, plus particulièrement, contre les méfaits potentiels de la lumière bleue et de l'ultraviolet. Ce premier article rappelle les effets nocifs possibles de la lumière bleu-violet et présente les techniques aujourd'hui mises en œuvre pour en protéger les yeux des patients.

Un deuxième article, à paraître en septembre, reviendra sur la protection contre les UV et présentera l'indice de protection UV : l'E-SPF (Eye Sun Protection Factor), utilisé aujourd'hui pour caractériser les propriétés protectrices des verres ophtalmiques.

La lumière bleue est la partie la plus énergétique du spectre de la lumière visible. Également dénommée « haute énergie visible » (HEV), elle couvre le domaine spectral de 380 à 500 nm, des violets (380 à 420 nm) aux bleus (420 à 500 nm).

Dans cette zone du spectre, la partie des radiations bleu-turquoise (480 nm ± 15 nm) est connue pour être indispensable à la régulation des fonctions non visuelles [1] : horloge biologique circadienne, fonctions cognitives, équilibre psychomoteur et hormonal, réflexe pupillaire et température interne. Ces fonctions sont déclenchées par les cellules rétiniennes ganglionnaires intrinsèquement photosensibles (les ipRGC – *Intrinsically Photosensitive Retinal Ganglion Cells*), le troisième type de photorécepteur, après les cônes et les bâtonnets, découvert en 2002.

En revanche, la partie des radiations bleu-violet (en deçà de 450 nm) peut s'avérer nocive et toxique pour la rétine. Rappelons le mécanisme de cette phototoxicité.

#### Le mécanisme de la phototoxicité

Durant une exposition prolongée et/ou vive à la lumière, une accumulation de tout-trans-rétinal (TTR) peut se produire dans les segments externes des photorécepteurs.

Ce TTR est fortement sensible à la lumière bleu-violet, dans la zone de 400 à 500 nm. Dès que les défenses antioxydantes ne suffisent plus, ce qui est le cas avec l'âge et certains facteurs environnementaux et génétiques, la photoactivation du TTR par la lumière bleu-violet et l'oxygène de la rétine peut entraîner un stress oxydatif au niveau des segments externes des photorécepteurs. Leurs éléments membranaires ne sont alors plus phagocytés correctement par les cellules de l'épithélium pigmentaire (EP) et il se crée alors une accumulation de granules de lipofuscine dans l'EP. Un des composants majeurs de la lipofuscine – la pyridinium bisrétinoïde A2E – peut être alors photosensibilisé par des radiations bleues autour de 440 nm et produire des espèces oxygénées réactives (ROS). Celles-ci interfèrent avec les fonctions lysosomales et peuvent conduire à une dégénérescence progressive des cellules de l'EP. Sans leurs cellules nutritives, les cellules des photorécepteurs dégèrent à leur tour et meurent par apoptose [1].

Ainsi, les préjudices causés par l'action cumulative de la lumière bleu-violet s'observent à deux niveaux : à la fois dans les segments externes des photorécepteurs et dans les cellules de l'EP (figure 1).

#### Les études sur le spectre d'action toxique de la lumière bleue

Si les études scientifiques sur la toxicité rétinienne de la lumière bleue sont nombreuses [1], elles n'avaient pas

1. Directeur des relations médicales, Essilor France, Vincennes. 2. Directeur technique, Essilor Academy, Paris.

# Optique

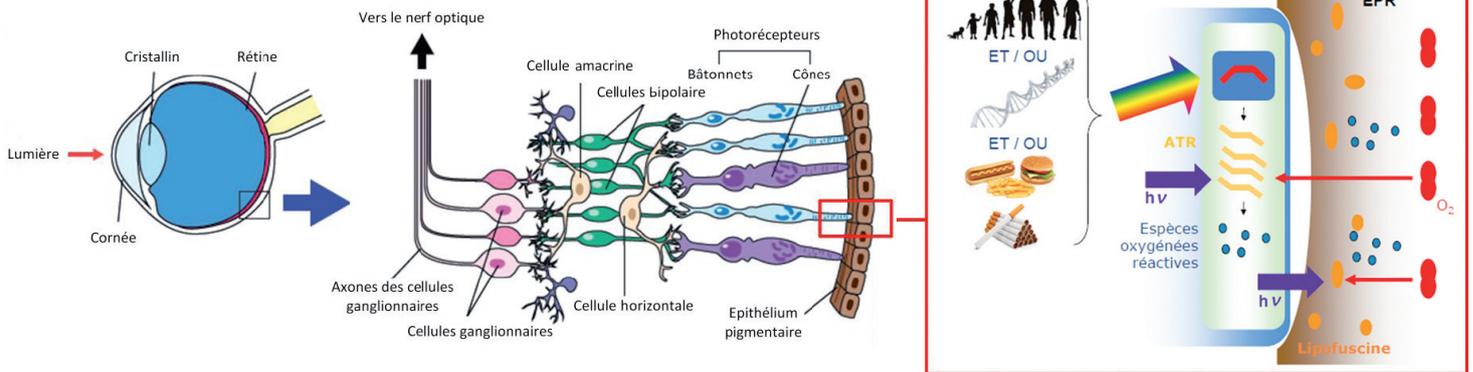


Figure 1. Mécanismes de la phototoxicité dans la rétine externe (hypothèse scientifique).

jusque là permis de caractériser la nocivité respective des différentes radiations bleues et de tenir compte des conditions réelles d'exposition rétinienne. Pour pallier ces limitations, un programme d'études a été engagé pendant cinq ans pour identifier très précisément le spectre d'action toxique de la lumière bleue. Ces études [3] ont été réalisées sur un modèle in vitro de DMLA et dans des conditions d'éclairement physiologiques. Le modèle de DMLA a été développé en utilisant des cultures primaires de cellules d'épithélium rétinopigmentaire de porc, particulièrement adaptées aux études sur la mortalité cellulaire. Les conditions d'éclairement ont été contrôlées par un système

d'illumination à LED prenant en compte les propriétés de transmission des milieux transparents de l'œil pour chaque zone du spectre. Treize bandes spectrales étroites, de 10 nm de largeur, centrées de 390 à 520 nm, ont été testées dans la zone du violet-bleu-vert, ainsi qu'une zone complémentaire centrée sur 630 nm. Il a ainsi pu être démontré que la zone spectrale la plus nocive pour les cellules de l'EP – celle qui provoque la plus forte dégénérescence de cellules rétiniennes lors de l'exposition à la lumière – est la bande comprise entre 415 et 455 nm [2]. La lumière bleu-violet a donc ainsi été clairement identifiée comme étant potentiellement la plus nocive pour la rétine.

## Rappel sur la lumière et l'émission solaire (figure 2)

Les radiations solaires qui nous parviennent sur terre sont un petit sous-ensemble du vaste domaine des vibrations électromagnétiques. Celui-ci s'étend des rayonnements cosmiques aux ondes radioélectriques. Chaque radiation y est caractérisée par sa fréquence  $\nu$  ou par sa longueur d'onde  $\lambda = c/\nu$  ( $c =$  vitesse de la lumière soit 300 000 km/s). Le rayonnement solaire présent à la surface de la terre couvre l'intervalle de longueur d'onde compris entre environ 300 nm et 2 000 nm et comprend :

- le rayonnement **visible** c'est-à-dire celui qui, après traversée des milieux intraoculaires, déclenche la stimulation des récepteurs rétiniens et s'étend de 380 nm (violet) à 780 nm (rouge) ;
- en deçà du visible, le domaine de l'**ultraviolet** (UV), de longueur d'onde comprise entre 380 nm et 280 nm dont on distingue deux types :
  - les UVA (de 380 à 315 nm) dont l'effet bronzant est bien connu,
  - les UVB (de 315 à 280 nm) responsables des brûlures de la peau.

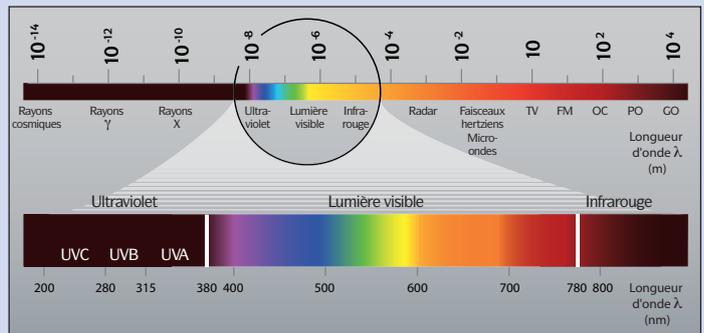


Figure 2. Radiations électro-magnétiques et lumière solaire.

L'ultraviolet qui atteint la terre est composé de 95 % d'UVA et de 5 % d'UVB. L'UVC (280 à 200 nm) est très dangereux mais est arrêté par la couche d'ozone qui entoure l'atmosphère.

- au-delà du visible, le domaine de l'**infrarouge** s'étend de 780 à 2 000 nm.

La lumière visible est donc un tout petit domaine d'ondes de la grande famille des radiations électromagnétiques, remarquables par le fait qu'elles interagissent avec notre œil et nous permettent de voir.

# Optique

## Les verres photoprotecteurs et photosélectifs

Face à l'agression dont la rétine peut faire l'objet par les effets cumulatifs de la lumière bleue, il convient de l'en protéger plus spécifiquement. Cette protection se doit d'être sélective afin de stopper les radiations bleu-violet nocives mais de toujours transmettre les radiations bleu-turquoise nécessaires ; en quelque sorte, elle doit éliminer le « mauvais » bleu mais conserver le « bon » !

Par ailleurs, si cette protection est clairement indispensable face au rayonnement solaire, et ce quel que soit le temps, elle est aujourd'hui rendue d'autant plus nécessaire que les lumières artificielles sont devenues plus « blanches ». En effet, les lampes à LED blanches ou les lampes fluo-compactes, dont l'usage se répand de plus en plus, émettent en réalité de plus fortes quantités de lumière bleue – qui les font paraître plus blanches – que les traditionnelles lampes à incandescence (figure 3). Il en est de même de l'émission lumineuse des écrans d'ordinateurs, tablettes ou téléphones qui ont envahi notre quotidien.

### La filtration de la lumière bleue par réflexion sur la face avant du verre

Afin de répondre au besoin des patients de protection contre la lumière bleue, plusieurs verriers ont mis au point des traitements de surface des verres permettant de l'éliminer spécifiquement. La technologie proposée aujourd'hui consiste en un traitement antireflet spécial, réalisé sur la face avant du verre, qui réfléchit la lumière bleue – comme le ferait un miroir – afin de la rejeter, et qui élimine, comme un traitement antireflet classique, les réflexions du reste de la lumière.

La plupart de ces traitements élimine la lumière bleue en totalité. Un traitement particulier, le Crizal Forte Prevencia d'Essilor, filtre plus spécifiquement 20 % de la bande spectrale nocive du bleu-violet et transmet 99 % de la bande chronobiologique bleu-turquoise. Cette propriété vient s'ajouter aux qualités d'absorption naturelles du verre : coupure de la transmission des UV par le matériau



Figure 4. Structure du verre traité anti-lumière bleu-violet.

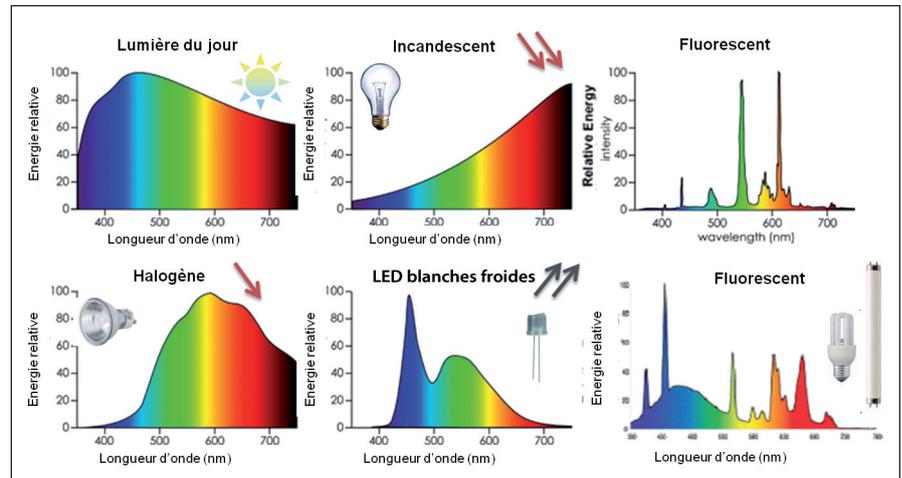


Figure 3. Spectre d'émission des différentes sources lumineuses.

et élimination de leur réflexion par la surface arrière (figure 4).

Par ailleurs, ce traitement anti-lumière bleue réalisé uniquement sur la face avant du verre donne à celui-ci un reflet bleu-violet caractéristique et aisément reconnaissable. On verra dans un prochain article que sur la face arrière du même verre est réalisé un traitement, ayant un léger reflet résiduel jaune-vert, éliminant la réflexion de la lumière visible et de l'ultraviolet. Ainsi, le reflet bleu-violet visible sur le verre correspond à la réflexion par la face avant du verre et le léger reflet jaune-vert à la réflexion sur sa face arrière.

## Conclusion

Les effets de la lumière bleu-violet cumulés sur de nombreuses années sont insidieux, chroniques et délétères. Une protection est donc recommandée dès le plus jeune âge. Toutes les statistiques prédisent une multiplication des pathologies oculaires liées à l'âge dans les trente années à venir. La prévention de ces pathologies nécessite de protéger les yeux des patients le plus précocement possible. Les verres ophtalmiques peuvent, grâce à leurs dernières évolutions, y apporter leur contribution. Ainsi, ne sont-ils plus simplement des « verres correcteurs » mais sont aussi devenus des « verres protecteurs » et par là même des « verres préventifs ».

### Bibliographie

1. Points de Vue (Revue internationale d'optique ophtalmique Essilor) 2013 n°68 [Lumière bleue] [www.pointsdevue.net](http://www.pointsdevue.net).
2. Points de Vue (Revue internationale d'optique ophtalmique Essilor) 2014 n°71 [Prévention] [www.pointsdevue.net](http://www.pointsdevue.net).
3. Arnault E, Barrau C, Nanteau C *et al.* Phototoxic action spectrum on retinal pigment epithelium model of age-related macular degeneration exposed to sunlight normalized conditions, Plos One. 2013;8(8):e71398.